



Luís Carlos Marques Claro

Análise do desempenho energético do Campus da Escola Superior Agrária de Coimbra

Setembro 2013



UNIVERSIDADE DE COIMBRA



Universidade de Coimbra

Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra

Mestrado Integrado em Engenharia Eletrotécnica e de Computadores

Análise do desempenho energético do Campus da Escola Superior Agrária de Coimbra

Luís Carlos Marques Claro

Júri:

Presidente: Professor Doutor José Manuel Fernandes Craveirinha

Orientador: Professor Doutor Humberto Manuel Matos Jorge

Vogal: Professor Doutor Luís Alberto da Silva Cruz

Coimbra, Setembro de 2013

Agradecimentos

Em primeiro lugar, gostaria de agradecer à minha família, em especial aos meus pais, pelo apoio, incentivo, e esforço que fizeram ao longo destes anos, porque sem eles tudo isto não seria possível.

Queria agradecer também ao meu orientador, Professor Doutor Professor Doutor Humberto Manuel Matos Jorge, pela orientação, apoio e inteira disponibilidade.

Agradecer também à Engenheira Marta Lopes por toda a colaboração, disponibilidade e apoio prestado, ao longo do trabalho.

Por fim agradeço a todos os meus amigos e colegas de curso que durante todos estes anos me acompanharam nos bons e maus momentos, que para sempre ficarão guardados na memória.

Resumo

O presente documento foi redigido no âmbito da dissertação de Mestrado Integrado em Engenharia Eletrotécnica e Computadores da Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra.

O trabalho desenvolvido em parceria com a Escola Superior Agrária de Coimbra (ESAC), encontra-se centralizado na necessidade de redução de consumos do campus da mesma.

O principal objectivo de uma auditoria energética é analisar as condições de utilização da energia nos edifícios, e perceber onde estão os maiores desperdícios de energia. Para se poder fazer uma análise confiável, seguiram-se vários procedimentos, nomeadamente visitas aos locais, dialogo com responsáveis para um melhor entendimento do modo de funcionamento de cada local, bem como monitorizações nos quadros e recolha e de dados de facturação.

Depois de feitos os vários estudos, foram identificadas algumas Oportunidades de Racionalização de Consumos (ORC).

Conclui-se que além da importância de projetar e equipar eficientemente, é de extrema relevância a utilização dos diversos equipamentos por forma a garantir uma boa eficiência energética. Para tal, é necessário um acompanhamento constante dos edifícios assim como o total conhecimento dos mesmos.

Palavras-Chave: Auditoria Energética, Consumo de Energia, Eficiência Energética, Oportunidades de Racionalização de Consumos

Abstrat

This document was written under the thesis of Master in Electrical and Computer Engineering at the Faculty of Science and Technology, University of Coimbra.

The work developed in partnership with the Coimbra Higher School of Agriculture is centered on the need to reduce the consumption of energy of this same campus.

The main purpose of an energy audit is to analyze the conditions of use of energy in buildings, and realize where the greatest waste of energy. In order to make a reliable analysis, followed by several procedures, including site visits, dialogue with officials to better understand the mode of operation of each site as well monitoring of the tables and data collection and billing.

After made these studies, it was identified some Opportunities Rationalization of consumption (ORC).

It was conclude that besides the importance of design and equip efficiently is extremely important to use the various equipment to ensure a good energy efficiency. To do this, it's needed a constant monitoring of the buildings as well as full knowledge of the same.

Keywords: Energy Audit, Energy consumption, Energy Efficiency, Opportunities Rationalization of consumption

Índice

Siglas e abreviaturas	iii
Lista de figuras	iv
Lista de tabelas	v
1.Introdução	1
1.1.Apresentação	1
1.2.Enquadramento	2
1.3.Objetivos do trabalho	3
1.4.Organização do conteúdo.....	4
2.Enquadramento Metodológico	5
2.1.Introdução	5
2.2.Regulamentos.....	7
2.2.1.Enquadramento e objetivos	7
2.2.2.Diretiva Comunitária.....	8
2.2.3.Sistema Nacional de Certificação Energética e da Qualidade do Ar Interior nos Edifícios.....	8
2.2.4.Regulamento dos Sistemas Energéticos de Climatização em Edifícios.....	9
2.2.5.Regulamento das Características de Comportamento Térmico dos Edifícios ..	9
2.3.Auditoria Energética	10
2.4.Metodologia	11
2.4.1.Planeamento	12
2.4.2.Trabalho de campo	12
2.4.3.Tratamento de dados	13
2.4.4.Relatório	13
2.5.Mercado Energético	14
3.Escola Superior Agrária de Coimbra	15
3.1.Descrição.....	16
3.2.Instalações.....	17
4.Análise Efetuada	23
4.1.Situação Contratual	23
4.2.Facturação	24
4.3.Análise de Consumo	25

4.4. Análise Consumo Desagregado	27
4.5. Energia Reativa Faturada	29
4.6. Análise Consumos Globais	30
4.7. Diagramas de Carga Semanal	31
5. Oportunidades de Racionalização de Consumos	34
5.1. Com Investimento	34
5.2. Sem Investimento	35
6. Conclusão	36

Siglas e abreviaturas

C - Horas Cheias

DAC - Diagrama Anual de Carga

DC - Diagrama de Carga

DEEC - Departamento de Engenharia Eletrotécnica e de Computadores

ERSE - Entidade Reguladora dos Serviços Energéticos

ESAC- Escola Superior Agrária de Coimbra

GEE - Gases de Efeito de Estufa

IEE - Indicador de Eficiência Energética

MT - Média Tensão

ORC - Oportunidades de Racionalização dos Consumos

P - Horas de Ponta

PT - Posto de Transformação

RCCTE - Regulamento das Características de Comportamento Térmico dos Edifícios

RSECE - Regulamento dos Sistemas Energéticos e de Climatização nos Edifícios

SCE - Sistema Nacional de Certificação Energética e da Qualidade do Ar Interior nos Edifícios

SV- Horas de Super Vazio

UE - União Europeia

V - Horas de Vazio

Lista de figuras

Figura 1: Escola Superior Agrária de Coimbra	2
Figura 2: Evolução do consumo de energia eléctrica em Portugal	5
Figura 3: Vista aérea do Campus da ESAC	15
Figura 4: Planta dos espaços da ESAC	18
Figura 5: Desagregação da distribuição de energia dos Postos de Transformação	22
Figura 6: Desagregação dos custos de faturação	24
Figura 7: Consumo total do primeiro semestre	25
Figura 8: Consumo total mensal	26
Figura 9: Desagregação dos consumos por período horário (2012)	27
Figura 10: Desagregação dos consumos por período horário no ano de 2012	28
Figura 11: Consumo de energia reativa mensal	29
Figura 12: Consumo acumulado anual de energia eléctrica	30
Figura 13: Diagrama de carga semanal	31
Figura 14: Diagrama de carga correspondente a um Dia Útil, Sábado e Domingo	32
Figura 15: Diagrama de carga correspondente a um dia no período de Inverno, Verão e Meia Estação.....	33
Figura 16: Consumo anual.....	39
Figura 17: Consumo mensal de 2010	40
Figura 18: Consumo mensal de 2011	41
Figura 19: Consumo mensal de 2012	42
Figura 20: Consumo mensal de 2013	43

Lista de tabelas

Tabela 1: Quadro da Legislação Portuguesa	6
Tabela 2: Actividades da ESAC	16
Tabela 3: Caracterização genérica do património físico sob gestão da ESAC	17
Tabela 4: Distribuição das salas de aula	19
Tabela 5: Área coberta de edifícios e construções agro-pecuários e agro-industriais	20
Tabela 6: Área coberta de oficinas e hangar de máquinas	21
Tabela 7: Dados do contrato atual de fornecimento de energia elétrica	23
Tabela 8: Consumo anual	39
Tabela 9: Consumo mensal de 2010	40
Tabela 10: Consumo mensal de 2011	41
Tabela 11: Consumo mensal de 2012	42
Tabela 12: Consumo mensal de 2013	43
Tabela 13: Consumo semanal de todos os anos	44
Tabela 14: Consumo semanal de todos os anos	45
Tabela 15: Consumo semanal de todos os anos	46

1. Introdução

1.1. Apresentação

Esta dissertação tem como objetivo a obtenção do grau de Mestre, no curso de mestrado integrado de Engenharia Electrotécnica e Computadores, na Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra (FCTUC).

O trabalho apresentado foca-se então na realização de uma análise do desempenho energético do CAMPUS da Escola Superior Agrária de Coimbra (ESAC) onde é feita uma auditoria energética para obter tal informação.

Esta auditoria torna-se possível devido à parceria entre o Departamento de Engenharia Electrotécnica e de Computadores (DEEC) da FCTUC e a ESAC. A orientação da auditoria e da presente dissertação esteve a cargo do Professor Doutor Humberto Jorge, com o apoio da Engenheira Marta Lopes da ESAC.

O tratamentos de todos os dados recolhidos serviram para a tentativa de procura de Oportunidades de Racionalização de Consumos (ORC), que visam diminuir o consumo de electricidade e conseqüente diminuição da fatura energética, e, numa perspectiva ambiental, diminuir a emissão de Gases de Efeitos Estufa (GEE).

Devido à quantidade de equipamento usado e diversidade de dados recolhidos, o trabalho de campo foi realizado em colaboração com o colega André Leal, todavia, o posterior tratamento e análise de dados, e ainda a identificação e desenvolvimento de propostas de ORC, foi efetuado individualmente.

1.2. Enquadramento

De maneira a cumprir os novos parâmetros de consumo de energia em edifícios públicos e a ter uma faturação de energia mais baixa, o Instituto Politécnico de Coimbra tem vindo a racionalizar o consumo do parque escolar. Este tipo de procedimento pretende atingir tais objetivos sem prejudicar o normal funcionamento e desempenho das instalações, garantindo as condições de trabalho assim como o bem-estar dos alunos e dos seus funcionários e docentes.

Para que tal seja realizado, devem ser identificados todos os pontos de possível intervenção, desde melhorias tecnológicas e nos edifícios, até comportamentos de docentes, funcionários e alunos.

É com esse intuito, o de identificar os pontos de possível intervenção, que surge esta dissertação.

O objeto de estudo é a ESAC que vem já há alguns anos a preocupar-se com a identificação de tais problemas.



Figura 1: Escola Superior Agrária de Coimbra

1.3. Objetivos do trabalho

Esta dissertação tem como objetivo demonstrar que é possível diminuir os consumos energéticos mantendo as condições de trabalho.

É de extrema importância sensibilizar, tanto alunos como docentes e funcionários, para a eficiência energética, não apenas como forma de poupança monetária, mas como na redução de GEE e dos problemas ambientalistas que isso acarreta.

É realizada uma auditoria energética nos diferentes tipos de edifícios da Escola Superior Agrária de Coimbra para obter os consumos desagregados. Pretende-se analisar os resultados dos consumos específicos em termos de espaço, por ocupante, tanto através da análise de faturas, como a partir da simulação energética.

Posteriormente pretende-se identificar e caracterizar as possíveis ORC para a escola em estudo.

1.4. Organização de Conteúdo

Para além do presente capítulo onde é apresentada uma breve introdução ao trabalho, assim como os objetivos do mesmo, esta dissertação é composta por mais 5 capítulos.

No capítulo 2 é feito um enquadramento teórico falando do Sistema Nacional de Certificação Energética e Qualidade do Ar Interior nos Edifícios (SCE) e dos regulamentos pelos quais se rege. É feita uma pequena abordagem sobre auditorias energéticas e também do mercado energético.

O capítulo 3 contém uma caracterização do CAMPUS em estudo em termos de área e edifícios presentes.

As análises estão descritas no capítulo 4. Aqui é feito o estudo da situação contratual presente, análises de consumos globais, análise de consumos por ciclo horário e análise de diagramas de carga.

No capítulo 5 estão descritas algumas ORC.

Por fim, o capítulo 6 apresenta uma conclusão relativa a todo o trabalho desenvolvido.

2. Enquadramento Metodológico

2.1. Introdução

A energia eléctrica é hoje em dia um bem essencial e do qual a população mundial depende, desde a indústria ao uso doméstico. Esta dependência deve-se à necessidade da energia eléctrica para o funcionamento da maioria dos equipamentos que se encontram nas mais diversas instalações.

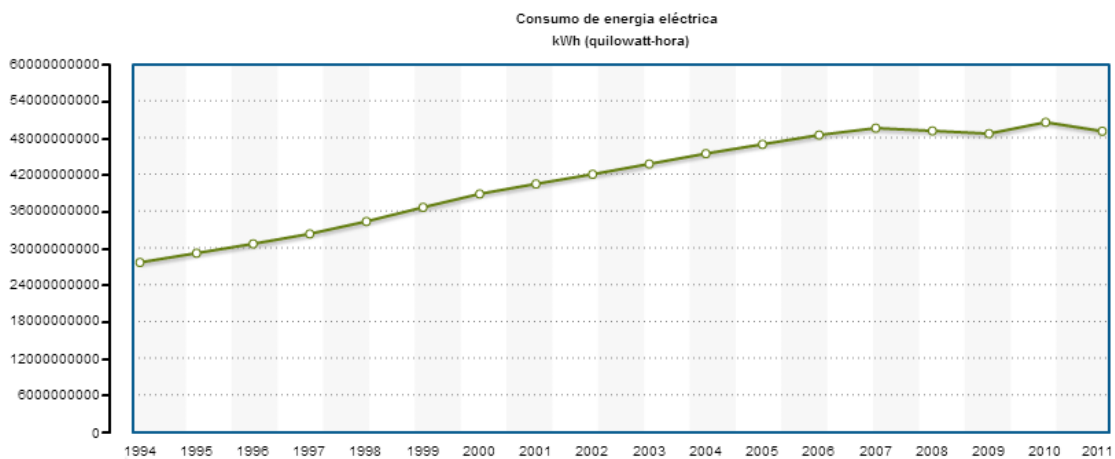


Figura 2: Evolução do consumo de energia eléctrica em Portugal (Fonte: Pordata[1])

Como podemos ver na figura acima representada, esta dependência de energia eléctrica está a aumentar com o evoluir dos anos, com a excepção do período em que Portugal entrou na crise depois de 2008 onde se verifica um abrandamento dessa evolução.

Com a crescente necessidade de energia, é cada vez mais essencial uma maior produção da mesma. Isto acarreta alguns problemas como o investimento e ainda poluição associada à produção.

Uma das soluções para evitar este tipo de cenário é abrandar este crescente consumo de energia eléctrica. Nesse sentido deve haver uma racionalização do consumo, o que leva a uma redução dos problemas acima descritos e a uma poupança do consumidor na faturação.

Com esse intuito, a União Europeia (UE) elaborou um plano que pretende precaver o esbanjamento energético e reduzir o seu consumo. Desta forma, ao

proporcionar a melhoria da eficácia energética, a UE garante o respeito dos compromissos assumidos no âmbito do Protocolo de Quioto sobre as alterações climáticas, em que se comprometeu em economizar em 20% o consumo anual de energia primária até 2020.

Existem grandes potenciais setores de redução, em especial na construção, indústrias transformadoras, da conversão de energia e dos transportes.

Para alcançar este objetivo, o plano europeu mobiliza os cidadãos, os decisores públicos e os intervenientes no mercado, e fixa normas mínimas de rendimento energético e regras de etiquetagem aplicáveis aos produtos, serviços e às infraestruturas.

O Programa de Certificação Energética de Edifícios visa melhorar o desempenho energético dos edifícios através da melhoria da classe média de eficiência energética do parque edificado, mediante a implementação das orientações que regulam o Sistema de Certificação Energética. O Sistema Nacional de Certificação Energética e da Qualidade do Ar Interior (SCE) engloba os Decretos-Lei que transpuseram a Diretiva n.º 2002/91/CE para Portugal, sendo que o Decreto-Lei n.º 78/2006 foi a novidade legislativa em Portugal. Porém, não é só pelo Decreto-Lei n.º 78/2006 que o SCE é estruturado, sendo que os Decretos-Lei n.º 79/2006 e o Decreto-Lei n.º 80/2006 completam a estrutura que transpõe a Diretiva n.º 2002/91/CE para direito nacional.

Tabela 1: Quadro da Legislação Portuguesa

Legislação Portuguesa		
D.L. n.º 78/2006	D.L. n.º 79/2006	D.L. n.º 80/2006
SCE	RSECE	RCCTE

A legislação portuguesa é baseada em três Decretos-Lei. Um que define as regras e as metodologias para a verificação da aplicação efetiva dos regulamentos aos edifícios novos e já construídos, assim como direitos e deveres dos proprietários ou promotores, coimas em caso de incumprimento e outros aspectos de natureza legal – Decreto-Lei n.º 78/2006. O Decreto-Lei n.º 79/2006 – RSECE – Regulamento dos Sistemas Energéticos de Climatização em Edifícios. E, por fim, o Decreto-Lei n.º 80/2006 – RCCTE – Regulamento das Características de Comportamento Térmico dos Edifícios.

2.2. Regulamentos

2.2.1. Enquadramento e Objetivos

O setor dos edifícios é responsável pelo consumo de aproximadamente 40% da energia final na Europa. No entanto, mais de 50% deste consumo pode ser reduzido através de medidas eficiência energética, o que pode representar uma redução anual de 400 milhões de toneladas de CO₂ – quase a totalidade do compromisso da UE no âmbito do Protocolo de Quioto.

Para fazer face a esta situação, os Estados-Membros têm vindo a promover um conjunto de medidas tendo em vista a melhoria do desempenho energético e das condições de conforto dos edifícios. É neste contexto que surge a Diretiva nº 2002/91/CE, do Parlamento Europeu e do Conselho, de 16 de Dezembro, relativa ao desempenho energético dos edifícios.

Os objetivos da Diretiva nº 2002/91/CE passam pelo enquadramento geral para uma metodologia no cálculo do desempenho energético integrado dos edifícios, pela aplicação dos requisitos mínimos para o desempenho energético dos novos edifícios bem como dos grandes edifícios existentes que sejam sujeitos a importantes obras de renovação, pela certificação energética dos edifícios e pela inspeção regular de caldeiras e instalações de ar condicionado nos edifícios e, complementarmente, a avaliação da instalação de aquecimento quando as caldeiras tenham mais de 15 anos. Destaque para a necessidade da implementação de um sistema de certificação energética de forma a informar o cidadão sobre a qualidade térmica dos edifícios, aquando da construção, da venda ou do arrendamento dos mesmos, permitindo aos futuros utilizadores a obtenção de informações sobre os consumos de energia potenciais (para novos edifícios), reais ou aferidos para padrões de utilização típicos (para edifícios existentes).

2.2.2. Diretiva Comunitária

A Diretiva Comunitária 2002/91/CE impõe aos Estados-Membros (EM) da União Europeia a emissão de Certificados Energéticos nos seguintes casos:

- Para obter licença de utilização em edifícios novos;
- Aquando de uma reabilitação importante de edifícios existentes (custo > 25% do valor do edifício sem terreno);
- Aquando da locação ou venda de edifícios de habitação e de serviços existentes (validade do certificado: max. de 10 anos);
- Periodicamente (6 anos) para todos os edifícios públicos (de serviços) com mais de 1.000 m².

A diretiva europeia exige apenas a comprovação do cumprimento da regulamentação no final da construção, ou seja, aquando do pedido de licença de utilização. No entanto, alguns Estados-Membros, incluindo Portugal, adoptaram o princípio de fiscalizar os novos edifícios antes e no final da construção, ou seja, numa primeira fase, aquando do pedido de licença de construção, e numa segunda fase, aquando do pedido de licença de utilização. A lógica desta abordagem deve-se ao facto de ser mais fácil corrigir qualquer erro antes de construir o edifício do que no final da obra. Esta verificação em dois passos implica maiores custos mas grande potencial de poupança, evitando correcções sempre onerosas no final da obra.

2.2.3. Sistema Nacional de Certificação Energética e da Qualidade do Ar Interior nos Edifícios

O Decreto-lei n.º 78/2006 de 4 de Abril aprova o SCE e transpõe parcialmente para a ordem jurídica nacional a Diretiva n.º 2002/91/CE, do Parlamento Europeu, de 16 de Dezembro, relativa ao desempenho energético dos edifícios. O SCE é um dos três pilares sobre os quais assenta a nova legislação relativa à qualidade térmica dos edifícios em Portugal e que se pretende que venha a proporcionar economias significativas de energia para o país em geral e para os utilizadores dos edifícios em particular. Em conjunto com os regulamentos técnicos aplicáveis aos edifícios de habitação (RCCTE, DL 80/2006) e aos edifícios de serviços (RSECE, DL 79/2006), o

SCE define regras e métodos para verificação da aplicação efetiva destes regulamentos às novas edificações, bem como, numa fase posterior, aos imóveis já construídos.

2.2.4. Regulamento dos Sistemas Energéticos de Climatização em Edifícios

O Regulamento dos Sistemas Energéticos de Climatização em Edifícios (RSECE) veio definir um conjunto de requisitos aplicáveis a edifícios de serviços e de habitação dotados de sistemas de climatização, os quais, para além dos aspectos relacionados com a envolvente e da limitação dos consumos energéticos, abrange também a eficiência e manutenção dos sistemas de climatização dos edifícios, impondo a realização de auditorias energéticas periódicas aos edifícios de serviços. Neste regulamento, a qualidade do ar interior surge também com requisitos relativamente aos caudais mínimos de ar por tipo de atividade e às concentrações máximas dos principais poluentes (edifícios existentes).

2.2.5. Regulamento das Características de Comportamento Térmico dos Edifícios

O Decreto-Lei 80/2006, de 4 de Abril, Regulamento das Características de Comportamento Térmico dos Edifícios (RCCTE), estabelece requisitos de qualidade para os novos edifícios de habitação e de pequenos edifícios de serviços sem sistemas de climatização, nomeadamente ao nível das características da envolvente, limitando as perdas térmicas e controlando os ganhos solares excessivos. Este regulamento impõe limites aos consumos energéticos para climatização e produção de águas quentes, num claro incentivo à utilização de sistemas eficientes e de fontes energéticas com menor impacto em termos de energia primária. Esta legislação impõe a instalação de painéis solares térmicos e valoriza a utilização de outras fontes de energia renovável.

2.3. Auditoria Energética

Uma auditoria energética consiste na abordagem horizontal de todos os aspetos relacionados com o consumo de energia de determinado local. A auditoria permite conhecer e indicar soluções em todos os pontos e equipamentos analisados, de modo a minimizar os consumos energéticos necessários à sua atividade.

Desta forma podemos dizer que uma auditoria energética é um exame detalhado dessa mesma instalação.

A auditoria energética tem por objetivos a caracterização energética da instalação e sistemas instalados, assim como identificar e estudar as medidas com viabilidade técnico-económica a introduzir, de modo a reduzir os consumos energéticos necessários à sua atividade. A auditoria energética divide-se em duas fases e apresenta os seguintes passos:

- Identificar e quantificar as formas de energia utilizadas;
 - Descrição das instalações;
 - Consumos de energia elétrica;
 - Descrição dos principais setores;
 - Instalações elétricas;
- Análise e tratamento dos elementos recolhidos;
 - Análise das condições de funcionamento dos equipamentos;
 - Determinação dos consumos específicos de energia;
 - Identificação de eventuais medidas de racionalização;
 - Estimativa do potencial de economia de energia correspondente às medidas e aos investimentos identificados;
 - Elaboração de um relatório da auditoria contendo toda a informação e documentação produzida nesta fase.

A condução eficaz de uma auditoria energética é um processo que envolve algumas tarefas a desenvolver por ordem e sequência correta, que vão desde a análise detalhada dos consumos de energia e produção, passando pela análise detalhada das faturas de energia dos 12 meses que antecedem a auditoria, pela análise física dos equipamentos geradores e/ou consumidores de energia, as suas condições de operação e controlo, assim como os cuidados de manutenção e o seu tempo de funcionamento, até à

fase final do estudo no qual são indicados os resultados e medidas a tomar para a redução dos consumos energéticos.

2.4. Metodologia

Apesar da grande quantidade e variedade de tipos de cargas de utilização final de energia, há um conjunto de etapas básicas para a caracterização dos consumos energéticos, que acabam, de certo modo, por constituir “um método” para a realização da auditoria, que se pode descrever nas seguintes fases:

- Planeamento
 - Definição de objetivos
 - Recolha de dados históricos
 - Contabilidade energética
- Trabalho de Campo
 - Recolha de informação
 - Monitorização de consumos
 - Análise de equipamentos
- Tratamento de dados
 - Tratamento da informação recolhida
 - Definição de indicadores energéticos
 - Cálculo de consumos específicos
 - Análise das economias de energia
- Relatório
 - Descrição do trabalho efetuado
 - Contabilidade energética
 - Conclusões

2.4.1. Planeamento

Trata-se de uma etapa fulcral para determinar as metodologias e processos a seguir, bem como para estabelecer a qualidade do trabalho a desenvolver ao longo de uma auditoria energética.

Nesta fase é efectuada uma análise documental (nomeadamente, das faturas energéticas, das plantas do edifício, do projeto de especialidades, entre outras), de forma a familiarizar-se com a estrutura física, os processos e modos de distribuição de energia pelo edifício, os equipamentos usados na instalação, os tarifários escolhidos, os regimes de funcionamento e o desempenho energético das instalações alvo.

Com base na informação recolhida, é então possível planear as estratégias que serão utilizadas tanto ao nível do trabalho de campo, bem como no que concerne ao estabelecimento de objetivos e à delimitação de planos e métodos interventivos para as posteriores intervenções.

Assim, de forma geral, esta é uma etapa de planeamento e análise de quando, como e que métodos usar na realização de uma auditoria energética, tendo presentes as informações previamente reunidas.

2.4.2. Trabalho de campo

Esta fase implica uma extensa recolha de elementos temporais, técnicos e tecnológicos dos equipamentos, bem como a realização de monitorizações previamente definidas para o edifício.

Esta recolha e avaliação de informações e de características dos equipamentos, processos e instalações a auditar permite que, posteriormente, se instale os equipamentos de monitorização de consumos finais de energia, que por sua vez irão permitir identificar oportunidades de racionalização.

Deste modo, os objetivos desta etapa passam pelo levantamento, análise e descrição dos principais setores da instalação, processos e regimes de funcionamento, bem como pela avaliação dos equipamentos instalados, consumos e faturação de energia tendo como foco a identificação de oportunidades de racionalização de consumos de energia.

2.4.3. Tratamento de dados

Como o próprio nome indica, nesta fase, os auditores organizam e tratam a informação recolhida ao longo da auditoria energética. É aqui que o conjunto de indicadores e de resultados de natureza quantitativa obtidos, após uma análise e avaliação rigorosas, fornecerão uma caracterização detalhada do comportamento energético da instalação auditada.

Sempre que possível, os dados recolhidos deverão ter como objetivos: determinar os consumos de energia por setor, circuito e/ou equipamento individual e os consumos totais da instalação; caracterizar os custos de faturação de energia; determinar diagramas de carga e perfis de consumos (globais e parciais) dos principais setores; e determinar indicadores de eficiência energética e balanços energéticos.

Por sua vez, a obtenção destes resultados irão permitir: avaliar o potencial de economia de energia; apresentar um ORC; e conceber um plano de racionalização de consumos que corrija as anomalias e os consumos irracionais de energia detectados. Em todo este processo deve estar presente uma visão técnico-económica das soluções propostas, de forma a determinar rácios de benefício/custo das mesmas e a viabilidade da respetiva implementação; a quantificar as potenciais formas de economia de energia; e a planificar quais as medidas a adoptar e a prioridade na execução das mesmas.

2.4.4. Relatório

Conclui-se o processo de auditoria energética com a elaboração de um relatório onde conste de forma organizada, pormenorizada, clara e concisa toda a informação recolhida e analisada sobre a instalação auditada, as anomalias identificadas, e as propostas de intervenção consideradas técnica e economicamente viáveis para serem implementadas.

Na sua estrutura, este relatório deve conter: os objetivos e o enquadramento da auditoria; as características da instalação; a contabilidade energética; a análise da utilização de energia por setor, processo e equipamento; as propostas e planos de racionalização de consumos de energia, devidamente estruturados e justificados; e as conclusões fundamentais de todo o trabalho realizado.

2.5. Mercado Energético

A 4 de Setembro de 2006 a totalidade dos clientes de energia elétrica em Portugal continental passou a poder efetivamente escolher o seu fornecedor de eletricidade. Tal passo representou o alargamento do conceito de mercado liberalizado para um universo de cerca de 6 milhões de clientes.

Assim, no âmbito do acompanhamento do setor elétrico nacional, reveste-se de particular interesse caracterizar a evolução mais recente do mercado liberalizado, particularmente quanto ao número de clientes e aos consumos de energia.

A ERSE, consciente da importância que a informação assume na formulação esclarecida das escolhas num ambiente de mercado, passa a disponibilizar publicamente, com periodicidade mensal, um resumo informativo sobre o mercado liberalizado, procurando, desta forma, dar igualmente resposta a um crescente número de solicitações de informação.

Por outro lado, a divulgação dos resumos informativos mensais sobre o mercado liberalizado visa contribuir para o acesso mais transparente à informação do mercado por parte da generalidade dos agentes envolvidos.

Estes resumos informativos são complementados pela informação constante dos boletins mensais sobre o MIBEL - Mercado Ibérico de Electricidade, elaborados conjuntamente pela ERSE, pela Comissão do Mercado de Valores Mobiliários (CMVM) de Portugal, pela Comisión Nacional de Energía (CNE) e pela Comisión Nacional del Mercado de Valores (CNMV), ambas de Espanha, no âmbito do Conselho de Reguladores. Estes documentos são divulgados mensalmente nas páginas web das referidas entidades.

3. Escola Superior Agrária de Coimbra

A ESAC é uma escola que está integrada no Instituto Politécnico de Coimbra, globalmente orientada para a prossecução dos objetivos do ensino superior politécnico no âmbito das tecnologias, das ciências e engenharias agrárias e afins e do turismo e lazer.

Localizada no perímetro urbano da cidade de Coimbra, na freguesia de Bencanta, S. Martinho do Bispo, as instalações da ESAC distribuem-se por diferentes edifícios que perfazem uma área coberta total de 29 631m², inseridos numa área envolvente com cerca de 140ha.



Figura 3: Vista aérea do Campus da ESAC

3.1. Descrição

A principal atividade da ESAC é o ensino, ministrando cinco licenciaturas: Engenharia Agro-Pecuária, Engenharia Alimentar, Engenharia do Ambiente, Engenharia dos Recursos Florestais e Eco-turismo. Além do ensino, a ESAC desenvolve um outro conjunto de atividades, nomeadamente investigação, atividades de apoio à comunidade, atividades agrícolas, atividades pecuárias, indústria agro-alimentar e atividades florestais.

Tabela 2: Atividades da ESAC

ATIVIDADES	
Pedagógica, Investigação e Desenvolvimento	Cinco cursos de licenciatura bi-etápica: Engenharia Agro-Pecuária, Engenharia Alimentar, Engenharia dos Recursos Florestais, Engenharia do Ambiente e Eco-turismo Projetos de investigação nacionais e internacionais Centro de I&D: Centro de Estudos em Recursos Naturais, Ambiente e Sociedade
Pecuária	Equinicultura e asinicultura (ensino de equitação, recria e trabalho, reprodução) Bovinicultura (produção de bovinos de carne e bovinos de leite) Ovinicultura / Caprinicultura (produção de ovinos de carne, ovinos de leite e caprinos) Cunicultura (produção de carne) Avicultura (produção de ovos e carne) Pastagens e forragens (alimentação animal) Suinicultura (produção de carne)
Agricultura	Culturas arvenses (produção de cereais, de culturas agro-industriais, forrageiras e pratenses) Viticultura/Frucultura (produção de vinha, pomóideas, prunóideas e citrinos) Horticultura/Floricultura (produção de hortícolas e flores)
Floresta / Silvicultura	Manutenção da área florestal (pinhal, eucaliptal, povoamentos mistos)
Indústria agro-alimentar	Laticínios (produção de leite, iogurtes, manteiga e queijos) Transformação de horto-frutícolas (fabrico de conservas, polpas, sumos e congelados) Fabrico de vinho e derivados
Serviços	Consultoria técnica e formação específica Análises físico-químicas, bioquímicas e biológicas de largo espectro de aplicação Comércio de produtos agro-pecuários e agro-industriais Alojamento Oficinas de apoio (carpintaria, serralharia, construção, mecânica e jardinagem) Segurança Apoio a visitas de estudo e organização de eventos culturais Publicações técnicas Museu

3.2. Instalações

A área edificada da ESAC ocupa cerca de 29 630 m². Destes, 4 203 m² são utilizados diretamente nas atividades de docência (gabinetes: 945,9 m², salas de aula e anfiteatros: 1 803 m² e laboratórios: 1 455 m²). A estas áreas acrescem cerca de 8 300 m² de áreas destinadas a instalações específicas também utilizadas na docência, tais como oficinas tecnológicas e instalações pecuárias. Os serviços administrativos ocupam 295 m² são utilizados pela direção e demais órgãos de gestão da ESAC. A restante área está ocupada com residências, oficinas e outras construções não utilizadas diretamente para serviço docente.

Entre os diversos tipos de edifícios incluem-se 18 residências habitacionais com áreas cobertas que variam entre os 50 m² e os 313 m² e um complexo residencial de estudantes, pertencente ao IPC que ocupa uma área de 1 652 m². As residências habitacionais marcam mais uma vez o forte vínculo a ambientes rurais antiquados, e confrontam as administrações da escola com a opção de permitir a sua inevitável degradação por simples inabitabilidade ou com a sua concessão a custos irrisórios a funcionários docentes ou não docentes, que dificilmente cobrem os custos globais de manutenção.

A unidade de exploração agro-pecuária gere uma superfície total de cerca de 138 ha repartida por dois grandes blocos, um deles no perímetro de rega de S. Martinho e o outro na zona central da Escola (Bencanta/S. Martinho do Bispo) cuja ocupação cultural se refere na Tabela 12.

Tabela 3: Caracterização genérica do património físico sob gestão da ESAC

TIPO DE USO	ÁREA
Superfície florestal	Total 23.0 ha
Pinhal	4.5 ha
Eucaliptal	4.5 ha
Povoamentos mistos	10.5 ha
Incultos	3.5 ha
Superfície agrícola	Total 83.8 ha
Culturas arvenses	67.9 ha
Prados	7.5 ha
Culturas permanentes (pomar, vinha, olival, etc.)	9.3 ha
Estufas	0.13 ha
Edifícios	29 631 m ²
Área envolvente	29.14 ha
Área total	138.0 ha

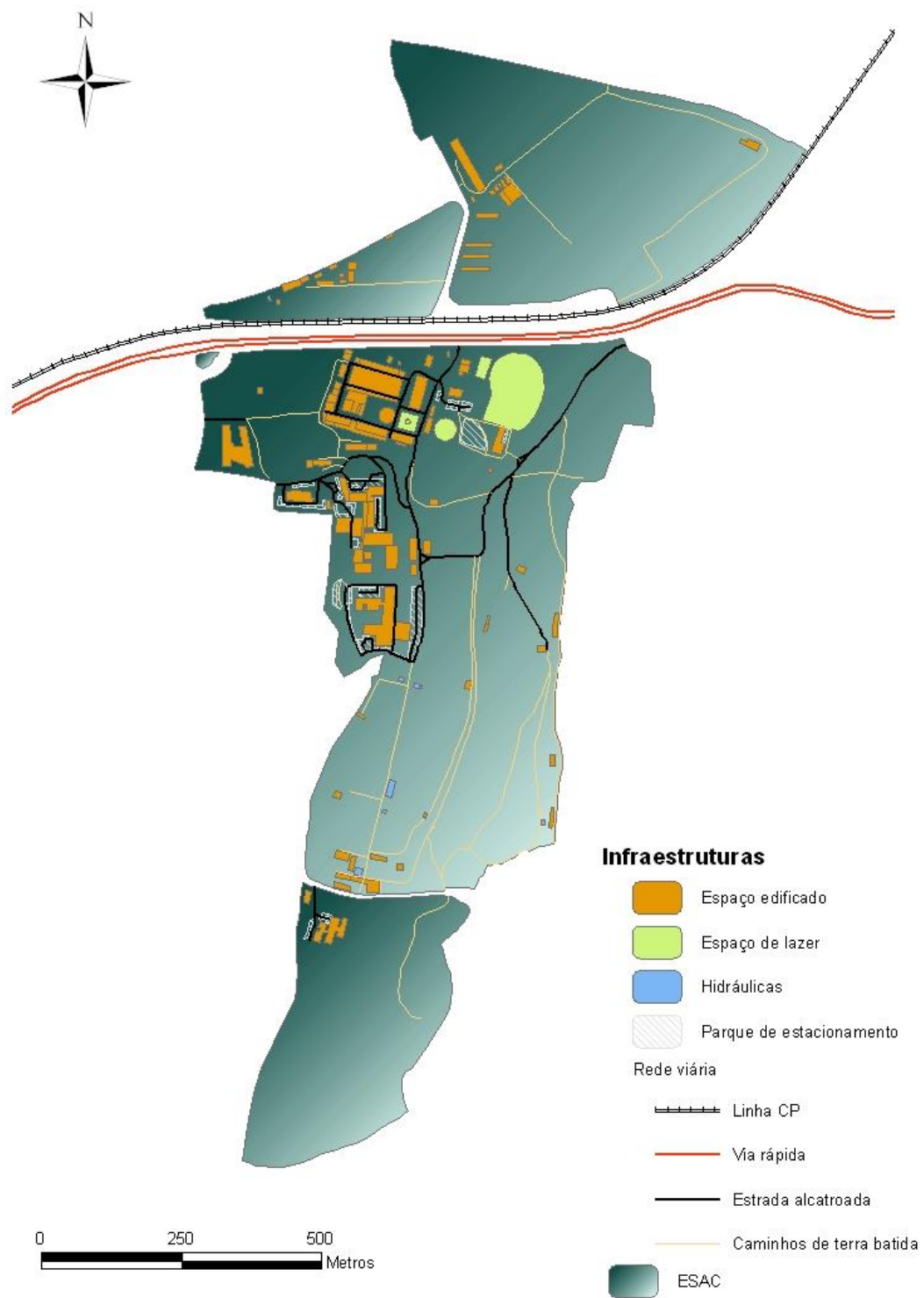


Figura 4: Planta dos espaços da ESAC

Salas de aula e anfiteatros

A ESAC conta com 30 salas de aula/anfiteatros, que no seu conjunto possuem 1 298 lugares sentados e que perfazem uma área de 1 801 m².

Tabela 4: Distribuição das salas de aula

Localização das salas de aula	Número
Blocos centrais	13
Centro de formação pós-graduada da Beira	9
Lagar	4
Oficina Tecnológica de Laticínios	1
Zootecnia	1
Hangar de máquinas	2
Total	30

Laboratórios e equipamentos laboratoriais

A utilização dos laboratórios para lecionar aulas, para investigação, para serviços de apoio à comunidade ou para vários usos simultâneos depende do tipo de laboratório e do seu equipamento, localização e dimensão.

Equipamentos desportivos

Como principais equipamentos desportivos a ESAC dispõe de:

- Um ginásio;
- Dois picadeiros, um deles coberto;
- Um recinto polivalente para realização de corridas de touros, aulas de equitação e outras atividades;
- Um campo polidesportivo pertencente ao IPC.

Cantinas, bares, residências de estudantes e outros serviços de apoio

Incluídos nos terrenos sob gestão da ESAC encontram-se algumas das estruturas dos Serviços de Ação Social do IPC, que pela sua localização privilegiam os estudantes desta escola e do ISCAC (Instituto Superior de Contabilidade e Administração de Coimbra). Estes serviços incluem duas cantinas, uma delas resultante da reconversão da antiga cantina da ESAC, dotada de uma área útil de 290 m² e com 3 37.5 m² de área de preparação e distribuição. Esta cantina encontra-se apetrechada com equipamentos para

o serviço de 144 lugares sentados. No edifício principal da ESAC existe também serviço de bar, com 324 m².

Ainda nos terrenos sob gestão da ESAC encontram-se duas residências de estudantes que ocupam uma área coberta de 1 690 m² e têm capacidade para 200 estudantes.

Edifícios e construções agro-pecuárias, agro-industriais e hangar de máquinas

A ESAC detém uma área coberta de construções agro-pecuárias e industriais de 10 613 m² distribuídos por diferentes edifícios (Tabela 15). Fazem parte dos edifícios agro-pecuários em atividade em 2003, uma cavalaria (656 m²), uma vacaria (752 m²), um ovil (600 m²), uma coelheira (50 m²), um aviário para poedeiras (50 m²), um aviário para frangos do campo (50 m²) e um capril com parques exteriores. As construções agro-pecuárias diversas incluem entre outros, estufas, silos, tanques e poços. (Pereira, 2003)

Tabela 5: Área coberta de edifícios e construções agro-pecuários e agro-industriais

EDIFICAÇÃO	ÁREA COBERTA (m²)
Edifícios agro-pecuários	6428
Construções agro-pecuárias diversas	2592
Edifícios agro-industriais	1593
Total	10613

Os edifícios agro-industriais incluem uma oficina tecnológica de produtos hortofrutícolas (282 m²), uma oficina tecnológica de laticínios (590 m²) uma adega (207 m²) e uma unidade de produção de alimentos compostos para animais (150 m²).

A ESAC possui ainda uma área coberta de 1 674 m², ocupada com oficinas, hangar de máquinas e outras infra-estruturas de apoio.

Tabela 6: Área coberta de oficinas e hangar de máquinas

EDIFICAÇÃO	ÁREA COBERTA (m²)
Carpintaria	351
Escritórios, refeitório e sanitários	137
Serralharia	169
Oficina mecânica	143
Telheiro da oficina	110
Telheiro de sucata	91
Telheiros de madeiras	185
Hangar	488
Total	1 674

A ESAC divide a distribuição de energia por 2 Postos de Transformação (PT). Cada um dos postos está responsável pela distribuição de energia nos seguintes circuitos.

- PT Principal
 - Bloco B
 - Bloco D
 - Bloco F
 - Bloco G
 - Bloco H
 - Bloco I
 - Edifício do Bispo
 - Residências
 - Pavilhão Gimnodesportivo
 - Iluminação Exterior
 - Rega
- PT Baixo
 - Bloco J
 - Bloco Z
 - Lagar
 - Zona de Oficinas
 - Zona Desportiva

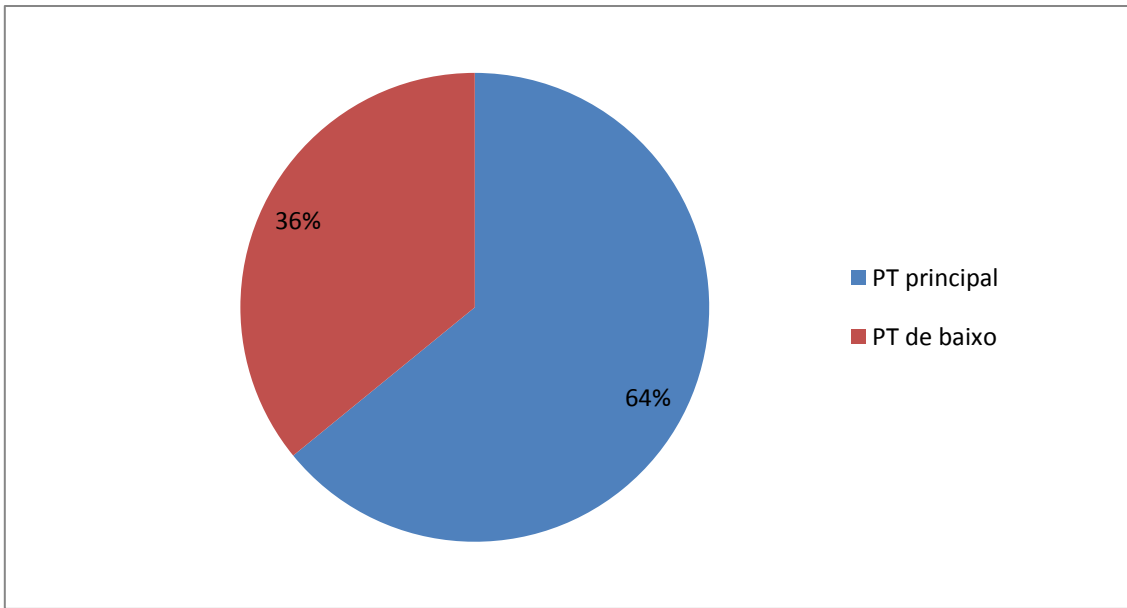


Figura 5: Desagregação da distribuição de energia dos Postos de Transformação

Na figura acima podemos ver que, de acordo com as monitorizações realizadas, o PT principal é responsável pela maior parte do abastecimento de energia da ESAC, uma vez que é nesta zona que se encontram quase todos os edifícios com maiores necessidades energéticas, como iremos ver mais à frente.

O PT baixo assegura assim pouco mais de um terço da energia consumida no campus.

Em valores reais, o PT principal apresenta um consumo diário de 1 400 kWh, enquanto o PT baixo fica pelos 785 kWh de consumo diário.

4. Análise efectuadas

4.1. Situação Contratual

Atualmente, a escolha do melhor tarifário para as necessidades diárias dos consumidores de energia elétrica é de extrema importância, de forma a evitar custos adicionais e a permitir poupanças do ponto de vista económico. Um menor consumo energético não implica que haja redução de índices de conforto. Assim, o tarifário escolhido deve ter em conta, não só os consumos de energia, mas também os períodos horários em que a mesma é consumida, sendo a escolha feita consoante as necessidades do utilizador final, de modo a reduzir a fatura sem custos nem investimentos.

No dia 30 de Novembro de 2012 a ESAC celebrou um novo contrato com a GALP Energia.

Podemos ver na tabela abaixo os parâmetros do novo contrato.

Tabela 7: Dados do contrato atual de fornecimento de energia elétrica

Serviço Fornecido	Média Tensão
Potência Instalada	630 kVA
Potência Contratada	337 kW
Ciclo Horário	Semanal com Feriados

Em relação ao contrato anterior, existe uma diminuição da potência contratada, passando dos 360 kW para os 337 kW.

4.2. Faturação

Na figura seguinte podemos ver o custo total do ano de 2012.

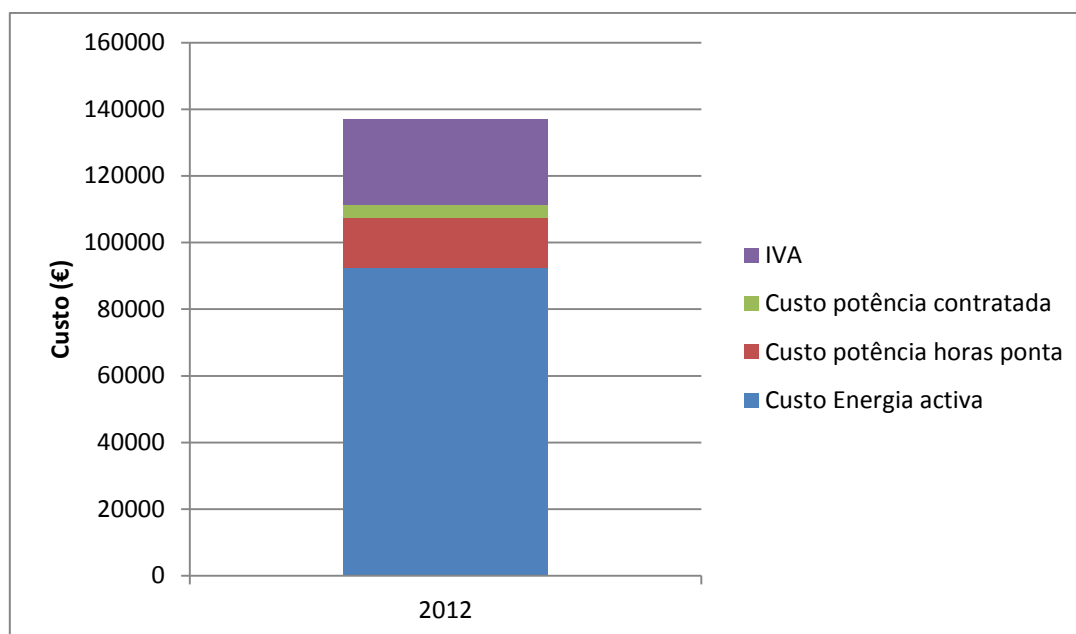


Figura 6: Desagregação dos custos de faturação

Este gráfico tem como objetivo a discriminação de todos os fatores que contribuem para o valor final da fatura energética, de modo a perceber qual o peso de cada um deles nesse valor.

Desta forma podemos concluir que o valor da energia ativa é o que mais contribui para o valor final da fatura. Podemos também afirmar que o IVA tem também uma contribuição bastante significativa, que se agravou com o aumento deste imposto para 23% em 2012. Com valores mais reduzidos, mas ainda importantes, temos o custo da potência em horas de ponta e, por fim, o custo da potência contratada.

4.3. Análise de Consumo

Com o intuito de fazer uma análise comparativa entre os últimos anos, foram considerados os dados de consumo dos anos de 2010, 2011, 2012 e 2013.

Tendo em atenção que relativamente aos anos de 2010 e 2013 não existem dados completos, foram considerados apenas os primeiros semestre relativos aos anos de 2011, 2012 e 2013.

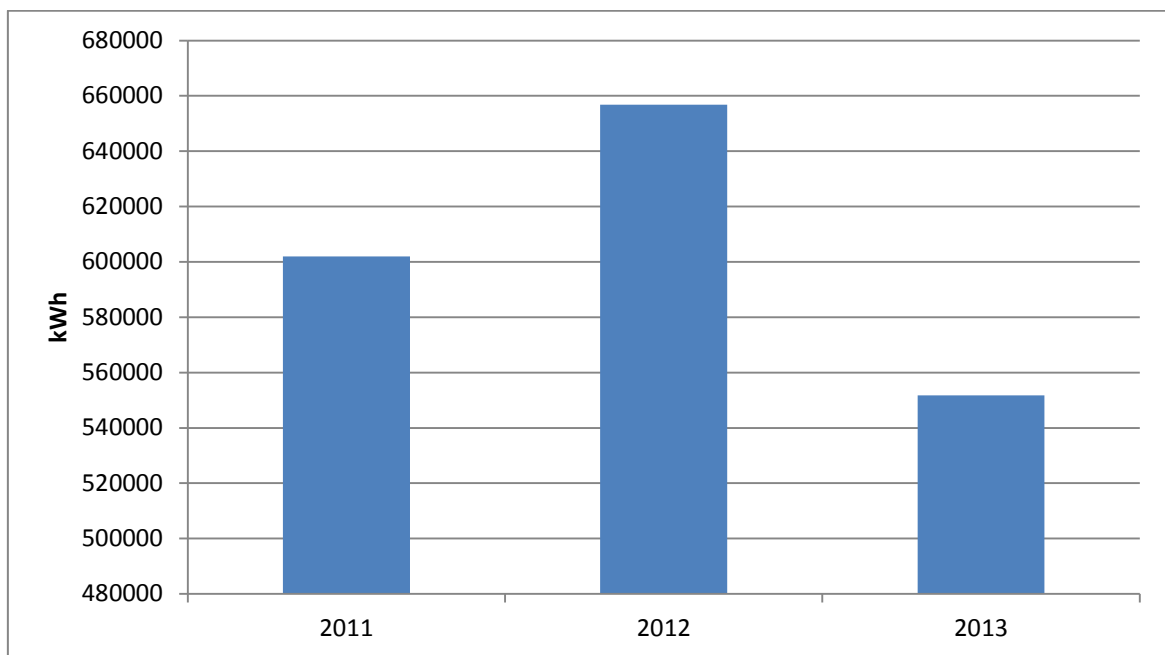


Figura 7: Consumo total do primeiro semestre

No gráfico da figura 7 foram considerados os primeiros 6 meses dos anos de 2011, 2012 e 2013 para poder visualizar a evolução dos consumos destes anos num período homólogo.

Numa primeira e breve comparação entre os gráficos podemos observar que o consumo de energia elétrica diminuiu significativamente no ano de 2013 e que existiu um aumento no ano de 2012 devido a um consumo menor nos meses de abril e maio do ano de 2011 como podemos ver no gráfico da figura 8.

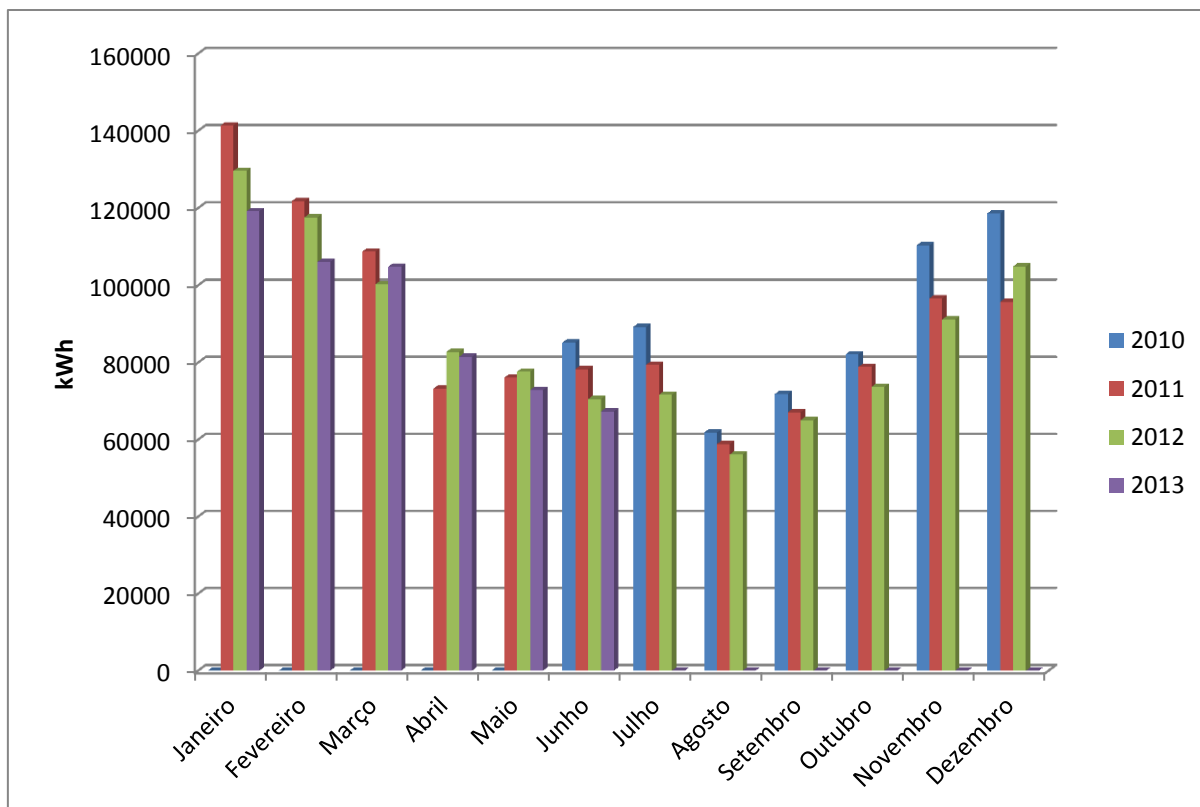


Figura 8: Consumo total mensal

Analisando a figura 8, verificamos que a tendência de redução de consumo de energia elétrica com o evoluir dos anos está presente na maioria dos meses.

Isto mostra que existe um crescente interesse na redução dos valores de faturação e um maior cuidado com a eficiência energética.

4.4. Análise Consumo Desagregado

Fazendo um tratamento dos dados da faturação (neste caso do ano de 2012) no Excel, podemos dividir os consumos mensais desagregados por período horário.

Esta desagregação é feita em quatro períodos, horas de Ponta (P), horas Cheias (C), horas de Vazio Normal (VN) e horas de Super Vazio (SV).

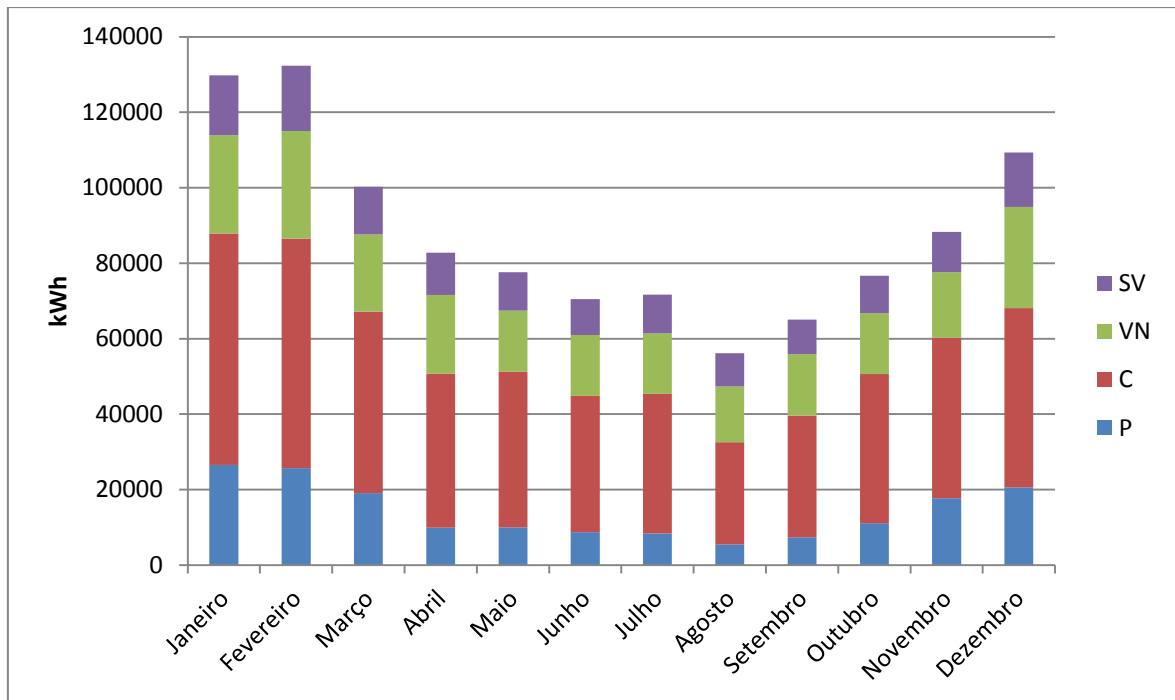


Figura 9: Desagregação dos consumos por período horário (2012)

Podemos verificar que os meses de maior consumo são os meses referentes ao período de Inverno e os meses de menor consumo os meses referentes ao verão. Tal era previsto devido ao período de férias coincidir com os meses de verão e nos meses de Inverno ser necessário iluminação durante um período maior assim como de equipamentos de aquecimento.

Somando os consumos de cada período durante um ano, temos o seguinte gráfico que nos identifica as proporções do consumo de cada um desses períodos.

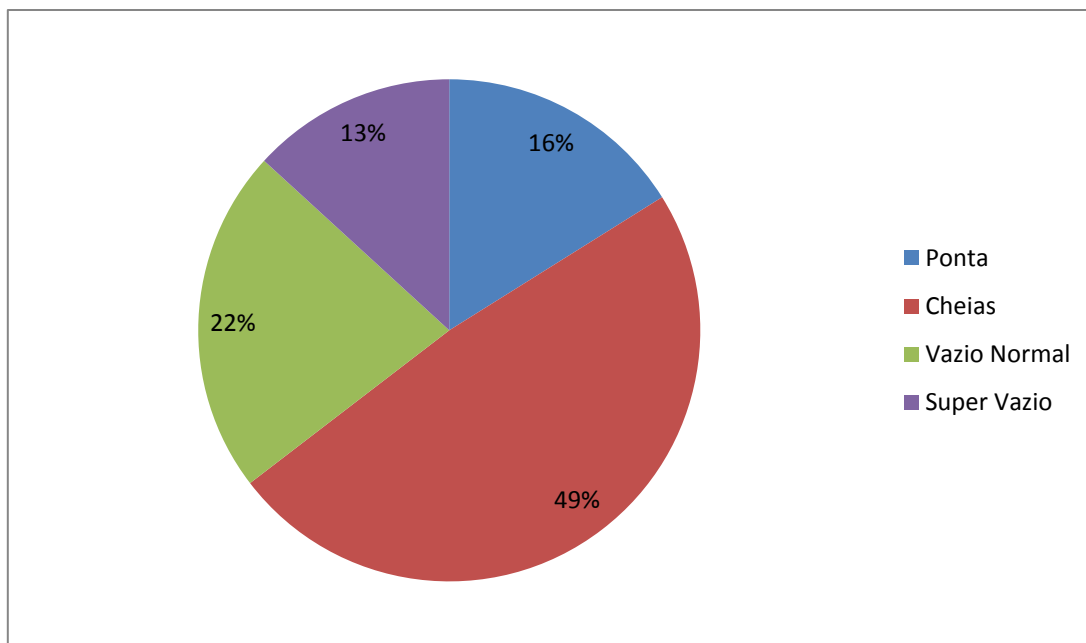


Figura 10: Desagregação dos consumos por período horário no ano de 2012

Era esperado um consumo maior de energia nas horas Cheias e menor consumo nas horas de Super Vazio, tal como se veio a observar, visto que o período das horas cheias corresponde ao período de funcionamento normal das instalações.

Observamos também que existe um consumo semelhante nos restantes horários, o que nos indica que existe um consumo de base constante durante todo o dia.

4.5. Energia Reativa Faturada

No atual contrato com a GALP Energia, a energia reativa é faturada.

Este tipo de contrato requer o pagamento da energia reativa mediante o consumo do cliente.

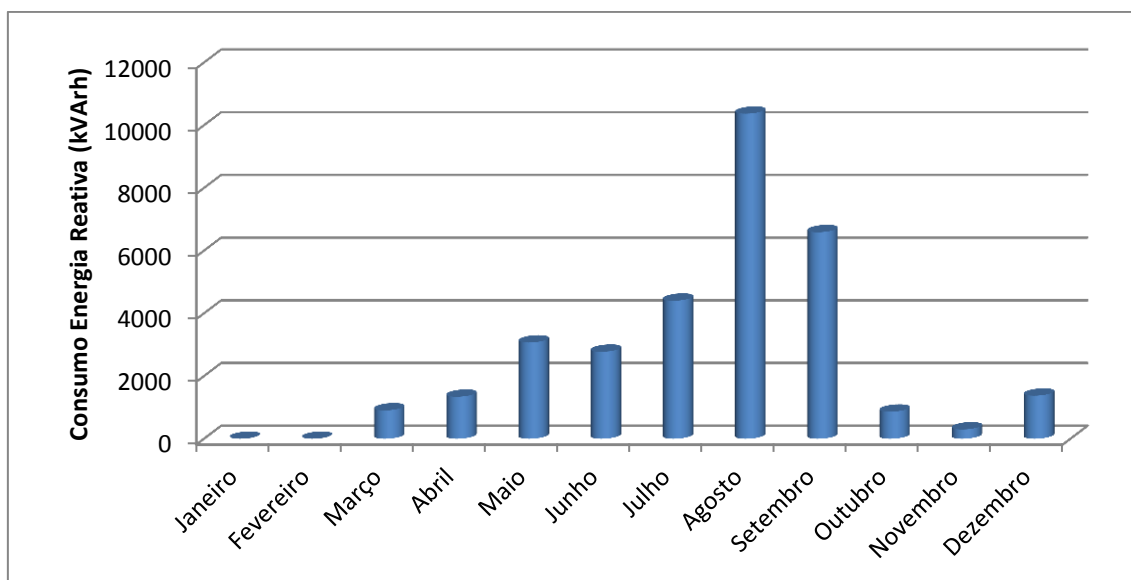


Figura 11: Consumo de energia reativa mensal

No gráfico anterior, é representado o consumo da energia reativa durante o ano de 2012.

Observa-se na figura que, à exceção dos meses de Agosto e Setembro que registam os valores mais altos do ano, os valores são bastante reduzidos, o que os torna muito pouco significativos na faturação.

4.6. Análise Consumos Globais

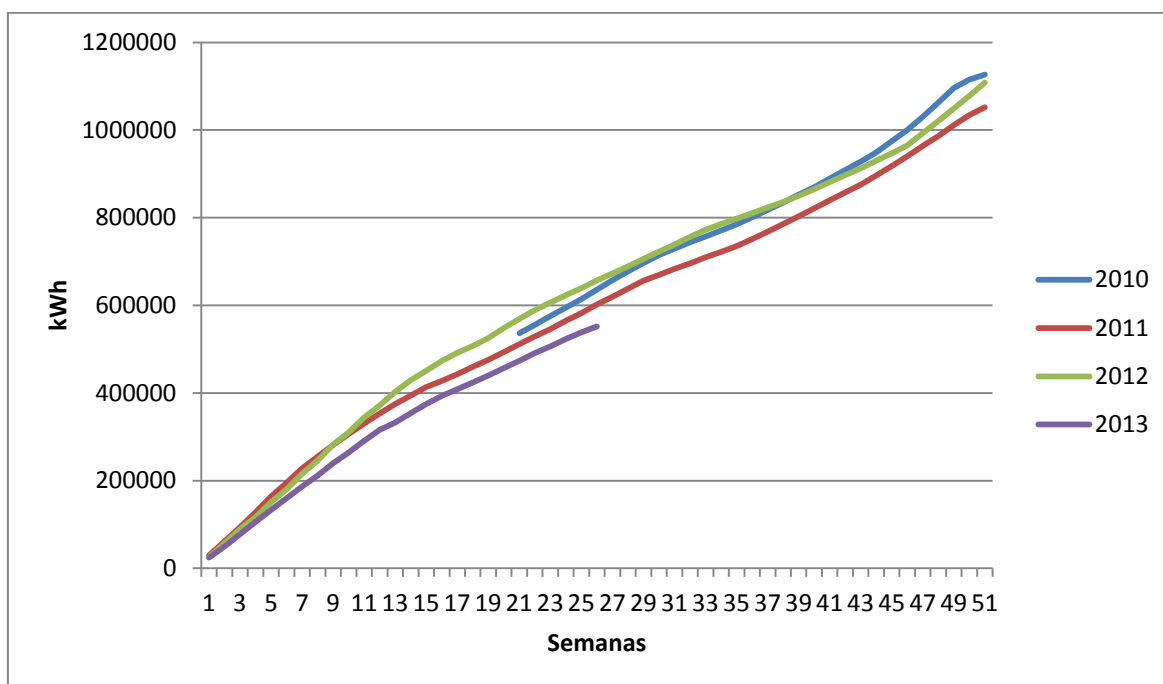


Figura 12: Consumo acumulado anual de energia elétrica

Utilizando os dados dos consumos, foi feito um gráfico com o consumo acumulado de cada ano.

Observando o gráfico, podemos ver que a evolução dos consumos tem experimentado uma diminuição tanto nos valores como no declive das retas, em especial no ano corrente de 2013.

Estes resultados devem-se principalmente a uma preocupação crescente com a utilização racional da energia que tem vindo a influenciar os comportamentos dos docentes e funcionários da escola, em relação ao modo como usam a energia.

4.7. Diagramas de carga Semanal

Para fazer uma análise mais pormenorizada aos consumos da ESAC, foram escolhidos dias e semanas típicas do período escolar no estudo dos diagramas de carga.

A semana escolhida para uma análise semanal foi do mês de Março entre os dias 4 e 10. O período em questão tem o funcionamento normal semanal sem qualquer tipo de interrupção ou feriado.

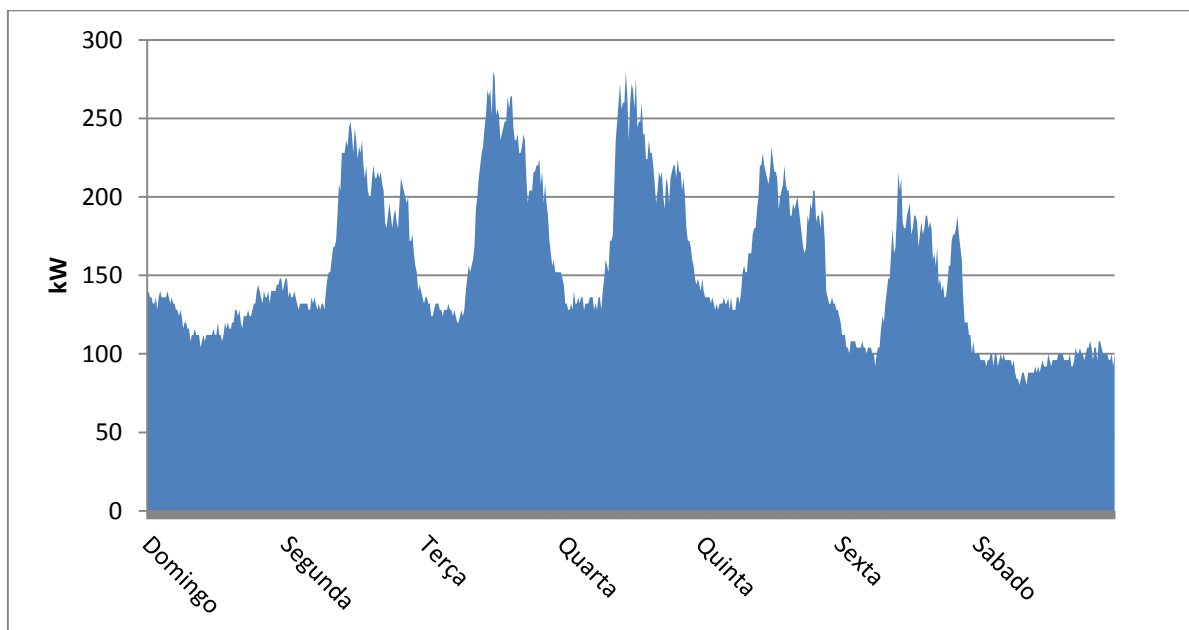


Figura 13: Diagrama de carga semanal

Neste diagrama podemos verificar uma diferença acentuável entre os dias da semana e fins de semana, com um consumo menor durante os últimos.

Apesar da diferença, observamos que o consumo base é bastante elevado.

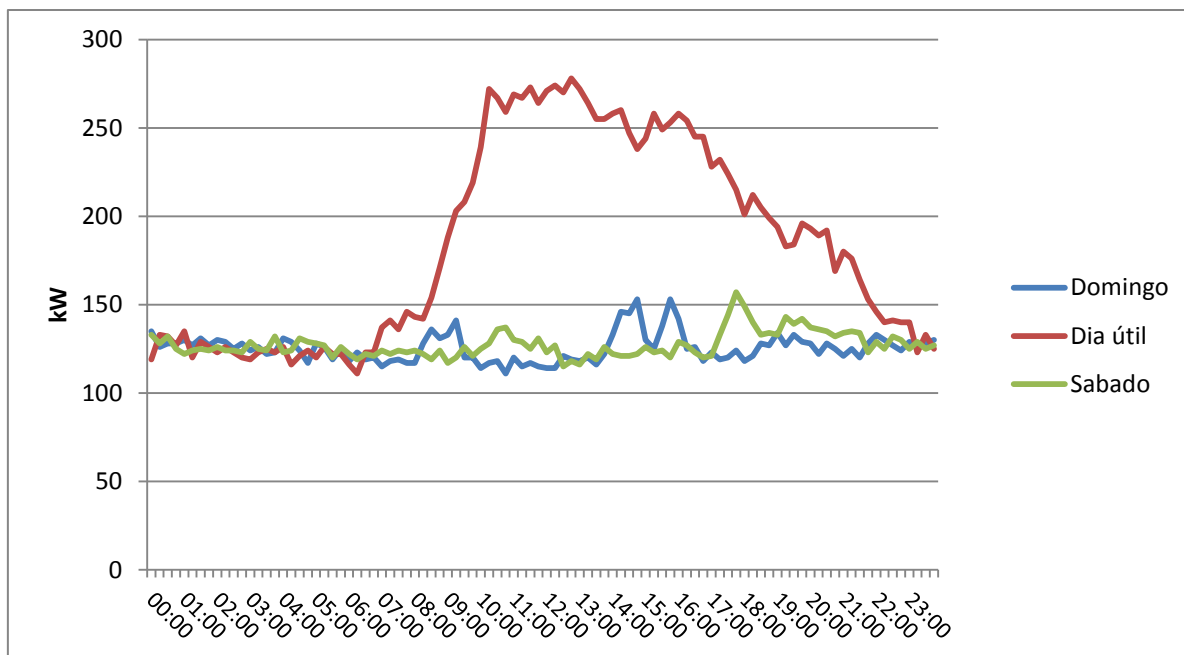


Figura 14: Diagrama de carga correspondente a um Dia Útil, Sábado e Domingo

Podemos observar no gráfico anterior dos diagramas de carga referentes a um Dia Útil, um Sábado e um Domingo, que o consumo é idêntico nos dias de fim de semana e bastante maior nos dias úteis, durante o período de funcionamento das atividades escolares da ESAC.

Analisando o dia útil no gráfico, podemos verificar que este período de atividades letivas tem o início às 8:00h e termina aproximadamente às 23:00h. Apesar de ser um longo período de funcionamento, existe um decréscimo significativo do consumo a partir das 17:00h, isto devido ao horário das aulas e serviços administrativos, que funcionam maioritariamente até essa hora.

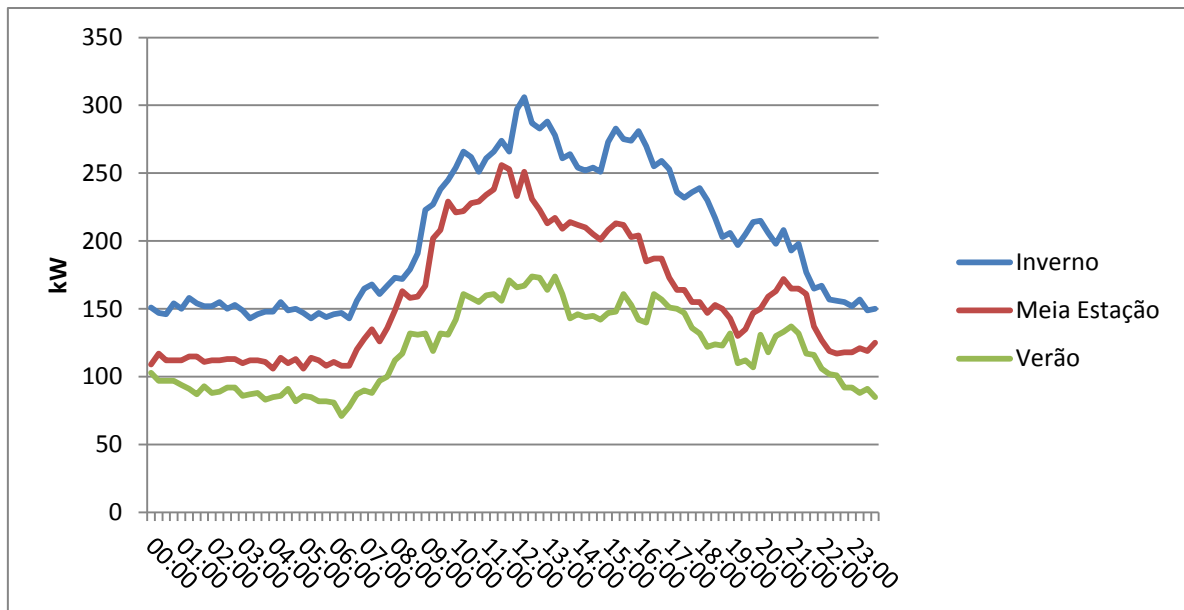


Figura 15: Diagrama de carga correspondente a um dia no período de Inverno, Verão e Meia Estação

Estudando o diagrama de carga é possível verificar que o consumo no período de inverno é bastante superior aos restantes períodos.

Podemos então concluir que durante o período de inverno, devido ao aquecimento e iluminação, o consumo quase que duplica em relação ao período de verão.

Uma das razões possíveis para esta diferença, poderá ser as condições de isolamento térmico dos edifícios, pois tratando-se maioritariamente de edifícios com alguns anos, não estão convenientemente equipados com sistemas de isolamento eficaz com o exterior.

5. Oportunidades de Racionalização de Consumos

A existência de uma ampla variedade de tecnologia eficiente e de baixo consumo conduz a um leque de oportunidades de racionalização de consumos. Estas ORC são identificadas através da auditoria e classificam-se em dois tipos, segundo a necessidade de investimento ou sem investimento. Geralmente, as ORC sem necessidade de investimento ou com investimento reduzido, dizem respeito às acções de manutenção e à utilização correta do equipamento. Por seu lado, as ORC que envolvem investimento destinam-se a acções que envolvem a alteração do equipamento ou processos, daí requererem um estudo mais pormenorizado sobre poupança da energia, custo da implementação e tempo de retorno do investimento.

5.1. Com Investimento

Desagregação de Circuitos

Para mais fácil entendimento e intervenção, deve ser feito um plano dos Circuitos existentes, que existindo à vários anos, não têm planos e uma separação eficiente.

Mesmo existindo uma separação e controlo dos vários circuitos existentes na ESAC, verificou-se que esta separação não está feita atendendo a certas necessidades, como por exemplo o circuito de iluminação que funciona tanto, em zonas que necessitam de iluminação artificial como zonas com incidência de luz natural.

Desagregando os circuitos referentes à iluminação é possível iluminar apenas as zonas que necessitam de luz artificial durante o período diurno.

Climatização

Foi possível verificar que o aquecimento nos edifícios da ESAC é feito maioritariamente por equipamentos resistivos. A instalação de um sistema de climatização mais eficiente nessas mesmas instalações poderá a diminuir o consumo de energia.

Iluminação

A aplicação de sensores de presença nos corredores podem também evitar que a iluminação diurna e também noturna, esteja permanentemente ligada, fazendo com que haja uma utilização da iluminação mais racional, logo uma diminuição do consumo de energia eléctrica

5.2. Sem Investimento

Horário Escolar

O consumo energético é maioritariamente feito no período escolar implicando consumo de energia nas horas Cheias e horas de Ponta. Havendo disponibilidade dos laboratórios durante os períodos de horas Cheias, na elaboração dos horários, poder-se-ia evitar a colocação de aulas de laboratório em período de horas de ponta, sobretudo em laboratórios onde existam equipamentos de maior consumo energético.

Consumo base

A ESAC tem um consumo energético de base bastante elevado, o que provavelmente se deve há existência de cargas que ficam ligadas sem necessidade. Um melhor e mais cuidado controlo por parte de funcionários, docentes e alunos das cargas eléctricas desligando-as sempre que não seja necessário o seu serviço evitariam gastos energéticos desnecessários em período noturno quando as instalações não estão ocupadas. Este mesmo cuidado deveria ser estendido aos períodos de funcionamento desligando carga não utilizadas, exemplo disso é a iluminação, quando a iluminação natural é suficiente. Para evitar estes gastos, dever-se-ia realizar junto de todos, campanhas de sensibilização, de forma a estarem cientes da necessidade de economizar usando apenas equipamentos eléctricos fundamentais para o funcionamento do edifício.

6. Conclusão

A realização da dissertação passava por analisar as auditorias realizadas aos edifícios da ESAC. As auditorias pretendem, numa explicação simples, analisar os consumos dos edifícios e minimizar os custos associados ao consumo de energia elétrica.

Estes custos poderão ser minimizados através da adoção de medidas quer a nível técnico como a nível comportamental.

Assim caso sejam alteradas algumas taxas de ocupação e caso exista um maior controlo nos consumos nos períodos de Vazio e Super Vazio, existe um potencial de poupança elevado.

Identificaram-se outras medidas de eficiência energética complementares como a utilização de sensores de presença na iluminação dos corredores e a alteração dos conjuntos de lâmpadas das salas de aula - não tendo sido neste caso possível quantificar o potencial de poupança.

Verificou-se também um consumo de energia elétrica e encargos com a mesma, muito elevados, principalmente nos meses mais frios. Tal justifica-se pela maior utilização de equipamentos para climatização.

Devido às instalações serem já antigas, seria necessário um maior investimento para ter as condições ideais para haver uma maior eficiência energética e menor gastos com o aquecimento. Apesar de tudo, será justo afirmar que apesar das condições dos edifícios, as medidas que teriam mais impacto, seriam as mais simples de realizar porque dependem apenas das pessoas, logo uma preocupação com a eficiência energética e consequente redução dos consumos deve ser estendida a todos os funcionários, docentes e alunos.

Um cuidado acrescido com o uso de todos os equipamentos, deve ser também tomado em conta, pois uma utilização racional e cuidado em desligar os equipamentos quando não estão a ser utilizados pode ter um impacto positivo na racionalização do consumo.

Como tal, é importante, ao nível da iluminação, uma boa desagregação dos circuitos e um bom aproveitamento da luz natural.

Através do estudo efetuado à iluminação da escola em zonas com incidência de luz natural, é possível afirmar que o controlo das luminárias através de níveis de luminosidade se torna mais eficaz, resultando num menor período de funcionamento e consequente redução dos consumos.

A execução da dissertação permitiu agregar todo o universo das auditorias aos edifícios da ESAC e, averiguar situações de maior problemática nas instalações. Permitiu com o estudo efectuado, apresentar situações por onde se poderá começar a execução de medidas de melhoria para se progredir de forma a tornar os edifícios da ESAC mais eficientes.

Referências Bibliográficas

ESAC, no Website: <http://portal.esac.pt/portal/>

Decreto-Lei n.º 78/2006, *Sistema Nacional de Certificação Energética e da Qualidade do Ar Interior nos Edifícios (SCE)*. Diário da República, 1ª série - A - nº 67, 2006.

Decreto-Lei n.º 79/2006, *Regulamento dos Sistemas Energéticos de Climatização em Edifícios (RSECE)*. Diário da República, 1ª série - A - nº 67, 2006.

Decreto-Lei n.º 80/2006, *Regulamento das Características de Comportamento Térmico dos Edifícios (RCCTE)*. Diário da República, 1ª série - A - nº 67, 2006.

Gomes, Álvaro – Apontamentos da disciplina de Gestão de Energia Eléctrica, DEEC – FCTUC, Coimbra

EDP, no Website: <http://www.edp.pt/pt/Pages/homepage.aspx>

ERSE, *Guia do Consumidor de Eletricidade no Mercado Liberalizado*. 2010.

ERSE, no Website: <http://www.erse.pt/pt/Paginas/home.aspx>

CMFG - Energia e Ambiente, Lda, no Website:

http://www.cmfg.pt/Serv/Energ/aud_energ_f.htm

Auditoria Energética, no Website: <http://auditoriaenergetica.blog.pt/auditoria-energetica-defenicao-e-objectivos/>

Portada, no Website: <http://auditoriaenergetica.blog.pt/auditoria-energetica-defenicao-e-objectivos/>

[1]Pordata, no Website:

<http://www.pordata.pt/Portugal/Consumo+de+energia+electrica+total+e+por+tipo+de+consumo-1124>

Anexos

Tabela 8: Consumo anual

Ano	Consumo (kWh)
2010	619276
2011	1076224
2012	1041052
2013	551767

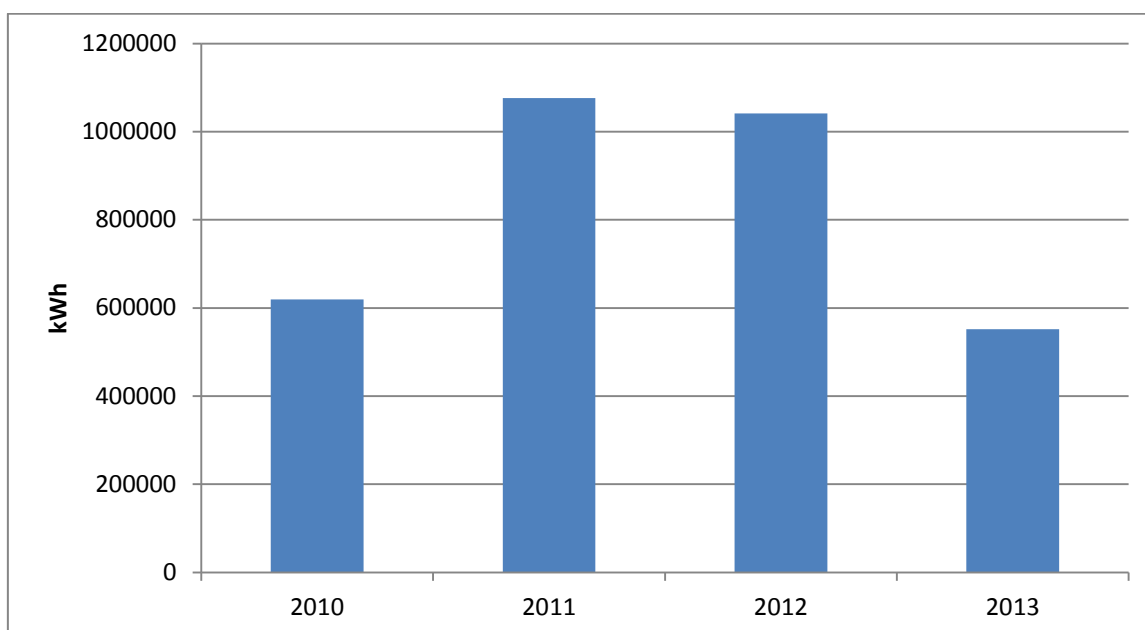


Figura 16: Consumo anual

Este gráfico representa o consumo anual de 2010, 2011, 2012 e 2013, sendo os dados de 2010 referentes apenas ao último semestre e os dados de 2013 ao primeiro semestre.

Ano 2010:

Tabela 9: Consumo mensal de 2010

Mês	Consumo (kWh)
Junho	85201
Julho	89256
Agosto	61834
Setembro	71840
Outubro	82166
Novembro	110328
Dezembro	118680

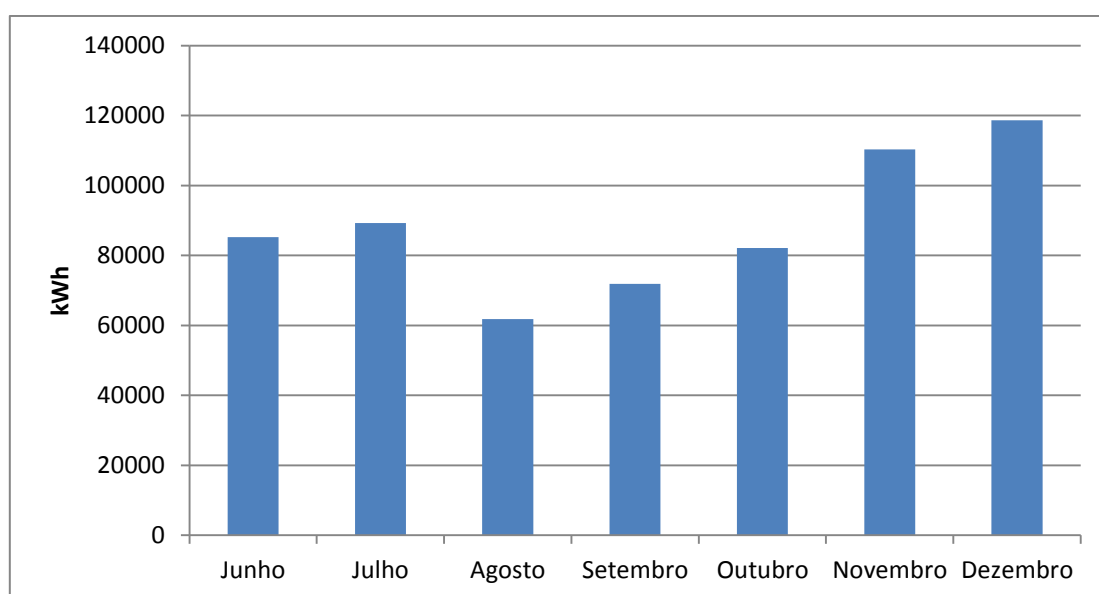


Figura 16: Consumo mensal de 2010

Ano 2011:

Tabela 8: Consumo mensal de 2011

Mês	Consumo(kWh)
Janeiro	141362
Fevereiro	121799
Março	108778
Abril	73251
Maio	76091
Junho	78286
Julho	79449
Agosto	58851
Setembro	67079
Outubro	78921
Novembro	96624
Dezembro	95756

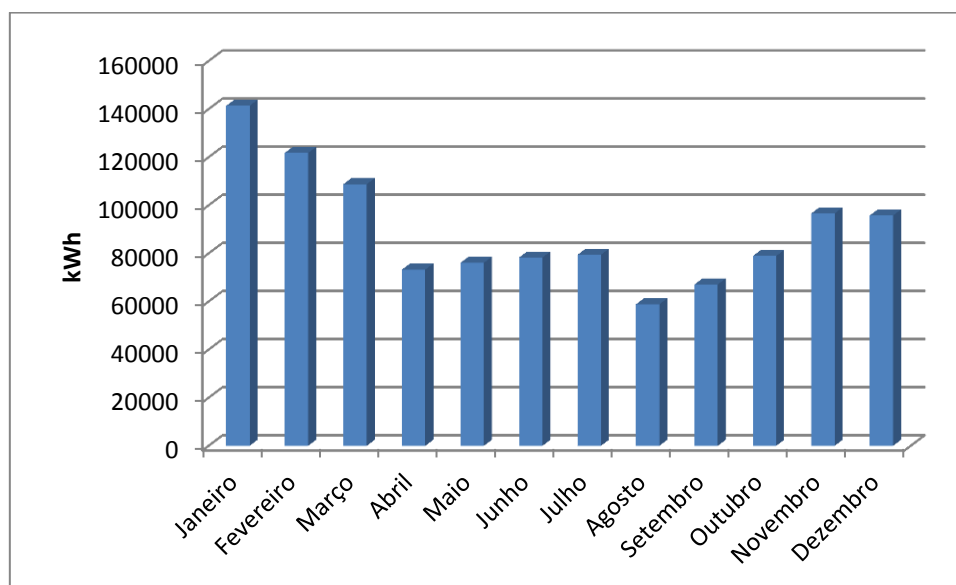


Figura 17: Consumo mensal de 2011

Ano 2012:

Tabela 9: Consumo mensal de 2012

Mês	Consumo (kWh)
Janeiro	129702
Fevereiro	117604
Março	100234
Abril	82756
Maiο	77655
Junho	70528
Julho	71646
Agosto	56143
Setembro	65044
Outubro	73693
Novembro	91174
Dezembro	104896

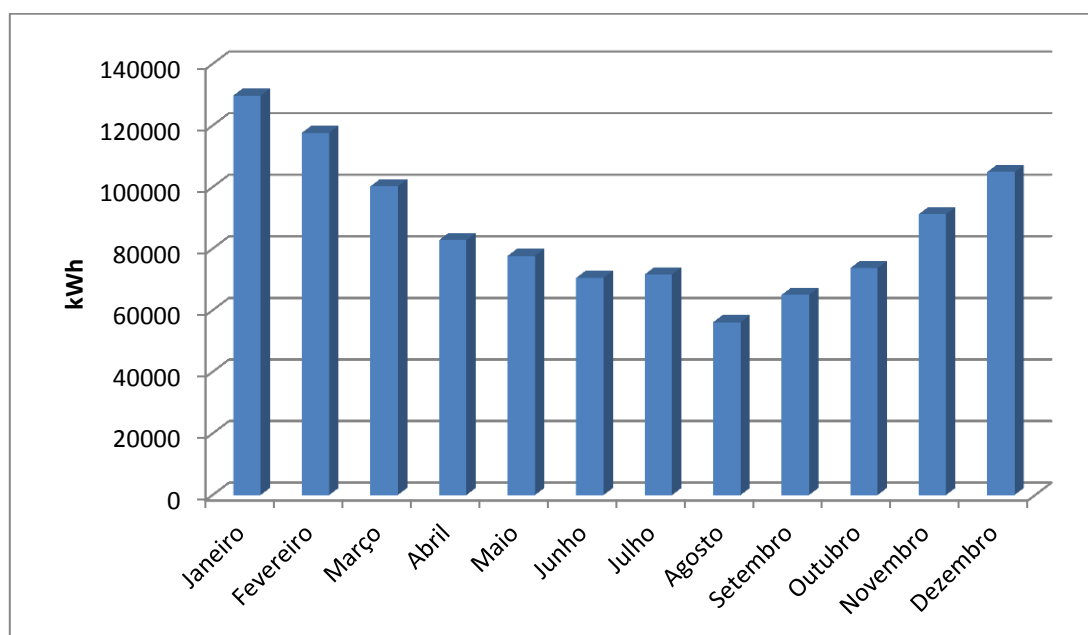


Figura 18: Consumo mensal de 2012

Ano 2013:

Tabela 10: Consumo mensal de 2013

Mês	Consumo (kWh)
Janeiro	119167
Fevereiro	106079
Março	104824
Abril	81514
Mai	72869
Junho	67312

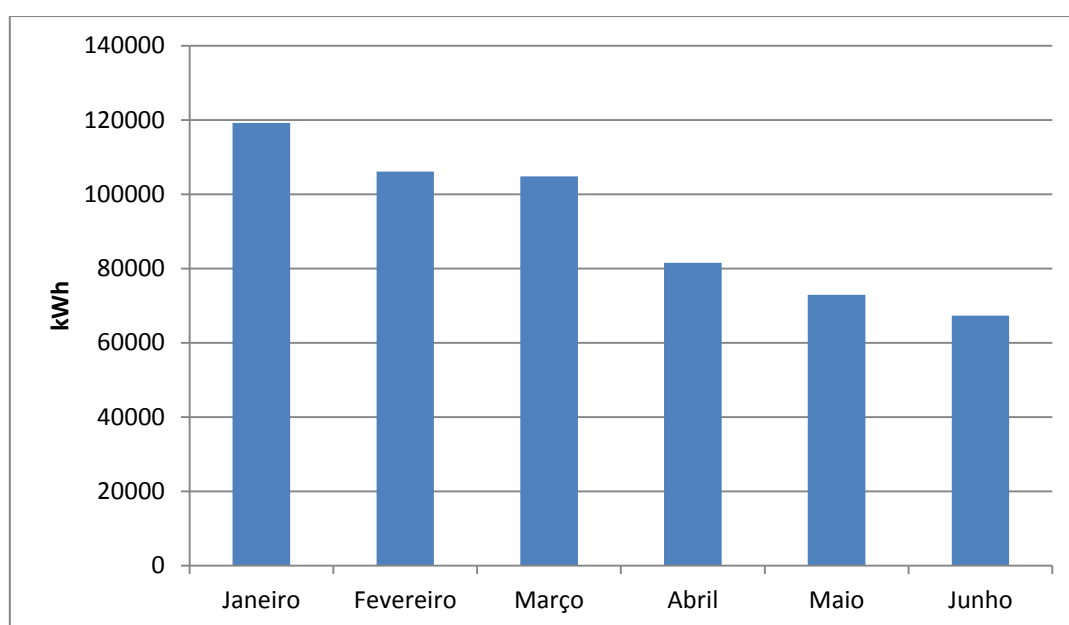


Figura 19: Consumo mensal de 2013

Tabela 13: Consumo semanal acumulado de todos os anos em kWh

Semana	2010	2011	2012	2013
1		29535	25990	24171
2		61725	57331	50227
3		93514	89269	77909
4		128453	117412	106448
5		163698	150913	133545
6		195466	180781	160372
7		228290	215848	186460
8		254550	245350	211222
9		281330	282225	240018
10		306264	309727	263812
11		330443	344200	290903
12		352825	371672	316095
13		375144	403084	332545
14		393810	429192	353731
15		413716	450755	375154
16		427506	472513	393344
17		442720	491693	408763
18		460044	507188	424209
19		475806	525817	439903
20		493356	548104	456782
21	536436	511374	569242	473558
22	555364	529391	589150	490783
23	575925	545919	606273	506612
24	595055	564676	623120	523342
25	614867	582478	639528	538631
26	635605	602025	656815	551767
27	657903	619345	672982	
28	677456	637877	689291	
29	696654	656006	706136	
30	714598	669628	722574	
31	729252	683294	738902	
32	743620	695977	756375	
33	757328	709244	772120	
34	770628	722077	785671	
35	784416	735312	798190	
36	800638	751369	810409	
37	817835	767818	823270	
38	834743	785417	835685	
39	852712	802849	849946	
40	869766	821403	865246	
41	888995	839702	881371	
42	908901	857861	897430	
43	927825	875687	912868	
44	949406	896377	930188	
45	974537	917999	947237	
46	999919	940358	964830	
47	1030495	963541	992830	
48	1063194	986222	1020830	
49	1095659	1011352	1048830	
50	1114829	1033631	1077809	
51	1126833	1051789	1108264	
52		1056718		

Tabela 14: Dados da faturação de 2011

Período		Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Maió	Junho
Data	Início	1/1/2011	1/2/2011	1/3/2011	1/4/2011	1/5/2011	1/6/2011
	Fim	31/1/2011	28/2/2011	31/3/2011	30/4/2011	31/5/2011	30/6/2011
Energia	P	27184	23901	21319	9143	10311	10069
	C	63929	56306	53233	36801	41460	41260
	VN	32253	25848	20867	17899	15347	17908
	SV	17996	15744	13359	9408	8973	9049
Custo E	P	2245,48	1974,29	1761,01	755,24	851,72	831,73
	C	4994,96	4399,36	4159,25	2875,37	3239,39	3223,77
	VN	2183,79	1750,12	1412,86	1211,91	1039,11	1212,51
	SV	1126,87	985,86	836,51	589,11	561,87	566,63
Custo Potência	Contratada	494,21	427,39	473,18	457,92	473,18	457,92
	Horas Ponta	1879,63	1567,33	1446,54	1127	1134,24	1179,08
Custo Reactiva		0	0	0	0	0	0
T Fixa		2,25	2,25	2,25	2,25	2,25	2,25
CE		10551,1	9109,63	8169,63	5431,63	5692,09	5834,64
CP		2373,84	1994,72	1919,72	1584,92	1607,42	1637
CR		0	0	0	0	0	0
C Total		12927,19	11106,6	10091,6	7018,8	7301,76	7473,89

Período		Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro
Data	Início	1/7/2011	1/8/2011	1/9/2011	1/10/2011	1/11/2011	1/12/2011
	Fim	31/7/2011	31/8/2011	30/9/2011	31/10/2011	29/11/2011	31/12/2011
Energia	P	9771	6084	8463	9869	17744	17353
	C	41135	27453	34068	39691	42571	41182
	VN	18531	16156	14993	18985	17306	24297
	SV	10012	9158	9555	10376	10705	12924
Custo E	P	807,11	502,56	699,07	815,21	1465,71	1579,42
	C	3214	2144,99	2661,84	3101,18	3326,2	3536,38
	VN	1254,7	1093,89	1015,15	1285,44	1171,75	1813,37
	SV	626,93	573,46	598,31	649,72	670,33	889,47
Custo Potência	Contratada	473,18	473,18	457,92	473,18	442,66	467,93
	Horas Ponta	1126,02	669,26	900,92	1155,66	1231,76	1259,86
Custo Reactiva		0	0	0	0	0	0
T Fixa		2,25	2,25	2,25	2,25	2,25	2,25
CE		5902,74	4314,9	4974,37	5851,55	6633,99	7821,64
CP		1599,2	1142,44	1358,84	1628,84	1674,42	1727,79
CR		0	0	0	0	0	0
C Total		7504,19	5459,59	6335,46	7482,64	8310,66	9551,68

Tabela 15: Dados da facturação de 2012

Periodo		Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Maiο	Junho
Data	Inicio	1/1/2012	1/2/2012	1/3/2012	1/4/2012	1/5/2012	1/6/2012
	Fim	31/1/2012	29/2/2012	31/3/2012	30/4/2012	31/5/2012	30/6/2012
Energia	P	26536	25682	19086	9881	10031	8775
	C	61378	60827	48052	40818	41184	36063
	VN	25984	28513	20480	20900	16184	16133
	SV	15894	17283	12615	11157	10256	9557
Custo E	P	2063,63	2519,84	1872,66	969,49	984,21	860,98
	C	5691,09	5640	4455,57	3784,73	3818,66	3343,83
	VN	2123,49	2338,27	1679,5	1713,95	1327,2	1323,02
	SV	1205,13	1310,45	958,51	845,96	777,64	724,64
Custo Potência	Contratada	321,41	300,67	321,41	311,04	321,41	311,04
	Horas Ponta	1856,87	1756,26	1464,97	1287,65	1166,57	1086,35
Custo Reactiva		0	0	0	0	0	0
T Fixa		2,25	2,25	2,25	2,25	2,25	2,25
CE		11623,34	11808,56	8964,24	7314,13	6907,71	6252,47
CP		2178,28	2056,93	1786,38	1598,69	1487,98	1397,39
CR		0	0	0	0	0	0
C Total		13803,87	13867,74	10752,87	8915,07	8397,94	7652,11

Periodo		Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro
Data	Inicio	1/7/2012	1/8/2012	1/9/2012	1/10/2012		30/11/2012
	Fim	31/7/2012	31/8/2012	30/9/2012	31/10/2012		31/12/2012
Energia	P	8405	5504	7411	11090		20636
	C	36960	27090	32176	39515		47495
	VN	16089	14746	16301	16160		26774
	SV	10192	8803	9156	9896		14460
Custo E	P	824,67	540,04	727,15	1088,12		1588,97
	C	3427,01	2511,84	2983,42	3663,91		3376,89
	VN	1319,41	1209,28	1336,8	1325,23		1622,5
	SV	772,78	667,47	694,24	750,34		783,73
Custo Potência	Contratada	321,41	321,41	311,04	321,41		310,58
	Horas Ponta	977,48	640,1	917,48	1182,26		1557,15
Custo Reactiva		0	0	0	0		0
T Fixa		2,25	2,25	2,25	2,25		2,25
CE		6343,88	4928,63	5741,61	6827,6		7372,09
CP		1298,89	961,51	1228,52	1503,67	0	1867,73
CR		0	0	0	0		0
C Total		7645,02	5892,39	6972,38	8333,52	0	9242,07