



Dissertação

Mestrado em Engenharia da Energia e do Ambiente

***Metodologia para implementação e
acompanhamento de um sistema de gestão de
energia num edifício escolar***

José Carlos Gomes Benzinho

Leiria, *Março* de 2016



Dissertação

Mestrado em Engenharia da Energia e do Ambiente

***Metodologia para implementação e
acompanhamento de um sistema de gestão de
energia num edifício escolar***

José Carlos Gomes Benzinho

Projeto de Mestrado realizada sob a orientação do Doutor João Miguel Charrua de Sousa Professor da Escola Superior de Tecnologia e Gestão do Instituto Politécnico de Leiria e coorientação do Mestre Hermano Joaquim Santos Bernardo, Professor da Escola Superior de Tecnologia e Gestão do Instituto Politécnico de Leiria.

Leiria, *Março* de 2016

Esta página foi intencionalmente deixada em branco

Agradecimentos

A realização desta dissertação foi possível com o apoio e incentivo de várias pessoas a quem tenho que demonstrar a minha gratidão pelos contributos, de diversas formas, que me permitiram concluir esta fase da minha vida.

Em primeiro lugar aos meus orientadores Professor João Sousa e Professor Hermano Bernardo, que sempre se mostraram disponíveis, ajudando com opiniões, críticas e soluções para os problemas que surgiam durante a realização do trabalho. Agradeço todos os conhecimentos transmitidos, e por todo o tempo despendido a auxiliar-me.

Ao Professor Henrique Gonçalves da Escola Secundária de Pombal, que sempre se disponibilizou a fornecer todo o material necessário, assim como a acompanhar-me em todas as medições efetuadas.

À minha família que sempre me apoiou e incentivou não só nesta etapa, mas como em toda a minha vida académica.

A todos os meus amigos que estiveram sempre a meu lado e mostraram sempre o seu companheirismo e apoio em todos os momentos.

Esta página foi intencionalmente deixada em branco

Resumo

O crescimento da utilização de energia nas diversas organizações tem levado a uma maior preocupação com a gestão dessa energia. Sendo assim, têm sido desenvolvidas ferramentas que pretendem melhorar a gestão da energia, como o caso dos Sistemas de Gestão de Energia (SGE).

Nesta dissertação, pretende-se estudar a metodologia para a implementação de um SGE num edifício escolar, com base na Norma ISO 50001. Para testar esta implementação utilizou-se como caso de estudo a Escola Secundária de Pombal.

Para a implementação do SGE, foram seguidos todos os requisitos presentes na Norma ISO 50001, iniciando-se com uma análise energética ao edifício, através de uma análise dos dados energéticos desde o ano letivo 2012/2013 até ao ano letivo 2014/2015.

Numa segunda fase, procurar-se-á explicar como cumprir todos os pontos da norma, explicando o que fazer em cada caso, as ações que se devem realizar, assim como os documentos que devem existir.

Por fim será desenvolvida uma abordagem à forma como se deve auditar um SGE, segundo a mesma norma, com aplicação a esta escola mas com potencial de aplicação a todos os edifícios que se assemelhem a este.

Palavras-chave: Eficiência Energética, Sistema de Gestão de Energia, Norma ISO 50001, Auditoria Energética

Esta página foi intencionalmente deixada em branco

Abstract

The growth of energy use in the various organizations is leading to a major concern of the energy management of that energy therefore tools that are intended to improve energy management have been developed, such as the case of Energy Management Systems (EMS).

In this dissertation is intended to study the methodology for the implementation of an EMS in a school building, based on the ISO 50001. To test this implementation, the High School of Pombal was used as a case study.

For the implementation of the EMS, all the requirements in ISO 50001 were followed, starting with an energy analysis of the building, based in energy data collected since the academic year 2012/2013 to 2014/2015.

In a second phase, i will explain how to comply with all points of the ISO 50001, explaining what to do in each case, the actions that should be held, as well as the documents that should come alongside those actions.

Finally an approach on how to audit an EMS will be developed, according to the same standard, and implemented in this school, but with the potential to be extended to similar buildings.

Keywords: Energy Efficiency, Energy Management System, ISO 50001, Energy Audit

Esta página foi intencionalmente deixada em branco

Lista de figuras

| | |
|---|----|
| Figura 1 - Consumo das diferentes fontes de energia primária em Portugal, em 2013 [2] | 5 |
| Figura 2 - Consumo total de energia final por setor em Portugal, em 2013 [2] | 5 |
| Figura 3 - Processo de <i>benchmarking</i> de energia nos edifícios [14] | 15 |
| Figura 4 - Utilização de energia nos edifícios escolares [15] | 16 |
| Figura 5 – Distribuição das medidas intangíveis do PPEC 2013-2014 [16] | 17 |
| Figura 6 - Distribuição das medidas tangíveis do PPEC 2013-2014[16] | 19 |
| Figura 7 – Entrada principal da Escola Secundária de Pombal | 21 |
| Figura 8 - Consumo de energia elétrica no ano letivo 2012/2013 | 29 |
| Figura 9 - Distribuição do consumo de energia elétrica no ano letivo 2012/2013 | 30 |
| Figura 10 - Consumo de energia final por setor, no ano letivo 2012/2013 | 31 |
| Figura 11 - Consumo de energia elétrica no ano letivo 2013/2014 | 32 |
| Figura 12 - Distribuição do consumo de energia elétrica em 2013/2014 | 33 |
| Figura 13 - Consumo de energia elétrica no ano letivo 2014/2015 | 34 |
| Figura 14 - Distribuição do consumo de energia elétrica no ano letivo 2014/2015 .. | 35 |
| Figura 15 - Diagrama de carga anual do ano letivo 2014/2015 | 35 |
| Figura 16 - Variação do consumo de energia nos três anos letivos | 36 |
| Figura 17 - Diagrama de carga do ano letivo 2012/2013 | 38 |
| Figura 18 - Diagrama de carga do ano letivo 2014/2015 | 38 |
| Figura 19 - Lâmpadas fluorescentes tubulares T5 | 43 |
| Figura 20 - Lâmpadas fluorescente compactas | 43 |
| Figura 21 – Esquema dos circuitos de comando da iluminação na biblioteca | 44 |
| Figura 22 – Distribuição luminosa atual da biblioteca | 45 |
| Figura 23 - Esquema dos pontos de medição da iluminação na biblioteca | 46 |
| Figura 24 - Distribuição luminosa sugerida para a biblioteca | 48 |
| Figura 25- Dados a incluir no cabeçalho de todos os documentos do SGE | 57 |
| Figura 26 - Etiqueta energética | 61 |
| Figura 27 - Etiqueta Energy Star | 61 |

Esta página foi intencionalmente deixada em branco

Lista de tabelas

| | |
|--|----|
| Tabela 1 - Programas do PNAEE 2016 [3]..... | 6 |
| Tabela 2 - Enquadramento da ISO 50001 face ao SCE [6] | 12 |
| Tabela 3 - Comparação entre as normas ISO 50001, ISO 9001 e ISO 14001 [12] ... | 14 |
| Tabela 4 - Descrição da função da equipa de energia..... | 23 |
| Tabela 5 – Principais requisitos legais aplicados à Escola Secundária de Pombal ... | 26 |
| Tabela 6 - Definição dos indicadores de desempenho energético | 27 |
| Tabela 7 - Acompanhamento dos IDE..... | 28 |
| Tabela 8 - Consumo de energia no ano letivo 2012/2013 | 29 |
| Tabela 9 - Indicadores de desempenho energético no ano letivo 2012/2013 | 31 |
| Tabela 10 - Consumo de energia no ano letivo 2013/2014 | 32 |
| Tabela 11 - Indicadores de desempenho energético no ano letivo 2013/2014 | 33 |
| Tabela 12 - Consumo de energia no ano letivo 2014/2015 | 34 |
| Tabela 13 - Indicadores de desempenho energético no ano letivo 2014/2015 | 35 |
| Tabela 14 - Acompanhamento dos IDE dos anos letivos analisados | 36 |
| Tabela 15 - Consumos específicos de energia final noutros países [kWh/m ² .ano] ... | 39 |
| Tabela 16 - Objetivos e metas energéticas..... | 41 |
| Tabela 17 - Planos de ação a implementar | 42 |
| Tabela 18 – Características da iluminação da biblioteca | 44 |
| Tabela 19 – Medição da iluminação da biblioteca em lux | 46 |
| Tabela 20 - Características das luminárias analisadas | 47 |
| Tabela 21 – Resultados da substituição das diferentes luminárias propostas..... | 48 |
| Tabela 22 - Aparelhos informáticos instalados atualmente | 50 |
| Tabela 23 - Potência instantânea medida dos aparelhos informáticos..... | 50 |
| Tabela 24 - Poupanças obtidas no plano de ação dos aparelhos informáticos | 51 |
| Tabela 25 - Características das luminárias atuais e das luminárias futuras | 51 |
| Tabela 26 - Poupanças obtidas com a substituição das luminárias nas salas de aula | 52 |
| Tabela 27 – Levantamento de necessidades de formação | 54 |
| Tabela 28 - Questionário aos colaboradores sobre o SGE..... | 55 |
| Tabela 29 - Matriz para o controlo operacional..... | 59 |
| Tabela 30 - Critérios para a aquisição de produtos e serviços..... | 61 |
| Tabela 31 – Formulário de registo do plano de medição de energia | 62 |

| | |
|---|----|
| Tabela 32 - Planeamento de auditorias | 64 |
| Tabela 33 - Requisitos a auditar nos requisitos gerais | 70 |
| Tabela 34 - Requisitos a auditar na gestão de topo | 71 |
| Tabela 35 - Requisitos a auditar no representante da gestão de topo..... | 72 |
| Tabela 36 - Requisitos a auditar na política energética..... | 73 |
| Tabela 37 - Requisitos a auditar nas generalidades do planeamento energético | 74 |
| Tabela 38 - Requisitos a auditar nos requisitos legais | 74 |
| Tabela 39 - Requisitos a auditar na avaliação energética | 75 |
| Tabela 40 - Requisitos a auditar no consumo energético de referência..... | 76 |
| Tabela 41 - Requisitos a auditar nos IDE..... | 76 |
| Tabela 42 - Requisitos a auditar nos objetivos, metas, e planos de ação para a gestão de energia..... | 77 |
| Tabela 43 - Requisitos a auditar nas generalidades da implementação e operação ... | 78 |
| Tabela 44 - Requisitos a auditar nas competências, formação e sensibilização | 78 |
| Tabela 45 - Requisitos a auditar na comunicação | 79 |
| Tabela 46 - Requisitos a auditar nos requisitos da documentação..... | 80 |
| Tabela 47 - Requisitos a auditar no controlo de documentos | 81 |
| Tabela 48 - Requisitos a auditar no controlo operacional..... | 82 |
| Tabela 49 - Requisitos a auditar na conceção | 82 |
| Tabela 50 - Requisitos a auditar no aprovisionamento de energia, serviços, produtos e equipamentos | 83 |
| Tabela 51 - Requisitos a auditar na monitorização, medição e análise..... | 84 |
| Tabela 52 - Requisitos a auditar na avaliação da conformidade | 85 |
| Tabela 53 - Requisitos a auditar nas auditorias internas ao SGE..... | 85 |
| Tabela 54 - Requisitos a auditar nas não-conformidades, correções, ações corretivas e preventivas..... | 86 |
| Tabela 55 - Requisitos a auditar no controlo dos registos | 86 |
| Tabela 56 - Requisitos a auditar nas generalidades da revisão pela gestão | 87 |
| Tabela 57 - Requisitos a auditar nas entradas para a revisão pela gestão | 87 |
| Tabela 58 - Requisitos a auditar nas saídas para a revisão pela gestão..... | 87 |

Esta página foi intencionalmente deixada em branco

Lista de siglas

- AQS – Águas Quentes Sanitárias
- AVAC – Aquecimento, Ventilação e Ar Condicionado
- BRE - *Building Research Establishment*
- BREEAM - *Building Research Establishment Environmental Assessment Method*
- CEE – Consumo Específico de Energia
- DGEG - Direção -Geral de Energia e Geologia
- DPI – Densidade de Potência de Iluminação
- ERSE - Entidade Reguladora dos Serviços Energéticos
- ESP – Escola Secundária de Pombal
- GBC - *Green Building Challenge*
- GEE – Gases de Efeito de Estufa
- GN – Gás Natural
- IDE – Indicadores de Desempenho Energético
- IPMA – Instituto Português do Mar e da Atmosfera
- ISO – *International Organization for Standardization*
- LEED - *Leadership in Energy & Environmental Design*
- N/A – Não Aplicável
- PNAEE – Plano Nacional de Ação para a Eficiência Energética
- PNAER - Plano Nacional de Ação para as Energias Renováveis
- PPEC - Plano de Promoção da Eficiência no Consumo de Energia Elétrica
- PRI – Período de Retorno do Investimento
- RECS – Regulamento de Desempenho Energético dos Edifícios de Comércio e Serviço
- SCE – Sistema de Certificação Energética dos Edifícios
- SGE – Sistema de Gestão de Energia

TIC – Tecnologias de Informação e Comunicação

Esta página foi intencionalmente deixada em branco

Índice

| | |
|---|--------------|
| AGRADECIMENTOS | IV |
| RESUMO | VI |
| ABSTRACT | VIII |
| LISTA DE FIGURAS | X |
| LISTA DE TABELAS | XII |
| LISTA DE SIGLAS | XV |
| ÍNDICE | XVIII |
| 1. INTRODUÇÃO | 1 |
| 1.1. Enquadramento e estrutura da dissertação | 2 |
| 2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA | 5 |
| 2.1. Enquadramento energético português | 5 |
| 2.2. Sistemas de gestão de energia | 7 |
| 2.2.1. A Norma ISO 50001 | 8 |
| 2.3. Sistemas de avaliação de sustentabilidade | 9 |
| 2.3.1. <i>Building Research Establishment Environmental Assessment Method</i> | 9 |
| 2.3.2. <i>Leadership in Energy & Environmental Design</i> | 10 |
| 2.3.3. <i>Green Building Challenge</i> | 10 |
| 2.3.4. Liderar pelo ambiente na procura da sustentabilidade na construção | 11 |
| 2.4. Sistema de certificação energética de edifícios | 11 |
| 2.5. Enquadramento da ISO 50001 face ao SCE | 12 |
| 2.6. Comparação entre as normas ISO 50001, ISO 9001 e ISO 14001 | 13 |

| | | |
|-------------|---|-----------|
| 2.7. | <i>Benchmarking</i> no uso de energia dos edifícios | 15 |
| 2.8. | Medidas típicas de utilização racional de energia em edifícios escolares | 15 |
| 2.9. | Plano de Promoção da Eficiência no Consumo de Energia Elétrica 2013-2014 | 17 |
| 3. | CASO DE ESTUDO | 21 |
| 3.1. | Descrição do caso de estudo | 21 |
| 3.2. | Requisitos gerais | 22 |
| 3.3. | Responsabilidade da gestão | 22 |
| 3.3.1. | Gestão de topo | 22 |
| 3.3.2. | Representante da gestão de topo e da equipa de energia | 23 |
| 3.4. | Definição da política energética | 24 |
| 3.5. | Planeamento energético | 25 |
| 3.5.1. | Requisitos legais e outros requisitos | 25 |
| 3.5.2. | Definição dos indicadores de desempenho energético | 27 |
| 3.5.3. | Avaliação energética | 28 |
| 3.5.3.1. | Situação energética em 2012/2013 | 29 |
| 3.5.3.2. | Situação energética em 2013/2014 | 31 |
| 3.5.3.3. | Situação energética em 2014/2015 | 33 |
| 3.5.3.4. | Comparação dos anos letivos analisados | 36 |
| 3.5.3.5. | Comparação com valores de referência mundiais | 39 |
| 3.5.3.6. | Análise da avaliação energética e oportunidades de melhoria | 39 |
| 3.5.4. | Consumo energético de referência | 40 |
| 3.5.5. | Definição de objetivos e metas energéticas | 40 |
| 3.5.6. | Definição dos planos de ação a implementar | 41 |
| 3.5.6.1. | Otimização da iluminação na biblioteca | 43 |
| 3.5.6.2. | Funcionamento dos aparelhos informáticos | 49 |
| 3.5.6.3. | Substituição das luminárias das salas de aula | 51 |
| 3.5.6.4. | “A Energia na Área de Projeto” | 52 |
| 3.6. | Implementação e operação | 54 |
| 3.6.1. | Competências, formação e sensibilização | 54 |
| 3.6.2. | Comunicação | 56 |
| 3.6.3. | Documentação | 57 |
| 3.6.3.1. | Requisitos da documentação | 57 |

| | | |
|-------------|--|-----------|
| 3.6.3.2. | Controlo de documentos | 58 |
| 3.6.4. | Controlo operacional | 58 |
| 3.6.5. | Conceção | 60 |
| 3.6.6. | Aprovisionamento de energia, seus serviços, produtos e equipamentos | 60 |
| 3.7. | Verificação | 62 |
| 3.7.1. | Monitorização, medição e análise | 62 |
| 3.7.2. | Avaliação da conformidade com exigências legais e outros requisitos | 63 |
| 3.7.3. | Auditoria interna ao SGE | 64 |
| 3.7.4. | Gestão das não conformidades, correções, ações corretivas e preventivas | 64 |
| 3.7.5. | Controlo dos registos | 66 |
| 3.8. | Revisão pela gestão | 66 |
| 3.8.1. | Entradas para a revisão pela gestão | 67 |
| 3.8.2. | Saídas para a revisão pela gestão | 67 |
| 4. | AUDITORIA E REVISÃO DO SGE | 69 |
| 4.1. | Requisitos gerais | 70 |
| 4.2. | Responsabilidade da gestão | 71 |
| 4.2.1. | Gestão de topo | 71 |
| 4.2.2. | Representante da gestão de topo | 72 |
| 4.3. | Política energética | 73 |
| 4.4. | Planeamento energético | 74 |
| 4.4.1. | Requisitos legais e outros requisitos | 74 |
| 4.4.2. | Avaliação energética | 75 |
| 4.4.3. | Consumo energético de referência | 76 |
| 4.4.4. | Indicadores de desempenho energético | 76 |
| 4.4.5. | Objetivos energéticos, metas energéticas e planos de ação para a gestão de energia | 77 |
| 4.5. | Implementação e operação | 78 |
| 4.5.1. | Competências, formação e sensibilização | 78 |
| 4.5.2. | Comunicação | 79 |
| 4.5.3. | Documentação | 80 |
| 4.5.3.1. | Requisitos da documentação | 80 |
| 4.5.3.2. | Controlo de documentos | 81 |
| 4.5.4. | Controlo operacional | 82 |

| | | |
|-------------|---|------------|
| 4.5.5. | Conceção | 82 |
| 4.5.6. | Aprovisionamento de energia, seus serviços, produtos e equipamentos | 83 |
| 4.6. | Verificação | 84 |
| 4.6.1. | Monitorização, medição e análise | 84 |
| 4.6.2. | Avaliação da conformidade com exigências legais e outros requisitos | 85 |
| 4.6.3. | Auditoria interna ao sistema de gestão de energia | 85 |
| 4.6.4. | Não-conformidades, correções, ações corretivas e ações preventivas | 86 |
| 4.6.5. | Controlo dos registos | 86 |
| 4.7. | Revisão pela gestão | 87 |
| 4.7.1. | Entradas para a revisão pela gestão | 87 |
| 4.7.2. | Saídas para a revisão pela gestão | 87 |
| 5. | CONCLUSÕES | 89 |
| 6. | BIBLIOGRAFIA | 91 |
| 7. | ANEXOS | 93 |
| | Anexo I – Descrição das funções | 93 |
| | Anexo II – Política energética | 95 |
| | Anexo III – Avaliação energética | 97 |
| | Anexo IV – Medição da iluminação da biblioteca | 101 |
| | Anexo V – Cartaz de sensibilização | 103 |
| | Anexo VI – Lista de documentos | 105 |
| | Anexo VII – Relatório de auditoria | 107 |
| | Anexo VIII - Ata de revisão pela gestão | 111 |
| | Anexo IX – Regras a cumprir pelas empresas externas | 115 |

Esta página foi intencionalmente deixada em branco

Esta página foi intencionalmente deixada em branco

1. Introdução

Atualmente existe uma crescente preocupação com as alterações climáticas e quanto ao aumento do consumo de energia, como ela é gasta e quais as maneiras mais eficientes de a usar. Para enfrentar estes desafios, a Comissão Europeia adotou algumas medidas como, as metas “20-20-20”, que têm que ser implementadas até 2020. Estas metas consistem em diminuir em 20% as emissões de gases de efeito de estufa (GEE), aumentar em 20% a eficiência energética e integrar no consumo de energia mais 20% de energias renováveis [1].

O consumo de energia final é normalmente dividido em três setores: indústria, transporte e outros, em que este último é constituído pelo setor da agricultura, de serviços e residencial.

O setor dos serviços, abrange todos os edifícios comerciais e públicos (escolas, restaurantes, hospitais, museus, etc.). Os principais usos de energia deste setor são os aparelhos de aquecimento, ventilação e ar condicionado (AVAC), iluminação, águas quentes sanitárias, preparação de alimentos, etc. O crescimento da economia e da população, implica também um aumento do leque de serviços, e por consequência um aumento do consumo de energia, sendo por isso necessário promover a racionalização do consumo energético neste setor.

A maioria das organizações enfrenta atualmente vários desafios energéticos, nomeadamente a necessidade de redução do consumo de energia, os requisitos legais impostos, as imposições fiscais, a certificação do seu desempenho energético, as metas de emissão de carbono estabelecidas, os acionistas, a opinião pública, entre outros. Alguns destes desafios são impostos por novas leis, outros por decisão própria de melhorar o seu desempenho energético e também como uma maneira de se manterem no mercado, uma vez que começam a existir cada vez mais organizações à procura de fornecedores que apresentem certificações energéticas.

Atualmente existem diversas formas, tanto voluntárias como obrigatórias, de promover a eficiência energética nas organizações. As organizações podem requerer voluntariamente uma auditoria energética, ou adotar um sistema de gestão de energia em que já existem normas que estabelecem as linhas de orientação para a sua implementação como é o caso da norma ISO 50001.

Além dos sistemas de gestão de energia, existem também sistemas de avaliação de sustentabilidade, também voluntários, que permitem avaliar o desempenho ambiental das organizações, como por exemplo, o *Building Research Establishment Environmental Assessment Method* (BREEAM) no Reino Unido, o *Leadership in Energy & Environmental Design* (LEED) nos EUA, o *Green Building Challenge* (GBC) no Canadá e o Liderar pelo ambiente na procura da sustentabilidade na construção (LiderA) em Portugal.

1.1. Enquadramento e estrutura da dissertação

Pretende-se com este trabalho desenvolver um guia para implementação de um Sistema de Gestão de Energia, segundo a norma ISO 50001, em edifícios escolares. Para tal, foi utilizada a Escola Secundária de Pombal como caso de estudo para implementação da norma.

Neste capítulo pretende-se apresentar o enquadramento e a estrutura desta dissertação, resumindo o que foi feito em cada capítulo.

No capítulo 2, é feita uma revisão bibliográfica aos temas que se pretendem abordar. É efetuada uma análise à atual situação energética portuguesa, onde são revistos os principais consumos de energia e os planos atuais para a melhoria da eficiência energética. De seguida é feita uma análise aos atuais sistemas mundiais de avaliação energética e ambiental, onde se faz uma breve abordagem sobre alguns sistemas, a entidade que os gere, o que avaliam e como avaliam. São também identificadas algumas medidas de eficiência energética já existentes em escolas, nomeadamente através da análise do Plano de Promoção da Eficiência no Consumo de Energia Elétrica (PPEC) de 2013/2014.

No capítulo 3, é apresentado o caso de estudo com a respetiva implementação da norma ISO 50001. Neste âmbito é realizada a caracterização da gestão de energia atual da Escola Secundária de Pombal, identificando as fontes de energia, os pontos de maior consumo e as medidas já existentes. Com base nesta caracterização é feita uma proposta de implementação do Sistema de Gestão de Energia na Escola Secundária de Pombal, desenvolvendo-se detalhadamente o procedimento a adotar em cada tópico.

No capítulo 4 apresenta-se uma metodologia para auditoria ao Sistema de Gestão de Energia, com os tópicos que a auditar quando é realizada a auditoria a um SGE, de acordo com a norma ISO 50001.

Por fim, no capítulo 5 são apresentadas as conclusões principais sobre o trabalho realizado.

Esta página foi intencionalmente deixada em branco

2. Revisão bibliográfica

2.1. Enquadramento energético português

A principal fonte de energia primária em Portugal continua a ser o petróleo, apesar da sua dependência ter diminuído nos últimos anos, devido em grande parte ao aumento das renováveis e do gás natural (GN). Na figura 1 pode-se observar a distribuição do consumo pelas diferentes fontes de energia primária.

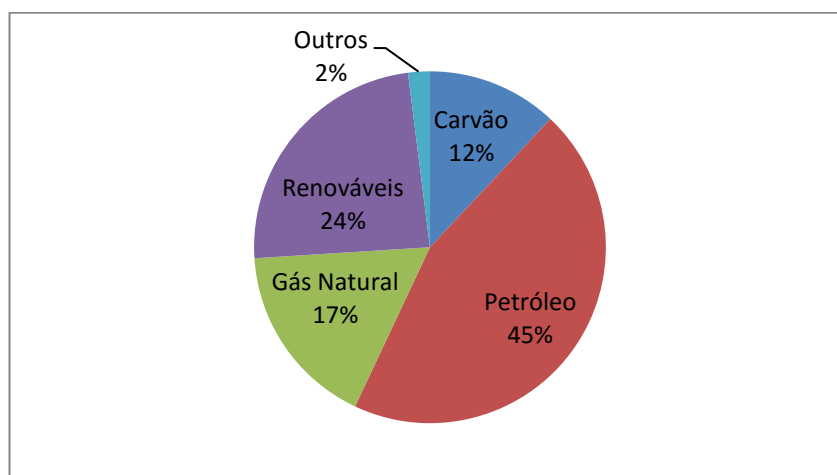


Figura 1 - Consumo das diferentes fontes de energia primária em Portugal, em 2013 [2]

Em Portugal, os setores da indústria e dos transportes são os principais consumidores de energia. Na figura 2 pode-se observar a distribuição do consumo pelos diferentes setores de atividade.

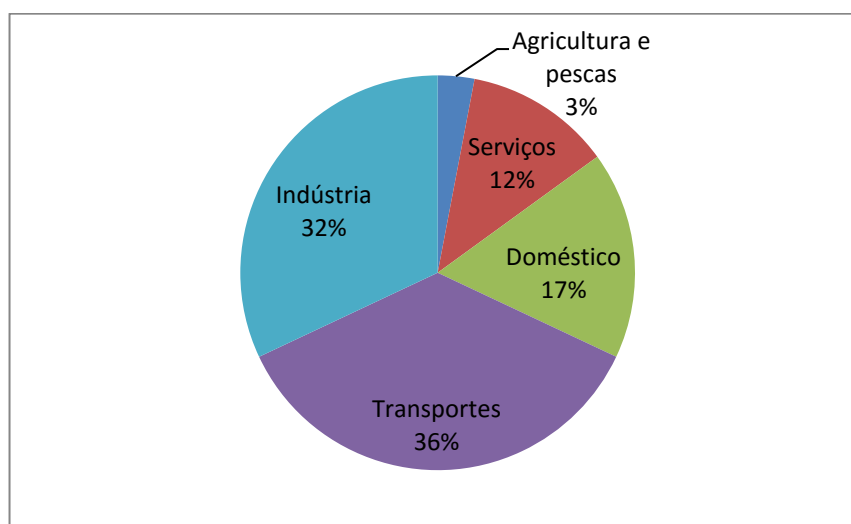


Figura 2 - Consumo total de energia final por setor em Portugal, em 2013 [2]

A política energética portuguesa, além de ter que cumprir as metas europeias, pretende principalmente melhorar a eficiência energética do país com a redução do consumo em 25% até 2020, sobrepondo-se assim à meta 20-20-20, diminuindo os desperdícios e os custos, reduzindo a dependência energética e potenciando mercados energéticos liberalizados, competitivos e sustentáveis [3].

Deste modo, pretende-se assegurar a execução dos Planos Nacionais de Ação para a Eficiência Energética (PNAEE) e para as Energias Renováveis (PNAER), que levam a que Portugal possa cumprir os objetivos propostos, como reduzir as emissões de gases de efeito de estufa, aumentar a eficiência energética, aumentar a diversificação das fontes de energia primária, a redução dos consumos e dos custos associados.

Olhando particularmente para a eficiência energética, o PNAEE 2016 apresentou alguns programas com medidas de eficiência energética, onde se previa uma poupança de 8,2%. Em relação ao propósito deste trabalho importa destacar particularmente o Sistema de EE nos Edifícios e a Operação E (Tabela 1).

Tabela 1 - Programas do PNAEE 2016 [3]

| Área de Atuação | Programa | Impacto Objetivo em 2015 (ktep) |
|-------------------------------|--------------------------------|--|
| Transportes | Renove Carro | 298,2 |
| | Mobilidade Urbana | 169,8 |
| | Sistemas de EE nos Transportes | 223 |
| Residencial e Serviços | Renove Casa e Escritório | 179,6 |
| | Sistema de EE nos Edifícios | 192,8 |
| | Renováveis na Hora | 49,5 |
| Indústria | Sistema de EE na Indústria | 536,4 |
| Estado | EE no Estado | 49,4 |
| Comportamentos | Operação E | 93,8 |

Em relação aos transportes, os projetos consistiam na renovação de equipamentos de automóveis e na aquisição de veículos e produtos energeticamente mais eficientes (Renove Carro), o aumento do uso dos transportes públicos (Mobilidade Urbana), promoção do

transporte ferroviário, regulamento de gestão dos consumos de energia nos transportes, apoio à instalação de equipamentos de enchimento de pneus a nitrogénio e sistema de gestão de frotas e promoção da eco condução (Sistemas de EE nos transportes) [4].

A área residencial e dos serviços integra o programa Renove Casa e Escritório que consiste em potenciar a eficiência energética na iluminação, eletrodomésticos e reabilitação de espaços, integra também o programa Sistema de EE nos Edifícios que reúne as medidas resultantes do processo de certificação energética dos edifícios e a Integração de Fontes de Energia Renováveis/Solar Térmico dirigido a promoção de uma maior integração de fontes de energia renovável nos edifícios e equipamentos residenciais e de serviços [5].

Na área da indústria o programa Sistema de EE na Indústria inclui a revisão do SGCIE, englobando medidas no setor industrial e outras medidas para a eficiência do processo industrial [5].

Em relação ao Estado, o programa EE no Estado consiste em promover medidas destinadas à certificação energética nos edifícios do Estado, aos Planos de Ação de Eficiência Energética, designadamente no âmbito do Programa de Eficiência Energética na Administração Pública - ECO.AP, às frotas de transporte do Estado e à Iluminação Pública. Este programa contemplava uma ação direcionada para as escolas, que consistia na instalação de sistemas microprodutores de energia elétrica, mas no entanto esta ação foi reenquadrada no PNAER [5].

Por fim, nos comportamentos são integradas medidas que pretendem promover hábitos e atitudes de consumidores energeticamente eficientes [5].

2.2. Sistemas de gestão de energia

A implementação de um SGE apresenta vários benefícios para as organizações, uma vez que promove a eficiência energética na organização, diminuindo em certos casos o consumo de energia utilizada para a mesma atividade e conseqüentemente também a redução de custos. Permite reduzir os impactes ambientais, nomeadamente a diminuição de emissões de GEE para a atmosfera, uma vez que a diminuição do consumo de energia implica a diminuição do consumo de combustíveis fósseis. Um SGE também dá um

impulso para utilização de energias alternativas e renováveis, estando estas classificadas como oportunidades de melhoria do desempenho energético [6].

Existem vários tipos de documentos que estabelecem requisitos e orientações para a implementação de um SGE, podendo ser simplesmente guias, ou normas internacionais. Neste contexto, a *International Organization for Standardization* (ISO) publicou em 2011 a norma ISO 50001 – “Sistemas de Gestão de Energia. Requisitos e linhas de orientação para a sua utilização.”

2.2.1. A Norma ISO 50001

A Norma ISO 50001, publicada em junho de 2011, é criada com o objetivo de estabelecer requisitos de um sistema de gestão de energia, sendo a norma voluntária e podendo ser implementada por qualquer tipo de organização.

A norma obriga a que a organização esteja a cumprir com os requisitos legais impostos evitando assim coimas que poderiam ser aplicáveis. A sua implementação permite ainda reforçar a imagem da organização relativamente às preocupações climáticas.

A implementação da norma ISO 50001, assim como a maioria das normas para sistemas de gestão, é baseada na metodologia “*Plan-Do-Check-Act*” (PDCA). Num sistema de gestão de energia, inicia-se o *Plan* como uma avaliação energética ao edifício, determinando-se os valores de referência e desenvolvendo os indicadores de desempenho energético (IDE), para a partir dos dados recolhidos estabelecer os objetivos, metas e planos de ação que permitam melhorar o desempenho energético de acordo com a política energética da escola. O *Do* consiste em implementar os planos de ação estabelecidos, seguindo-se o *Check* onde se faz o acompanhamento dos processos e produtos que determinam o desempenho energético e permitem verificar os resultados. Por fim, no *Act* implementam-se as ações que permitem melhorar o desempenho energético, de acordo com os resultados anteriormente verificados [7].

Segundo a ISO é estimado que a Norma ISO 50001 pode influenciar até 60% do consumo energético mundial (ISO, 2011).

2.3. Sistemas de avaliação de sustentabilidade

Os sistemas de avaliação de sustentabilidade procuram avaliar e certificar a construção sustentável dos edifícios em todo o mundo. Estes sistemas permitem garantir o nível de eficiência dos edifícios, referindo-se ao consumo de recursos naturais e ao conforto interior.

2.3.1. Building Research Establishment Environmental Assessment Method

O BREEAM foi o primeiro método de avaliação de desempenho ambiental de edifícios, desenvolvido pelo BRE. A sua classificação baseia-se em nove categorias: gestão, saúde e bem-estar, energia, transporte, materiais, resíduos, água, utilização do solo e ecologia e poluição.

Os principais objetivos deste método passam por promover o reconhecimento de edifícios com baixo impacte ambiental, incentivar a utilização de melhores práticas ambientais em todas as fases do ciclo de vida do edifício. Permite ainda, aplicar parâmetros e padrões que não são impostos na legislação, desafiando o mercado a adotar soluções inovadoras que minimizem o impacte ambiental dos edifícios, e ainda realçar a importância e os benefícios de edifícios com menor impacte ambiental aos proprietários, ocupantes, projetistas e operadores [8].

Após a certificação do edifício, os resultados da avaliação são classificados como aprovado, bom, muito bom, ótimo e excelente. A avaliação do BREEAM é dependente do tipo de edifício estudado existindo versões BREEAM para tribunais, escolas, edifícios industriais, hospitais e clínicas, escritórios, edifícios dedicados ao comércio, prisões e edifícios habitacionais.

2.3.2. Leadership in Energy & Environmental Design

O LEED é um sistema internacional de avaliação da sustentabilidade da construção desenvolvido pelo *U.S. Green Building Council*, que se pode aplicar a qualquer tipo de construção, tanto do setor terciário como residencial, centrando o seu impacto em cinco áreas: localização sustentável, gestão eficiente da água, otimização da utilização da energia, conservação de materiais e de recursos naturais e qualidade do ambiente interior [9].

Os projetos são classificados relativamente a um conjunto de créditos padrão e a soma dos pontos obtidos determina o nível de certificação: certificado de prata, ouro e platina. O sistema LEED divide-se em dois tipos de avaliação consoante o tipo de ocupação a que o edifício se destina (*LEED Commercial Interiors/Renovations e LEED Residential*).

2.3.3. Green Building Challenge

Este sistema começou a ser desenvolvido em 1996, tendo também como objetivo a avaliação do desempenho ambiental de edifícios com base na sua adequação às tecnologias, tradições construtivas e valores culturais. Com base nestes princípios, existe uma ferramenta utilizada para avaliar o desempenho ambiental e energético do edifício, o SBTool.

Os resultados são baseados em sete indicadores e vinte e nove parâmetros e posteriormente, os resultados são apresentados sob a forma da média ponderada correspondente a cada indicador em conjunto com a média global do edifício.

Os objetivos gerais do GBC consistem em melhorar constantemente o estado da arte das metodologias de avaliação da performance ambiental dos edifícios, manter um controlo sobre as questões de sustentabilidade, determinando a sua relevância para a construção sustentável, e patrocinar conferências que promovam a troca de conhecimentos entre a comunidade de investigadores da construção sustentável e os intervenientes no setor da construção [10].

2.3.4. Liderar pelo ambiente na procura da sustentabilidade na construção

O LiderA é um sistema voluntário português, criado em 2005, de avaliação da sustentabilidade da construção, que pretende apoiar o desenvolvimento de soluções sustentáveis e, em caso de desempenho comprovado, pode atribuir a certificação pela marca portuguesa LiderA - Sistema de Avaliação da Sustentabilidade.

O sistema assenta num conjunto de seis princípios de bom desempenho na procura da sustentabilidade envolvendo a integração local, recursos, cargas, conforto ambiental, adaptabilidade socioeconómica, gestão ambiental e inovação.

A procura da sustentabilidade é efetuada, segundo o LiderA, através de seis vertentes, assumindo os princípios de valorizar a dinâmica local e promover uma adequada integração, fomentar a eficiência no uso dos recursos, reduzir o impacto das cargas (quer em valor, quer em toxicidade), assegurar a qualidade do ambiente, focada no conforto ambiental, fomentar as vivências socioeconómicas sustentáveis e assegurar a melhor utilização sustentável dos ambientes construídos, através da gestão ambiental e da inovação [11].

2.4. Sistema de certificação energética de edifícios

A Diretiva nº 2002/91/CE, do Parlamento Europeu e do Conselho, de 16 de dezembro, relativa á *Energy Performance of Buildings Directive* (EPBD), estabelece que todos os estados-membros devem implementar um sistema de certificação energética nos edifícios. Revista em 2010 como Diretiva nº 2010/31/CE, acarreta o novo desafio do certificado energético.

A implementação do SCE permite que se tenha a informação sobre o desempenho energético dos edifícios, assim como verificar se são cumpridos os requisitos térmicos a que o edifício está sujeito. Nos edifícios existentes este sistema permite identificar quais as medidas de melhoria, assumindo também um papel de elemento de promoção.

O Decreto-Lei n.º 118/2013, de 20 de agosto, aprovou o Sistema de Certificação Energética dos Edifícios, o Regulamento de Desempenho Energético dos Edifícios de Habitação e o Regulamento de Desempenho Energético dos Edifícios de Comércio e Serviços (RECS), transpondo a Diretiva n.º 2010/31/EU do Parlamento Europeu e do Conselho, de 19 de maio de 2010, relativa ao desempenho energético dos edifícios.

Este diploma pretende promover a melhoria do desempenho energético dos edifícios, através do Sistema de Certificação Energética dos Edifícios (SCE).

2.5. Enquadramento da ISO 50001 face ao SCE

Na implementação de um SGE, de acordo a norma ISO 50001, é necessário perceber como este se deverá integrar com as metodologias já definidas no SCE, sendo possível relacionar a metodologia *Plan-Do-Check-Act* da ISO 50001, com o SCE. (Tabela 2)

Tabela 2 - Enquadramento da ISO 50001 face ao SCE [6]

| ISO 50001 | SCE (RECS) |
|--|------------------------------------|
| Planear | |
| Avaliação energética | Avaliação energética |
| Consumo energético de referência | Consumos específicos |
| Indicadores de desempenho energético | |
| Executar | |
| Plano de ação para a gestão de energia | Plano de racionalização energética |
| Verificar | |
| Monitorização e medição | Avaliação energética periódica |
| Atuar | |
| Revisão pela gestão | Relatório de avaliação energética |

Na fase de planeamento, os resultados da avaliação energética, o consumo energético de referência e os indicadores de desempenho energético da ISO 50001 deverão ser integrados com a auditoria energética e os consumos específicos no SCE. Estes pontos

coincidentes em ambos os casos, podem ser utilizados para a elaboração do SGE e na definição de novos indicadores.

Na execução, o plano de ação para gestão de energia de acordo com a norma poderá ser aproveitado para o plano de racionalização utilizado no SCE.

Já na verificação, a monitorização e a medição da ISO 50001, está relacionada com a avaliação energética periódica no SCE, que servirá para a renovação do certificado energético.

Por fim, na fase de atuação, na ISO 50001 para a revisão pela gestão, pode-se integrar o relatório de avaliação energética do SCE.

2.6. Comparação entre as normas ISO 50001, ISO 9001 e ISO 14001

A norma ISO 50001, pode ser integrada com outros sistemas de gestão, como o sistema de gestão da qualidade (ISO 9001) e o sistema de gestão ambiental (ISO 14001). Estes sistemas de gestão partilham alguns elementos comuns na base da sua implementação, daí poderem ser integrados uns com os outros. A tabela 3 fornece alguns aspetos em comum que as três normas compartilham.

Pode observar-se assim que estas três normas apresentam critérios muito semelhantes. No caso da política e nos compromissos e atribuições, nas três normas tem que ser assumida uma responsabilidade energética, ambiental ou de qualidade, atribuídas responsabilidades e definido o responsável pela gestão. Em relação às metas, objetivos e planos de ação as três normas têm em comum o facto de terem que estabelecer metas e objetivos e determinar planos de ação para os atingir. No que diz respeito aos critérios, competências, formação e sensibilização, comunicação, documentação, controlo e correções, auditorias internas, monitorização e revisão, os processos são bastante idênticos entre as três normas, diferindo pouco neste campo.

As maiores diferenças da ISO 50001 para as outras são: a avaliação energética imposta pela ISO 50001, o que não acontece nas outras normas, bem como as aquisições, já que a norma ISO 50001 preconiza a que sejam definidos critérios neste aspeto.

Tabela 3 - Comparação entre as normas ISO 50001, ISO 9001 e ISO 14001 [12]

| Critério | ISO 50001 | ISO 9001 | ISO 14001 |
|--|---|--|---|
| Política | Política Energética | Política da Qualidade | Política Ambiental |
| Objetivos/Metas/Planos | Objetivos energéticos, metas energéticas e planos de ação para a gestão de energia | Objetivos da qualidade e Planeamento da realização do produto | Objetivos, metas e programas |
| Compromisso e Atribuições | Gestão de topo e representante da gestão de topo | Compromisso da gestão, responsabilidade e autoridade e representante da gestão | Recursos, atribuições, Responsabilidades e autoridade |
| Avaliação e Indicadores | Avaliação energética, consumo energético de referência e Indicadores de desempenho energético | - | - |
| Competências, Formação e Sensibilização | Competências, formação e sensibilização | Competências, formação e sensibilização | Competências, formação e sensibilização |
| Comunicação | Comunicação | Comunicação interna | Comunicação |
| Documentação | Requisitos da documentação e controlo de documentos | Generalidades, controlo dos documentos | Documentação e controlo dos documentos |
| Aquisições | Aprovisionamento de energia, seus serviços, produtos e equipamentos | Compras | - |
| Controlo e Correções | Não conformidades, correções, ações corretivas e ações preventivas | Controlo do produto não conforme, ação corretiva e ação preventiva | Não conformidades, ações corretivas e ações preventivas |
| Auditorias Internas | Auditoria interna ao SGE | Auditorias internas | Auditorias internas |
| Monitorização | Monitorização. Medição e análise | Monitorização e medição dos processos, monitorização e medição do produto e análise de dados | Monitorização e medição |
| Revisão | Revisão pela gestão | Revisão pela gestão | Revisão pela gestão |
| Entradas | Entrada para a revisão pela gestão | Entrada para a revisão | - |
| Saídas | Saída para a revisão pela gestão | Saída para a revisão | - |

2.7. *Benchmarking* no uso de energia dos edifícios

O *benchmarking* para a energia dos edifícios começou a ser utilizado na década 90, referindo-se à comparação do uso de energia de edifícios com características semelhantes. Este processo consiste na comparação dos indicadores de desempenho energético, variando estes indicadores de setor para setor (p. ex. energia por unidade de área, energia por trabalhador, energia por produto, etc.) [13].

O processo de *benchmarking* consiste em quatro fases (Figura 3). Em primeiro lugar é necessário desenvolver uma base de dados com informações sobre o desempenho energético de alguns edifícios semelhantes. Em segundo lugar é preciso recolher informação, para a avaliação dos indicadores de desempenho energético do edifício atual. Em terceiro faz-se uma comparação do desempenho atual do edifício com a base de dados dos outros edifícios, obtendo-se dados quantitativos e qualitativos do edifício em termos de uso de energia. Por fim recomenda-se as medidas de eficiência energética que se consideram vantajosas do ponto de vista técnico e económico.

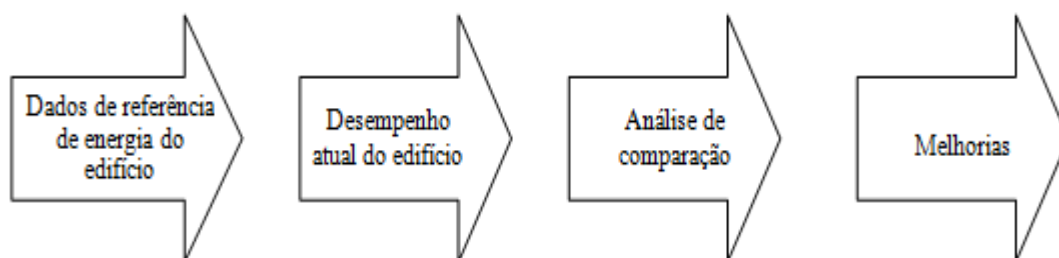


Figura 3 - Processo de *benchmarking* de energia nos edifícios [14]

2.8. Medidas típicas de utilização racional de energia em edifícios escolares

Para se perceber onde se pode melhorar o desempenho energético, é preciso saber onde se gasta a energia, assim como quantificar o que se gasta. A figura 4 permite-nos

saber em média o consumo de energias nos edifícios escolares, no entanto tem que se considerar que estes valores podem variar consoante o tipo de escola, o ano da sua construção, o clima onde está inserido, entre outros. Para analisar um edifício escolar especificamente, é necessário avaliá-lo de uma maneira independente, como por exemplo através de uma auditoria energética.

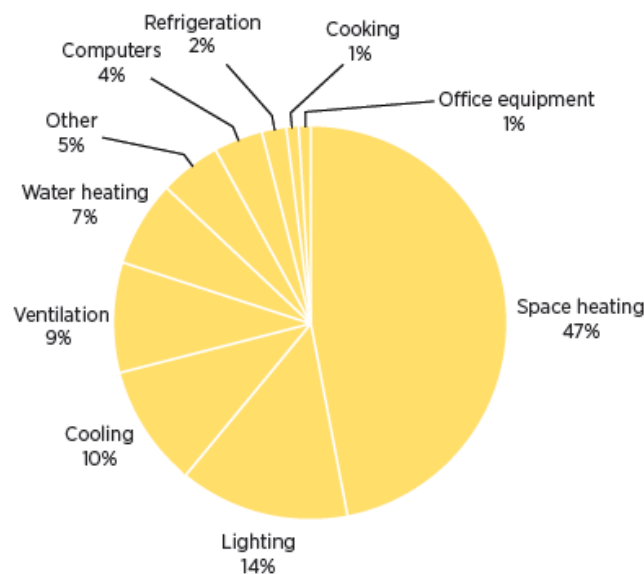


Figura 4 - Utilização de energia nos edifícios escolares [15]

Da análise da figura 4, percebe-se que o maior consumo de energia está ligado ao aquecimento, tendo também a iluminação, as águas quentes sanitárias (AQS), a ventilação e o arrefecimento um consumo significativo. Com base nesta análise percebe-se que a maioria das medidas a implementar devem estar diretamente ligadas a estas utilizações finais.

Alguns exemplos de medidas implementadas em edifícios escolares na Europa passam pela melhoria do isolamento térmico das paredes dos edifícios, assim como a substituição de janelas e portas por outras mais eficientes, permitindo menos trocas de calor entre o interior e o exterior, e conseqüentemente a um menor trabalho do sistema de aquecimento ou arrefecimento. A substituição da iluminação por sistemas mais eficientes é já uma prática comum em qualquer tipo de edifício, levando a um menor consumo de eletricidade. Outra das medidas é a melhoria dos sistemas de aquecimento, através da instalação de caldeiras a biomassa, instalação de painéis solares ou até a substituição de caldeiras antigas por outras mais eficientes. Uma medida que tem surgido nos últimos anos é a instalação de sistemas de gestão técnica que permitem verificar onde está a ser gasta a

energia em tempo real e programar horários de aquecimento/arrefecimento e de iluminação consoante a sua necessidade, evitando assim consumos de energia desadequados.

2.9. Plano de Promoção da Eficiência no Consumo de Energia Elétrica 2013-2014

O Plano de Promoção da Eficiência no Consumo de Energia Elétrica (PPEC), é um programa criado pela Entidade Reguladora dos Serviços Energéticos (ERSE) que visa a promoção de medidas que têm como objetivo a melhoria da eficiência energética, sejam estas tangíveis ou intangíveis.

Em relação a Portugal, as medidas intangíveis aprovadas pelo PPEC 2013-2014, são demonstradas na figura 5. Os grandes destaques são a divulgação nas escolas (32%), as auditorias (23%) e a formação (19%).

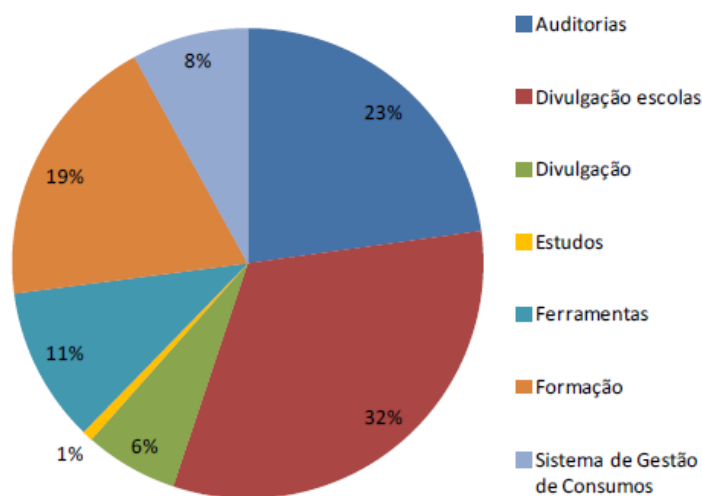


Figura 5 – Distribuição das medidas intangíveis do PPEC 2013-2014 [16]

Olhando particularmente para a divulgação nas escolas, a maioria das medidas visava a sensibilização dos alunos e de docentes através de concursos interescolares que incluíam prémios para as melhores ações, num total de cerca de 2.500 ações. Destas ações destacam-se as que abrangiam mais escolas, como o “Projeto de Educação Para a Eficiência no Consumo de Energia, Dirigido aos Alunos do 3º Ciclo do Ensino Básico”, que iria promover ações no sentido de mudar o comportamento dos jovens do 3º ciclo

através da realização de trabalhos dos próprios alunos, englobando um total de 1.125 escolas e uma previsão de investimento de 295.875€. Outra medida que também se destaca é o “TWIST 2.0 – Projeto de Educação e Sensibilização para a Eficiência Energética, Dirigida aos Alunos e Professores do Ensino Secundário”, que consistiu também na sensibilização de alunos e professores, através da criação e a difusão de conteúdos programáticos sobre os temas relacionados, sendo avaliada em quatro fases distintas e com a atribuição de prémios de forma a incentivar os alunos. Esta medida abrangeu um total de 937 escolas e teve um investimento de 530.927€ repartido pelo PPEC e pela EDP Serviço Universal.

Outra das medidas aprovadas foi a LISE_IO2 – ESCOLA+, que consistia na monitorização de consumos, análise e recomendações, em 20 escolas do 1º ciclo de ensino básico do concelho de Lisboa. Esta medida apresentava um custo de investimento de 249.400€.

Além destas medidas importa destacar mais duas medidas importantes, em que numa eram realizadas auditorias energéticas em 44 escolas (EDPC_I9) e efetuadas as respetivas recomendações para a melhoria da eficiência energética, com uma previsão de investimento de 371.712€ repartido pelo PPEC e pela EDP Comercial. A outra medida consistia na criação de um tutor por escola (ADENE_I6), dando a formação necessária para que este depois informe a direção sobre medidas a implementar para a melhoria da eficiência energética, englobando um total de 120 agrupamentos escolares. Esta medida tinha previsto um total de investimento de 165.694€ repartido pelo PPEC e pela ADENE [16].

Em relação às medidas tangíveis aprovadas, a figura 6 apresenta a distribuição destas, destacando-se a iluminação (47%), os sistemas de gestão de consumos (21%) e as medidas de força motriz (16%).

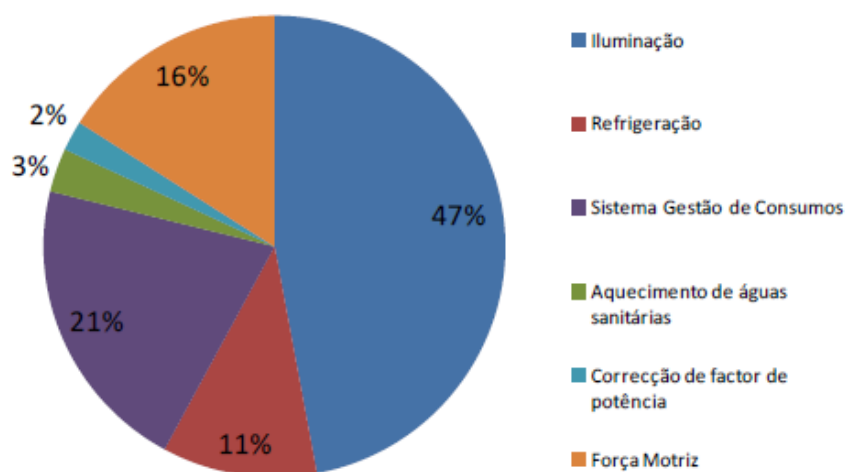


Figura 6 - Distribuição das medidas tangíveis do PPEC 2013-2014[16]

Neste caso existem algumas medidas aplicáveis ao setor escolar, como o caso da EDPC_TC9 que pretendia promover a instalação de tecnologia de iluminação mais eficiente em edifícios públicos, num total de 20 edifícios, com um investimento de 354.451€ e um consumo anual evitado de 2.828.820 kWh. Outra das medidas é a RNAE_TO2 que visava a instalação de transformadores, em edifícios do Estado, para a redução da potência consumida pelas lâmpadas fluorescentes T8 ou T12 com balastos ferromagnéticos, assim como a correção do seu fator de potência. Esta medida teria um custo de investimento de 234.192€, evitando um consumo anual de 1.429.632 kWh.

Esta página foi intencionalmente deixada em branco

3. Caso de estudo

3.1. Descrição do caso de estudo

Para caso de estudo foi utilizada a Escola Secundária de Pombal (ESP), situada no concelho de Pombal, distrito de Leiria, criada em 1957, que entrou em funcionamento no ano letivo 1963/1964. Hoje em dia a escola contempla uma oferta educativa para o 3º ciclo do ensino básico e para o ensino secundário, tendo uma população escolar de 1.189 pessoas, dos quais 1.041 são alunos e funcionando apenas em regime diurno das 8h00 às 18h00.

O parque escolar apresenta uma área útil de 10.393 m², dividindo-se em recreio e em 15 blocos, os quais são constituídos por salas de aula, laboratórios, oficinas, cantina, bar, biblioteca, pavilhão desportivo e diversas zonas administrativas.



Figura 7 – Entrada principal da Escola Secundária de Pombal

Em 2009 esta escola sofreu grandes alterações, fruto de um programa de modernização nacional denominado “Parque Escolar”. Este projeto permitiu que fossem construídos e instalados equipamentos mais recentes, dispondo a escola dispõe de um sistema de gestão técnica que permite à pessoa responsável controlar diversos fatores energéticos, como por exemplo a temperatura ambiente das salas de aula, o horário da iluminação, o horário de funcionamento do *chiller*, entre outros.

3.2. Requisitos gerais

A implementação de um SGE deverá ter como objetivo principal a melhoria do desempenho energético da escola, tendo por base procedimentos definidos que permitam avaliar periodicamente a melhoria contínua e oportunidades de melhoria.

Antes de implementar o SGE deverá fazer-se uma revisão geral ao que já existe na escola, com a finalidade de compreender o estado atual da gestão da energia, as suas principais atividades e processos. Para isso devem fazer-se reuniões com as pessoas envolvidas na gestão de energia para recolher o máximo de informação necessária para a implementação, e iniciar-se a fase de sensibilização das pessoas chave quanto aos futuros elementos a conceber para o SGE. Também se determinará nesta fase como serão cumpridos os requisitos da norma de modo a alcançar a melhoria contínua do seu desempenho energético e do seu SGE, que poderá começar com a definição da equipa de energia.

Os âmbitos e as fronteiras do SGE devem também ser definidos de forma clara. O âmbito refere-se às atividades e instalações abrangidas pelo SGE, e a fronteira refere-se aos limites físicos definidos pela gestão. Portanto o âmbito da aplicação da norma são as instalações e as atividades desenvolvidas na ESP, nomeadamente as atividades letivas, sendo que as fronteiras, coincidem com os limites físicos do espaço ocupado pela mesma designadamente o edifício principal em conjunto com o espaço exterior.

3.3. Responsabilidade da gestão

Nesta fase pretende-se que a administração defina as responsabilidades na implementação do SGE, apresentando-se nos dois capítulos seguintes as principais atribuições a ser definidas.

3.3.1. Gestão de topo

Ao iniciar a implementação do SGE a administração deverá comprometer-se com o próprio SGE, para garantir que são disponibilizados todos os recursos necessários para o bom funcionamento do mesmo. Este compromisso traduz-se na constituição de uma equipa de energia e na criação da política energética.

Além disto, é recomendado ser feita uma abordagem a todos os elementos da organização sobre a importância da gestão de energia. Neste caso serão feitas, no início da implementação, apresentações no auditório da escola, com o objetivo de dar a conhecer como vai ser feita a implementação do SGE e os benefícios a que este vai dar origem.

Quando a implementação do SGE estiver concluída, deverá dar-se continuidade às apresentações, com uma periodicidade mínima anual, para apresentar os resultados do SGE, dar conhecimento da evolução dos IDE e do planeamento energético previsto.

3.3.2. Representante da gestão de topo e da equipa de energia

De início, a gestão de topo deverá estabelecer uma equipa de gestão de energia com o número de elementos que entender adequado. A equipa de energia deverá ser responsável pela melhoria da eficiência energética da escola, assegurando o bom funcionamento do SGE, criando e mantendo a política energética, fazendo o acompanhamento dos IDE, a definição de metas e objetivos e sua avaliação, proceder ao planeamento energético e reportar à gestão de topo os resultados do SGE.

Para a escolha da equipa de energia recomenda-se que estes tenham formação profissional na implementação e operação de um SGE segundo a norma ISO 50001 e, preferencialmente, tenham uma licenciatura na área da energia, assim como conhecimentos de legislação energética (Tabela 4).

Tabela 4 - Descrição da função da equipa de energia

| |
|---|
| <p>Função: Membro da equipa de energia</p> <p>Requisitos mínimos para o desempenho da função:</p> <p><u>Formação Académica:</u> Licenciatura (preferencialmente)</p> <p><u>Formação Profissional:</u> Formação na Norma ISO 50001.</p> <p><u>Experiência mínima:</u> Não exigida.</p> <p><u>Conhecimentos:</u> Conhecimento da legislação energética vigente aplicável e conhecimentos de informática na ótica do utilizador.</p> |
|---|

No Anexo I (Descrição de funções), encontram-se de uma maneira mais pormenorizada as responsabilidades e atribuições da equipa de energia.

3.4. Definição da política energética

Deve ser definida uma política energética que forneça a base do SGE. Esta deverá estabelecer os princípios gerais da escola, onde é declarado que se está a trabalhar no aumento da eficiência energética, no compromisso de cumprir os requisitos legais que dizem respeito à energia, em garantir os recursos necessários para atingir as metas, e assegurar a melhoria contínua.

Sugere-se que inicialmente seja criada uma versão preliminar com o apoio da gestão de topo, permitindo que ao longo da implementação do SGE, se possam fazer algumas modificações ao documento consoante as posturas adotadas, sendo depois novamente aprovada pela administração e decidido se será comunicada externamente. Após a aprovação, esta deverá ser revista anualmente, de forma a verificar se continua enquadrada e atualizada com os objetivos do SGE.

A política energética deverá ser comunicada a todos os colaboradores da escola, de maneira a estarem familiarizados com a mesma, incentivando-os a envolverem-se no processo de gestão de energia. A mesma deverá estar afixada nos vários locais apropriados para o efeito.

De forma a assumir o seu compromisso com a melhoria do desempenho energético, a ESP cria a sua política energética, onde assume as suas responsabilidades, assegura disponibilizar todos os recursos necessários para atingir os seus objetivos e metas e compromete-se a encorajar a aquisição de produtos e serviços eficientes no consumo de energia, a cumprir com todas as exigências legais aplicáveis e a formar e sensibilizar todos os colaboradores no desenvolvimento e práticas que melhorem o desempenho energético. (Anexo II – Política Energética).

3.5. Planeamento energético

O planeamento energético é fundamental para o desenvolvimento do SGE. Nesta fase deverá ser feita uma análise global a todos os dados de energia, pretendendo-se assim quantificar os consumos de energia, verificar os maiores aspetos de uso de energia, perceber os custos de energia associados e identificar oportunidades de melhoria. Esta análise de dados poderá ser feita através de auditorias energéticas por organizações externas, ou por parte da equipa de energia através da análise de faturas (inclui eletricidade, gás natural,...), leitura de contadores e outras medições.

3.5.1. Requisitos legais e outros requisitos

A equipa de energia terá que fazer o acompanhamento dos requisitos legais existentes e verificar a aplicabilidade de novos requisitos, fazendo a respetiva avaliação de conformidade e o registo dos mesmos. Além destes requisitos a própria escola poderá entender que a aplicação de outros requisitos não obrigatórios seja necessária e fazer o seu acompanhamento. Deverá ser criado e documentado um procedimento que explique como deve ser feita a identificação dos requisitos legais e a avaliação da sua conformidade. A descrição de como este procedimento deve ser efetuado será descrita no capítulo 3.7.2.

No momento inicial foram identificados como principais requisitos legais, os que constam tabela 5.

A Norma ISO 50001 é o principal requisito a aplicar, uma vez que é esta norma que irá estabelecer os requisitos para a implementação do SGE, fornecendo as linhas de orientação que irão permitir posteriormente a certificação e registo do SGE.

O Decreto-Lei nº 188/2013 aplica-se a esta escola uma vez que é propriedade de uma entidade pública e tem área interior útil de pavimento, ocupada por uma entidade pública e frequentemente visitada pelo público, superior a 500 m², segundo o artigo 3, da alínea b do ponto 3, sendo as regras para este escola definidas no RECS. Em conjunto com as portarias 349-A, 349-B e 349-D de 2013, este Decreto-Lei estabelece os requisitos para a caracterização do seu desempenho energético, no sentido de promover a eficiência energética e a qualidade do ar interior, como por exemplo a qualidade térmica envolvente, os valores mínimos de taxa de renovação de ar, os requisitos de eficiência dos sistemas

técnicos e dos sistemas de aproveitamento para fontes de energias renováveis. A portaria 349-D estabelece ainda os valores máximos de densidade de potência relativa associados a sistemas de iluminação.

Tabela 5 – Principais requisitos legais aplicados à Escola Secundária de Pombal

| Tema | Diploma | Resumo |
|------------------------|--|--|
| SGE | Norma ISO 50 001 | Estabelece os requisitos gerais para a implementação de um Sistema de Gestão de Energia |
| SCE | DL nº 118/2013 | O Diploma visa assegurar e promover a melhoria do desempenho energético dos edifícios através do Sistema de Certificação Energética dos Edifícios, que integra o Regulamento de Desempenho Energético dos Edifícios de Habitação (REH), e o RECS |
| | Portaria nº 349-A/2013 | Determina as competências da entidade gestora do SCE, regulamenta as atividades dos técnicos do SCE, estabelece as categorias de edifícios para efeitos de certificação energética, bem como os tipos de pré-certificados e certificados SCE e responsabilidade pela sua emissão, fixar as taxas de registo no SCE e, estabelece os critérios de verificação de qualidade dos processos de certificação do SCE, bem como os elementos que deverão constar do relatório e da anotação no registo individual do Perito Qualificado (PQ). |
| | Portaria nº 349-D/2013 | Determina os requisitos de conceção relativos à qualidade térmica da envolvente e à eficiência dos sistemas técnicos dos edifícios novos, dos edifícios sujeitos a grande intervenção e dos edifícios existentes |
| | | Determina os requisitos gerais e específicos para os parâmetros de iluminação de acordo com as normas europeias EN 12464-1 e EN 15193, bem como requisitos para a densidade de potência e requisitos de controlo, de regulação de fluxo e de monitorização e gestão |
| Portaria nº 353-A/2013 | Estabelece os valores mínimos de caudal de ar novo por espaço, bem como os limiares de proteção e as condições de referência para os poluentes do ar interior dos edifícios de comércio e serviços novos, sujeitos a grande intervenção e existentes e a respetiva metodologia de avaliação. | |
| Eficiência Energética | DL nº 68-A/2015 | Estabelece disposições em matéria de eficiência energética e produção em cogeração, transpondo a Diretiva n.º 2012/27/UE, do Parlamento Europeu e do Conselho, de 25 de outubro de 2012, relativa à eficiência energética e estabelece a aplicação do ECO.AP à administração local e regional. |

As normas EN 12464-1 e EN 15193, correspondem aos requisitos para a iluminação artificial. A primeira define os valores de iluminância ao nível do plano de trabalho em função do tipo de atividades a desempenhar nos espaços, enquanto a segunda indica os requisitos para a densidade de potência e requisitos de controlo, de regulação de fluxo e de monitorização e gestão.

O Decreto-Lei nº 68-A/2015, em particular o artigo 7º, define que a escola deve cumprir o objetivo de redução de energia definido no PNAEE, reportando anualmente os seus consumos através do barómetro de eficiência energética da Administração Pública e implementar medidas como planos de ação de eficiência energética, contratos de gestão de eficiência energética, alterações comportamentais, substituição de equipamentos, medidas de gestão de energia e renovações profundas.

3.5.2. Definição dos indicadores de desempenho energético

A partir dos dados obtidos deverão ser criados IDE, que permitam fazer uma verificação periódica, acompanhando assim a evolução para melhor ou pior do uso de energia. Os IDE definidos serão os consumos específicos de energia (CEE) que neste caso são: CEEárea, CEEalunos e CEEcozinha (Tabela 6).

Tabela 6 - Definição dos indicadores de desempenho energético

| Sigla | Indicador de desempenho | Forma de cálculo |
|--------------|--|---|
| CEEárea | Consumo de energia final vs área da escola [kWh/m ² .ano] | Consumo de energia final [kWh] / área da escola [m ²] |
| CEEalunos | Consumo de energia final vs nº de alunos [kWh/aluno.ano] | Consumo de energia final [kWh] / alunos [nº de alunos no ano letivo] |
| CEEcozinha | Consumo de energia final na cozinha vs nº de refeições servidas [kWh/refeição.ano] | Consumo de energia final na cozinha [kWh] / refeições servidas [nº de refeições servidas no ano letivo] |

Neste estudo apenas será utilizado CEEárea e o CEEalunos, uma vez que não foi possível ter acesso ao registo de leituras do consumo de energia na cozinha.

De forma a acompanhar corretamente a evolução dos IDE, deverão ser registados os resultados pela equipa de energia, conforme representa como exemplo, a tabela seguinte. Os resultados deverão ser registados trimestralmente, para avaliar se os objetivos estão a ser alcançados ou se é necessário fazer algum ajuste/alteração.

Tabela 7 - Acompanhamento dos IDE

| IDE | Fonte de dados | Apuramento | 2012/2013 | 2013/2014 | 2014/2015 | 2015/2016 | | | | |
|-------------------------------|-------------------------------|------------|-----------|-----------|-----------|-----------|----------|----------|----------|-------------|
| | | | | | | 1º Trim. | 2º Trim. | 3º Trim. | 4º Trim. | Total Anual |
| CEEárea [kWh/m ²] | Faturas e leitura do contador | Trimestral | 37,17 | 26,12 | 40,44 | | | | | |
| CEEalunos [kWh/alunos] | Faturas e leitura do contador | Trimestral | 412,2 | 253,2 | 403,69 | | | | | |

No fim de cada ano letivo deverão ser analisados os resultados finais e comparados com o consumo energético de referência definido.

3.5.3. Avaliação energética

A realização da avaliação energética deverá ser feita sempre que a equipa de energia considere adequado, devendo esta servir de suporte ao desenvolvimento do SGE. O procedimento para realização da avaliação energética deverá estar documentado e acessível às pessoas que poderão efetuar este processo (Anexo III).

No processo de avaliação energética foram identificadas as duas fontes de energia: a energia elétrica e o gás natural. A energia elétrica era fornecida pela EDP Serviço Universal, com a tarifa de longas utilizações para média tensão com um período tetra-horário, uma potência contratada de 292,95 kVA e a potência instalada de 630 kVA até ao final de 2014. A partir de 2015 a energia elétrica é fornecida pela EDP Comercial, com a tarifa de média tensão para ciclo semanal com feriados, tendo-se verificado a potência contratada de 246,14 kW e uma potência instalada de 630 kVA. O gás natural é fornecido pela Lusitaniagás, com a tarifa Base Baixa Pressão, no escalão 4 (1.001 – 10.000 m³).

3.5.3.1. Situação energética em 2012/2013

No ano letivo de 2012/2013 foi realizada uma auditoria energética à ESP, sendo os resultados obtidos utilizados agora na realização deste trabalho.

Neste período concluiu-se que houve um consumo de energia elétrica de 323.624 kWh e de gás natural de 69.985 kWh (Tabela 8). De referir que o consumo de gás natural apenas acontece na cozinha para a preparação das refeições, para aquecimento das águas quentes sanitárias (AQS) e aquecimento dos balneários. Também é importante referir que, neste ano letivo, existiam 955 alunos a estudar na escola, 99 docentes e 30 outros não docentes.

Tabela 8 - Consumo de energia no ano letivo 2012/2013

| | Energia final [kWh] | Energia primária [kWh _{EP}]* | Emissões carbónicas [tCO ₂ e] |
|------------------|---------------------|--|--|
| Energia Elétrica | 323.624 | 809.060 | 46,60 |
| Gás Natural | 69.985 | 69.985 | 14,14 |
| Total | 393.609 | 879.045 | 60,74 |

*Considerando o fator de conversão de 2,5 kWh_{EP}/kWh para a energia elétrica

Através da análise da faturação é possível perceber que os meses com maior consumo de energia elétrica coincidem com os períodos de Inverno e durante o período letivo, de Setembro a Junho (Figura 8).

No gráfico da figura 8, os dados não se encontram ordenados de forma cronológica, entendendo-se mais adequada esta representação. Os dados de 2012 representam os meses de agosto a dezembro e os dados de 2013 representam os meses de janeiro a julho.

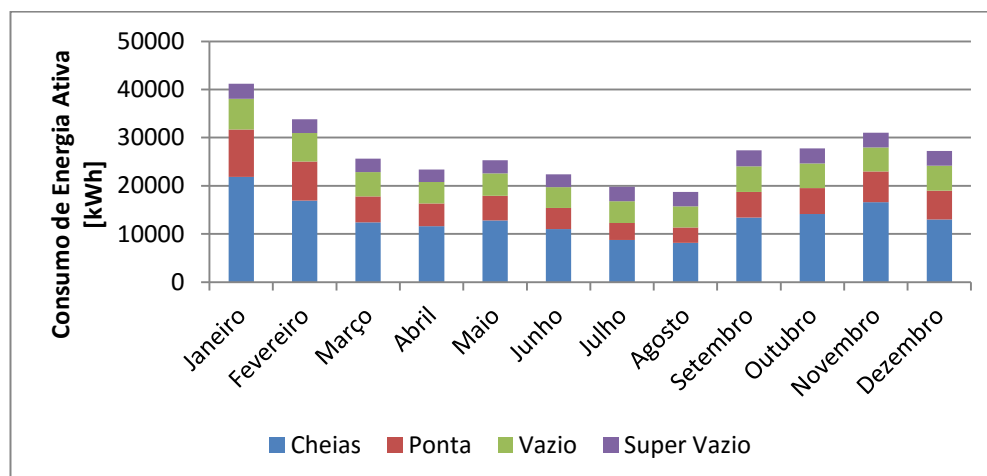


Figura 8 - Consumo de energia elétrica no ano letivo 2012/2013

Neste ano letivo, verifica-se através da figura 9 que o consumo de energia elétrica acontece em cerca de 50% no período de horas cheias, uma vez que este período coincide quase por completo com o horário em que são lecionadas as aulas. Os restantes períodos ocupam os outros 50%, com maior incidência no período de horas de pontas.

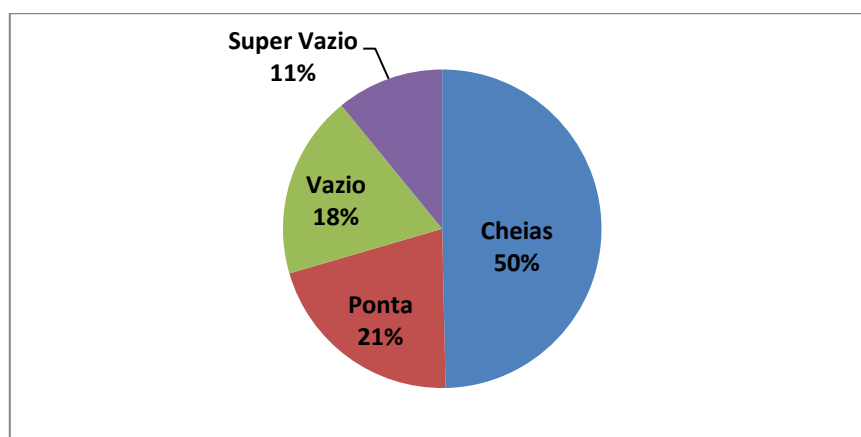


Figura 9 - Distribuição do consumo de energia elétrica no ano letivo 2012/2013

Os contadores independentes permitem saber o consumo de cada setor através do sistema de gestão técnica. Deste modo, fez-se a distribuição do consumo por setores, como demonstra a figura 10, e tendo-se verificado que o setor de maior consumo são as salas de aula (45%) onde existe iluminação praticamente o dia todo, assim como a ventilação e a climatização das mesmas, e também o funcionamento dos computadores e quadros interativos. A cozinha e refeitório encontram-se no segundo setor de maior consumo (19%), uma vez que têm equipamentos, como as fritadeiras, basculante, marmita, fogão e forno, com uma potência total instalada de 130 kW.

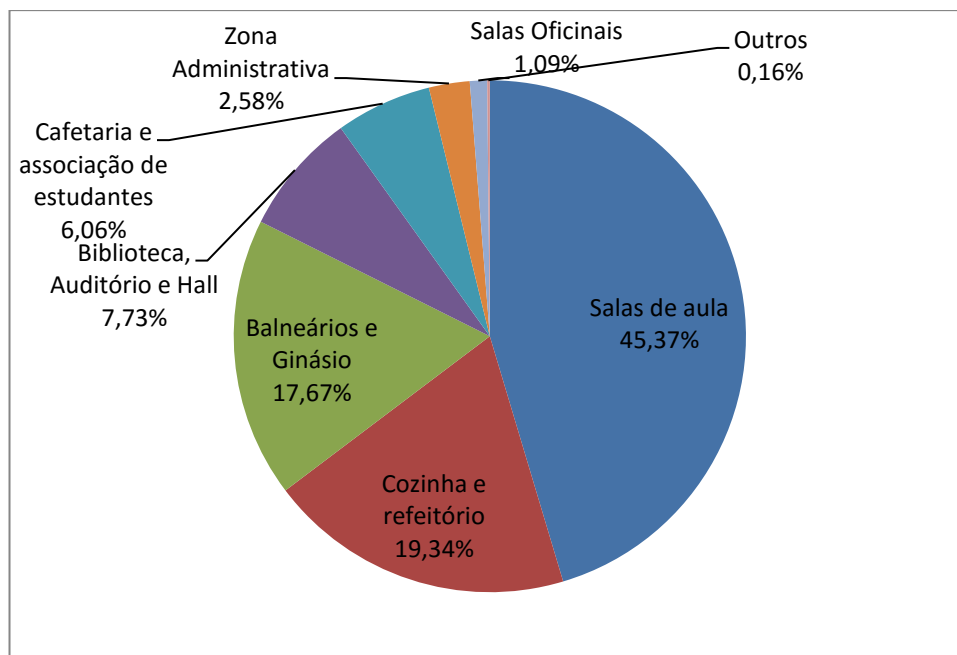


Figura 10 - Consumo de energia final por setor, no ano letivo 2012/2013

Com base nestes valores foram obtidos os IDE deste ano letivo. Uma vez que este ano letivo foi o primeiro ano alvo de análise, os valores deste mesmo ano serão utilizados como referência (Tabela 9).

Tabela 9 - Indicadores de desempenho energético no ano letivo 2012/2013

| Indicador | Energia Final | Energia Primária |
|-----------|-------------------------------|--|
| CEEárea | 37,87 kWh/m ² .ano | 84,58 kWh _{EP} /m ² .ano |
| CEEalunos | 412,16 kWh/aluno.ano | 920,47 kWh _{EP} /aluno.ano |

3.5.3.2. Situação energética em 2013/2014

Para a análise deste ano letivo procedeu-se à recolha das faturas de energia elétrica e do gás natural, e apurou-se que houve um consumo durante este ano de 341.016 kWh de energia elétrica e de 55.806 kWh de gás natural (Tabela 10). Assim, verifica-se que houve um aumento do consumo total de energia elétrica e uma diminuição do consumo de gás

natural. Neste ano letivo o número de alunos subiu para 1.072, o número de docentes foi de 106 e o número de não docentes foi de 31.

Tabela 10 - Consumo de energia no ano letivo 2013/2014

| | Energia final [kWh] | Energia primária [kWh_{EP}]* | Emissões carbónicas [tCO₂e] |
|------------------|--------------------------------|---|---|
| Energia Elétrica | 214.702 | 536.755 | 30,92 |
| Gás Natural | 56.760 | 56.760 | 11,47 |
| Total | 271.462 | 593.515 | 42,38 |

*Considerando o fator de conversão de 2,5 kWh_{EP}/kWh para a energia elétrica

Através da figura 11, constatou-se uma vez mais que os meses de maior consumo coincidem com o período de Inverno e os períodos de funcionamento das aulas.

No gráfico da figura 11, os dados não se encontram ordenados de forma cronológica, entendendo-se mais adequada esta representação. Os dados de 2013 representam os meses de agosto a dezembro e os dados de 2014 representam os meses de janeiro a julho.

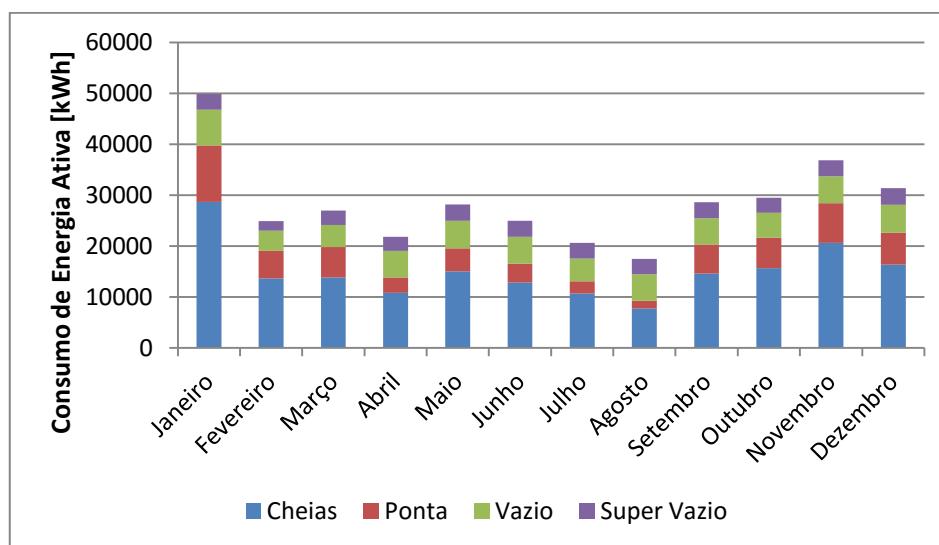


Figura 11 - Consumo de energia elétrica no ano letivo 2013/2014

Em relação aos períodos em que a energia elétrica foi consumida, confirma-se pela figura 12, que a maior percentagem corresponde ao período das horas cheias.

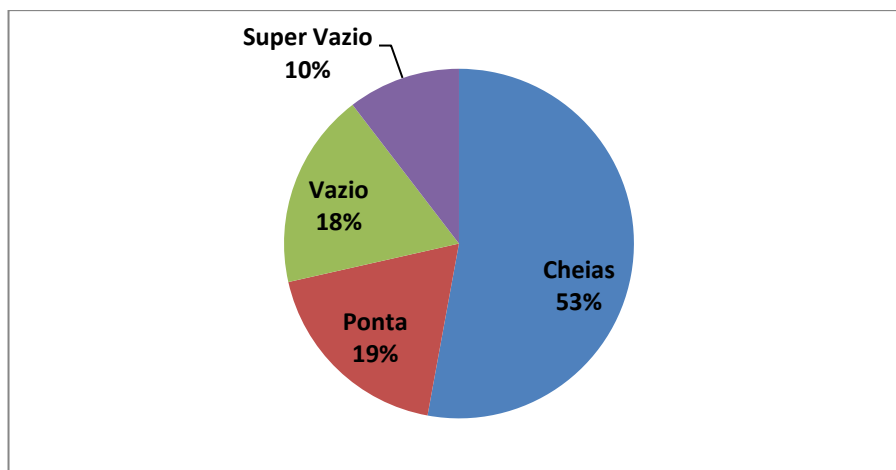


Figura 12 - Distribuição do consumo de energia elétrica em 2013/2014

Fazendo uma análise dos IDE (Tabela 11), consegue-se perceber que houve uma diminuição tanto no CEEárea, como uma diminuição no CEEalunos.

Tabela 11 - Indicadores de desempenho energético no ano letivo 2013/2014

| Indicador | Energia final | Energia primária |
|-----------|-------------------------------|--|
| CEEárea | 26,12 kWh/m ² .ano | 57,11 kWh _{EP} /m ² .ano |
| CEEalunos | 253,23 kWh/aluno.ano | 553,65 kWh _{EP} /aluno.ano |

3.5.3.3. Situação energética em 2014/2015

Este ano letivo foi o ano que permitiu um maior acompanhamento uma vez que coincidiu com a altura da realização do trabalho. Em relação a este ano letivo o número de alunos desceu para 1.041, o número de docentes foi de 114 e o número de não docentes foi de 33.

Os consumos de energia elétrica e de gás natural desceram os dois para 261.595 kWh e 54.977 kWh respetivamente (Tabela 12).

Tabela 12 - Consumo de energia no ano letivo 2014/2015

| | Energia final [kWh] | Energia primária [kWh_{EP}]* | Emissões Carbónicas [tCO₂e] |
|------------------|----------------------------|---|---|
| Energia Elétrica | 354.968 | 887.420 | 51,11 |
| Gás Natural | 65.278 | 65.278 | 13,19 |
| Total | 420.246 | 952.698 | 64,30 |

*Considerando o fator de conversão de 2,5 kWh_{EP}/kWh para a energia elétrica

Analisando a situação mensalmente, percebe-se pela figura 13, que a tendência dos outros anos se mantém, destacando-se neste ano um maior consumo no mês de Janeiro.

No gráfico da figura 13, os dados não se encontram ordenados de forma cronológica, entendendo-se mais adequada esta representação. Os dados de 2014 representam os meses de agosto a dezembro e os dados de 2015 representam os meses de janeiro a julho.

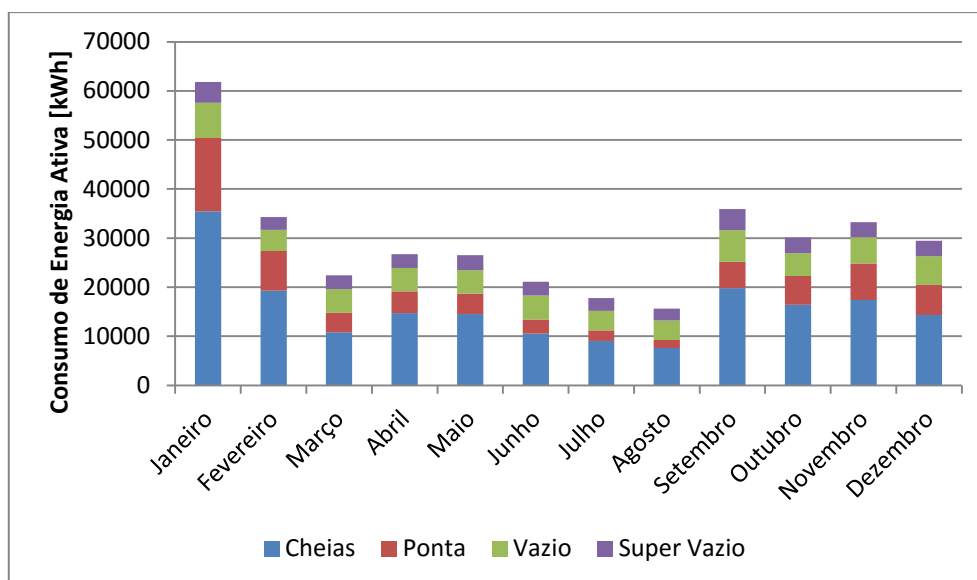


Figura 13 - Consumo de energia elétrica no ano letivo 2014/2015

Com a análise deste ano letivo pode constatar-se uma vez mais que no período das horas cheias se verificou um maior consumo (57%). Também se verifica que houve uma diminuição nos períodos de vazio e super vazio que se poderá explicar com o facto de se ter conseguido diminuir o consumo de alguns equipamentos que ficavam ligados nestes períodos (Figura 14).

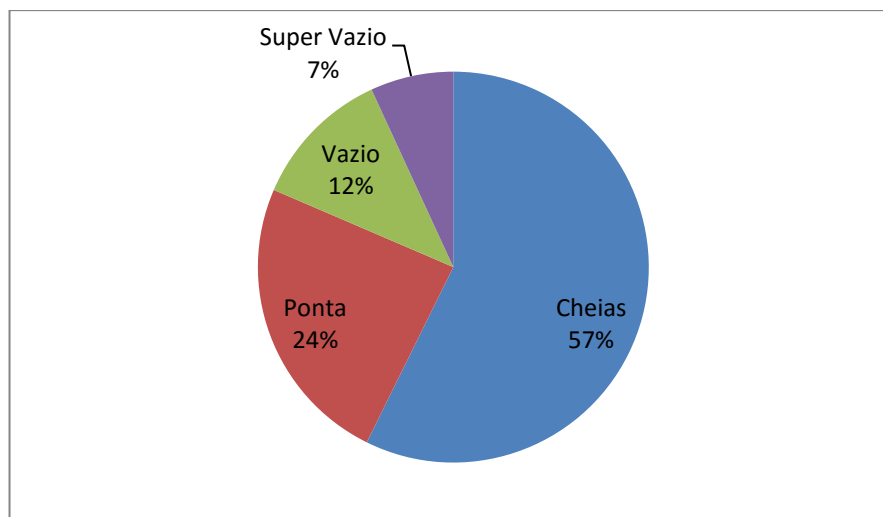


Figura 14 - Distribuição do consumo de energia elétrica no ano letivo 2014/2015

A tabela 13 permite concluir através da análise dos IDE que todos os indicadores tiveram um aumento significativo.

Tabela 13 - Indicadores de desempenho energético no ano letivo 2014/2015

| Indicador | Energia final | Energia primária |
|-----------|-------------------------------|--|
| CEEárea | 40,44 kWh/m ² .ano | 91,67 kWh _{EP} /m ² .ano |
| CEEalunos | 403,69 kWh/aluno.ano | 915,18 kWh _{EP} /aluno.ano |

Também neste ano letivo, foi possível aceder ao diagrama de carga anual (figura 15), através dos dados disponibilizados pela EDP Distribuição na sua plataforma *online*.

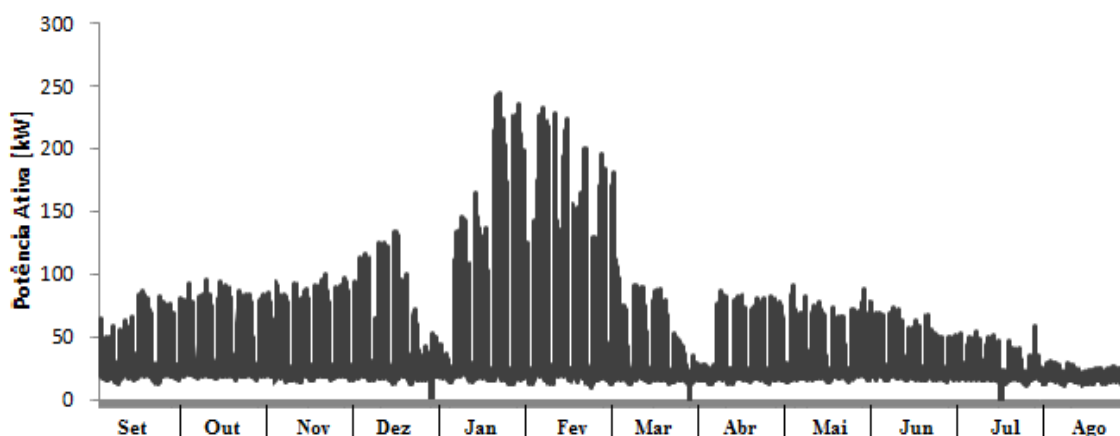


Figura 15 - Diagrama de carga anual do ano letivo 2014/2015

Cruzando os dados deste diagrama de carga, percebe-se que os maiores picos de potência coincidem com os meses de maior consumo de energia (janeiro e fevereiro), ou seja, neste período encontram-se mais equipamentos ligados, que se deverá ao facto de haver menos luminosidade natural e às temperaturas mais baixas nesta altura.

3.5.3.4. Comparação dos anos letivos analisados

Após a análise feita aos diferentes anos letivos, pode agora perceber-se a evolução dos resultados de ano para ano (Figura 16 e Tabela 14).

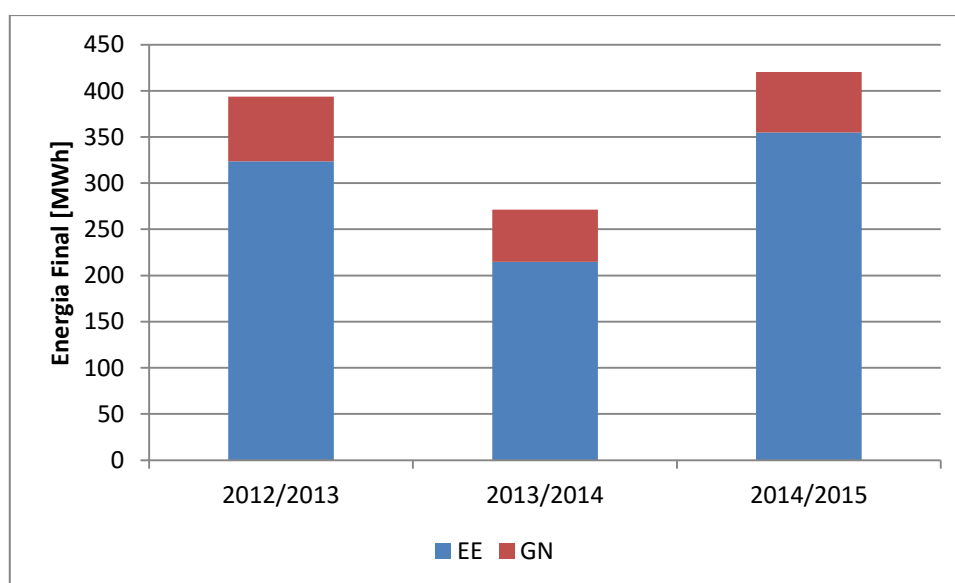


Figura 16 - Variação do consumo de energia nos três anos letivos

De referir que não foi possível proceder ao acompanhamento do CEEcozinha nos anos letivos 2013/2014 e 2014/2015, devido à falta de acesso ao consumo para este setor em particular.

Tabela 14 - Acompanhamento dos IDE dos anos letivos analisados

| Indicador de desempenho energético | 2012/2013 | 2013/2014 | 2014/2015 |
|--------------------------------------|-----------|-----------|-----------|
| CEEárea [kWh/m ² .ano] | 37,87 | 26,12 | 40,44 |
| CEEalunos [kWh/aluno.ano] | 412,16 | 253,23 | 403,69 |

Pela análise dos resultados, percebe-se que se registou uma boa evolução do ano letivo 2012/2013 para o ano letivo 2013/2014, uma vez que os indicadores diminuíram significativamente, principalmente o CEEalunos, registando-se uma diminuição de 38%. Em análise presencial na escola e das declarações do responsável pela gestão de energia no momento, verificou-se que esta diminuição resultou de uma maior sensibilização dos funcionários e alunos, assim como um maior acompanhamento dos consumos e respetivos ajustes no sistema de gestão técnica, como por exemplo, a regularização do horário de aquecimento.

Já em relação ao último ano letivo percebe-se que houve um aumento do indicador CEEalunos em relação a 2013/2014, mas mesmo assim melhor do que no ano letivo 2012/2013.

Conjuntamente com o responsável pela gestão de energia na escola e pela análise de dados climáticos, entendeu-se que a principal causa desta subida poderá estar relacionada com o facto de este ano ter sido considerado um ano mais frio que o anterior, nomeadamente nos meses de janeiro e parte de fevereiro, como se pode comprovar através da análise aos boletins climatológicos mensais disponibilizados pelo Instituto Português do Mar e da Atmosfera (IPMA), onde é representado o desvio de temperatura em relação à média em janeiro e fevereiro respetivamente e, principalmente, em relação a 2014 [17][18].

Estas condições climáticas obrigaram a que o sistema de aquecimento estivesse ligado até horários mais tardios, enquanto em outros anos não era necessário o aquecimento ligado a partir das 13h, que era quando se atingia a temperatura de conforto. Também nos meses mais húmidos, apesar de não ser habitual ligar o aquecimento, houve necessidade de utilizar a ventilação forçada para manter as salas secas porque não era possível arejar as salas abrindo as janelas.

Foram obtidos os diagramas de carga do ano letivo 2012/2013, na semana de 17 de abril de 2013 a 23 de abril de 2013 (Figura 17) e do ano letivo 2014/2015, na semana de 1 de junho de 2015 e 7 de junho de 2015 (Figura 18).

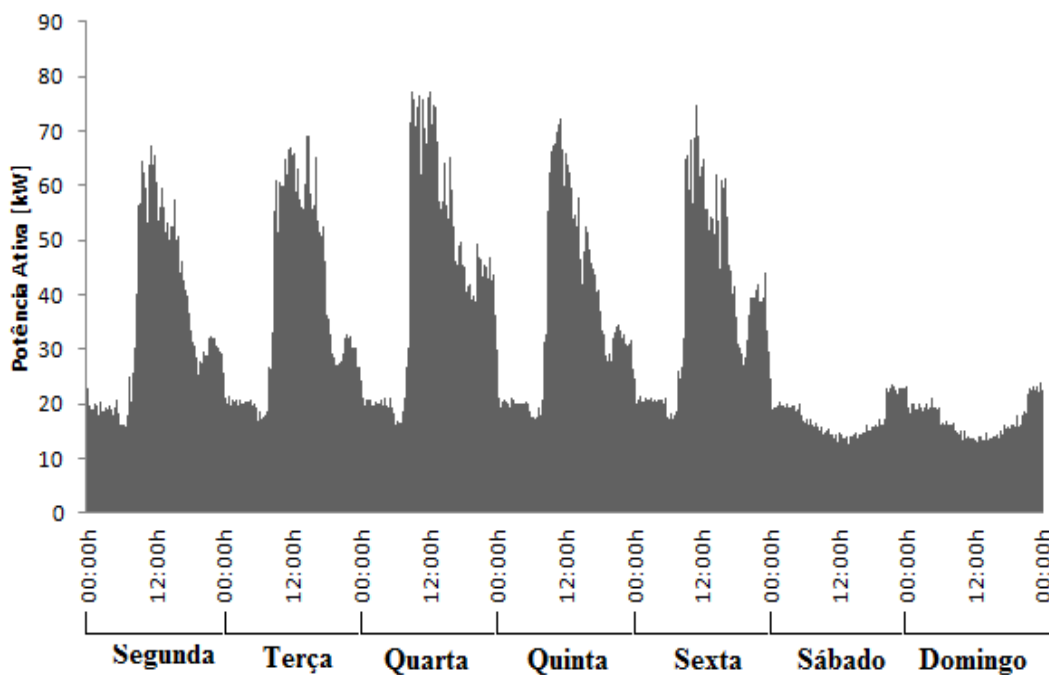


Figura 17 - Diagrama de carga do ano letivo 2012/2013

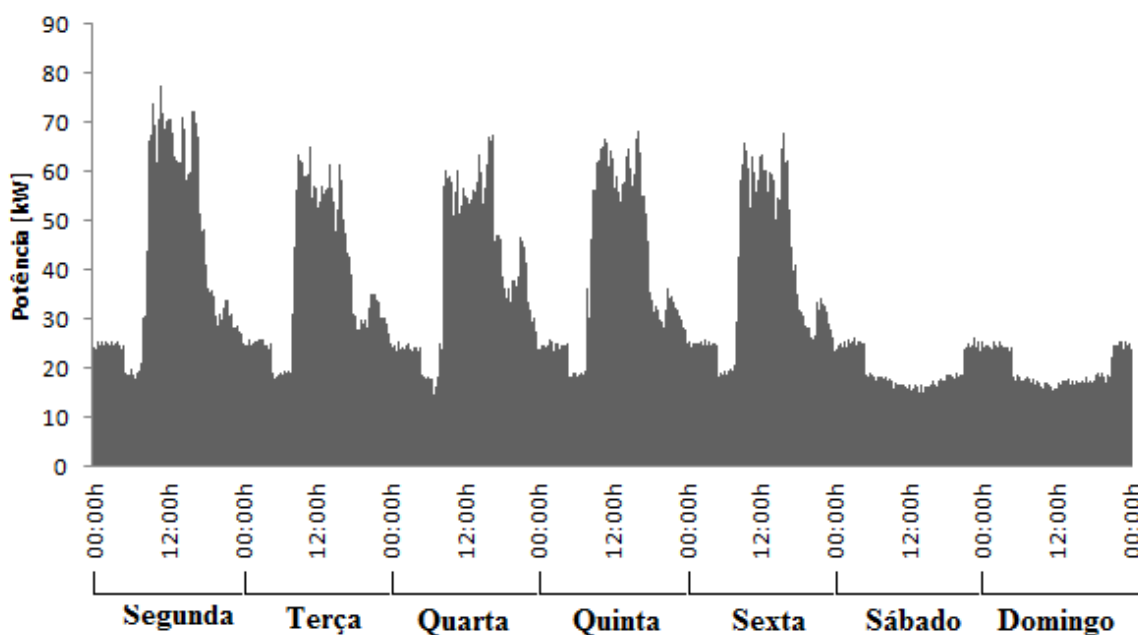


Figura 18 - Diagrama de carga do ano letivo 2014/2015

Comparando os diagramas de carga verifica-se que não existiram alterações significativas. Os maiores picos de consumo coincidem com a hora de almoço, variando entre os 60 e os 70 kW, tendo-se atingido uma potência máxima de 80kW apenas num dia específico. Em relação ao período noturno e aos fins-de-semana verifica-se que os picos de potência praticamente se mantiveram iguais.

3.5.3.5. Comparação com valores de referência mundiais

A fim de perceber a situação da escola relativamente a outros países, foram identificados alguns CEE por área, relativos á energia final, de escolas secundárias internacionais e comparados com os valores obtidos (Tabela 15).

Tabela 15 - Consumos específicos de energia final noutros países [kWh/m².ano]

| ESP - Melhor Resultado | ESP – 2014/2015 | Reino Unido[19] | Grécia [20] | Hong Kong[21] | Finlândia[22] | Canadá [22] | Argentina[23] |
|-------------------------------|------------------------|------------------------|--------------------|----------------------|----------------------|--------------------|----------------------|
| 26,12 | 40,44 | 196 | 93 | 59,44 | 217 | 357 | 123 |

Pela análise da tabela 15, dá para entender que a ESP tem a melhor prestação, tanto no último ano letivo como no seu melhor resultado. De salientar que nesta análise tem que se ter em conta que são países com climas diferentes, assim como os outros valores obtidos são médias de todas as escolas analisadas, e não as escolas com melhores resultados.

3.5.3.6. Análise da avaliação energética e oportunidades de melhoria

Atualmente existem implementadas algumas medidas de eficiência energética, como a utilização de lâmpadas energeticamente eficientes, utilização de sistema solar térmico para aquecimento das AQS, sensores de luminosidade e o reaproveitamento do vapor do fogão da cozinha para pré-aquecimento das AQS. De referir também que a escola se encontra preparada, e o projeto está também em análise, para que sejam introduzidos painéis fotovoltaicos.

Apesar destas vantagens, a escola apresenta alguns aspetos menos positivos, como é o caso de as unidades de expansão de ar nas salas de aula, não serem controladas de forma independente, ou seja, caso uma sala esteja vazia, essa unidade continua a aquecer/arrefecer o espaço. Em algumas salas o valor de CO₂ ultrapassa o limite máximo definido de 1.000 ppm¹ (D.L. nº 79/2006), não sendo possível recircular o ar para baixar a

¹ ppm – partes por milhão

temperatura. Também as portas exteriores do bloco B1, para acesso ao público encontram-se continuamente abertas, verificando-se trocas de calor com o exterior.

Foi também verificado que na biblioteca a iluminação está ligada durante todo o dia, devendo assim ser analisado se é mesmo necessário ou se existe outra hipótese mais correta, como por exemplo a substituição por lâmpadas LED. Outro dos problemas identificado é o facto dos aparelhos de tecnologia de informação e comunicação (TIC) se encontrarem muitas das vezes ligados desnecessariamente. Após a sua utilização não é feita a verificação se estes foram desligados, acontecendo por vezes, que estes ficam ligados durante a noite e até mesmo ao fim de semana.

3.5.4. Consumo energético de referência

A equipa de energia deverá estabelecer um consumo energético de referência, de forma a ter um termo de comparação para a evolução do desempenho energético.

A norma refere que o consumo energético de referência deve ser estabelecido com base na primeira avaliação energética efetuada. Assim, o consumo energético de referência para a escola será o IDE CEEárea de 2012/2013, com o valor de 37,87 kWh/m².ano.

3.5.5. Definição de objetivos e metas energéticas

Devem ser estabelecidas metas e objetivos que permitam compreender os resultados obtidos e que possa ser aferida a melhoria do desempenho energético. As metas e os objetivos de energia são indicadores quantitativos de eficiência energética que podem ser de curto ou longo prazo. Um exemplo de um objetivo será a redução de energia consumida por aluno ou a substituição de um equipamento num determinado prazo, enquanto uma meta será, por exemplo, a redução de 1% de energia consumida por aluno no próximo ano.

Para o estabelecimento das metas e objetivos deve-se ter por base a análise de energia que se fez anteriormente, pretendendo-se, se possível, aplicar as oportunidades de melhoria detetadas, tendo em atenção que as metas e objetivos devem ser adequadas à realidade da escola, estando quantificadas e com prazo definido e que correspondem ao compromisso assumido na política energética. Neste caso sugere-se que se faça uma boa

análise aos planos de ação a implementar, para que se possa perceber a quantidade de energia que se vai poupar e em quanto tempo.

Tabela 16 - Objetivos e metas energéticas

| Item da política energética | Objetivo | Meta | Ações | Responsável | Meios | Prazo |
|---|---|---------------------|---|----------------------------|------------------------|------------|
| Implementação da norma ISO 50 001 | Obtenção do certificado energético | Certificado | Implementação do SGE segundo a ISO 50001 | Equipa de Energia | Recursos Humanos | Dez-2016 |
| Melhoria do desempenho energético | Reduzir o consumo elétrico | <=7% | Otimização da Iluminação da biblioteca | Equipa de Energia | Equipa de Manutenção | Dez-2017 |
| | | | Funcionamento dos Aparelhos Informáticos | Equipa de Energia | Técnico de Informática | Dez-2016 |
| | | | Substituição das luminárias das salas de aula | Equipa de Energia | Equipa de Manutenção | Dez-2017 |
| Formação e sensibilização de todos os colaboradores | Sensibilizar toda a comunidade escolar | 1 projeto por turma | “A Energia na Área de Projeto” | Equipa de Energia/Docentes | Recursos Humanos | Anualmente |
| | Disponibilizar a formação adequada a todos os colaboradores | - | Ações de formação e sensibilização | Equipa de Energia | Recursos Humanos | Anualmente |

Com base no consumo de energia elétrica do último ano letivo (354.968 kWh) e considerando que são aplicados os planos de ação neste primeiro ano do SGE, em que se estima que a otimização da iluminação da biblioteca, a regulação do funcionamento dos aparelhos informáticos e a substituição das luminárias nas salas de aula poupem cerca de 27.209,64 kWh conjuntamente, estabeleceu-se como meta a redução do consumo elétrico em 7%.

3.5.6. Definição dos planos de ação a implementar

Após o estabelecimento das metas e dos objetivos, é necessário criar planos de ações para que se atinjam os objetivos. Um plano de ação pode ser a substituição de um equipamento, uma mudança de comportamento, a monitorização de um equipamento,

sendo que estes planos devem ter uma pessoa responsável, devem ser quantificados e ter um período de tempo para o seu cumprimento. Na criação de um plano de ação é aconselhável calcular o seu investimento, o seu potencial de poupança e o seu período de retorno de investimento (PRI), se possível, para definir se será vantajoso a aplicação do plano de ação.

Na tabela 17 são apresentados os planos de ação que se pretendem implementar, sendo estes explicados detalhadamente nas secções seguintes. De referir que, no caso do plano de ação “A Energia na Área de Projeto”, uma vez que este plano de ação se baseia em ações de sensibilização, é difícil estimar os seus custos e as poupanças obtidas, equiparando-se às medidas intangíveis do PPEC.

Tabela 17 - Planos de ação a implementar

| Descrição | Responsável | Prazo | Investimento [€] | Poupança de energia anual [kWh] | Poupança monetária anual** [€] | PRI |
|--|------------------------------|------------------|-------------------------|--|---------------------------------------|-------------------|
| Otimização da iluminação da biblioteca* | Equipa de Energia | Dezembro de 2017 | 2.948,74 | 1.047,60 | 152,95 | 16 anos e 8 meses |
| Funcionamento dos aparelhos informáticos | Equipa de Energia | Dezembro de 2016 | Nulo | 8.205,29 | 1.197,97 | Imediato |
| Substitui das luminárias nas salas de aula | Equipa de Energia | Dezembro de 2017 | 11.044,90 | 17.956,64 | 2.621,67 | 4 anos e 2 meses |
| “A Energia na Área de Projeto” | Equipa de Energia e Docentes | Anualmente | - | - | - | - |

*Considerando a proposta mais viável.

**Considerado o um custo de 0,146€/kWh

3.5.6.1. Otimização da iluminação na biblioteca

A biblioteca da escola é um espaço localizado no bloco F que pode ser frequentado pelos alunos durante todo o dia. A iluminação deste espaço encontra-se ligada durante o seu período de funcionamento, que é aproximadamente de 10h por dia.

Para garantir a iluminação da biblioteca, estão instaladas 4 lâmpadas fluorescentes tubulares T5 (Figura 19) e 12 lâmpadas fluorescente compactas (Figura 20).



Figura 19 - Lâmpadas fluorescentes tubulares T5



Figura 20 - Lâmpadas fluorescente compactas

Neste plano de ação pretende-se analisar a iluminação atual da biblioteca, e apresentar algumas análises que foram feitas para aferir se existem alterações que podem ser efetuadas para uma melhoria da eficiência energética. Este plano de ação deverá ser implementado até dezembro de 2017, recorrendo a técnicos especializados para o efeito que procedam às alterações sugeridas de seguida.

Analisando particularmente as lâmpadas existentes na biblioteca (Tabela 18), verifica-se que a tecnologia instalada já é uma tecnologia energeticamente eficiente. Neste momento a potência instalada é de 196W em relação às lâmpadas fluorescentes tubulares T5, sendo a maior potência instalada associada às lâmpadas fluorescentes compactas, com uma potência de 1.440W. Considerando que a biblioteca tem um funcionamento de 10h/dia, obtém-se atualmente um consumo diário neste espaço de 16,4 kWh/dia.

Tabela 18 – Características da iluminação da biblioteca

| N.º Luminárias | Lâmpadas | | | | | | | Consumo |
|----------------|----------------------------------|-----------------------|----------|--------------------|------------------------|--------------------------|-------------------------------|---------|
| | Tipo | Potência Unitária [W] | Balastro | N.º Total Lâmpadas | h/dia em funcionamento | N.º Circuitos de Comando | Potência total Instalada* [W] | kWh/dia |
| 4 | Fluorescente Tubular T5 | 49 | E | 4 | 10 | 2 | 196 | 2,0 |
| 12 | Lâmpadas Fluorescentes compactas | 120 | E | 12 | 10 | 4 | 1.440 | 14,4 |

*Não foi contabilizada a potência dos balastros

A iluminação neste espaço está dividida em circuitos, sendo que as lâmpadas fluorescentes tubulares T5 apresentam dois circuitos de comando, e as lâmpadas fluorescentes compactas apresentam quatro circuitos de comando, estando a disposição dos circuitos representada por cores diferentes, na figura 21.

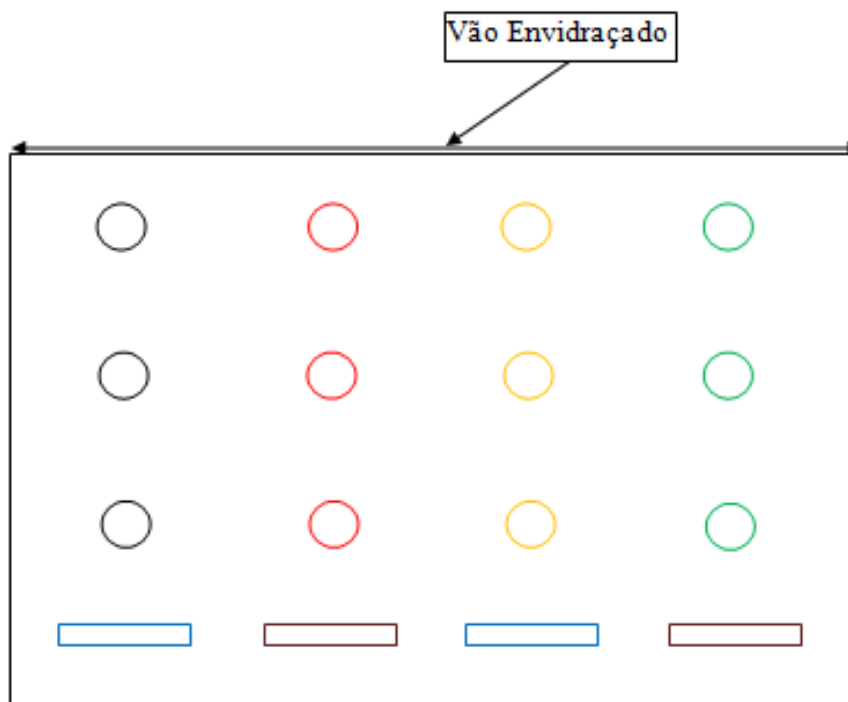


Figura 21 – Esquema dos circuitos de comando da iluminação na biblioteca

Esta disposição dos circuitos não é considerada a mais correta, uma vez que não aproveita totalmente a luz solar disponível, como será explicado seguidamente.

A partir de uma simulação no software de cálculo da DIALux, foi possível fazer uma aproximação à distribuição do fluxo luminoso atualmente presente na biblioteca (Figura 22), sem ser contabilizada a luz do dia. Também a partir desta simulação e considerando uma superfície de medição de 200,08m², percebeu-se que, neste momento, o valor de densidade de potência de iluminação (DPI) está nos 2,34 W/(m².100lux), ou seja, considerando o valor que entrou em vigor a partir de Dezembro de 2015, segundo a Portaria 349D/2013, este está próximo, mas dentro dos limites, do valor máximo de DPI permitido (2,40). Em relação ao fator de uniformidade da luminosidade, este valor é de 0,610 atualmente.

Apesar de na figura os valores não atingirem os 500 lux, que é o mínimo recomendado pela norma EN 12464-1, tem que se ter em conta que esta simulação é sem a luz natural e que o vão envidraçado da biblioteca encontra-se virado a norte, admitindo-se assim que esse valor seja cumprido, como se verificou nas medições efetuadas, apresentadas de seguida.

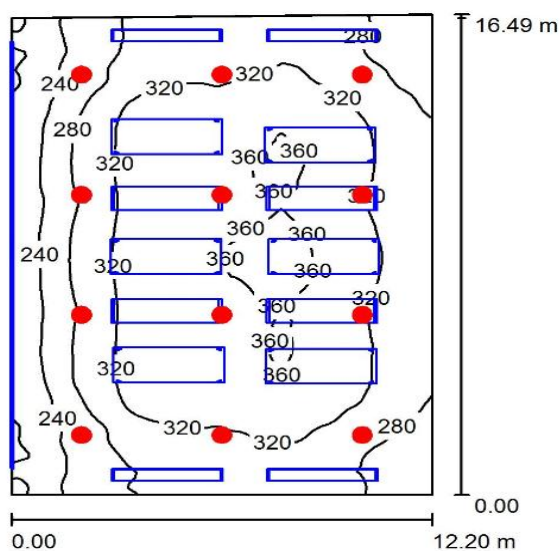


Figura 22 – Distribuição luminosa atual da biblioteca

No dia 23 de Março de 2015 foi realizada uma medição da luminância em diversos pontos da biblioteca, como esquematizado na figura 23, de forma a verificar se a iluminação era a ideal e se cumpria os mínimos exigidos, neste caso 500 lux. Procedeu-se às medições em quatro horários diferentes ao longo do dia, fazendo o teste com a luz ligada e desligada, obtendo-se os resultados da tabela 19 (Anexo IV).

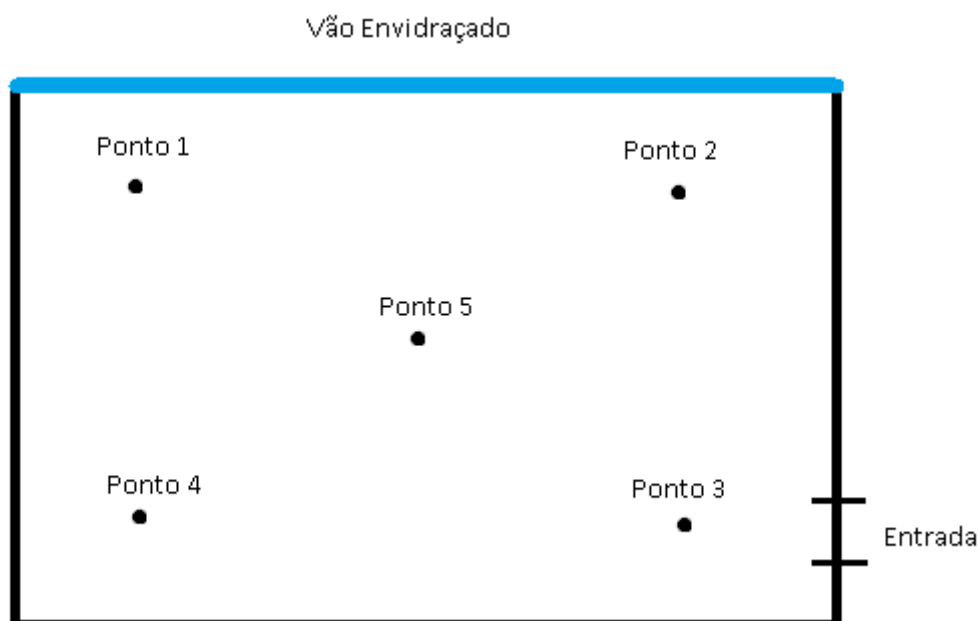


Figura 23 - Esquema dos pontos de medição da iluminação na biblioteca

Tabela 19 – Medição da iluminação da biblioteca em lux

| Hora | 9h00 | | 12h00 | | 14h00 | | 17h00 | |
|----------------|-------------------|----------------------|-------------------|----------------------|-------------------|----------------------|-------------------|----------------------|
| | Iluminação ligada | Iluminação desligada | Iluminação ligada | Iluminação desligada | Iluminação ligada | Iluminação desligada | Iluminação ligada | Iluminação desligada |
| Ponto 1 | 1.490 | 1.329 | 2.180 | 1.470 | 2.320 | 2.280 | 1.104 | 1.016 |
| Ponto 2 | 1.356 | 1.088 | 1.385 | 1.253 | 1.956 | 1.660 | 861 | 807 |
| Ponto 3 | 670 | 640 | 838 | 778 | 907 | 807 | 310 | 283 |
| Ponto 4 | 596 | 395 | 713 | 647 | 781 | 641 | 306 | 114 |
| Ponto 5 | 1.133 | 807 | 1.154 | 1.085 | 1.731 | 1.458 | 654 | 632 |

Analisando os resultados, percebe-se que na maioria do tempo em quase todos os pontos a iluminação é suficiente. Apenas ao fim do dia, nos pontos mais afastados do vão envidraçado, esses valores estavam abaixo dos 500lux.

De referir que na parte da manhã deste dia, o céu encontrava-se ligeiramente nublado, enquanto ao final do dia este já se encontrava muito nublado, podendo afetar assim as medições. No entanto como o período letivo ocorre maioritariamente nas estações do ano Outono, Inverno e Primavera e que nestas estações é raro existirem vários dias de céu limpo, estes resultados foram aceites.

Após a análise da iluminação atual da biblioteca, pretendeu-se perceber se era possível fazer alguns ajustes de maneira a fazer uma otimização. À primeira vista, foi identificada a disposição dos circuitos das lâmpadas fluorescentes compactas como não sendo a mais correta, propondo-se que, se possível, ou na próxima ação de manutenção, seja feita a alteração para que sejam apenas 3 circuitos de 4 lâmpadas que trabalham paralelamente ao vão envidraçado ao invés do atual que trabalha perpendicularmente ao vão envidraçado. Esta estratégia permitirá que no período do dia de com maior luminosidade seja possível desligar o circuito mais próximo do vão envidraçado.

A proposta alternativa que se entende como a mais viável passaria pela substituição das lâmpadas fluorescentes compactas por outras de maior eficiência, de preferência de tecnologia LED. Deste modo foi analisada a substituição por outros tipos de luminárias, apresentando-se as melhores 3 soluções na tabela 20.

Para a realização deste estudo pretendeu-se a substituição por luminárias com uma diferença significativa de potência unitária, e que se possível não fosse necessário alterar a disposição das canalizações elétricas.

Tabela 20 - Características das luminárias analisadas

| Solução | Tipo de luminárias | Potência unitária [W] | Fluxo luminoso [lm] | Custo da luminária [€] |
|----------------|---------------------------|------------------------------|----------------------------|-------------------------------|
| 1 | SMD3030 LG Innotek | 70 | 7.350 | 79,00 |
| 2 | Epistar 80W | 80 | 7.200 | 74,95 |
| 3 | WeLED 80W | 80 | 8.800 | 150,00 |

Na determinação de quantas luminárias de cada tipo seriam necessárias para garantir as necessidades de iluminação, teve-se em conta que a distribuição luminosa deveria pelo menos garantir os valores já existentes. Os resultados obtidos encontram-se apresentados na tabela 21, referindo-se que nos cálculos efetuados foi considerado o preço do kWh de 0,146€, correspondendo ao preço médio de faturação durante o ano de 2014.

Tabela 21 – Resultados da substituição das diferentes luminárias propostas

| Sol. | Luminária | Nº de luminárias | Consumo [kWh/ano] | Poupança energética anual [kWh] | Poupança monetária anual [€] | Custo total das luminárias [€] | PRI |
|----------|---------------------------|------------------|-------------------|---------------------------------|------------------------------|--------------------------------|-------------------|
| - | ARTEMIDE (Atual) | 12 | 2.793,60 | - | - | - | - |
| 1 | SMD3030 LG Innotek | 12 | 1.629,20 | 1.164,00 | 169,94 | 948,00 | 5 anos e 7 meses |
| 2 | Epistar 80W | 12 | 1.862,40 | 931,20 | 135,46 | 899,40 | 6 anos e 7 meses |
| 3 | WeLED 80W | 12 | 1.862,40 | 931,20 | 135,46 | 1800,00 | 13 anos e 3 meses |

Da análise dos resultados, percebe-se que as soluções 1 e 2 apresentam um PRI bastante aceitável e que a melhor é a solução 1 com um PRI de cerca de 5 anos e 7 meses.

Com as luminárias da solução 1, obter-se-ia a distribuição luminosa presente na figura 24, onde mais uma vez não é contabilizada a luz do dia. Comparando esta imagem com a figura 22 nota-se claramente uma melhoria significativa no que diz respeito a esta distribuição.

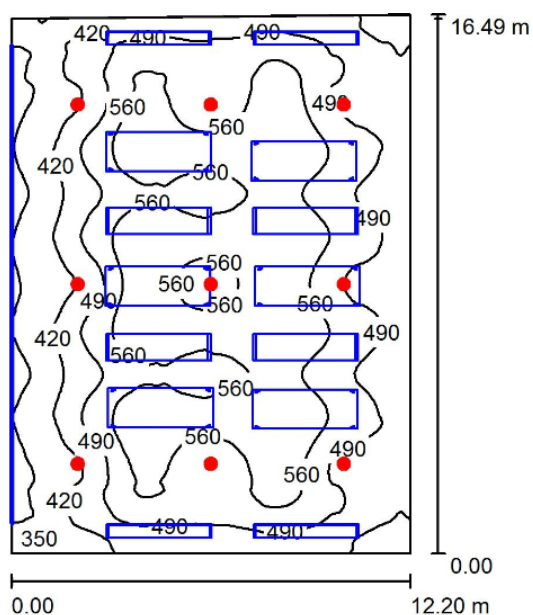


Figura 24 - Distribuição luminosa sugerida para a biblioteca

Neste caso o DPI obtido foi de 0,88 W/(m².100lux), considerando a mesma superfície de medição. Este valor para além de ser consideravelmente mais reduzido que o valor apresentado para a solução atual (2,34 W/(m².100lux), assegurando-se também que se encontra consideravelmente abaixo dos limites legais impostos desde janeiro.

. Em relação ao fator de uniformidade, este seria de 0,549, baixando assim ligeiramente, no entanto com os valores mínimos de luminosidade superiores aos atuais.

De modo a aferir se os resultados esperados com este plano de ação estão a ser atingidos, sugere-se também neste ponto que seja seguido um plano de medição e verificação. Este plano poderá ser implementado através da leitura dos contadores independentes, registando-se o valor do contador da biblioteca antes da implementação do plano de ação, de modo a permitir a comparação com os valores obtidos antes da intervenção. Caso não seja possível analisar anos anteriores, deverá começar a ser feito o registo dos dados antes da implementação do plano de ação, e posteriormente proceder-se à comparação com os resultados obtidos, em iguais períodos de tempo. Também é aconselhável a medição da iluminância, com um luxímetro, para verificar se os requisitos de luminosidade continuam a ser cumpridos.

3.5.6.2. Funcionamento dos aparelhos informáticos

Atualmente existem nesta escola 249 conjuntos de computadores iguais (PC+TFT), distribuídos pelas salas de aula, salas de reuniões, secretarias, salas de informática, entre outras, que correspondem a uma potência instalada de 27,39 kW.

Como referido, muitas das vezes os equipamentos informáticos encontram-se ligados desnecessariamente à noite e ao fim de semana. Após uma análise presencial e através do diálogo com o responsável pela gestão de energia, pode assumir-se que ficam cerca de 50% dos computadores ligados em períodos desnecessários. Para reverter esta situação existem algumas medidas que poderão ser implementadas. Na análise deste ponto apenas foram considerados os computadores.

Tabela 22 - Aparelhos informáticos instalados atualmente

| Designação | Quantidade | Potência total instalada [kW] |
|-------------------|-------------------|--------------------------------------|
| PC+TFT | 249 | 27,39 |

A principal medida que se sugere é a instalação de um software que permita fazer com que todos os computadores sejam encerrados meia hora depois do fim das aulas no caso das salas de aula e uma hora depois do fim das aulas nas partes administrativas e salas de professores. Caso não seja possível a instalação deste software, sugere-se que todos os computadores estejam ligados no mesmo circuito elétrico, e que este seja desligado também no mesmo horário.

Para determinar o máximo de poupança que se poderia obter com esta alteração, foram feitas medições aos computadores, através de um medidor de energia, obtendo-se os resultados da tabela 23.

Tabela 23 - Potência instantânea medida dos aparelhos informáticos

| | CPU [W] | Monitor [W] | Total do conjunto [W] |
|------------------------|----------------|--------------------|------------------------------|
| Equipamento OFF | 1 | 0,6 | 1,6 |
| Equipamento ON | 35,7 | 20 | 55,7 |

Com base na análise anterior, apuraram-se os resultados de poupança de energia e monetária que se poderia obter anualmente (Tabela 24). Para isso foi considerada a hipótese de ficarem metade dos computadores ligados durante a noite e fim-de-semana. Para este cálculo considerou-se como preço do kWh o preço médio obtido para o ano de 2014 (0,146€), que resultou da análise da faturação. Referir também que se teve em questão apenas os dias do ano letivo, ou seja, foram ignorados o período de férias de Natal, Páscoa e o mês de agosto.

Tabela 24 - Poupanças obtidas no plano de ação dos aparelhos informáticos

| | Consumo anual [kWh/ano] | Poupança anual [kWh/ano] | Poupança monetária anual [€/ano] | Investimento [€] | PRI |
|-----------------------|--------------------------------|---------------------------------|---|-------------------------|------------|
| Cenário atual | 67.904 | - | - | - | - |
| Cenário futuro | 39.944 | 27.960 | 4.082 | Nulo | Imediato |

O controlo deste plano de ação deverá ser feito através da instalação de medidores de energia, em períodos diferentes (fins de semana inclusive), em computadores diferentes e também em conjuntos de computadores.

3.5.6.3. Substituição das luminárias das salas de aula

Com este plano de ação pretende-se substituir as luminárias das 45 salas de aula da escola. Na tabela 25 são apresentadas as características das luminárias atualmente instaladas.

Para a substituição destas luminárias, selecionaram-se luminárias com um fluxo luminoso próximo do atualmente instalado, para não reduzir a qualidade da iluminação. Foram selecionadas as luminárias da PHILIPS LEDtube por se considerarem ser as luminárias com melhores vantagens de substituição, tanto a nível de poupança de energia e de redução de custos. Também a facilidade de substituição foi tida em conta. As características desta luminária são igualmente apresentadas na tabela 25.

Tabela 25 - Características das luminárias atuais e das luminárias futuras

| | Luminárias | | | | | | Consumo | |
|-----------------------|-----------------------|-------------------------|------------------------------|----------------------------|-------------------------------|----------------------------|----------------|----------------|
| | N.º luminárias | Tipo | Potência unitária [W] | Fluxo luminoso [lm] | h/dia em funcionamento | Potência total [kW] | kWh/dia | kWh/ano |
| Cenário atual | 445 | Fluorescente Tubular T5 | 49 | 2.760 | 8 | 21,81 | 174,44 | 33.841,36 |
| Cenário futuro | 445 | LED | 23 | 2.900 | 8 | 10,24 | 81,88 | 15.884,72 |

Na tabela 26 são apresentadas as poupanças que se podem obter com a substituição das luminárias. O custo de investimento total foi baseado no preço de 24,82€ por unidade, e o preço do kWh, foi o mesmo que o considerado nos estudos anteriores (0,146€/kWh).

Tabela 26 - Poupanças obtidas com a substituição das luminárias nas salas de aula

| Luminária | Consumo anual [kWh/ano] | Poupança anual [kWh/ano] | Poupança monetária anual [€/ano] | Investimento [€] | PRI |
|-----------------------------------|--------------------------------|---------------------------------|---|-------------------------|------------------|
| Master LEDtube High Output | 15.884,72 | 17.956,64 | 2.621,67 | 11.044,90 | 4 anos e 2 meses |

Analisando os resultados finais, verifica-se que este plano de ação tem elevadas vantagens na sua implementação, uma vez que reduz em mais de 50% o consumo anual de energia elétrica e que o seu investimento pode ser recuperado ao fim de cerca de 4 anos e 2 meses.

Para verificar se este plano de ação está a atingir os resultados pretendidos e uma vez que não é possível a desagregação do consumo da iluminação nas salas de aula, sugere-se que durante a substituição das luminárias seja medida a sua potência (antes da substituição e depois da sua substituição), através da utilização de uma pinça amperimétrica. Deste modo, podem ser comparados os valores obtidos com os esperados. Também deverá ser o luxímetro, para a medição do nível de luminância nas salas de aula após a substituição das luminárias de modo a verificar se este nível continua dentro dos limites.

3.5.6.4. “A Energia na Área de Projeto”

O projeto “A Energia na Área de Projeto” terá como principal objetivo sensibilizar toda a comunidade escolar e, se possível a comunidade local, através de atividades desenvolvidas pelos alunos.

Este projeto consistirá, na garantia que, em cada ano letivo, todas as turmas tenham a disciplina de Área de Projeto, havendo pelo menos um grupo de trabalho que desenvolva um projeto relacionado com o SGE. Este projeto pode incidir em novas medidas de

melhoramento do desempenho energético ou em ações de sensibilização. Deve também tornar-se obrigatório que, de todos os grupos da escola, pelo menos um destes participe num concurso interescolar de eficiência energética (caso exista nesse ano letivo), e outro grupo tenha um projeto que envolva além da comunidade escolar, também a comunidade local em boas práticas na área de sustentabilidade energética e/ou a divulgação de como é feita a gestão de energia na escola.

As ideias das atividades a realizar serão propostas pelos alunos e aprovadas pelos docentes da disciplina em conjunto com a equipa de energia. Caso exista alguma proposta que a equipa de energia considere suficiente para a melhoria do desempenho energético, esta deve ser examinada para, eventualmente ser considerada nos planos de ação.

Como incentivo aos alunos, terá que ser considerado a eleição do melhor projeto por parte da equipa de energia, bem como a respetiva colocação desses alunos no quadro de mérito do respetivo ano letivo.

Este projeto vai também permitir ajudar o cumprimento dos requisitos da norma, no ponto 4.5.2. Competências, formação e sensibilização, onde se pretende sensibilizar toda a comunidade escolar sobre o SGE e o desempenho energético da escola.

Para a verificação deste plano de ação, terá que se analisar os trabalhos que estão a ser realizados na disciplina de Área de Projeto têm de ser analisados e deve garantir-se que correspondem aos objetivos a que se propõem.

3.6. Implementação e operação

Para a implementação e a operação do SGE, a equipa de energia deverá basear-se nos resultados obtidos anteriormente, durante o processo de planeamento.

3.6.1. Competências, formação e sensibilização

Os colaboradores de cada departamento deverão ter a formação adequada para o funcionamento do SGE, sendo da responsabilidade dos seus superiores (responsável pelo departamento ou equipa de energia) a verificação se estes necessitam de formação e o preenchimento do respetivo documento. Na tabela 27 são representadas as duas formações consideradas principais para o funcionamento do SGE.

Tabela 27 – Levantamento de necessidades de formação

| Quem deteta a necessidade | Departamento | Nome do colaborador | Origem (*) | | | | Designação da ação | Data prevista de realização | Objetivos pretendidos |
|---------------------------|------------------------|---------------------|------------|----|----|-------|---------------------------------------|-----------------------------|---|
| | | | AD | RF | NC | Outra | | | |
| - | Equipa de Energia | - | | X | | | Formação na Norma ISO 50001 | Até Dezembro de 2016 | Dotar a equipa de competências para implementar e operar um SGE |
| - | Todos os Colaboradores | - | | X | | | Formação de boas práticas energéticas | Anualmente | Consciencializar os colaboradores de como as suas práticas poderão influenciar o funcionamento do SGE |

(*) AD – Avaliação de desempenho; RF – Requisitos para a função; NC – Não conformidade/ Ação corretiva /Ação preventiva;

De forma a verificar se os colaboradores se encontram a receber a formação necessária e se estão realmente familiarizados com o SGE, é necessário que no fim das ações de formação seja preenchido um questionário para avaliar se estas atingem os objetivos. O questionário da tabela 28 é um exemplo do que pode ser feito. Estes questionários deverão ser analisados pela equipa de energia a fim de perceber se o colaborador deverá frequentar nova formação, ou se o objetivo foi efetivamente cumprido. Posteriormente, estes questionários deverão ser arquivados já que poderão servir de prova durante as auditorias.

Tabela 28 - Questionário aos colaboradores sobre o SGE

| QUESTIONÁRIO | |
|---|--|
| 1 – O que é um sistema de gestão de energia (SGE)? | |
| 2 – Qual a norma que verifica a conformidade do SGE na Escola Secundária de Pombal (ESP)? | |
| 3 – Quais os benefícios de um SGE? | |
| 4- Onde pode encontrar a política energética da ESP? | |
| 5 – Indique os principais pontos da política energética da ESP. | |
| 6 – Indique alguns planos de ação implementados/em fase de implementação. | |
| 7- A quem deve reportar alguma questão relativa ao SGE? | |
| 8- Como entende que a sua atividade poderá ter impacte no consumo de energia na ESP? | |
| 9 – O que é a etiqueta energética? | |
| Sugestões de próximas formações: | |

Para garantir que a política energética seja do conhecimento de todos, esta deve encontrar-se afixada em vários locais da escola, devendo também programar-se ações de sensibilização que permitam aos colaboradores familiarizarem-se com a política energética. Deste modo os colaboradores podem contribuir para o cumprimento dos objetivos e metas energéticos, estando conscientes das suas atribuições e responsabilidades no âmbito do SGE, e de todas as ações revelantes para o bom funcionamento do mesmo. Uma das maneiras de sensibilizar toda a comunidade escolar, para a temática da eficiência energética, será através da afixação de cartazes alusivos à poupança de energia, como o exemplo do Anexo V.

Em relação aos alunos, pretende-se que estes estejam familiarizados com o SGE e conscientes da relevância da eficiência energética, não só no funcionamento da escola mas também no futuro. Torna-se importante a promoção de ações que contribuam para valorizar as ações de melhoria da eficiência energética. Para este ponto já se tem em consideração o plano de ação “A Energia na Área de Projeto”, descrito anteriormente. A escola deverá manter os registos das ações de sensibilização e formação efetuadas.

3.6.2. Comunicação

A comunicação interna é fundamental para o bom funcionamento do SGE, pelo que, de forma a motivar e integrar todos os colaboradores no SGE, os resultados do desempenho energético deverão ser comunicados trimestralmente, em letreiros apropriados para o efeito, através, por exemplo, da divulgação dos IDE e dos resultados dos planos de ação. Deverão também ser programadas ações de divulgação pela equipa de energia dando a possibilidade dos colaboradores poderem dar os seus comentários e propor sugestões de melhoria.

Em relação à comunicação externa, esta possibilitará dar a conhecer à comunidade que a ESP assume um compromisso com a eficiência energética através da implementação do SGE. A política energética e os resultados do SGE serão publicados semestralmente no site da escola e no jornal de Pombal. Anualmente existirá um dia aberto à comunidade, por forma a dar a conhecer as boas práticas energéticas adotadas pela ESP.

3.6.3. Documentação

A documentação refere-se a todos os documentos que fazem parte do SGE, devendo ser definidos quais os documentos essenciais, assim como a forma de como se irá proceder ao controlo desses documentos.

Todos os documentos que dizem respeito ao SGE deverão ter no seu cabeçalho, a versão do documento (revisão), a data de criação, por quem foi elaborado e por quem foi aprovado, como demonstra a figura 25.

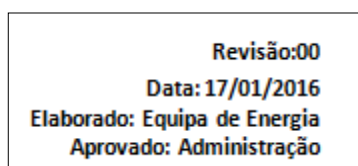


Figura 25- Dados a incluir no cabeçalho de todos os documentos do SGE

3.6.3.1. Requisitos da documentação

A escola deverá manter todas as informações relativas ao SGE descritas e documentadas (em formato de papel ou digital) com os elementos principais para o seu adequado funcionamento como, por exemplo: a política energética, os objetivos e metas energéticas, os planos de ação, as competências dos colaboradores e tudo o que se considere relevante para o SGE.

3.6.3.2. Controlo de documentos

Todos os documentos necessários ao funcionamento do SGE encontram-se registados (Anexo VI), permitindo à equipa de energia fazer o acompanhamento quanto ao estado da revisão dos documentos. Os principais documentos, que devem ser criados e revistos são:

- Descrição de funções;
- Política energética;
- Metodologia para acompanhamento dos IDE;
- Objetivos e metas energéticas / Planeamento energético;
- Procedimento para identificação dos requisitos legais e avaliação da conformidade;
- Procedimento para gestão da melhoria;
- Planeamento das auditorias internas;
- Critérios para aquisição de equipamentos e serviços;
- Levantamento de necessidades de formação.

3.6.4. Controlo operacional

Devem ser identificadas as atividades operacionais que estão relacionadas com o uso significativo de energia procedendo-se ao planeamento e certificação para garantir que são definidos critérios para que os equipamentos e sistemas sejam operados corretamente, e que durante as atividades de manutenção esteja também presente o conceito de eficiência energética. Na aquisição de equipamentos e serviços devem também ser considerados aqueles que permitam aumentar a eficiência energética.

Na tabela 29 é apresentado o exemplo de um documento que deve ser criado e disponibilizado, com as principais atividades e requisitos do SGE e evidenciando como as suas operações devem ser efetuadas.

Tabela 29 - Matriz para o controlo operacional

| Atividade/ Requisito | Responsável | Metodologia | Documentos associados | Periodicidade |
|----------------------------------|--|--|---|----------------------------|
| Atividades de manutenção | Equipa de manutenção | Estar ciente das regras a cumprir nas atividades de manutenção | Regras a cumprir nas atividades de manutenção | Quando necessário |
| Aquisição de produtos e serviços | Qualquer colaborador | Consultar requisitos do SGE antes de efetuar a aquisição de um produto/serviço | Critérios para aquisição de produtos e serviços | Quando necessário |
| Auditorias internas | Equipa de Energia | Agendar e registar auditorias internas | Matriz de planeamento de Auditorias | Pelo menos uma vez por ano |
| Avaliação da conformidade legal | Equipa de Energia | Análise dos requisitos aplicáveis | Identificação e acompanhamento de requisitos Legais | Trimestralmente |
| Avaliação energética | Equipa de Energia | Realizar a avaliação energética à escola | Metodologia para efetuar a Avaliação Energética | Sempre que necessário |
| Controlo de consumos | Equipa de Energia | Autocontrolo de consumos de energia | Plano de Medição de Energia | Mensal |
| Formação | Equipa de Energia | Planear a formação dos colaboradores | Matriz de levantamento de necessidades de Formação | Pelo menos uma vez por ano |
| Indicadores energéticos | Equipa de Energia | Acompanhar a evolução dos IDE | Acompanhamento dos indicadores de desempenho energético | Trimestralmente |
| Manutenção por empresas externas | Equipa de Energia ou Responsável pela contratação da empresa | Informar as empresas externas sobre as regras a cumprir perante o SGE | Regras a cumprir pelas empresas Externas | Sempre que necessário |
| Planos de ação | Equipa de Energia | Acompanhar os resultados dos planos de ação | Verificação dos Resultados dos Planos de Ação | Trimestralmente |
| Revisão pela gestão | Administração | Acompanhar o SGE | Ata da Revisão pela Gestão | Semestralmente |

Todos os colaboradores que tenham atribuídas responsabilidades no controlo operacional deverão saber onde podem consultar este documento, assim como os documentos associados.

3.6.5. Conceção

Na conceção de novas instalações, equipamentos sistemas e processos que possam ter efeitos no desempenho energético da escola, deverá ter-se em conta as oportunidades de melhoria previamente identificadas.

Neste processo poder-se-á ter como exemplo um processo que dependa de uma determinada fonte de energia, devendo verificar-se primeiro se não existe nenhuma fonte de energia mais adequada.

Deverá também ser verificado se, o novo processo de conceção gera novos controlos operacionais e que melhorias este pode apresentar no desempenho energético.

3.6.6. Aprovisionamento de energia, seus serviços, produtos e equipamentos

A escola deverá estabelecer critérios que permitam avaliar o uso, o consumo e eficiência energética de produtos, equipamentos e serviços que possam ter impacto significativo no desempenho energético.

A escola deve informar os seus fornecedores que uma das condições de contratação é o desempenho energético, estando os critérios definidos e documentados (Tabela 30).

Tabela 30 - Critérios para a aquisição de produtos e serviços

| Produto/Equipamento/Serviço | Critérios |
|---------------------------------------|---|
| Aquisição de equipamentos eletrônicos | Nos equipamentos que possuem etiqueta energética deverá ser dada preferência a equipamentos com classe A ou superior. Também se deve dar preferência a equipamentos que possuem a etiqueta Energy Star. |
| Aquisição de lâmpadas | Deverá ser dada preferência a lâmpadas fluorescentes (LF) ou díodos emissores de luz (LED's). |
| Geral | Preferência por fornecedores com a certificação ISO 50001 |

Na aquisição dos equipamentos eletrônicos é dada preferência a equipamentos com etiqueta energética da classe A ou superior, uma vez que são os mais eficientes energeticamente (Figura 25). Por exemplo, no caso da aquisição de equipamentos informáticos dever-se-á ter preferência pelos que apresentam etiqueta Energy Star (Figura 26).



Figura 26 - Etiqueta energética



Figura 27 - Etiqueta Energy Star

Em relação à aquisição de lâmpadas deve ser dada preferência às lâmpadas fluorescentes ou LED's, pois são estas tecnologias que atualmente apresentam maiores eficiências.

Por fim, deve optar-se por fornecedores que tenham a certificação ISO 50001, garantindo assim que os produtos adquiridos também foram já alvo de uma análise energética.

3.7. Verificação

A verificação do SGE é essencial impondo-se que sejam estabelecidos os processos de monitorização, medição e análise, bem como estruturado o processo de avaliação da conformidade com as exigências legais. Um plano de auditorias internas e um procedimento para controlo das não conformidades e respetivas correções (ações corretivas e preventivas) é também um requisito associado ao processo de verificação.

3.7.1. Monitorização, medição e análise

De maneira a verificar a eficácia e a garantir a monitorização do SGE, a escola deve acompanhar os usos significativos de energia, a eficácia dos planos de ação para atingir objetivos e metas, a avaliação do consumo atual face ao consumo esperado, entre outros que se considerem relevantes. Como tal, deverão ser realizadas medições e análises que permitam monitorizar os IDE, os planos de ação e o consumo de energia, e deverão ser realizadas auditorias internas ao SGE para garantir que o mesmo continua a ser mantido, aplicando-se as ações corretivas e ações preventivas às não conformidades identificadas.

Tabela 31 – Formulário de registo do plano de medição de energia

| Plano de Medição de Energia | |
|------------------------------------|--|
| Característica-Chave | |
| Processo/Equipamento | |
| Dados Recolhidos | |
| Periodicidade de Registo dos Dados | |
| Responsável pela Recolha dos Dados | |
| Objetivo da Recolha dos Dados | |
| Data | |

Nas principais características-chave que a escola deve analisar periodicamente incluem-se os usos significativos de energia e resultados da avaliação energética, os IDE, as fontes de energia, os usos significativos de energia, a avaliação do consumo real de

energia face ao esperado e as oportunidades de melhoria prioritárias. Assim os planos de medição de energia deverão englobar obrigatoriamente a análise do consumo de energia anual, a determinação e análise do CEEalunos e do CEEarea e a verificação da eficácia dos planos de ação, entre outros que a equipa de energia possa achar adequados.

A escola deve ainda garantir e verificar que os aparelhos usados para as medições de energia se encontram calibrados, guardando os registos de calibração dos mesmos, como os luxímetros utilizados na verificação dos planos de ação onde foram substituídas as luminárias, os analisadores de energia usados para a análise do consumo de energia e os medidores de energia utilizados na verificação do consumo dos computadores.

3.7.2. Avaliação da conformidade com exigências legais e outros requisitos

A equipa de energia terá que fazer o acompanhamento dos requisitos legais existentes e verificar a aplicabilidade de novos requisitos, fazendo a respetiva avaliação de conformidade e o registo dos mesmos.

Após a identificação feita no início da implementação do SGE, trimestralmente deverá ser recolhida toda a informação sobre requisitos legais, através da subscrição de alertas no correio eletrónico (Ex.: sumários do DRE (diário), Legix (diário), IPQ) ou proceder à consulta nos sites respetivos (DRE, Eurelx, IPQ).

Sempre que se considere que o documento seja aplicável deverá ser adicionado à respetiva lista. Se existir cumprimento legal, procede-se simplesmente ao seu arquivo. No caso de se registar uma inconformidade, deverá ser respeitado o procedimento de gestão de melhoria.

Para garantir que os requisitos legais continuam em conformidade, deve ser feita a sua avaliação pelo menos uma vez por ano, assim como as licenças e certificados existentes.

Deverá ser criado e arquivado um documento com o procedimento descrito anteriormente de forma a estar disponível para qualquer pessoa que possa fazer esta análise.

3.7.3. Auditoria interna ao SGE

A elaboração de um plano de auditorias é necessário para determinar todas as auditorias internas a efetuar. Tendo em conta que pelo menos uma vez por ano todos os requisitos normativos devem auditados, a equipa de energia poderá optar por várias auditorias, repartindo os elementos a auditar.

As auditorias a efetuar deverão ter por base os resultados das auditorias do ano anterior, os resultados das reuniões de revisão do SGE e as não conformidades.

Na tabela 32 é apresentado o modelo de planeamento de auditorias que deverá ser seguido. Este modelo será preenchido pela equipa de energia, tendo por base os requisitos acima descritos.

Tabela 32 - Planeamento de auditorias

| Planeamento da auditoria | | | | | |
|---------------------------------|---|-------------------------|------------------------|------------------------|--------------------|
| Data | Objetivo | Atividade / Área | Equipa auditora | Participantes | Observações |
| Início de dezembro de 2016 | Verificar a conformidade com os requisitos da Norma ISO 50001 | Todo o edifício da ESP | Auditor interno | Todos os colaboradores | Auditoria interna |

Os resultados das auditorias deverão ser registados através do preenchimento do respetivo documento (Anexo VII), e comunicados à gestão de topo.

3.7.4. Gestão das não conformidades, correções, ações corretivas e preventivas

Para garantir que as não conformidades são tratadas da maneira correta quando detetadas deverá ser criado um procedimento de gestão de melhoria que tem como objetivo descrever a metodologia a utilizar desde a deteção de uma não conformidade ou identificação de uma oportunidade de melhoria, até ao desenvolvimento e fecho de ações corretivas, preventivas e de melhoria.

Qualquer colaborador poderá identificar ou detetar uma não conformidade, potencial não conformidade ou propor sugestões de melhoria que poderão surgir de:

- Análise dos indicadores energéticos;
- Identificação e análise de não conformidades;
- Situações identificadas como não conformidades durante a revisão pela gestão;
- Não conformidades identificadas no relatório das auditorias – internas e externas;
- Propostas de melhoria de colaboradores;
- Potenciais problemas internos e externos;
- Coimas;
- Medições e Monitorizações;
- Inspeções/vistorias.

O colaborador deve comunicar de imediato a situação detetada aos respetivos responsáveis das áreas/processos e/ou à equipa de energia que avalia se a situação é uma potencial não conformidade, uma conformidade ou uma oportunidade de melhoria.

As não conformidades são registadas pela equipa de energia que procede ao apuramento das causas, sempre que possível. Se necessário, as situações que necessitem de ação/correção rápida são efetuadas de imediato por um colaborador, sendo depois a situação encaminhada para a equipa de energia para registo e tratamento.

Para as não conformidades graves e/ou recorrentes e depois de analisadas as causas, são definidas sempre que possível ações de correção/corretivas, prazos e responsáveis pela sua implementação. Sempre que são identificadas potenciais não conformidades são analisadas as causas e são definidas ações preventivas. Para as sugestões de melhoria, que podem surgir por sugestão de colaboradores (consideradas viáveis) ou na sequência de auditorias ou revisões do sistema (consideradas viáveis), devem ser definidas ações de melhoria. A equipa de energia e a administração analisam o proposto e decidem pela oportunidade da sua implementação ou não, seguindo uma avaliação custo/benefício energético.

Por fim, é feita a avaliação da eficácia das ações, sendo que para as ações eficazes é feito o fecho da ocorrência, e para as ações não eficazes serão estabelecidas novas ações.

3.7.5. Controlo dos registos

A escola deverá manter registos que comprovem a conformidade do SGE com os requisitos da Norma e os resultados alcançados do desempenho energético. Estes registos poderão ser arquivados em *dossiers* destinados ao SGE, ou através de uma plataforma informática adquirida para este efeito.

Os principais registos a serem arquivados/guardados são:

- Registo da constituição da equipa de energia;
- Registo das avaliações energéticas;
- Matriz dos IDE;
- Registo das necessidades de formação;
- Registo das formações efetuadas;
- Registo de medições ao SGE;
- Registo dos aparelhos de calibração;
- Registo de resultados de auditorias internas;
- Registo de atividades de conceção;
- Registo de ações corretivas e preventivas;
- Registo das revisões pela gestão.

O controlo dos registos será da responsabilidade da equipa de energia, sendo que estes deverão ser arquivados e conservados, para que possam ser disponibilizados se for necessário numa auditoria.

3.8. Revisão pela gestão

A gestão deverá fazer uma revisão ao SGE, identificar e planear qualquer alteração necessária ao sistema, de forma a garantir que este continue adequado, suficiente e eficaz. Para isso a administração reunirá com a equipa de energia, em períodos trimestrais, em que a equipa de energia apresentará os resultados do SGE, para que a administração tome as respetivas decisões. O registo destas reuniões deverá ser processado através de um relatório ou de uma ata (Anexo VIII).

3.8.1. Entradas para a revisão pela gestão

Deverão ser revistos aspetos como a política energética, a avaliação do desempenho energético e dos indicadores energéticos, os resultados do cumprimento dos requisitos legais, o cumprimento dos objetivos e metas, o estado das ações corretivas e preventivas e as sugestões de melhoria.

Neste campo será essencial analisar se a política energética se encontra enquadrada e atualizada com a realidade atual da escola e se esta está a ser corretamente comunicada tanto internamente como externamente. A análise dos IDE, consistirá na comparação dos resultados do CEEarea e do CEEalunos com anos anteriores e com o consumo específico de energia. No cumprimento dos requisitos legais, deverá ser verificado se todos os requisitos legais se encontram a ser cumpridos e caso se identifique algum que não esteja a ser cumprido perceber o porquê do incumprimento.

Também será essencial perceber se os objetivos e as metas estão a ser atingidos e se estes estão num bom caminho para compreender se é necessário a alteração de algum dos planos de ação. Deverá ser-se verificado se todas as ações corretivas e preventivas foram corretamente executadas, assim como a verificação se as sugestões de melhoria foram devidamente analisadas.

3.8.2. Saídas para a revisão pela gestão

As saídas da revisão pela gestão serão baseadas nos resultados das entradas. Da análise destes aspetos poderão ser obtidos resultados, decisões ou ações relacionadas com as mudanças do desempenho energético da escola.

Poderão ser feitas alterações da política energética caso se conclua que esta está fora do contexto do SGE. Também poderão ser criados novos IDE caso se ache adequado, ou até deixar de fazer o acompanhamento de um dos IDE, caso se ache inútil para o SGE.

Os objetivos e metas poderão sofrer alterações ou caso o seu cumprimento não for possível, tendo que se explicar detalhadamente a razão de não o ser, ou se a gestão de topo verificar que está num bom caminho e pretender definir novas metas mais ambiciosas.

Também poderão surgir novos planos de ação, se for necessário, para o cumprimento dos objetivos e das metas previamente estabelecidas.

Esta página foi intencionalmente deixada em branco

4. Auditoria e revisão do SGE

A auditoria ao SGE vai permitir que a escola seja capaz de identificar os pontos para melhorar o seu desempenho energético.

Antes da realização da auditoria, esta deverá bem planeada, a fim de se definirem os objetivos, o âmbito, os critérios, o local, a data, a hora, a equipa auditora e os métodos a utilizar. Para facilitar este processo, sugere-se que se elabore e preencha uma tabela semelhante à tabela 32.

Para a realização da auditoria será muito importante recolher antecipadamente o máximo de informação possível. Exemplos de material a recolher são os registos do SGE, os relatórios de auditorias anteriores, o registo da evolução do consumo energético e respetivos indicadores, entre outros.

Para um SGE de uma escola que se pretende certificado segundo a norma ISO 50001, deverão ser seguidos os requisitos que esta norma impõe com o auxílio da Norma 19011 – Linhas de orientação para auditorias a sistemas de gestão. [24].

4.1. Requisitos gerais

Como requisitos gerais a auditar, logo de início deverá perceber-se se a escola já tem documentado e implementado o seu SGE, o âmbito e as fronteiras do mesmo, e se já foi determinado como serão cumpridos os requisitos da norma, de modo a alcançar a melhoria contínua do seu desempenho energético.

Tabela 33 - Requisitos a auditar nos requisitos gerais

| Requisitos | Sim | Não | N/A | Observações |
|---|------------|------------|------------|--------------------|
| A escola já estabeleceu, implementou e documentou um SGE segundo a norma ISO 50001? | | | | |
| Já foi definido e documentado o âmbito e as fronteiras do SGE? | | | | |
| Já foi determinado como serão cumpridos os requisitos da norma, de modo a alcançar a melhoria contínua do seu desempenho energético e do seu SGE? | | | | |

4.2. Responsabilidade da gestão

4.2.1. Gestão de topo

Com este ponto verifica-se se o SGE foi devidamente planeado logo de início e se os requisitos que visam o funcionamento base do SGE estão a ser cumpridos de maneira a que a eficiência energética do SGE seja continuamente melhorada.

Tabela 34 - Requisitos a auditar na gestão de topo

| Requisitos | Sim | Não | N/A | Observações |
|--|------------|------------|------------|--------------------|
| Encontra-se definida, estabelecida e documentada uma política energética? | | | | |
| A gestão de topo já nomeou um representante da gestão e aprovou a formação de uma equipa de gestão de energia? | | | | |
| Foram providenciados os recursos necessários para estabelecer, implementar, manter e melhorar o SGE e o desempenho energético? | | | | |
| A gestão de topo já definiu o âmbito e a fronteira do SGE? | | | | |
| Foi comunicada a importância da gestão da energia a todos os elementos da escola? | | | | |
| A gestão de topo assegurou que os objetivos e metas energéticas são estabelecidos? | | | | |
| Os IDE já estão desenvolvidos e estão a ser monitorizados? | | | | |
| É considerado o desempenho energético no planeamento de longo prazo? | | | | |
| A gestão de topo assegura que os resultados são medidos e reportados em intervalos estabelecidos? | | | | |
| A gestão de topo já conduziu o processo de revisão pela gestão? | | | | |

4.2.2. Representante da gestão de topo

Neste ponto será necessário verificar, através dos documentos existentes, se o representante da gestão de topo (considerado o gestor de energia) está designado, se as suas competências são as adequadas para as funções identificadas e se esta delegação está documentada e a ser cumprida.

Tabela 35 - Requisitos a auditar no representante da gestão de topo

| Requisitos | Sim | Não | N/A | Observações |
|---|------------|------------|------------|--------------------|
| A gestão de topo já designou o representante adequado com responsabilidade e autoridade para que: | | | | |
| a) O SGE seja estabelecido, implementado, mantido e melhorado segundo a Norma? | | | | |
| b) Possa identificar as pessoas, para trabalhar com ele na gestão de energia? | | | | |
| c) Reporte à gestão de topo o desempenho energético? | | | | |
| d) Reporte à gestão de topo o desempenho do SGE? | | | | |
| e) Assegure que o planeamento da gestão da energia é definido para apoiar a política energética? | | | | |
| f) Defina e comunique as responsabilidades e autoridades de forma a facilitar a gestão de energia? | | | | |
| g) Determine critérios e métodos necessários para assegurar que as atividades de operação e controlo do SGE sejam eficazes? | | | | |
| h) Promova a consciencialização para a política e objetivos energéticos de toda a escola? | | | | |

4.3. Política energética

Para analisar os requisitos da política energética definida pela escola, deverá ter-se em posse o documento em onde está escrita. De seguida deve verificar-se se estão incluídos os requisitos a que a norma obriga, assim como se os compromissos estão assumidos na política. Também se deverá verificar e analisar criteriosamente os locais onde esta está exposta e se toda a comunidade escolar tem acesso a ela.

Tabela 36 - Requisitos a auditar na política energética

| Requisitos | Sim | Não | N/A | Observações |
|--|------------|------------|------------|--------------------|
| A Política Energética já está definida? | | | | |
| É adequada à natureza e dimensão do uso e do consumo de energia? | | | | |
| Inclui um compromisso com a melhoria contínua do desempenho energético? | | | | |
| Inclui um compromisso em assegurar a disponibilidade de informação e dos recursos necessários para atingir os objetivos e metas? | | | | |
| Inclui um compromisso de cumprimento das exigências legais e outros que a escola possa subscrever relativos à eficiência energética, uso e consumo da energia? | | | | |
| Fornecer uma base para estabelecer e rever os objetivos e metas energéticas? | | | | |
| Apoia a aquisição de produtos e serviços energeticamente eficientes e a conceção orientada para a melhoria do desempenho energético? | | | | |
| É documentada e comunicada a toda a escola? | | | | |
| É revista e atualizada sempre que necessário? | | | | |

4.4. Planeamento energético

Nesta fase deverá ser analisado como está a ser conduzido e documentado o planeamento energético, tendo em conta que este deve estar consistente com a política energética e deve ser desenvolvido com o objetivo de melhorar o desempenho energético.

Tabela 37 - Requisitos a auditar nas generalidades do planeamento energético

| Requisitos | Sim | Não | N/A | Observações |
|---|------------|------------|------------|--------------------|
| A escola já conduziu e documentou o planeamento energético como exigido pela Norma? | | | | |

4.4.1. Requisitos legais e outros requisitos

Para a análise dos requisitos legais, deve consultar-se o documento onde a escola apresenta os requisitos legais e os outros requisitos subscritos, caso existam, e verificar se estes estão bem identificados, avaliar a necessidade de estarem identificados, a forma como se aplicam à escola e com que prazos estes estão a ser revistos.

Tabela 38 - Requisitos a auditar nos requisitos legais

| Requisitos | Sim | Não | N/A | Observações |
|---|------------|------------|------------|--------------------|
| A escola já identificou, implementou e tem acesso aos requisitos legais e outros requisitos subscritos de acordo com os seus aspetos energéticos? | | | | |
| A escola já determinou como esses requisitos são aplicáveis ao seu SGE? | | | | |
| A escola estabeleceu intervalos para a revisão dos requisitos? | | | | |

4.4.2. Avaliação energética

Para perceber como é feita a avaliação energética da escola, podem ser fornecidos dados como registos em folhas de cálculo Excel, faturas, medições efetuadas, entre outros. A partir da recolha destes dados, deve-se verificar se são suficientes e fiáveis para desenvolver a avaliação energética e, a partir desta, identificar os consumos significativos e as oportunidades de melhoria. Deverá também perceber-se como é feita a recolha dos dados e se essa metodologia está devidamente documentada.

Tabela 39 - Requisitos a auditar na avaliação energética

| Requisitos | Sim | Não | N/A | Observações |
|---|------------|------------|------------|--------------------|
| A escola desenvolveu, registou e mantém uma avaliação energética? | | | | |
| A metodologia e critérios utilizados para desenvolver a avaliação energética foram documentados? | | | | |
| A análise do consumo de energia foi baseada em medições e outros dados? | | | | |
| Já foram identificadas as áreas de consumo significativo de energia? | | | | |
| Foram identificadas, priorizadas e registadas as oportunidades de melhoria do desempenho energético? | | | | |
| A avaliação energética foi atualizada em intervalos definidos e em resposta a alterações significativas nas instalações, equipamentos, sistemas ou processos? | | | | |

4.4.3. Consumo energético de referência

A verificação do consumo energético de referência pressupõe garantir que este está estabelecido e registado. Deve tentar perceber-se como se chegou ao valor de referência e se a metodologia utilizada foi a correta, bem como avaliar se ocorreu alguma situação que poderia levar ao ajustamento do consumo de referência e se esse ajuste foi devidamente efetuado.

Tabela 40 - Requisitos a auditar no consumo energético de referência

| Requisitos | Sim | Não | N/A | Observações |
|--|------------|------------|------------|--------------------|
| Foi estabelecido um consumo energético de referência? | | | | |
| Os consumos energéticos de referência são registados e mantidos? | | | | |

4.4.4. Indicadores de desempenho energético

Através dos registos relativos a IDE que a escola deve possuir, deverá ser verificado se estes são apropriados, perceber-se como estes foram definidos e se existe uma metodologia correta para a sua determinação e atualização.

Tabela 41 - Requisitos a auditar nos IDE

| Requisitos | Sim | Não | N/A | Observações |
|--|------------|------------|------------|--------------------|
| Foram identificados os IDE apropriados para medir e monitorizar o seu desempenho energético? | | | | |
| Foi desenvolvida uma metodologia para determinar e atualizar os IDE? | | | | |
| Os IDE são revistos e comparados adequadamente com o consumo energético de referência? | | | | |

4.4.5. Objetivos energéticos, metas energéticas e planos de ação para a gestão de energia

Esta ação passa por verificar o registo dos objetivos energéticos, as metas energéticas e planos de ação do SGE, através da análise do documento onde estes estão descritos, avaliando-se se foram considerados todos os requisitos necessários, se os planos de ação estão de acordo com o definido nas metas e objetivos, se existem prazos estabelecidos e se a revisão dos mesmos é efetuada periodicamente.

Tabela 42 - Requisitos a auditar nos objetivos, metas, e planos de ação para a gestão de energia

| Requisitos | Sim | Não | N/A | Observações |
|--|------------|------------|------------|--------------------|
| A escola já estabeleceu, implementou e mantém objetivos e metas energéticas? | | | | |
| A escola já documentou objetivos e metas energéticos para as funções relevantes, níveis, processos ou instalações da escola? | | | | |
| Foram definidos prazos para atingir os objetivos e metas? | | | | |
| Os objetivos e metas são consistentes com a política energética? | | | | |
| Foram considerados os requisitos legais e outros requisitos no estabelecimento dos objetivos e metas energéticas? | | | | |
| Foram considerados os usos significativos de energia e oportunidades de melhoria no estabelecimento dos objetivos e metas energéticas? | | | | |
| Foram consideradas as opções tecnológicas, os requisitos financeiros, operacionais e de negócio e partes interessadas nos objetivos e metas energéticas? | | | | |
| Os planos de ação para atingir os objetivos e metas foram estabelecidos e implementados? | | | | |
| Os planos de ação designam responsabilidades para as diversas tarefas? | | | | |
| Os planos de ação incluem meios e prazos para cumprimento das metas? | | | | |
| Os planos de ação definem o método como o desempenho energético irá ser alcançado e verificados os resultados? | | | | |
| Os planos de ação são documentados e atualizados em intervalos de tempo bem definidos? | | | | |

4.5. Implementação e operação

Neste campo apenas se deverá verificar se são utilizados os planos de ação e outros resultados para a implementação e operação.

Tabela 43 - Requisitos a auditar nas generalidades da implementação e operação

| Requisitos | Sim | Não | N/A | Observações |
|---|------------|------------|------------|--------------------|
| A escola utiliza os planos de ação definidos para implementação e operação? | | | | |

4.5.1. Competências, formação e sensibilização

Neste campo será verificado se qualquer colaborador na atividade escolar tem a formação e as competências adequadas de acordo com a sua função no SGE, analisando o registo de formações e qualquer outro tipo de ação de sensibilização.

Tabela 44 - Requisitos a auditar nas competências, formação e sensibilização

| Requisitos | Sim | Não | N/A | Observações |
|---|------------|------------|------------|--------------------|
| Foram identificadas as necessidades de formação associadas ao funcionamento do SGE? | | | | |
| Os colaboradores encontram-se a receber a formação necessária? | | | | |
| Os colaboradores estão conscientes da importância da conformidade com a política energética, os procedimentos e os requisitos do SGE? | | | | |
| Os colaboradores estão conscientes das suas atribuições, responsabilidades e autoridade para atingir a conformidade com os requisitos do SGE? | | | | |
| Os colaboradores estão conscientes dos benefícios de um melhor desempenho energético? | | | | |
| Estão os colaboradores conscientes de como as suas atividades e comportamentos contribuem para o cumprimento dos objetivos e metas energéticos? | | | | |

4.5.2. Comunicação

Na comunicação deve perceber-se de como está a ser feita a comunicação dos resultados do SGE à comunidade escolar, se a forma de o fazer é a correta e se existe uma possibilidade de feedback por parte da comunidade escolar.

Tabela 45 - Requisitos a auditar na comunicação

| Requisitos | Sim | Não | N/A | Observações |
|--|------------|------------|------------|--------------------|
| A escola comunica internamente os resultados do seu desempenho energético e do SGE? | | | | |
| A escola estabeleceu e implementou um processo de comunicação que permite aos colaboradores introduzir comentários e sugestões de melhoria no SGE? | | | | |
| A escola decidiu se vai comunicar externamente sobre o seu SGE? | | | | |

4.5.3. Documentação

4.5.3.1. Requisitos da documentação

Nos requisitos da documentação, deverão reunir-se todos os documentos do SGE (sejam eles em formato de papel, digital ou outro), e verificar se estão documentados todos os documentos considerados obrigatórios, assim como garantir a existência de uma lista que permita saber os documentos existentes.

Tabela 46 - Requisitos a auditar nos requisitos da documentação

| Requisitos | Sim | Não | N/A | Observações |
|--|------------|------------|------------|--------------------|
| A escola estabeleceu, implementou e mantém informação que descreva os principais elementos do SGE e suas interações? | | | | |
| A documentação do SGE inclui o âmbito de aplicação e suas fronteiras? | | | | |
| A documentação do SGE inclui a política energética? | | | | |
| A documentação do SGE inclui os objetivos e metas energéticas e planos de ação? | | | | |
| A documentação do SGE inclui os documentos, incluindo registos, requeridos pela Norma? | | | | |
| A documentação do SGE inclui outros documentos definidos como necessários pela escola? | | | | |

4.5.3.2. Controlo de documentos

No controlo de documentos ter-se-á que conferir se os documentos exigidos pela Norma estão a ser devidamente controlados, consultando os procedimentos existentes para que estes documentos cumpram os requisitos impostos.

Tabela 47 - Requisitos a auditar no controlo de documentos

| Requisitos | Sim | Não | N/A | Observações |
|---|------------|------------|------------|--------------------|
| Os procedimentos para controlar todos os documentos estão estabelecidos, mantidos e facilmente acessíveis? | | | | |
| Os procedimentos estão aprovados e são revistos periodicamente? | | | | |
| São identificadas as alterações e o estado atual da revisão de documentos? | | | | |
| As versões atuais dos documentos aplicáveis estão disponíveis nos locais de utilização? | | | | |
| Os documentos permanecem legíveis e facilmente identificáveis? | | | | |
| Os documentos de origem externa necessários ao planeamento e operação do SGE estão identificados e a sua distribuição controlada? | | | | |
| Os documentos obsoletos são devidamente marcados e retirados das áreas de utilização? | | | | |
| Os documentos são legíveis, datados e rapidamente identificáveis? | | | | |

4.5.4. Controlo operacional

Deve ser consultado como a escola identifica e planeia as operações e as atividades relacionadas com os usos significativos de energia e se estas estão a ser bem executadas.

Tabela 48 - Requisitos a auditar no controlo operacional

| Requisitos | Sim | Não | N/A | Observações |
|--|------------|------------|------------|--------------------|
| Foram estabelecidos e definidos critérios para uma efetiva operação e manutenção dos usos significativos de energia? | | | | |
| As instalações, processos, sistemas e equipamentos são operados e mantidos de acordo com critérios operacionais definidos? | | | | |
| Foi comunicado adequadamente o controlo operacional da escola a todos os colaboradores? | | | | |

4.5.5. Conceção

Na fase da conceção deverá ser verificado se a escola utiliza as oportunidades de melhoria na conceção de instalações, equipamentos, sistemas e processos, e se estas atividades de conceção estão devidamente registadas.

Tabela 49 - Requisitos a auditar na conceção

| Requisitos | Sim | Não | N/A | Observações |
|--|------------|------------|------------|--------------------|
| A escola considera as oportunidades de melhoria do desempenho energético e do controlo operacional na conceção de instalações, equipamentos, sistemas e processos? | | | | |
| Os resultados da avaliação do desempenho energético são incorporados na conceção e especificações de projetos relevantes? | | | | |
| Os resultados das atividades de conceção são registados? | | | | |

4.5.6. Aprovisionamento de energia, seus serviços, produtos e equipamentos

Para observar o cumprimento destes requisitos será necessário perceber como a escola faz a aquisição dos seus serviços, produtos e equipamentos. Deverão ser analisados os documentos em que a escola tenha estabelecido os seus critérios para estas aquisições, analisar se estão bem definidos e se possível obter dados das aquisições para verificar se estes critérios estão a ser cumpridos.

Tabela 50 - Requisitos a auditar no aprovisionamento de energia, serviços, produtos e equipamentos

| Requisitos | Sim | Não | N/A | Observações |
|---|------------|------------|------------|--------------------|
| A escola informa os seus fornecedores que a contratação é parcialmente avaliada com base no desempenho energético? | | | | |
| A escola estabeleceu e implementou critérios que permitem avaliar o uso, consumo e eficiência energética aquando do aprovisionamento de produtos, equipamentos e serviços de energia? | | | | |
| A escola definiu e documentou especificações da compra de energia? | | | | |

4.6. Verificação

4.6.1. Monitorização, medição e análise

Na monitorização, medição e análise serão analisadas quais os parâmetros chave das operações que determinam o desempenho energético, se estes estão a ser efetivamente medidos, monitorizados e analisados periodicamente e se existe implementado um plano de medição de energia, que deve prever a reavaliação periódica das necessidades de medição.

Tabela 51 - Requisitos a auditar na monitorização, medição e análise

| Requisitos | Sim | Não | N/A | Observações |
|---|------------|------------|------------|--------------------|
| A escola já identificou as características chave para as operações que afetam o desempenho energético? | | | | |
| Os resultados da monitorização e medição das características-chave são registados? | | | | |
| Foi definido e implementado um plano de medição de energia? | | | | |
| As necessidades de medição estão definidas e são revistas periodicamente? | | | | |
| A escola assegura que os equipamentos utilizados se encontram calibrados? Mantém os registos de calibração? | | | | |

4.6.2. Avaliação da conformidade com exigências legais e outros requisitos

Nesta fase, deverá ser verificado o procedimento que a escola possui para a avaliação da conformidade das exigências legais e outros requisitos, garantindo que este procedimento estabelece intervalos planejados para a avaliação da conformidade, e se estas avaliações são devidamente registradas.

Tabela 52 - Requisitos a auditar na avaliação da conformidade

| Requisitos | Sim | Não | N/A | Observações |
|---|------------|------------|------------|--------------------|
| São avaliados o cumprimento dos requisitos legais e outros requisitos subscritos relacionados com o uso e o consumo de energia? | | | | |
| Os resultados das avaliações de conformidade são registrados e mantidos? | | | | |

4.6.3. Auditoria interna ao sistema de gestão de energia

Neste ponto, deverá ser feita uma verificação da existência de um calendário de auditorias internas, avaliando-se se estas têm em consideração as necessidades de auditoria ao SGE e se está a ser mantido o seu registo e a respetiva comunicação à gestão de topo.

Tabela 53 - Requisitos a auditar nas auditorias internas ao SGE

| Requisitos | Sim | Não | N/A | Observações |
|--|------------|------------|------------|--------------------|
| São conduzidas auditorias internas que assegurem o bom funcionamento do SGE? | | | | |
| Está elaborado um calendário de auditorias? | | | | |
| Na seleção de auditores é assegurada a objetividade e imparcialidade do processo de auditoria? | | | | |
| Os registos dos resultados das auditorias são mantidos e comunicados à gestão de topo? | | | | |

4.6.4. Não-conformidades, correções, ações corretivas e ações preventivas

Neste domínio terá que ser analisado como é que a escola lida com as não conformidades, com a possibilidade da existência de um procedimento que garanta que as não conformidades são identificadas e que posteriormente são desencadeadas as adequadas correções, ações corretivas e preventivas.

Tabela 54 - Requisitos a auditar nas não-conformidades, correções, ações corretivas e preventivas

| Requisitos | Sim | Não | N/A | Observações |
|---|------------|------------|------------|--------------------|
| A escola trata as não-conformidades, fazendo correções e ações preventivas? | | | | |
| As ações corretivas e ações preventivas são apropriadas? | | | | |
| São efetuadas todas as alterações necessárias ao SGE? | | | | |

4.6.5. Controlo dos registos

Para a análise deste ponto, deve-se verificar os registos que a escola tem em posse, principalmente os obrigatórios e que é garantido um método para preservação dos registos.

Tabela 55 - Requisitos a auditar no controlo dos registos

| Requisitos | Sim | Não | N/A | Observações |
|---|------------|------------|------------|--------------------|
| A escola estabeleceu e mantém registos que demonstrem a conformidade com o SGE e os resultados alcançados do desempenho energético? | | | | |
| Estão definidos e implementados controlos para a identificação, recuperação e conservação dos registos? | | | | |
| Os registos são mantidos legíveis, identificáveis e rastreáveis para as atividades relevantes? | | | | |

4.7. Revisão pela gestão

Na revisão pela gestão deverá ser verificado se o estado do SGE está a ser devidamente analisado periodicamente e se estas ações estão a ser registadas.

Tabela 56 - Requisitos a auditar nas generalidades da revisão pela gestão

| Requisitos | Sim | Não | N/A | Observações |
|--|------------|------------|------------|--------------------|
| A gestão de topo revê, em intervalos planeados, o SGE da escola? | | | | |
| São mantidos os registos da revisão pela gestão? | | | | |

4.7.1. Entradas para a revisão pela gestão

Neste processo dever-se-á avaliar se as ações das revisões pela gestão estão a ser incluídas as entradas necessárias.

Tabela 57 - Requisitos a auditar nas entradas para a revisão pela gestão

| Requisitos | Sim | Não | N/A | Observações |
|--|------------|------------|------------|--------------------|
| Estão incluídas todas as entradas necessárias? | | | | |

4.7.2. Saídas para a revisão pela gestão

Neste âmbito, dever-se-á avaliar se nas ações das revisões pela gestão estão a ser incluídas as saídas necessárias.

Tabela 58 - Requisitos a auditar nas saídas para a revisão pela gestão

| Requisitos | Sim | Não | N/A | Observações |
|--|------------|------------|------------|--------------------|
| Estão incluídas todas as saídas necessárias? | | | | |

Esta página foi intencionalmente deixada em branco

5. Conclusões

Através da bibliografia analisada, foi possível concluir que já existe uma grande preocupação com a gestão de energia em Portugal, com a criação de programas que têm como objetivo a melhoria da eficiência energética. Em relação às organizações, existem cada vez mais regulamentos e normas dirigidos ao consumo de energia, como o caso do SCE e da Norma ISO 50001. Verificou-se que estes podem ser integrados em conjunto, facilitando o cumprimento dos regulamentos e do processo de gestão de energia. Também se conclui que a Norma ISO 50001 pode ser integrada com outras normas como o caso das Normas ISO 9001 e ISO 14001.

Este trabalho teve como objetivo principal estudar a metodologia de implementação de um SGE num edifício escolar. Pretendia-se, em primeiro lugar, avaliar como estava a ser acompanhada a gestão de energia na escola, identificando quais as suas principais fontes de energia e a evolução do consumo nos últimos anos letivos. Verificou-se, assim, que os indicadores de energia apresentam uma boa evolução. Ainda assim, o último ano letivo analisado registou um aumento dos IDE, que se constatou ser devido às condições climáticas desse ano.

Concluiu-se que a implementação de um SGE permite que o processo de gestão de energia seja melhorado, uma vez que obriga a que sejam implementados planos de ação e que se esteja sempre em constante melhoria, mas também permite que seja mais fácil o cumprimento dos requisitos legais, evitando-se assim quaisquer coimas. Além disso, um SGE implementado numa escola permite que os alunos adotem boas práticas energéticas desde cedo, ficando consciencializados para a importância da gestão de energia.

De salientar também que para o bom funcionamento do SGE é necessário serem envolvidos todos os alunos, professores e funcionários, uma vez que existem muitas medidas que podem ser implementadas sem qualquer tipo de investimento.

Em relação às auditorias ao SGE, foi possível definir uma *checklist* de como este deve ser auditado, fornecendo também um conjunto de tabelas que pode funcionar como guia à auditoria.

Por fim, foram elaborados todos os documentos que a norma sugere a que estejam documentados, cujos exemplos estão anexados ao trabalho.

Como trabalhos futuros, é importante referir que neste âmbito existem sempre novas soluções e novas medidas possíveis de aplicar, apostando sempre na melhoria contínua do sistema. Sendo assim sugere-se, como exemplo, que sejam desenvolvidos planos de ação que incidam principalmente na climatização.

6. Bibliografia

- [1] M. Barroso, “Energia: Prioridades para a Europa,” 2011.
- [2] DGEG, “Energia em Portugal,” 2013.
- [3] DGEG and Ministério da Economia e do Emprego, “Grandes linhas de orientação para a revisão dos Planos Nacionais de Ação para : Eficiência Energética (PNAEE) e Energias Renováveis (PNAER),” *Net Zero-Energy Build. Conf.*, p. 29, 2012.
- [4] G. S. Pinto, “Mobilidade urbana nas cidades inteligentes.”
- [5] P. Gil and S. Alves, “Certificados Brancos,” 2014.
- [6] AIDA, “Sistema de Gestão Energética,” 2014.
- [7] E. Star, E. Protection, and A. Program, “Guidelines for Energy Management.”
- [8] BRE Global, “BREEAM New Construction,” 2012.
- [9] M. Gan and D. Ganh, “António Miguel Ganço Dias Ganhão Construção Sustentável - Propostas de melhoria da eficiência energética em edifícios de habitação,” 2011.
- [10] R. J. Cole, N. Larsson, V. Gomes, P. Duchene-marullaz, S. Lau, A. Moro, T. Oka, D. Crawley, and P. Jones, “Green Building Challenge 2002 GBTool User Manual,” no. February, 2002.
- [11] M. D. Pinheiro, “LiderA,” 2011.
- [12] ISO, “Sistemas de gestão de energia Requisitos e linhas de orientação para a sua utilização (ISO 50001:2011),” 2012.
- [13] W. Chung, Y. V. Hui, and Y. M. Lam, “Benchmarking the energy efficiency of commercial buildings,” *Appl. Energy*, vol. 83, no. 1, pp. 1–14, Jan. 2006.
- [14] L. Pérez-Lombard, J. Ortiz, R. González, and I. R. Maestre, “A review of benchmarking, rating and labelling concepts within the framework of building energy certification schemes,” *Energy Build.*, vol. 41, no. 3, pp. 272–278, Mar. 2009.
- [15] N. E. L. Renewable, “Advanced Energy Retrofit Guide,” 2013.
- [16] ERSE, “Plano de promoção da eficiência no consumo de energia elétrica para 2013-2014 impactes e benefícios das medidas aprovadas,” 2014.
- [17] Instituto Português do Mar e da Atmosfera, “Boletim Climatológico Mensal Portugal Continental - Janeiro 2015,” 2015.
- [18] Instituto Português do Mar e da Atmosfera, “Boletim Climatológico Mensal Portugal Continental - Fevereiro 2015,” 2015.
- [19] R. A. R. Kilpatrick and P. F. G. Banfill, “Energy Consumption In Non-Domestic Buildings : A Review of Schools,” pp. 1008–1015, 2011.
- [20] F. Vagi and A. Dimoudi, “Analysing the energy performance of secondary schools in N . Greece,” pp. 1837–1844, 2011.
- [21] “‘Hong Kong Government Energy Consumption Indicator.’ -[Online: ‘http://ecib.emsd.gov.hk/en/indicator_cmc.htm’] - Acedido em 14/02/2016.”

- [22] M. C. Gameiro, H. Bernardo, and L. D. Pereira, “Energy performance of school buildings : from Energy Certificates to Benchmarking,” no. February 2016, 2013.
- [23] C. Filippín, “Benchmarking the energy efficiency and greenhouse-gases emissions of school buildings in central Argentina,” vol. 35, pp. 407–414, 2000.
- [24] ISO, “Norma ISO 19001 - Linhas de orientação para auditorias a sistemas de gestão.” 2012.

7. Anexos

Anexo I – Descrição das funções

Descrição de Funções

Revisão: 00
Data:
Elaborado:
Aprovado por:

Função: Membro da Equipa de Energia

Requisitos mínimos para o desempenho da função:

Formação Académica: Licenciatura (preferencialmente)

Formação Profissional: Formação na Norma ISO 50001.

Experiência mínima: Não exigida.

Conhecimentos: Conhecimento da legislação energética vigente aplicável, conhecimentos de informática na ótica do utilizador.

Responsabilidades/Autoridade

- Ser parte da equipa de energia no que diz respeito ao cumprimento dos requisitos do Sistema de Gestão de Energia (SGE);
- Assegurar que o sistema de gestão de energia é estabelecido, implementado e mantido, em conformidade com os requisitos da Norma ISO 50001;
- Relatar à Gestão de topo o desempenho do sistema de gestão de energia, para efeitos de revisão, incluindo recomendações para melhoria;
- Identificação, avaliação e gestão dos indicadores energéticos;
- Identificar os requisitos legais e outros aplicáveis ao sistema de gestão de energia (SGE), avaliar a conformidade e promover o cumprimento;
- Divulgar a Política Energética;
- Colaborar na definição de objetivos/metastas e assegurar o seu acompanhamento e avaliação;
- Gerir a documentação do SGE (elaboração / revisão), assegurando a sua atualização e adequabilidade com os requisitos do Sistema e da Norma ISO 50001;
- Participar na elaboração do Programa e Plano de Auditorias Internas. Assegurar que as Auditorias Internas são executadas de acordo com o procedimento aplicável.
- Participar na gestão de não conformidades identificadas. Coordenar a definição de ações corretivas e preventivas e verificar o seu seguimento;
- Participar na preparação das Revisões pela Gestão;
- Promover e manter o relacionamento de boa colaboração com todos os intervenientes no SGE;
- Conduzir o levantamento das necessidades de formação;
- Relatar à Gestão de Topo o desempenho energético do sistema.

Anexo II – Política energética

Política Energética da Escola Secundária de Pombal

Revisão: 00

Data:

Elaborado:

Aprovado por:

A Escola Secundária de Pombal (ESP), foi criada em 1957, entrando em funcionamento no ano letivo 1963/1964. O crescimento contínuo do número de alunos obrigou a constantes obras de adaptação de espaços e equipamentos. Hoje a ESP apresenta uma nova imagem, completamente renovada tendo sido objeto de uma profunda remodelação o que lhe permitiu melhorar a sua eficácia física e funcional com condições para a prática de um ensino mais moderno e adaptado às novas tecnologias.

A ESP reconhece os efeitos da sua atividade sobre o ambiente, nomeadamente no consumo de energia. Por isso assume o compromisso de melhoria do seu desempenho energético, definindo como principais objetivos:

- Disponibilizar informação e todos os recursos necessários para alcançar os objetivos e as metas energéticas;
- Encorajar a aquisição de produtos e serviços eficientes no consumo de energia com o objetivo de melhorar o desempenho energético;
- Cumprir todos os requisitos legais aplicáveis e outros requisitos subscritos;
- Formação e sensibilização de todos os colaboradores no desenvolvimento e na implementação de práticas que melhorem o desempenho energético.

Este compromisso traduz-se na manutenção do Sistema de Gestão de Energia, em conformidade com a norma NP EN ISO 50001, contribuindo para a melhoria contínua.

A administração garante que esta Política Energética é comunicada a todas as pessoas que trabalham para a organização, ou em seu nome, estando também disponível ao público.

Data

Administração

Anexo III – Avaliação energética

Metodologia para Efetuar a Avaliação Energética

Revisão: 00

Data:

Elaborado:

Aprovado por:

1- OBJETIVO

Estabelecer a metodologia e definir os critérios para desenvolvimento da avaliação energética.

2- RESPONSABILIDADE E AUTORIDADE

Este procedimento é da responsabilidade da equipa de energia.

3. PROCEDIMENTO

3.1. Analisar o uso e o consumo de energia com base em medições e outros dados

Inicialmente deverão ser identificadas as fontes de energia da escola, como esta é fornecida à escola, assim como os tarifários aplicáveis.

A partir destes dados deverão ser recolhidos todos os registos, do período que se pretende analisar, para de seguida serem processados e analisados. Estes registos poderão ser faturas, medições efetuadas, leituras de contadores, entre outros.

3.2. Identificar áreas de uso significativo de energia

Para a identificação das áreas de uso significativo de energia, a escola deverá ser dividida em áreas em que se possa analisar o seu consumo individualmente. Assim deverá ser feita uma análise, por área, verificando os registos dos contadores de cada área, caso estes registos existam. No caso de não existirem registos, recorrer-se-á a medição dos contadores através de aparelhos apropriados, durante pelo menos uma semana.

A partir destes registos deverão ser identificadas as áreas com maior consumo de energia.

3.3. Identificar e registar oportunidades de melhoria

A identificação de oportunidades de melhoria, consistirá na análise das atuais práticas da gestão de energia. A melhor maneira de identificação, será através de uma

Metodologia para Efetuar a Avaliação Energética

Revisão: 00

Data:

Elaborado:

Aprovado por:

auditoria energética à escola e análise do seu relatório, no entanto caso se opte por outra via, esta consistirá na análise direta no local, isto é, o gestor de energia deverá perceber localmente se as práticas de gestão de energia estão a ser executadas corretamente, falando com os responsáveis pelos diversos departamentos e ouvindo as suas sugestões.

Esta página foi intencionalmente deixada em branco

Anexo IV – Medição da iluminação da biblioteca

Medição da Iluminação da Biblioteca

Data: 23/03/2015

Modelo do Luxímetro: Koban KL 1330

Estado do tempo: 9:00h Parcialmente Nublado

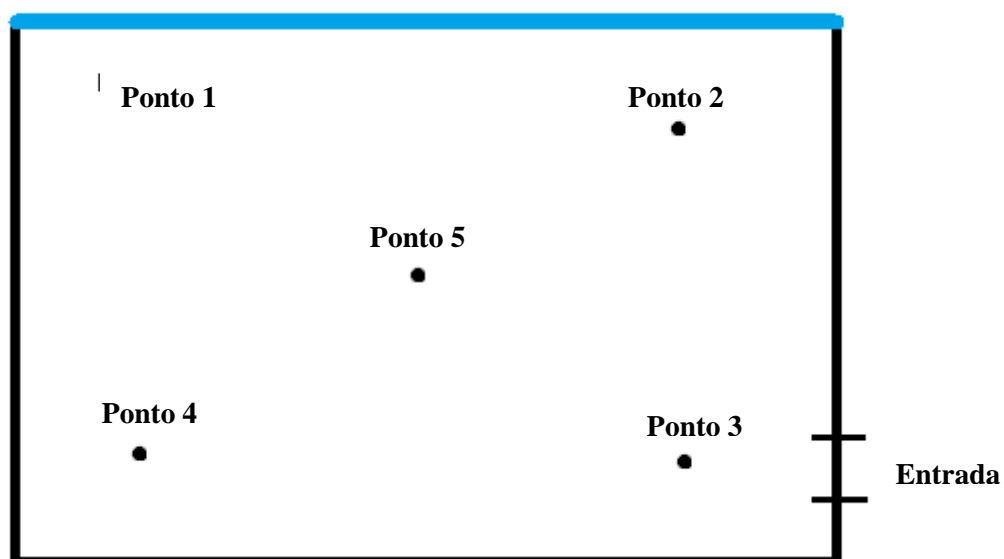
17:00h Muito Nublado

Mínimo Recomendável: 500 lx (Fonte: Voltimum)

| Hora | 9:00h | | 12:00h | | 14:00h | | 17:00h | |
|----------------|------------|---------------|------------|---------------|------------|---------------|------------|---------------|
| | Luz Ligada | Luz Desligada | Luz Ligada | Luz Desligada | Luz Ligada | Luz Desligada | Luz Ligada | Luz Desligada |
| Ponto 1 | 1490 | 1329 | 2180 | 1470 | 2320 | 2280 | 1104 | 1016 |
| Ponto 2 | 1356 | 1088 | 1385 | 1253 | 1956 | 1660 | 861 | 807 |
| Ponto 3 | 670 | 640 | 838 | 778 | 907 | 807 | 310 | 283 |
| Ponto 4 | 596 | 395 | 713 | 647 | 781 | 641 | 306 | 114 |
| Ponto 5 | 1133 | 807 | 1154 | 1085 | 1731 | 1458 | 654 | 632 |

Rascunho da Planta da Biblioteca:

Vão Envidraçado



Anexo V – Cartaz de sensibilização

Boas Práticas Energéticas

Desliga as luzes quando não estiver ninguém na sala!

Desliga os computadores quando não estiverem a ser

Evita abrir as portas dos equipamentos de frio desnecessariamente e por tempo prolongado!

Usa água quente apenas se necessário!

Aproveita a luz natural! Abre os estores em vez de ligares as luzes!

Curiosidades Energéticas

Ao ritmo atual serão necessários apenas 35 anos para duplicar o consumo mundial de energia e menos de 55 anos para o triplicar

Sabias que a iluminação representa cerca de 19% de eletricidade em todo o Mundo?

Se todos os europeus desligassem as TV's, em vez do modo Standby, poderiam ser desligadas 4 centrais nucleares na Europa!

Sabias que se usares o carro próprio em vez dos transportes públicos, implica 18 vezes mais de emissões para a atmosfera?

Sabias que a produção de energia implica mais danos para o ambiente do que qualquer outra atividade provocada pelo Homem?

Anexo VI – Lista de documentos

Lista de Documentos

Revisão:00

Data:

Elaborado:

Aprovado:

| Descrição | Estado de Revisão / Data | | | | | Observações |
|--|--------------------------|------------|------------|------------|------------|-------------|
| | Criação | 1ª revisão | 2ª revisão | 3ª revisão | 4ª revisão | |
| Política Energética | | | | | | |
| Política Energética | | | | | | |
| Manual do SGE | | | | | | |
| Manual do SGE | | | | | | |
| Procedimentos de Sistema | | | | | | |
| Procedimento Requisitos Legais e Avaliação da Conformidade | | | | | | |
| Avaliação Energética | | | | | | |
| Gestão da Melhoria | | | | | | |
| Plano de Medição de Energia | | | | | | |
| Auditorias Internas | | | | | | |
| Descrição de Funções | | | | | | |
| GE | | | | | | |
| Responsável Manutenção | | | | | | |
| Docente | | | | | | |
| Administrativo | | | | | | |
| Funcionário | | | | | | |
| Instruções de Trabalho | | | | | | |
| Regras a Cumprir pelas Empresas Externas | | | | | | |
| Critérios para aquisição de equipamentos | | | | | | |
| Modelos | | | | | | |
| Objetivos e Metas Energéticas | | | | | | |
| Acompanhamento de IDE | | | | | | |
| Identificação de Requisitos Legais | | | | | | |
| Levantamento de Necessidades de Formação | | | | | | |
| Planeamento Energético | | | | | | |
| Ata de Revisão pela Gestão | | | | | | |
| Relatório de Auditoria | | | | | | |

Anexo VII – Relatório de auditoria

Relatório de Auditoria

Revisão: 00

Data:

Elaborado:

Aprovado por:

NORMA DE REFERÊNCIA. NP EN ISO 50001

DATA(S) DA AUDITORIA:

DURAÇÃO:

ÂMBITO:

| 4. REQUISITOS DO SISTEMA DE GESTÃO DE ENERGIA | VERIFICADO | NÃO-CONFORMIDADE/ OPORTUNIDADE MELHORIA | OBSERVAÇÕES |
|---|-------------------|--|--------------------|
| 4.1 Requisitos Gerais | | | |
| 4.2 Responsabilidade da Gestão | | | |
| 4.2.1. Gestão de Topo | | | |
| 4.2.2. Representante da Gestão de Topo | | | |
| 4.3 Política Energética | | | |
| 4.4. Planejamento Energético | | | |
| 4.4.1. Generalidades | | | |
| 4.4.2. Requisitos Legais e Outros Requisitos | | | |
| 4.4.3. Avaliação Energética | | | |
| 4.4.4. Consumo Energético de Referência | | | |
| 4.4.5. Objetivos Energéticos, Metas Energéticas e Planos de Ação para a Gestão de Energia | | | |
| 4.5. Implementação e Operação | | | |
| 4.5.1. Generalidades | | | |
| 4.5.2. Competências, Formação e Sensibilização | | | |
| 4.5.3. Comunicação | | | |
| 4.5.4. Documentação | | | |
| 4.5.4.1 Requisitos de Documentação | | | |
| 4.5.4.2. Controlo de Documentos | | | |
| 4.5.5. Controlo Operacional | | | |
| 4.5.6. Conceção | | | |
| 4.5.7. Aprovisionamento de Energia, seus Serviços, Produtos e Equipamentos | | | |
| 4.6. Verificação | | | |
| 4.6.1. Monitorização, Medição e Análise | | | |
| 4.6.2. Avaliação da Conformidade com Exigências Legais e Outros Requisitos | | | |

Relatório de Auditoria

Revisão: 00

Data:

Elaborado:

Aprovado por:

| | | | |
|---|--|--|--|
| 4.6.3. Auditoria Interna ao Sistema de Gestão de Energia | | | |
| 4.6.4. Não-Conformidades, Correções, Ações Corretivas e Ações Preventivas | | | |
| 4.6.5. Controlo dos Registos | | | |
| 4.7. Revisão pela Gestão | | | |
| 4.7.1. Generalidades | | | |
| 4.7.2. Entradas para a Revisão pela Gestão | | | |
| 4.7.3. Saídas para a Revisão pela Gestão | | | |

EQUIPA AUDITORA
NOME / FUNÇÃO

RÚBRICA

Relatório de Auditoria

Revisão: 00

Data:

Elaborado:

Aprovado por:

2. RESUMO / COMENTÁRIOS GLOBAIS

NOTA DE NÃO CONFORMIDADE / OPORTUNIDADE DE MELHORIA

| Nº | NC* | OM* | Requisito | Descrição |
|----|-----|-----|-----------|-----------|
| 1) | | | | |
| 2) | | | | |
| 3) | | | | |
| 4) | | | | |
| 5) | | | | |
| 6) | | | | |
| 7) | | | | |
| 8) | | | | |

* Assinalar com X na coluna adequada, para identificar a NC ou OM

AUDITOR(ES)

TOMOU CONHECIMENTO

NOME/FUNÇÃO

RUBRICA

Anexo VIII - Ata de revisão pela gestão

Revisão Pela Gestão

Ata de Reunião

Revisão: 00

Data:
Elaborado por:
Aprovado por:

| INFORMAÇÃO DA REUNIÃO | | |
|--|------|-------|
| ENTIDADE – Escola Secundária de Pombal | | |
| ASSUNTO – Revisão ao SGE | | |
| LOCAL | DATA | AUTOR |

| PARTICIPANTES | | |
|---------------|--------|------------|
| NOME | FUNÇÃO | ASSINATURA |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |

Revisão Pela Gestão

Ata de Reunião

Revisão: 00

Data:
Elaborado por:
Aprovado por:

1. OBJETIVOS DA REUNIÃO

Esta reunião teve como objetivo gerais:

- Verificar adequabilidade do SGE face à Política Energética;
- Analisar resultados inerentes às não conformidades detetadas;
- Analisar resultados da avaliação da conformidade legal e de outros requisitos;
- Analisar grau de concretização dos objetivos e metas ambientais definidos e perspetivar novos;
- Analisar resultados das auditorias;
- Analisar o estado/resultado das ações corretivas e preventivas identificadas;
- Identificar possíveis ações corretivas/preventivas e de melhoria;
- Analisar adequabilidade dos recursos face às necessidades existentes;
- Outros dados considerados relevantes para a gestão e melhoria do SGE.

2. CONCLUSÕES

3. SAÍDAS DA REVISÃO PELA GESTÃO

Indicar quaisquer decisões ou ações relacionadas com alterações ao desempenho energético, política energética, IDE, objetivos e metas energética e recursos disponíveis:

| PLANOS DE AÇÃO | | | |
|----------------|------|------|--------|
| | AÇÃO | QUEM | QUANDO |
| 1 | | | |
| 2 | | | |
| 3 | | | |
| 4 | | | |
| 5 | | | |
| 6 | | | |

Esta página foi intencionalmente deixada em branco

**Anexo IX – Regras a cumprir pelas
empresas externas**

Regras a Cumprir por Empresas Externas

Revisão: 00
Data:
Elaborado:
Aprovado por:

No âmbito do Sistema de Gestão de Energia, implementado segundo a Norma NP EN ISO 50001 na Escola Secundária de Pombal, é necessária a colaboração das entidades subcontratadas e prestadoras de serviço, durante a sua permanência nas instalações com o objetivo de cumprir os requisitos do Sistema de Gestão de Energia (SGE).

Deste modo, agradecemos que sejam cumpridos os pontos abaixo descritos, respeitantes a controlo operacional do SGE, e eventual documentação interna distribuída, conforme se aplique à atividade desenvolvida:

- Não devem ser desperdiçados recursos energéticos (luz);
- Se detetar algum desperdício de energia, informe, de imediato os responsáveis;
- Em caso de substituição de lâmpadas, optar por lâmpadas fluorescentes (LF) ou díodos emissores de luz (LED's);
- Em caso de substituição de equipamentos eletrónicos optar por equipamentos com classe A ou superior. Assim como também se deve dar preferência a equipamentos que possuem a etiqueta Energy Star, quando aplicável;
- Usar água quente apenas se necessário;
- Conhecer a Política Energética que se encontra em anexo.

Situações de trabalhos especiais poderão ter regras adicionais comunicadas previamente à realização da atividade.

Esta página foi intencionalmente deixada em branco