



Auditoria Energética à Escola Secundária Padre Benjamim Salgado - Vila Nova de Famalicão

TIAGO ANDRÉ CARNEIRO PEIXOTO

julho de 2016

Auditoria Energética à Escola Secundária Padre
Benjamim Salgado – Vila Nova de Famalicão

Tiago André Carneiro Peixoto

Dissertação submetida para a obtenção do grau de
Mestre em Energias Sustentáveis

Instituto Superior de Engenharia do Porto
Departamento de Engenharia Mecânica

julho de 2016

Relatório da Unidade Curricular de Estágio do 2º ano do
Mestrado em Energias Sustentáveis

Candidato: Tiago André Carneiro Peixoto, N° 1130004, 1130004@isep.ipp.pt

Empresa: AEdoAVE – Agência de Energia do Ave



Orientação Científica: Professora Doutora Eunice Maria Vilaverde Fontão
Supervisão: Engenheiro Rui Manuel Dias Pacheco

Mestrado em Energias Sustentáveis
Departamento de Engenharia Mecânica



julho de 2016

Agradecimentos

Os meus agradecimentos vão para todos aqueles que contribuíram, directa ou indirectamente para a realização deste trabalho.

Um agradecimento especial à Eng.^a Eunice Vilaverde Fontão pela coordenação, orientação e todo o tempo que dispensou para que este projeto se desenvolvesse da melhor maneira.

Agradeço ao orientador de estágio Eng.^o Rui Pacheco pela ajuda prestada, pelos conhecimentos transmitidos e por todo o tempo que dispensou, conciliando o seu trabalho com a ajuda que me foi dando ao longo do ano.

Agradeço aos meus colegas de trabalho, Eng.^o Tiago Vale, Miguel Oliveira, João Leal por terem partilhado comigo durante estes tempos de estágio e que deixarão saudades.

Agradeço à minha família, principalmente aos meus pais pelo carinho, amor, apoio nas horas difíceis e pela força que eles sempre me deram confiando no meu trabalho. Agradeço às minhas irmãs que sempre estiveram ao meu lado, como irmãs, amigas e companheiras.

Agradeço aos meus amigos de equipa de futsal do Sol Poente, pelo convívio e por todas as cacetadas que me deram durante os treinos ao longo destes anos.

Agradeço aos meus amigos de longa data, Jorge Carneiro, Nuno Carneiro, Michael Nogueira e o Hugo Rodrigues, pelo apoio e convívio aos fins-de-semana, percebendo que necessitava de fazer umas pausas, derivado às várias horas seguidas de trabalho.

Resumo

A dependência energética das grandes economias mundiais alertou o mundo para a necessidade de mudar o comportamento relativo ao consumo de energia. O aumento dos custos energéticos tem induzido ao uso racional da energia por parte das organizações, implicando uma monitorização permanente nas instalações. A eficiência energética é um tema que tem vindo a assumir grande importância nos dias de hoje na nossa sociedade, não só pelos compromissos internacionais assumidos, como também pelo combate ao desperdício energético.

Esta dissertação relata o estágio curricular na Agência de Energia do Ave, que inclui uma auditoria energética à escola Padre Benjamim Salgado.

O estágio visou essencialmente a contribuição para um modelo de desenvolvimento sustentável, na procura de alternativas com menor impacto ambiental, introduzindo conceitos de eficiência energética e ambiental nos processos de planeamento. Acções de sensibilização e auditorias energéticas foram os projetos que, durante o período curricular, tiveram maior intervenção por parte do autor desta dissertação, tendo em vista a mudança de hábitos de consumo energético na sociedade.

A auditoria energética à escola Padre Benjamim Salgado, Joane – Vila Nova de Famalicão, apresenta uma abordagem para a determinação da redução dos custos de energia, mantendo o conforto para os seus ocupantes. A escola em análise configura um Grande Edifício de Serviços (GES) à luz de uma análise térmica feita ao edifício escolar, com os valores de referência atualizados, com entrada em vigor a 31 de dezembro de 2015, ao abrigo da nova regulamentação (decreto-lei n.º118/2013, 20 de Agosto) verificando-se o cumprimento dos requisitos mínimos definidos na Portaria n.º 349/2013 do atual decreto. Foi ainda efetuada, após um levantamento exaustivo, uma análise detalhada das faturas de energia, gás e água, e de todos os equipamentos consumidores de energia que se encontram instalados na instituição.

Palavras-Chave

Eficiência energética, GES, edifícios, medidas de melhoria, auditoria energética

Abstract

The energy dependency of the world's major economies alerted the world to the need to change energy consumption related behavior. The increase in energy costs has been promoting the rational use of energy by many organizations, implying permanent monitoring of their premises. Energy efficiency is a topic that has been taking on increasingly more importance in today's society, not only due to international commitments, but also to tackle energy waste.

This dissertation aims at conducting an energy audit of the school Padre Benjamim Salgado.

The curricular traineeship focused essentially on contributing to a sustainable development model in the search for alternatives with less environmental impact, introducing concepts of energy and environmental efficiency in planning processes. Awareness raising actions and energy audits were projects that during the course period had greater intervention by the author of this work, aimed at changing society's energy consumption related behavior.

The energy audit conducted on Padre Benjamim Salgado School - Vila Nova de Famalicão, approaches the determination of energy costs reduction, while maintaining comfort for its occupants. The building under analysis is a non-residential building, namely a school Great Building Services (GES). A thermal imaging analysis of the school building with the updated reference values, in effect since December 31 2015, was carried out under the new regulations (Decree-Law n.º118 / 2013, August 20) verifying the minimum requirements set out in Ministerial Order No. 349/2013 of the current decree. After an exhaustive survey, a detailed analysis of energy bills, gas and water, and all energy-using equipment that are installed at the institution, was also carried out.

Keywords:

Energy efficiency, Great Building Services, buildings, improvement measures, energy audit

Declaração

Tiago André Carneiro Peixoto declara, sob compromisso de honra, que este trabalho é original e que todas as contribuições não originais foram devidamente referenciadas, com identificação da fonte.

21 de Junho de 2016

Índice

AGRADECIMENTOS	V
RESUMO	VII
ABSTRACT	IX
DECLARAÇÃO	XIII
ÍNDICE	XV
ÍNDICE DE FIGURAS	XIX
ÍNDICE DE TABELAS	XXIII
NOMENCLATURA	XXV
1. INTRODUÇÃO	1
1.1. CONTEXTUALIZAÇÃO	1
1.2. OBJETIVOS	3
1.3. ORGANIZAÇÃO DO RELATÓRIO	4
2. ESTADO DA ARTE	7
2.1. INTRODUÇÃO	7
2.2. ENQUADRAMENTO	8
2.3. EVOLUÇÃO LEGISLATIVA EM PORTUGAL DO SCE	11
2.4. ALTERAÇÕES EFECTUADAS – DECRETO-LEI N.º118/2013	14
2.5. AUDITORIAS ENERGÉTICAS	17
2.6. CONSUMO DE ENERGIA EM EDIFÍCIOS PÚBLICOS E SERVIÇOS	20
2.7. UM OLHAR FUTURO AOS NZEB	22
3. APRESENTAÇÃO DA EMPRESA E ATIVIDADES DESENVOLVIDAS	25
3.1. APRESENTAÇÃO DA EMPRESA	25
3.2. ATIVIDADES DESENVOLVIDAS	28
4. AUDITORIA ENERGÉTICA	39
4.1. INTRODUÇÃO	39
4.2. IDENTIFICAÇÃO E DESCRIÇÃO DO EDIFÍCIO	40
4.3. VERIFICAÇÃO DOS REQUISITOS MÍNIMOS	46
4.3.1. ELEMENTOS CONSTRUTIVOS	47
4.3.2. CONTRIBUIÇÃO DE SISTEMAS DE COLETORES SOLARES (Esolar) OU DE OUTROS SISTEMAS DE ENERGIAS RENOVÁVEIS (Eren)	55

4.3.3.	SISTEMAS DE AQUECIMENTO, ARREFECIMENTO E DE PREPARAÇÃO DE ÁGUAS QUENTES SANITÁRIAS.....	55
4.4.	AUDITORIA ENERGÉTICA COM BASE NOS CONSUMOS	59
4.4.1.	DOSSIER DE EVIDÊNCIAS	59
4.4.2.	REGISTO DE UTILIZAÇÃO DO EDIFÍCIO.....	61
4.4.3.	ANÁLISE DE FATURAS.....	70
4.4.4.	DIAGRAMA DE CARGA DA INSTALAÇÃO	78
4.5.	CLASSE ENERGÉTICA DA ESCOLA	81
4.6.	MEDIDAS DE MELHORIA	81
4.6.1.	CONFORTO TÉRMICO.....	82
4.6.2.	ENERGIA ELÉTRICA	87
4.6.3.	ÁGUA E GÁS.....	90
5.	CONCLUSÕES	93
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	97
	ANEXO A. QUADROS COM U REFERÊNCIA E U MÁXIMO	101
	ANEXO B. SELEÇÃO DO REGISTO FOTOGRÁFICO	102
	ANEXO C. LEVANTAMENTO RESUMO DAS MEDIÇÕES FEITAS ÀS INSTALAÇÕES	108
	ANEXO D. LEVANTAMENTO DIMENSIONAL DOS ESPAÇOS NÃO ÚTEIS.....	109
	ANEXO E. ENVOLVENTES DOS ESPAÇOS.....	116
	ANEXO F. DETERMINAÇÃO DA CLASSE DE INÉRCIA TÉRMICA	120
	ANEXO G. DOSSIER DE EVIDÊNCIAS.....	122
	ANEXO H. LEVANTAMENTO/REGISTO E CÁLCULO DE TODOS OS CONSUMIDORES DE ENERGIA DA ESCOLA.....	123
	ANEXO I. FICHAS CARACTERÍSTICAS/ORÇAMENTOS PARA A ELABORAÇÃO DAS MEDIDAS DE MELHORIA	126
	ANEXO J. LEVANTAMENTO DE DADOS RELATIVOS AO PAVILHÃO DESPORTIVO	131

Índice de Figuras

Figura 1 - Consumo de energia na Europa [7]	9
Figura 2 - Consumo de energia em Portugal (DGEG 2011) [7]	10
Figura 3 - Consumo de energia elétrica no setor dos serviços [8].....	10
Figura 4 - Evolução legislativa em Portugal do SCE [9]	11
Figura 5 - Diferenças na constituição da legislação	15
Figura 6 - Diferentes áreas de atuação das legislações	15
Figura 7 – a) e b) Produção estatística anual de CE emitidos e percentagem por classes no ano 2013 [7].....	16
Figura 8 - Certificado Energético (frente e verso) [7].....	17
Figura 9 - Quantificação do potencial de melhoria dos edifícios [4]	19
Figura 10 - Requisitos para a avaliação do desempenho energético (RECS) [7].....	20
Figura 11 - Fatores que influenciam o consumo de energia num edifício [19].....	21
Figura 12 - Consumo anual de energia primária nos diferentes sectores (2009) [19].....	21
Figura 13 - Localização da agência de energia do ave	26
Figura 14 - Organigrama da AEdoAVE.....	27
Figura 15 – Região do AVE.....	27
Figura 16 – a) e b) Patrulha de energia nas escolas.....	30
Figura 17 - Aplicação do projeto cantinho da tocas juntamente com o Vereador da Câmara Municipal de Fafe.....	30
Figura 18 – a) e b) Promoção da eficiência nos outdoors e decalques em transportes públicos da região do ave	31
Figura 19 - Promoção da eficiência energética em feiras semanais na região	31
Figura 20 – a) e b) Campanha de informação sobre o mercado liberalizado	32
Figura 21 - Programa de eficiência energética para as PME's	33
Figura 22 – a) e b) Auditorias energéticas realizadas nas PME's.....	33
Figura 23 – a) e b) Energy Game II	34
Figura 24 - a) e b)Entrega de Prémio de Participação à Escola Secundária de Infias – Vizela	36
Figura 25 – a) e b) Entrega do 3.º Prémio à Escola Secundária Padre Benjamim Salgado, Joane - Vila Nova de Famalicão.....	36
Figura 26 - Localização do edifício da Escola Padre Benjamim Salgado.....	40
Figura 27 - Distância à costa do edifício da escola secundária Padre Benjamim Salgado.....	41
Figura 28 - Relação entre % envidraçado com área útil.....	43
Figura 29 - Analisador de rede.....	60
Figura 30 - Luxímetro	60

Figura 31 - Medidor de distâncias	61
Figura 32 - Amperímetro.....	61
Figura 33 - Ocupação mensal de utentes.....	63
Figura 34 - Repartição das potências por setor	64
Figura 35 - Iluminação por Edifício da Escola.....	65
Figura 36 - Iluminância média real de locais estratégicos da escola.....	66
Figura 37 - Climatização por edifícios	68
Figura 38 - Equipamentos por edifício.....	70
Figura 39 - Análise da energia reativa (kVArh).....	72
Figura 40 - Consumos de energia elétrica	72
Figura 41 - Custos de energia elétrica	73
Figura 42 - Distribuição de consumos por período para o ano de 2014	74
Figura 43 – Consumo em horas de ponta referente ao ano de 2014.....	75
Figura 44 - Consumos de gás propano	75
Figura 45 - Custos anuais de gás propano	76
Figura 46 - Consumo mensais de Água.....	77
Figura 47 - Custos Anuais de Água.....	77
Figura 48 - Diagrama de Cargas de um dia de semana (2ª Feira)	78
Figura 49 - Diagrama de Cargas de um dia de semana (4ª Feira)	79
Figura 50 - Diagrama de Cargas no Fim de semana (Sábado)	79
Figura 51 - Diagrama de Cargas no Fim de semana (Domingo).....	80
Figura 52 - Poupança anual estimada.....	88
Figura 53 - Poupança Anual Estimada	91

Índice de Tabelas

Tabela 1 - Época de construção de edifícios em Portugal (Fonte/Entidades: INE, PORDATA) [6].	8
Tabela 2 - Constituição do bloco A.....	42
Tabela 3 - Constituição do bloco B.....	42
Tabela 4 - Constituição do bloco C.....	42
Tabela 5 - Constituição do polivalente.....	42
Tabela 6 - Constituição dos balneários (pavilhão desportivo)	43
Tabela 7 - Coeficiente de redução de perdas de espaços não úteis	44
Tabela 8 - Descrição dos espaços não úteis	45
Tabela 9 - Legenda dos diferentes tipos de envolvente.....	45
Tabela 10 - Classes de inércia térmica interior, I_i [15].....	46
Tabela 11 - Avaliação dos requisitos mínimos de qualidade	48
Tabela 12 - Caracterização do tipo de envidraçado do Edifício da Escola	53
Tabela 13 - Caracterização do tipo de envidraçado dos restantes Edifícios da Escola	53
Tabela 14 - Tabela de requisitos mínimos de eficiência [24].....	56
Tabela 15 - Tabela de requisitos mínimos de eficiência das caldeiras [24]	56
Tabela 16 - Sistema de Aquecimento.....	57
Tabela 17 - Sistema de Aquecimento (resistência elétrica)	57
Tabela 18 - Sistema de Arrefecimento.....	58
Tabela 19 - Sistema de Preparação de AQS.....	58
Tabela 20 - Perfil de ocupação diária dos edifícios.....	62
Tabela 21 - Iluminância necessária em determinados locais da escola.....	66
Tabela 22 - Resistências térmicas	69
Tabela 23 - Períodos de tarifários de energia elétrica (Fonte: Erse)	74
Tabela 24 - Reabilitação das paredes exteriores bloco A.....	82
Tabela 25 - Reabilitação das paredes exteriores bloco B.....	83
Tabela 26 - Reabilitação da cobertura exterior inclinada bloco A	83
Tabela 27 - Reabilitação da cobertura exterior inclinada bloco B	83
Tabela 28 - Reabilitação dos envidraçados bloco A (Caixilho PVC)	84
Tabela 29 - Reabilitação dos envidraçados bloco B (Caixilho PVC)	84
Tabela 30 - Cálculo do custo médio 2014 €/kWh (Faturas EDP).....	85
Tabela 31 - Cálculo do período de retorno (anos) da reabilitação térmica das paredes exteriores ..	85
Tabela 32 - Cálculo do período de retorno (anos) da reabilitação térmica das coberturas exteriores	85
Tabela 33 - Cálculo do período de retorno (anos) da reabilitação térmica dos envidraçados	86
Tabela 34 - Consumo das luminárias atualmente instaladas	87

Tabela 35 - Consumo das luminárias com a tecnologia LED	87
Tabela 36 - Cálculo de investimento	87
Tabela 37 - Cálculo do período de retorno.....	88
Tabela 38 -Caraterização atual presente na escola	90
Tabela 39 - Cálculo do Período de Retorno	91

Nomenclatura

Caracteres gerais

A_{env}	–	Área do vão envidraçado	(m^2)
A_i	–	Área do elemento que separa o espaço interior útil do espaço não útil	(m^2)
A_{pav}	–	Área útil do pavimento	(m^2)
A_u	–	Área do elemento que separa o espaço não útil do ambiente exterior	(m^2)
b_{tr}	–	Coefficiente de redução de perdas	
F_0	–	Fator de sombreamento por elementos horizontais sobrejacentes ao envidraçado, compreendendo palas e varandas	
F_f	–	Fator de sombreamento por elementos verticais adjacentes ao envidraçado, compreendendo palas verticais, outros corpos ou partes de um edifício	
GD	–	N.º de Graus-dias	(°C.dias)
g_{Tvc}	–	Fator solar do vão envidraçado com vidro corrente e um dispositivo de proteção solar, permanente, ou móvel totalmente ativado, para uma incidência solar normal à superfície do vidro	
$g_{L,vi}$	–	Fator solar do vidro para uma incidência solar normal à superfície do vidro, conforme informação do fabricante	
g_T	–	Fator solar do vão envidraçado	

$g_{Tmáx}$	–	Fator solar global máximo admissível do vão envidraçado	
I_t	–	Inércia térmica	(Kg/m ²)
U	–	Coefficiente de transmissão térmica	(W/m ² K)
V_{ENU}	–	Volume do espaço não útil	(m ³)
Z	–	Altitude do local	(m)
θ_{ext}	–	Temperatura média exterior	(°C)

Abreviaturas

AEdoAVE	–	Agência de Energia do Ave
AEPBS	–	Agrupamento de Escolas Padre Benjamim Salgado
AQS	–	Águas Quentes Sanitárias
ASECE	–	Apoio Social Extraordinário ao Consumidor de Energia
ASHRAE	–	<i>American Society of Heating, Refrigerating and Air-conditioning Engineers</i>
BTE	–	Baixa Tensão Especial
CE	–	Certificado Energético
COP	–	<i>Coefficient of Performance</i>
DCR	–	Declaração de Conformidade Regulamentar
DGEG	–	Direção Geral de Energia e Geologia
EER	–	<i>Energy Efficiency Ratio</i>
EPBD	–	<i>Energy Performance of Buildings Directive</i>

ERSE	– Entidade Reguladora dos Serviços Energéticos
GEE	– Gases de Efeito de Estufa
GEEPME’S	– Gestão de Energia Elétrica em Pequenas e Médias Empresas
GES	– Grandes Edifícios de Serviços
IEE	– Indicador de Eficiência Energética
NZEB	– <i>Nearly Zero Energy Building</i>
ON.2	– Programa Operacional Regional do Norte
PES	– Pequenos Edifícios de Serviços
PO	– Programa Operacional Regional
REGIONAIS	
PO SEUR	– Programa Operacional de Sustentabilidade e Eficiência no Uso dos Recursos
PPEC	– Plano de Promoção de Eficiência no Consumo
PQ	– Perito Qualificado
RCCTE	– Regulamento das Características de Comportamento Térmico dos Edifícios (2006)
RECS	– Regulamento de Desempenho Energético em Edifícios de Comércio e Serviços (2013)
REH	– Regulamento de Desempenho Energético em Edifícios de Habitação (2013)
RNAE	– Rede Nacional das Agências de Energia
RQSCE	– Regulamento da Qualidade dos Sistemas Energéticos de Climatização de Edifícios (2006)

RSECE – Regulamento dos Sistemas de Climatização em Edifícios (2006)

SCE – Sistema de Certificado Energético dos Edifícios

UE – União Europeia

YEL – *Young Energy Leaders*

1. Introdução

1.1. Contextualização

Hoje em dia mais de 50 % da população mundial vive em cidades, responsáveis por cerca de 70 % das emissões de gases de efeito de estufa (GEE) e, em 2030 espera-se que a taxa de urbanização vá aumentar para mais de 75 %. Este processo está a criar uma grande pressão sobre as áreas urbanas (consumo de recursos, a poluição atmosférica e sonora, qualidade de vida, etc) [1].

Governos são responsáveis pela gestão dos serviços públicos, uso da terra e transportes, economia comunitária e de saúde, necessitando de novas orientações e apoio para o cumprimento desses objetivos críticos. Ao mesmo tempo, o comportamento humano é muitas vezes responsável por padrões insustentáveis de consumo ao nível da eficiência energética nos edifícios.

De acordo com Rita Ascenso, diretora da revista Edifícios e Energia “*há bastante mais de um ano que os fundos europeus disponíveis para a eficiência energética estão congelados por ordem de Bruxelas*” [2]. Em causa está a incorreta transposição da Diretiva Europeia para o desempenho energético nos edifícios que continua a impedir o acesso aos 691 milhões de euros. Este valor que se encontra repartido pelos vários programas operacionais (PO SEUR – Programa Operacional Sustentabilidade e Eficiência no Uso de Recursos, PO

Regionais, etc.), estão perfilados com o crescimento inteligente, sustentável e inclusivo, prosseguindo a Estratégia Europa 2020 [2].

Os Estados-membros devem reformular a diretiva 2010/31/EU com o objetivo de elaborar planos nacionais para aumentar o número de edifícios com necessidades quase nulas de energia (NZEB¹), podendo estes incluir objetivos diferenciados de acordo com a categoria de edifícios em causa.

Numa entrevista exclusiva dada para a revista Edifícios e Energia (edição bimestral n.º 105 Maio/Junho 2016), o Professor Doutor José Mendes, o novo secretário de Estado Adjunto e do Ambiente, referiu que (...) *a transposição da diretiva do desempenho energético dos edifícios não está consolidada. Existem vários problemas para resolver e que vão ser clarificados. Tudo o que seja a ocupação via reabilitação tem critérios de eficiência energética e obriga ao certificado energético e esse é um dado adquirido* [2].

Acrescenta ainda, (...) *em todo o caso vamos iniciar a revisão dos regimes excepcionais, nomeadamente os códigos associados à construção e à reabilitação e a nossa ideia é que a reabilitação, que tem sido sempre tratada como exceção* [2].

Na concepção de um edifício, a adopção de algumas medidas bem dimensionadas poderá influenciar significativamente o seu desempenho em termos do conforto térmico no seu interior e, conseqüentemente, dos seus ocupantes. Como o consumo energético depende das condições de conforto que os ocupantes querem atingir, se o edifício estiver pouco adaptado ao clima local o consumo de energia será tanto maior quanto as condições de conforto térmico pretendidas. Contudo, se na concepção de um edifício são utilizadas as estratégias bioclimáticas correctas, o edifício fica mais próximo de atingir as condições de conforto térmico e de diminuir os respectivos consumos energéticos para atingir esses fins.

As estratégias a adoptar para a criação de edifícios sustentáveis, são um conjunto de regras ou medidas de carácter geral destinadas a influenciar a forma do edifício, bem como os seus processos, sistemas e componentes construtivos. As estratégias a adoptar num determinado edifício ou projeto deverão ser seleccionadas tendo em atenção a especificidade climática do local, a função do edifício e, conseqüentemente, o modo de

¹ *Nearly Zero Energy Buildings*

ocupação e operação do mesmo, com o objectivo de promover um bom desempenho em termos de adaptação ao clima.

Grande parte da população portuguesa não tem capacidade financeira para aquecer as suas casas no Inverno nem arrefecê-las no Verão. É importante refletir sobre algumas questões: “será que as pessoas conseguem pagar as suas contas energéticas?”, “Será que as pessoas conseguem manter as suas casas, ou espaços de trabalho quentes?”, “Será que os edifícios em que estão têm problemas de fugas ou de eficiência energética?”. Em Portugal, a maioria das pessoas não consegue manter a casa quente, de forma adequada. Há pessoas mais frágeis a nível social e económico, com baixos salários, que não têm possibilidade de investir muito dinheiro na melhoria dos edifícios. Mas o que se vê também, e por vezes é um pouco revoltante, é que os governos continuam a investir muito em subsídios aos combustíveis, não sendo esta uma solução sustentável [3].

Em termos de construção pública não-residencial, a maioria são constituídos por edifícios escolares. Abordar um tema em que actualmente há dificuldades em eliminar as lacunas energéticas e ambientais presentes nestes locais, torna-se importante para garantir a saúde e a produtividade dos alunos e professores. Diferentes análises apresentadas na literatura demonstram, em muitos casos, que estes edifícios apresentam uma má qualidade do ar interior e um consumo elevado de energia térmica, pois não há medidas de poupança de energética para o melhoramento do funcionamento das escolas [4].

1.2. Objetivos

A elaboração da presente dissertação visa a utilização da auditoria energética como meio de estudo do estado do edificado escolar do ponto de vista energético, nomeadamente no que respeita aos requisitos mínimos, consumos e otimização.

Pretende-se demonstrar que existem meios disponíveis que permitem actuação eficaz sobre a energia consumida, reduzindo significativamente o seu consumo.

Deste modo, os principais objectivos propostos nesta dissertação são:

- Verificação dos requisitos mínimos de acordo com a nova legislação como ponto de partida para o estado do edificado do ponto de vista energético.

- Verificação dos consumos energéticos através da análise às faturas de electricidade e gás propano.
- Identificação das possíveis medidas de melhoria do desempenho energético através da intervenção nos elementos construtivos, na iluminação e, equipamentos com grande consumo de energia na instalação, tendo em vista a melhoria no nível de classificação energética.
- Aplicação de tendências sobre a redução de consumos energéticos, introduzindo conceitos de eficiência energética na escola.

1.3. Organização do relatório

Este trabalho encontra-se dividido em cinco partes e anexos.

Numa segunda parte é realizado um ponto de situação da realidade europeia e posteriormente da realidade portuguesa ao nível da eficiência energética, com incidência sobre a sua dependência energética, a estratégia que decorre no país no âmbito da energia, o histórico da legislação desde o seu início, passando por todas as alterações que foram efectuadas ao longo do tempo até, ao que atualmente se encontra em vigor. É também abordada a questão das auditorias energéticas relacionando-as com potenciais medidas de melhoria. Por fim, expõe-se de forma sucinta a tendência de futuro para os edifícios, o NZEB.

A terceira parte baseia-se na apresentação da empresa e relato das atividades desenvolvidas e em curso no âmbito do estágio.

Na quarta parte apresenta-se um caso de estudo, assente na realização de uma auditoria energética à escola secundária Padre Benjamim Salgado, em Joane – Vila Nova de Famalicão. Começou-se pela de verificação dos requisitos mínimos posteriormente análise de faturação de energia, finalizando com o resultado da aplicação de medidas corretivas para melhoria do seu desempenho energético.

Numa quinta e última parte são enumeradas as conclusões aferidas para os objectivos traçados, bem como, algumas propostas para desenvolvimento de trabalhos futuros.

2. Estado da Arte

2.1. Introdução

Segundo *C. Becchio et al.* os edifícios ocupam um lugar fundamental entre os principais contribuintes para as emissões de GEE e têm um grande potencial de poupança de energia. A redução da procura de energia e a exploração de fontes renováveis constituem importantes medidas que são necessárias para reduzir as emissões de GEE [1].

Respondendo a estes desafios, o conceito de edifícios NZEB ganhou um reconhecimento crescente na literatura, uma vez que é caracterizado pelo baixo consumo de energia e respetiva mitigação destas necessidades pela auto produção. No entanto, a fim de melhorar o desempenho energético de edifícios existentes, as medidas devem ter em conta não só as condições climáticas e locais, soluções de conforto ambiental e eficiência de custos interna, mas também fatores culturais e humanos, tais como o comportamento dos ocupantes [1].

Atualmente, a União Europeia (UE) conta com um parque edificado de 160 milhões de edifícios, um quarto deles construídos entre 1970 e 1990. Cerca de 40 % dos edifícios residenciais foram construídos antes da década de 1960, de uma forma pior do que edifícios de décadas anteriores. Considerando que os novos edifícios representam apenas 1

a 1,5 % do parque imobiliário, a fim de obter um impacto significativo em termos de poupança de energia e redução gases de efeito estufa (GEE), a renovação e reabilitação de edifícios existentes tornam-se um desafio muito importante [5].

Tabela 1 - Época de construção de edifícios em Portugal (Fonte/Entidades: INE, PORDATA) [6]

Anos	Época de construção								
	Total	Anterior a 1919	1919 - 1945	1946 - 1960	1961 - 1970	1971 - 1980	1981 - 1990	1991 - 2000	2001 - 2011
1981	2.507.706	643.059	482.791	406.003	354.226	621.627	//	//	//
1991	2.861.719	461.889	427.531	392.042	395.880	511.200	673.177	//	//
2001	3.160.043	253.880	344.936	357.042	395.262	553.349	648.930	606.644	//
2011	3.544.389	206.343	305.696	387.340	408.831	588.858	578.845	558.471	510.005

Neste capítulo pretende-se fazer um estado da arte da regulamentação histórica do sistema de certificação energética em Portugal, correlacionando alterações com o novo regulamento que entrou em vigor recentemente. Posteriormente, ao nível das necessidades de conforto térmico e preocupações ambientais em edifícios, abordar-se-á a questão das auditorias energéticas com o objetivo principal de analisar as condições de utilização de energia nos edifícios.

2.2. Enquadramento

Reduzir o consumo energético, a emissão de gases com efeito de estufa e a dependência energética do exterior são atualmente prioridades da UE. A eficiência energética e o recurso a fontes de energias alternativas são os dois caminhos propostos para alcançar esses objetivos. A meta dos três 20, aumento de 20 % de energias renováveis, aumento de 20 % da eficiência energética e uma redução de 20 % na emissão de gases com efeitos de estufa para o ano de 2020, tem sido o foco dos países europeus na definição de políticas que permitam prosseguir esse caminho [5].

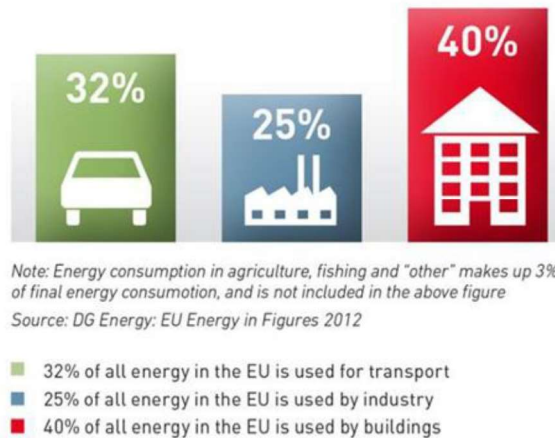


Figura 1 - Consumo de energia na Europa [7]

O sector da construção é responsável por quase 40 % do consumo total de energia na Europa, e os setores da indústria e dos transportes, por 25 % e 32 % respetivamente.

No caso de Portugal cerca de 30 % é a quota que representa o sector dos edifícios. Porém, mais de 50 % deste consumo pode ser reduzido através de medidas eficiência energética, o que pode representar uma redução anual de 400 milhões de toneladas de CO₂ (quase a totalidade do compromisso da UE no âmbito do Protocolo de Quioto).

O Protocolo de Quioto foi, até à data, o primeiro tratado jurídico internacional que pretende explicitamente limitar as emissões quantificadas de gases com efeito de estufa dos países desenvolvidos. Este protocolo tinha fixado uma meta de redução das emissões de CO₂ para a UE de 8 % para o período 2008-2012, por referência a 1990. Este esforço foi dividido pelos países que representam os Estados-membros. A Portugal foi permitida o aumento das suas emissões em 27 %. De acordo com os últimos dados, o aumento ficou-se pelos 19 %, sem contar o efeito das florestas.

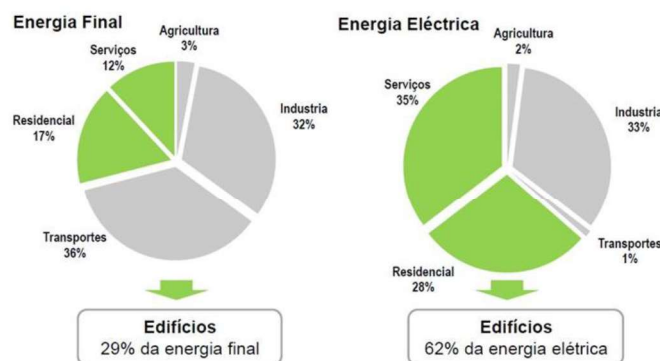


Figura 2 - Consumo de energia em Portugal (DGEG 2011) [7]

O setor que mais se destaca em termos de consumos de energia final em Portugal é o dos transportes, responsável por 36 % do consumo de energia final. Portugal, face às menores necessidades de arrefecimento e essencialmente de aquecimento de edifícios, os consumos nesta área (residencial e serviços) representam menos de 30 % da energia utilizada para consumo final.

Dentro desta percentagem, e analisando os dados do balanço energético de 2011 da Direção Geral de Energia e Geologia (DGEG), os edifícios (residencial e serviços) correspondem a 62 % da energia eléctrica total consumida, pelo que o aumento da eficiência energética neste setor se torna crucial para uma melhoria dos consumos nacionais.

Ao nível do consumo de energia eléctrica nas instalações de comércio e serviços, Portugal consome, em termos de edifícios do Estado, cerca de 2076 GWh por ano (correspondente a aproximadamente 180.000 tep). Segundo a DGEG, o Estado é responsável por 13 % da eletricidade consumida no setor (em que se inserem escritórios, hotelaria e restauração, comércio, hospitais e unidades de saúde, estabelecimentos de ensino, etc...) [8].

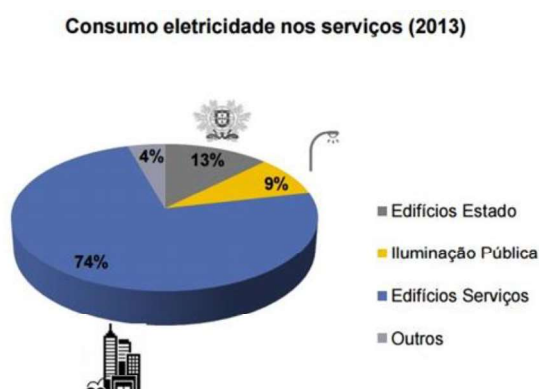


Figura 3 - Consumo de energia eléctrica no setor dos serviços [8]

De acordo com o gráfico apresentado, o elevado consumo de energia é evidente nos edifícios de serviços, representando 74 % da energia consumida, 13 % para os edifícios Estado, 9 % correspondente à iluminação pública e 4 % para outros. Perante uma análise nacional, a implementação de medidas de eficiência energética são essenciais ao desenvolvimento não só económico, mas também social e cultural.

2.3. Evolução legislativa em Portugal do SCE

O aumento drástico dos preços do petróleo na década de 1990, na sequência da crise energética mundial no final de 1970, levantou preocupações governamentais sobre segurança energética, levando os governos europeus a introduzirem regulamentos de energia. Em Portugal, até à data de 1990 não existiam requisitos térmicos na edificação. Estes regulamentos energéticos associados à construção de edifícios de serviços foram posteriormente introduzidos, cronologicamente, de acordo com a imagem seguinte.



Figura 4 - Evolução legislativa em Portugal do SCE [9]

Em 1990, com o Decreto-Lei 40/90, surgiu a primeira legislação que impôs o regulamento das características de comportamento térmico dos edifícios (RCCTE). Segundo o decreto-lei o regulamento adotado reflete a experiência adquirida noutros países ao longo dos últimos 15 anos quanto à conservação de energia e à utilização da energia bioclimática nos edifícios e tira partido das condições do clima do nosso país, para integrar no próprio edifício, através da arquitectura e das tecnologias construtivas, as formas mais adequadas de aproveitamento de energia solar ou energia ambiente [10].

Após a entrada em vigor do primeiro RCCTE, surgiu a regulamentação sobre os sistemas de climatização, uma vez que não existia qualquer regulamento que abrangesse esta temática. Posto isto, em 1992, foi publicado no Decreto-Lei 173/92, o Regulamento da Qualidade dos Sistemas Energéticos de Climatização de Edifícios (RQSCE) que esteve em vigor durante um curto período de tempo tendo sido suspenso pela Comunidade Europeia devido a questões de formalidade na sua promulgação [11].

Em 1998 surge, uma actualização do RQSCE, com o Decreto-Lei 119/98 o regulamento dos sistemas de climatização em edifícios (RSECE). Este, estabelece as regras a ter em conta no dimensionamento e instalação dos sistemas energéticos de climatização dos edifícios [9]. Aplicava-se em edifícios de serviços grandes ($> 1000 \text{ m}^2$ e ou 500 m^2) e a pequenos edifícios de serviços ou de habitação com climatização, tendo uma potência térmica nominal superior a 25 kW.

Em Dezembro de 2002 surge a Directiva n.º 2002/91/CE. A publicação desta diretiva EPBD², veio tentar integrar ações ao nível comunitário, no que toca ao desempenho energético em edifícios, tendo em conta as condições climáticas, externas e locais, e ainda as exigências em matéria de clima interior e rentabilidade económica [12].

No âmbito desta directiva de forma a melhorar o desempenho energético em edifícios, Portugal publica em Abril de 2006 através do Decreto-Lei n.º 78/2006 de 4 de Abril, do Decreto-Lei n.º 79/2006 e do Decreto-Lei n.º 80/2006, respetivamente, o Sistema Nacional de Certificação Energética e da Qualidade do Ar Interior nos Edifícios (SCE), o RCCTE e o RSECE.

Segundo o Decreto-Lei n.º 78/2006, o SCE tem como objetivo principal (...) *assegurar a aplicação regulamentar, nomeadamente no que respeita às condições de eficiência energética, à utilização de sistemas de energias renováveis e, ainda, às condições de garantia da qualidade do ar interior, de acordo com as exigências e disposições contidas no Regulamento das Características de Comportamento Térmico dos Edifícios (RCCTE) e no Regulamento dos Sistemas Energéticos e de Climatização dos Edifícios (RSECE); Certificar o desempenho energético e a qualidade do ar interior nos edifícios; Identificar as medidas correctivas ou de melhoria de desempenho aplicáveis aos edifícios e*

² Energy Performance Buildings Directive

respectivos sistemas energéticos, nomeadamente caldeiras e equipamentos de ar condicionado, quer no que respeita ao desempenho energético, quer no que respeita à qualidade do ar interior [13].

Em 2010 é publicada a primeira reformulação da EPBD original (Diretiva n.º 2010/31/EU) a 19 de Maio de 2010. Esta, relativa ao desempenho energético de edifícios, veio reformular a diretiva publicada no ano de 2002 e, clarificar alguns dos princípios e conteúdos anteriormente estipulados e introduzir novas disposições que visam o reforço do quadro de promoção do desempenho energético nos edifícios, de forma a poder alcançar as metas e desafios estipulados pelos Estados Membros para 2020 [14].

No âmbito desta diretiva, surge em Portugal a 20 de Agosto de 2013 com o Decreto-Lei n.º 118/2013 o Sistema de Certificação energética dos Edifícios (SCE), o Regulamento de Desempenho Energéticos em Edifícios de Habitação (REH) e o Regulamento de Desempenho Energético em Edifícios de Comércio e Serviços (RECS). Este decreto assegura as alterações efetuadas da diretiva em referência, como também uma revisão da legislação nacional, registando melhorias ao nível da sistematização e âmbito de aplicação ao englobar, num único diploma, a simplificação e a clareza na produção legislativa de carácter técnico deste novo sistema nacional [15].

Ainda dentro desta reformulação da EPBD, um dos desafios que surgiram foram os NZEB. Ainda hoje tem sido uma questão sobre a sua verdadeira definição, no entanto segundo entendidos pode afirmar-se que é um edifício com um desempenho energético muito elevado em que as necessidades de energia quase nulas ou muito pequenas deverão ser coberta com energia de origem renovável, prevendo que em 2019 (os edifícios do estado serão os primeiros a dar o exemplo), os novos edifícios públicos já terão de gerar energia a partir de fontes renováveis para satisfazer a energia consumida pelo edifício. A partir de 2021 terão de englobar todos os novos edifícios.

Atualmente, o Decreto-Lei n.º 251/2015 de 25 de Novembro procede à terceira alteração ao Decreto-Lei n.º 118/2013, de 20 de Agosto, tendo ocorrido anteriormente mais duas alterações a este mesmo decreto, com os Decretos-Leis n.ºs 68-A/2015, de 30 de Abril, e 194/2015, de 14 de Setembro. Este novo decreto, veio aprovar o SCE, o REH e o RECS, e transpôs a Diretiva n.º 2010/31/EU, do Parlamento Europeu e do Conselho, de 19 de maio de 2010, relativo ao desempenho energético dos edifícios [16].

2.4. Alterações efectuadas – Decreto-Lei n.º118/2013

O sistema de certificação energética dos edifícios faz parte de um conjunto de políticas energéticas no setor dos edifícios e constitui-se hoje como a principal ferramenta para avaliação do desempenho energético, permitindo acompanhar a evolução legislativa da eficiência energética, aliada à promoção das condições de conforto térmico e da qualidade do ar interior nos edifícios.

As alterações efectuadas ao SCE de 2006 em relação ao novo SCE são variadas. Há mudanças em termos de funcionamento, requisitos de qualidade, consumos de energia contabilizáveis, metodologias de cálculo, requisitos energéticos, determinação da classe energética dos edifícios, edifícios abrangidos, tipologias de uso. Neste ponto são mencionadas as mais gerais.

Inicialmente pode já verificar-se de imediato os diferentes significados da sigla SCE, uma vez que em 2006 se denominava como sendo Sistema Nacional de Certificação Energética e da Qualidade do Ar Interior nos Edifícios. Já em 2013 até ao presente, a sigla denomina-se Sistema Nacional de Certificação Energética dos Edifícios.

A atualização da legislação nacional existente foi das alterações com mais destaque, em que ocorreram modificações estruturais e de sistematização, pela junção, num só diploma (subdivididos em despachos e portarias), de uma matéria anteriormente regulada em três diplomas diferentes, procedendo-se a uma reorganização significativa, visando promover a harmonização terminológica e a facilidade de interpretação por parte dos destinatários das normas.

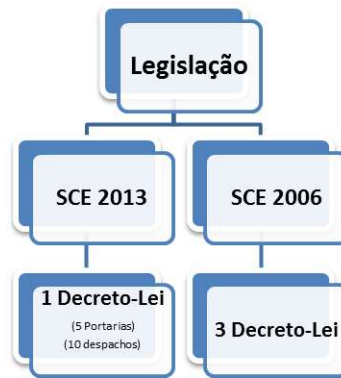


Figura 5 - Diferenças na constituição da legislação

Uma outra alteração é, a separação clara do âmbito de aplicação do REH e do RECS, passando aquele a incidir, exclusivamente, sobre os edifícios de habitação e os de comércio e serviços, respetivamente, facilitando o tratamento técnico e a gestão administrativa dos processos, ao mesmo tempo que reconhece as especificidades técnicas de cada tipo de edifício naquilo que é mais relevante para a caracterização e melhoria do desempenho energético.

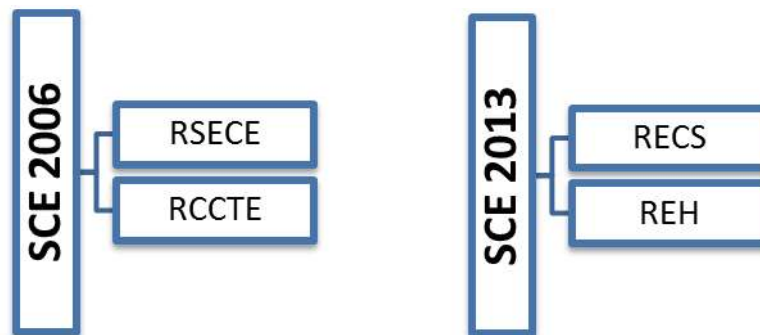


Figura 6 - Diferentes áreas de atuação das legislações

Dentro das alterações mais gerais aparece uma, não menos importante, em termos de metodologias de cálculo. As metodologias de cálculo dos indicadores energéticos de referência são substancialmente diferentes das do SCE de 2006. Agora, estes indicadores são obtidos para os próprios edifícios assumindo, para o efeito “valores de referência”, para as soluções construtivas, para os sistemas de AVAC e para os padrões de ocupação, de equipamentos e de iluminação. Valores que actualmente são mais baixos comparativamente ao regulamento anterior.

De acordo com o instituto nacional de estatística, desde a implementação do SCE e até janeiro de 2016, foram emitidos 1 milhão de certificados energéticos relativos a edifícios ou frações [17].

O Certificado SCE é um documento emitido por um perito qualificado (PQ) no âmbito do SCE e descreve a situação efetiva do desempenho energético de um imóvel, onde consta o cálculo dos consumos anuais de energia previstos e qualifica a qualidade do ar interior de um edifício ou fração autónoma (residencial/serviços), classificando o imóvel em função do seu desempenho energético numa escala de 8 classes.



Figura 7 – a) e b) Produção estatística anual de CE emitidos e percentagem por classes no ano 2013 [7]

De acordo com a figura 5 verificam-se que ano após ano têm sido emitidos menos Certificados Energéticos (CE).

Analisando as figura 6 referente ao ano de 2013, observa-se que a classe com mais CE emitidos é a classe C, representando cerca de 34.4 % do total da emissão de certificados em Portugal. Numa visão geral, verifica-se que a maioria dos CE emitidos encontra-se acima da classe D, representando assim, resultados algo satisfatórios referentes ao desempenho energético.

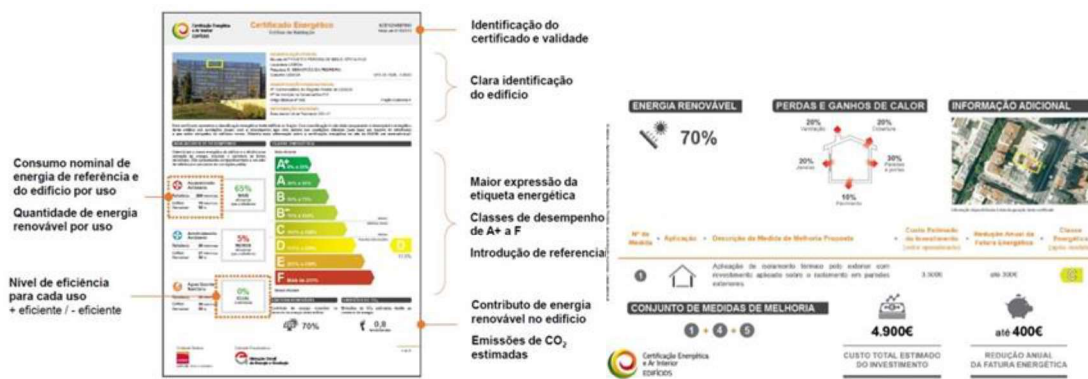


Figura 8 - Certificado Energético (frente e verso) [7]

A obrigatoriedade da implementação de um sistema de certificação energética tem como objetivo informar o cidadão sobre a qualidade térmica dos edifícios, aquando da construção, venda arrendamento ou locação dos mesmos e aumentar a eficiência média do setor dos edifícios, reduzindo a dependência externa da UE e contribuindo para o cumprimento dos objetivos.

Nos edifícios já existentes o certificado energético presta informação sobre as medidas de melhoria de desempenho energético e da qualidade do ar interior, com viabilidade económica, que o proprietário pode implementar para reduzir as suas despesas energéticas e simultaneamente melhorar a eficiência energética do edifício. Já nos edifícios novos, a certificação energética permite comprovar a correta aplicação da regulamentação térmica e da qualidade do ar interior em vigor para o edifício, nomeadamente a obrigatoriedade de instalar sistemas de energias renováveis, bem como obter informação sobre o seu desempenho energético.

2.5. Auditorias Energéticas

Uma auditoria energética é o procedimento por meio do qual é possível analisar os consumos energéticos de um sistema a fim de apresentar soluções de melhorias na sua eficiência energética, atingir a mitigação do seu impacto ambiental e reduzir os custos de energia.

A realização de uma auditoria necessita de uma preparação e planeamento adequados. A fase de preparação passa sobretudo pela familiarização com os processos e pela

responsabilização dentro da entidade ao nível da administração, a quem serão atribuídas responsabilidades pela poupança de energia.

De uma maneira simples e concisa, para que o processo de auditoria tenha mais hipótese de sucesso é necessário:

- Identificar as fontes de informação (pedir a colaboração de quem trabalha nos locais e/ou com os equipamentos / sistemas).
- Planear a auditoria.
- Realizar a auditoria.
- Rever todos os dados recolhidos.

O que é pretendido é que se faça uma identificação de todos os equipamentos, iluminação, pé direito, características das envolventes e medições quer ao nível da energia quer da qualidade do ar interior.

As envolventes do edifício, ou seja, os elementos de construção, paredes exteriores e interiores, coberturas exteriores e interiores e pavimentos exteriores e interiores, devem de estar registados ou na planta de arquitectura ou num registo construtivo para que seja possível identificar os elementos que os constituem para ser calculado o coeficiente de transmissão térmica (U), expresso em $W/(m^2 K)$.

Caso não haja a discriminação dos elementos construtivos o processo de certificação faz-se valer de um documento de apoio “Informação Técnica, Edifícios – ITE 50”, que é a nota técnica onde através das espessuras é estimado um U, daí ser necessário fazer um levantamento das espessuras das paredes utilizando normalmente uma fita métrica convencional ou um laser electrónico. Para as coberturas e pavimentos a nota técnica apenas faz distinção do material construtivo e do fluxo de transferência de calor (descendente ou ascendente).

Para além do envelhecimento natural dos materiais e da falta de manutenção, existe um conjunto de problemas que afectam o desempenho energético dos edifícios:

- Características do edifício.
- Sistemas energéticos.
- Comportamentos dos utilizadores.

Dentro das características dos edifícios, destaca-se a intervenção na envolvente, ao nível da colocação de isolamento térmico nos elementos opacos (como paredes, coberturas e

caixilharias), da existência de pontes térmicas e do baixo desempenho térmico dos vãos envidraçados.

Nos sistemas energéticos, a redução de custos é feita através da adoção de práticas de gestão sistemática de energia que incidam sobre o controle mais efetivo do funcionamento dos diferentes usos de energia, no sentido de eliminar consumos não produtivos.

Os utilizadores também têm um papel importante no que se refere à redução de consumos. A implementação de alterações comportamentais através de campanhas de sensibilização e até incentivos à melhoria do desempenho energético podem ser apostas das entidades para que haja uma redução energética. Edifícios que sejam mais ambiciosos ao nível da eficiência energética podem ter um custo de construção entre 2 a 14 % superior.

Quantificação do potencial de melhoria

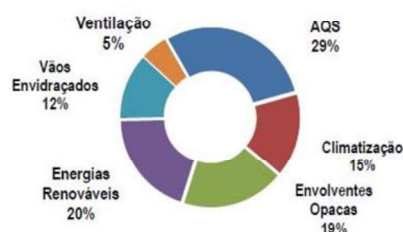


Figura 9 - Quantificação do potencial de melhoria dos edifícios [4]

De acordo com o gráfico é possível definir a adequação técnica e económica de cada medida concreta de poupança energética. A fim de avaliar esta economia de energia obtida para cada medida, é necessário classificar as acções de poupança tendo em conta o valor associado do tempo de período de retorno do investimento. Em termos potenciais de redução de consumos tem-se que 29 % corresponde aos sistemas de aquecimento de águas sanitárias, podendo melhorar a sua eficiência alterando as caldeiras mais antigas, por umas mais novas (com níveis altos de eficiência). De seguida apresentam-se com 20 % as energias renováveis, apelando à colocação de sistemas que produzam energia gratuitamente. Com percentagens inferiores mas não menos importante temos 19 % para as envolventes opacas (ex. colocação de isolamento térmico), 15 % para a climatização (ex. aquisição de sistemas de climatização mais eficientes), 12 % para os vãos envidraçados (ex. aquisição de vãos envidraçados com um coeficiente de transmissão térmica baixo), e por fim 5 % para a ventilação.

2.6. Consumo de energia em edifícios públicos e serviços

A transposição para a legislação nacional da Diretiva Europeia, como acima já descrito, sobre o desempenho energético de edifícios, concretizada com a publicação dos Decretos-Leis n.º 118/2013 e 194/2015, determinou a revisão da legislação existente. Relativamente ao RECS, foram definidos novos requisitos e metodologias para a avaliação do desempenho energético dos edifícios, os quais passaram a basear-se em quatro pilares: o comportamento térmico, a eficiência dos sistemas, a instalação, a condução e a manutenção de sistemas técnicos. Para além disso, são ainda definidos requisitos específicos para edifícios novos, bem como para edifícios sujeitos a grandes intervenções e edifícios existentes.

Princípios gerais		Comportamento Térmico	Eficiência Sistemas	Qualidade Ar Interior	Instalação Condução Manutenção
Requisitos específicos	Novos	✓	✓	✓ ¹⁾	✓
	Grandes intervenções	✓	✓	✓ ¹⁾	✓
	Existentes			✓ ²⁾	✓

Figura 10 - Requisitos para a avaliação do desempenho energético (RECS) [7]

O consumo de energia nos edifícios tem vindo a aumentar ao longo dos últimos anos, devido à melhoria da qualidade de vida das pessoas, relacionada com uma maior utilização de equipamentos eletrónicos e de climatização.

O consumo de energia ao longo da vida de um edifício apresenta a seguinte proporção [18]:

- Construção, reabilitação e demolição: 15%.
- Utilização (aquecimento, ventilação, aquecimento de água e eletricidade): 85%.

Construtivos	Humanos	Outros
Forma	Comportamento dos ocupantes	Sistemas de consumo de energia final
Orientação	Manutenção	Idade
Sombreamento	Temperatura interior ideal estipulada	Tipo de edifício
Rácio entre altura e área dos pisos	Horários de ocupação do edifício	Climáticos
Rácio entre área de janelas e parede	Número de ocupantes	
Níveis de insolação e propriedades das janelas	Monitorização e processo de aquisição de dados de consumos	
Área de envidraçados		
Isolamento térmico		
Impermeabilização		
Área Útil		

Figura 11 - Fatores que influenciam o consumo de energia num edifício [19]

Portugal apresenta um clima ameno. Isto leva a que tenham sido relativamente desalinhas as noções de arquitetura energeticamente eficientes. Esta consiste no desenho de edifícios tendo em consideração o clima local, tirando proveito dos recursos naturais disponíveis como o Sol, vento e vegetação, com o objetivo de obter conforto térmico reduzindo os consumos de energia.

Os edifícios públicos, devido à sua forte presença na edificação nacional, deverão ser os principais alvos de uma política energética priorizando a eficiência energética. Isto permitirá não só atuar num sector que representa uma parcela considerável da energia consumida, mas também passar uma mensagem de credibilidade e vontade política aos cidadãos.

Sector	Consumo (GWh)
Escolas	173,78
Institutos Públicos	159,99
Hospitais	147,91
Ensino Superior	108,32
Forças Armadas	105,97
Direções Gerais e Regionais	68,99
Serviços Administrativos	65,43
Ministérios e Secretarias	51,21
Forças Cívicas	44,59
Centros	35,43
Serviços Sociais	28,69
Tribunais	24,44
Prisões	23,8
Outros (Espaços Públicos, Conservatórias, Serviços Públicos, Inspeções, Cartórios)	27,54
Total	1066,09

Figura 12 - Consumo anual de energia primária nos diferentes sectores (2009) [19]

De acordo com a figura é notório que as escolas são o setor com maior consumo anual de energia primária, com um consumo de 173,73 GWh, seguido de institutos públicos e hospitais, representando 159,99 GWh e 147,91 GWh respetivamente.

Os edifícios escolares são edifícios de serviços com um ambiente de trabalho particular. Normalmente, o horário de funcionamento inicia-se de manhã cedo e termina no final da tarde (para escolas com cursos noturnos, este horário estende-se durante a noite). No entanto, não existe uma utilização regular de muitas das divisões ocupadas (ex. instalações sanitárias, salas de aula ou laboratórios). O uso eficiente da energia nestes edifícios está dependente de uma gestão e manutenção correcta das instalações. Além disso, os factores nos quais esta eficiência se deve assentar são a estrutura do edifício, a iluminação, o uso tecnológico, os sistemas de aquecimento e a densidade ocupacional das divisões da escola [20].

2.7. Um olhar futuro aos nzeb

Seis anos depois da publicação da diretiva EPBD, seria de esperar que a pergunta “*o que é um nzeb*” já tivesse resposta. Mas ainda não tem e, à medida que nos aproximamos de 2020, a indefinição deixa a indústria dos edifícios cada vez mais nervosa. Isto porque, nessa data, os nzeb passam a ser obrigatórios para os novos edifícios e exige-se que o parque edificado seja progressivamente transformado neste tipo de edifícios.

Começando pela crise económica, que deixou os investidores despidos de capital e de iniciativa (se não havia dinheiro sequer para construir o básico, quanto mais para construir com excelência). Mais, apercebemo-nos de que, depois de todo o tempo e esforços investidos em definir como os novos edifícios podiam ser mais eficientes, afinal, o grande desafio está na quantidade de edifícios que estão já construídos e que deverão cá ficar umas boas décadas [3].

Daqui a um ou dois anos, todos os estados-Membros terão concluído a definição nacional de nzeb, mas esse é só um primeiro passo.

Segundo Maarten de Groot, especialista sénior do *BPIE – Buildings Performance Institute Europe* lembra que (...) o maior desafio continua a ser os edifícios existentes, pelo que urge alcançar maiores taxas de reabilitação profunda. Entre a importância de envolver o setor da construção na implementação da EPBD e o apoio a um “passaporte do edifício”. Apostar nos edifícios inteligentes e minimizar a pobreza energética através de incentivos à eficiência [21].

Agora, assistimos a uma Europa que tenta recuperar o tempo perdido com fundos e programas de apoio à reabilitação, mas cujos resultados tardam em aparecer. A legislação vai dando algumas pistas sobre o que são os nzeb, mas a definição é ainda incompleta e, olhando para a nova realidade, é difícil acreditar que a resposta seja a mesma de há seis anos.

Para Drury Crawley, diretor da Bentley Systems, o conceito nzeb é um pouco complexo que define como, “a ideia é chegar ao ponto em que o edifício gera tanta energia quanto a que usa e, normalmente, a isso chama-se balanço energético nulo”. Acrescenta ainda que (...) quando as pessoas vêem que o seu edifício consome mais do que os outros, conseguem reduções na ordem dos 10 a 15 % ao ano. É um conhecimento útil. Até aqui, a fatura energética era algo que dizia respeito a cada um, pagava-se e pronto, e agora as pessoas vêem aqui uma oportunidade de poupança [22].

Aos motivos morais, éticos e ambientais, aliam-se factores económicos que tornam aliciente a construção de edifícios nzeb. Estes detêm sistemas de medição, monitorização e automação que garantem que os equipamentos só são utilizados quando necessário, contribuindo para um reduzido consumo de energia e para o retorno de investimento [3].

3. Apresentação da Empresa e Atividades Desenvolvidas

3.1. Apresentação da empresa

A **Agência de Energia do Ave** (AEdoAVE) é uma cooperativa de prestação de serviços de direito privado sem fins lucrativos sediada na Rua Capitão Alfredo Guimarães N.º 1 – Guimarães. A AEdoAVE tem por missão contribuir para a eficiência energética, para a utilização racional de energia e a utilização dos recursos energéticos endógenos, renováveis e não poluentes.

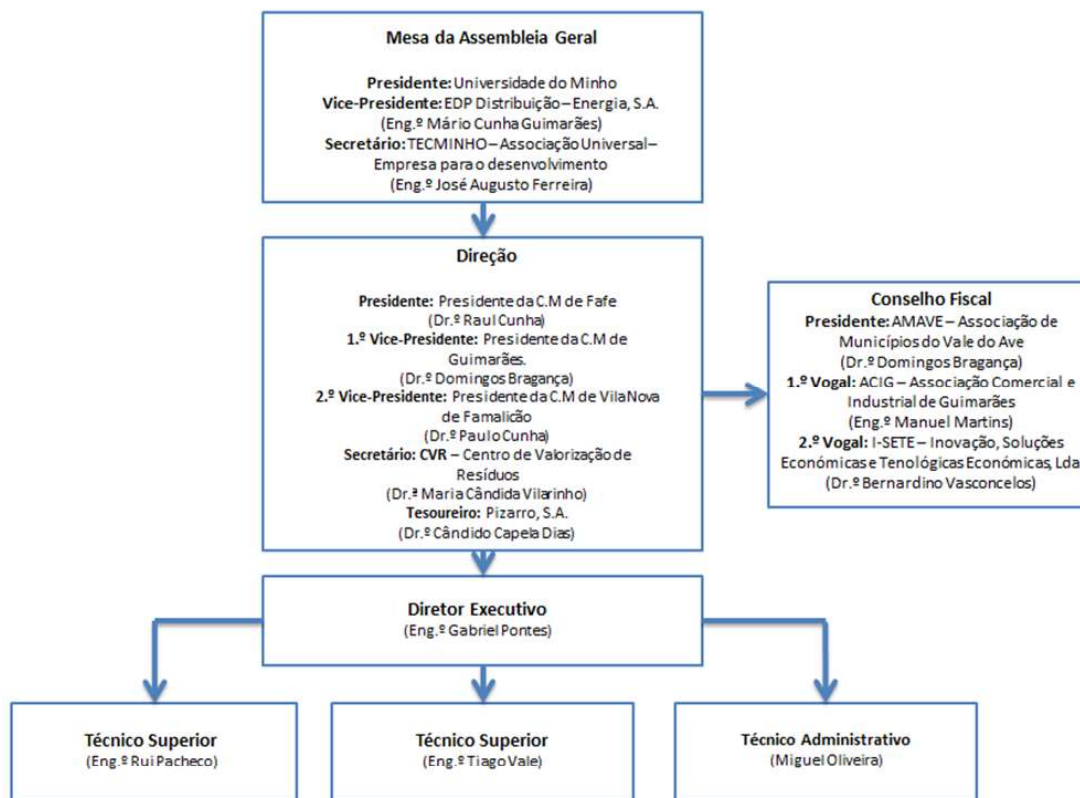


Figura 14 - Organograma da AEdoAVE

O campo de acção da Agência de Energia compreende toda a região do Ave, na qual se inserem os municípios de Cabeceiras de Basto, Mondim de Basto, Póvoa de Lanhoso, Fafe, Guimarães, Vizela, Vieira do Minho e Vila Nova de Famalicão de acordo com a ilustração seguinte.



Figura 15 – Região do AVE

Estes oito municípios compreendem um total de 236 freguesias, com uma área de 1453 km² e uma população de 425 411 habitantes (Censos 2011), correspondendo a uma densidade populacional de 293 habitantes/ km².

3.2. Atividades desenvolvidas

A AEdoAVE na sua acção tem sido precursora de um conjunto de iniciativas e projectos que têm gerado sinergias com outras entidades, com o objectivo de envolver os diferentes agentes locais, regionais, nacionais e internacionais no desenvolvimento da Região.

Neste percurso tem fundado, associado e estabelecido parcerias com um conjunto de Entidades Públicas e Privadas que pela sua acção têm apoiado e sustentado o desenvolvimento e a estratégia da Região.

Desde o seu início de actividade, a Agência de Energia do Ave foi desenvolvendo alguns projetos no âmbito energético para que a população do Ave se sensibilize no que respeita a esta matéria.

Em seguida apresentam-se alguns dos projetos elaborados desde o seu início de atividade juntamente com alguns parceiros.

- Aquisição de Viatura Elétrica.
- Monitorização e Avaliação do Programa de Ação da AEdoAVE.
- Adesão da AEdoAVE à RNAE.
- Apoio à adesão dos Municípios da região do AVE ao Pacto Europeu dos Autarcas.
- ENTIC – Gestão Inteligente e Sustentável de Energia para a competitividade das PME's da Euro Região.
- IPEAVE – Iluminação Pública Eficiente no AVE.

- EcoBairro.
- Protocolo de Cooperação com a DECO.
- Gestores Municipais de Energia.
- Tutores Municipais de Energia.
- Elaboração da Matriz Energética.
- Realização de Auditorias Energéticas a Edifícios Municipais.

No início do ano de 2014 recorreu à contratação de um técnico estagiário com o intuito de auxiliar na implementação de projetos aquando da realização de auditorias energéticas, acções de sensibilização a seguir indicadas.

Ações de sensibilização

A implementação de ações de sensibilização para a promoção da eficiência energética são um dos focos de intervenção das agências de energia, tendo em vista a mudança de comportamentos de consumo energético, bem como a divulgação da própria agência de energia enquanto entidade de apoio aos munícipes.

- Energia nas escolas – Patrulha de energia

A Patrulha de Energia da AEdoAVE é um programa de poupança de energia desenvolvido a pensar nos alunos do ensino básico e sem custos para a escola.

Consiste na criação de uma equipe composta unicamente de alunos (monitorizada pelos docentes) que irá verificar, periodicamente, as divisões do seu edifício escolar certificando-se de que não existem unidades de iluminação ou quaisquer outros equipamentos elétricos/ eletrónicos a consumir energia desnecessariamente.



Figura 16 – a) e b) Patrulha de energia nas escolas

- Energia nas escolas – Cantinho da Tocas

Ação de comunicação e sensibilização destinada à população estudantil do ensino pré-primário, no sentido de se fornecerem às educadoras de infância informações básicas sobre eficiência energética e poupança de energia, para que elas as possam transmitir aos educandos, através da distribuição de ferramentas de apoio a serem usadas nas salas de aula pelas educadoras.

AEdoAVE fornece, às educadoras de infância, material didático/pedagógico constituído por um manual de conceitos básicos e um compêndio de jogos educativos, para que as educadoras possam inculcar nos seus educandos boas práticas energéticas ao longo do ano letivo.



Figura 17 - Aplicação do projeto cantinho da tocas juntamente com o Vereador da Câmara Municipal de Fafe

- Energia em casa – Aneficiente

Esta ação visa sensibilizar os munícipes para a redução e eficiência do consumo energético através de uma campanha de sensibilização e promoção da eficiência e poupança energética.

Através da afixação de *outdoors*, mupis e colocação de decalques em transportes públicos, com mensagens alusivas à redução do consumo energético, pretende-se que a população crie hábitos de poupança em casa, trabalho, escolas, etc.



Figura 18 – a) e b) Promoção da eficiência nos outdoors e decalques em transportes públicos da região do Ave

Com a mascote Tocas, o rosto da promoção da eficiência energética na nossa região, foram ainda realizadas ações de proximidade em cada um dos 8 municípios da região do Ave para a distribuição de livretos informativos com conselhos para o uso racional de energia e para o consumo energético eficiente.



Figura 19 - Promoção da eficiência energética em feiras semanais na região

No âmbito do PPEC (Plano de Promoção da Eficiência no Consumo)

- Campanha de informação e esclarecimento dos consumidores de eletricidade e gás natural

No seguimento da criação dos mercados liberalizados de eletricidade e gás Natural, torna-se necessário informar os consumidores de eletricidade e gás natural, sobre medidas de eficiência energética, sobre o funcionamento do mercado regulado ou livre, dando especial destaque aos mecanismos de salvaguarda e apoio aos consumidores economicamente vulneráveis, incluindo as tarifas sociais da eletricidade e do gás natural e o apoio social extraordinário ao consumidor de energia (ASECE).



Figura 20 – a) e b) Campanha de informação sobre o mercado liberalizado

- GALP Pro Energy

A medida visa a mudança de comportamentos face ao consumo de energia, através de formação destinada às Pequenas e Médias Empresas de todo o país, desenvolvida com base na capacidade de disseminação das Agências de Energia, tendo como objetivo criar a figura do gestor de energia em cada PME nacional.



Figura 21 - Programa de eficiência energética para as PME's

- Gestão de energia elétrica em pequenas e médias empresas (GEEPME's)

Com este projeto pretende-se fazer uma abordagem sistemática da forma como a energia é utilizada, uma vez que o uso racional e eficiente deste recurso tem um impacto positivo no desempenho final das Pequenas e Médias Empresas.

Através de auditorias energéticas, da identificação e apresentação de medidas com viabilidade técnico-económica e do desenvolvimento e implementação de programas de gestão sistemática de energia, as empresas terão possibilidade de, simultaneamente aumentar o desempenho energético das suas atividades e por consequência aumentar a sua competitividade.



Figura 22 – a) e b) Auditorias energéticas realizadas nas PME's

- Energy Game II

O Energy Game II é um jogo de computador inovador, que pretende sensibilizar os alunos para a temática da eficiência energética, de uma forma dinâmica e em que fosse possível que todos os jogadores interagissem em simultâneo.

Com o Energy Game é possível chegar até junto do público-alvo de uma forma bastante apelativa e inovadora, com um jogo que se revela uma excelente ferramenta de sensibilização ambiental, provocando sempre grande interesse e entusiasmo por parte dos jogadores.

O jogo simula a história de uma família com oito personagens que participa num concurso televisivo. Os jogadores podem escolher a personagem com que mais se identificam e são depois confrontados com várias perguntas sobre energia e eficiência energética.

Este projecto encontra-se em início de execução, em que no final será seleccionada uma turma para ir ao campeonato nacional.



Figura 23 – a) e b) Energy Game II

- Young Energy Leaders (YEL)

O projeto consiste no lançamento de um concurso ao nível das escolas secundárias da área abrangida pelas Agências de Energia. O concurso passa pela realização de inquéritos acerca dos comportamentos assumidos pela população escolar, devendo ser identificadas áreas de melhoria e planeadas medidas de reforço das atitudes, hábitos e comportamentos efetivos que promovam a poupança e a eficiência energética. Por outro lado, deverão ser elaborados projetos de componente técnica, que levem os alunos a trabalhar os aspetos

ligados à poupança e eficiência energética de modo prático e, como tal, mais pedagógico e capaz de motivar à orientação vocacional no campo referido.

Existem duas fases. Numa primeira fase, é enviado um convite a todas as escolas da área de abrangência das Agências de Energia, sendo que as escolas que se inscrevem devem apresentar os seus projetos a concurso. Serão escolhidas as 25 escolas a nível nacional com projetos mais interessantes, na medida em que apresentem um caráter inovador e motivador, com uma distribuição equitativa de escolas entre as várias Agências da RNAE que participam neste projeto, a nível nacional.

Na segunda fase, essas escolas podem implementar os seus projetos, dos quais são escolhidos e premiados os três melhores. Nessa altura, as Agências de Energia e a equipa de gestão do YEL apresentam-se nas escolas com o objetivo não só de esclarecer dúvidas e incentivar o trabalho, mas também de participar nas suas atividades, assumindo-se como oradores em encontros temáticos, pequenas conferências ou quaisquer outras iniciativas propostas e elaboradas pelas escolas.

Neste âmbito as escolas premiadas com os três primeiros prémios foram:

- Escola Secundária do Fundão, Fundão 1º Prémio, Equipa “PeaceLeaders”.
- Escola Secundária Fontes Pereira de Melo, Porto 2º Prémio, Equipa “Multienergy”.
- Escola Secundária Padre Benjamim Salgado, Famalicão 3º Prémio, Equipa “ArduTeam”.

Neste sentido a Escola Secundária Padre Benjamim Salgado angariou o 3.º Prémio que pertence à área de abrangência da Agência de Energia do Ave. O valor a atribuir tanto o 3º Prémio como o prémio de participação das escolas inscritas é o seguinte:

- 400,00 € para implementar pequenas medidas de eficiência energética na Escola Básica e Secundária de Ínfias, Vizela – prémio de participação.



Figura 24 - a) e b) Entrega de Prémio de Participação à Escola Secundária de Infias – Vizela

- 7.000,00 € para execução da auditoria energética ao estabelecimento escolar (proveniente do 3º Prémio), acompanhada da implementação de medidas de eficiência diagnosticadas até se esgotar o valor atribuído.



Figura 25 – a) e b) Entrega do 3.º Prémio à Escola Secundária Padre Benjamim Salgado, Joane - Vila Nova de Famalicão

Visto que a equipa ArduTeam, da Escola Secundária Padre Benjamim Salgado, em Famalicão, foi uma das três equipas/escolas vencedoras, cabe à Agência de Energia do Ave acompanhar e realizar a auditoria Energética implementando possíveis medidas de eficiência energética com vista à redução do consumo elétrico. Neste sentido o Estagiário procedeu de imediato à realização da auditoria.

Recentemente, o técnico estagiário ajudou na realização de várias candidaturas para o novo PPEC 2017-2018, no âmbito da alteração de luminárias existentes para luminárias LED, colocação de variadores electrónicos de velocidade em edifícios municipais, como

bibliotecas, piscinas, etc., e ainda na elaboração de uma candidatura para a realização de uma aplicação *smartphone* com o intuito de construir uma cidade eficiente, visando a sensibilização e pedagogia sobre o tema eficiência energética e a responsabilização dos cidadãos para a tomada de atitudes e mudança de comportamentos relativos ao consumo de energia elétrica, que contribuam para combater o desperdício, reduzir as emissões de gases com efeito de estufa e para um desenvolvimento mais sustentável.

4. Auditoria Energética

4.1. Introdução

O presente diagnóstico energético visa a análise das condições de utilização de energia nas vertentes da iluminação, climatização, conforto térmico e equipamentos consumidores de energia.

Pretende-se com este trabalho avaliar e quantificar quais as formas de energia consumidas, comparando os valores obtidos com valores de referência e verificando os requisitos mínimos da escola secundária Padre Benjamim Salgado.

Na visita às instalações da escola tentou-se identificar equipamentos ou situações de má utilização de energia, sugerindo soluções e metodologias necessárias para correção das mesmas, quantificando os benefícios resultantes da sua implementação.

O objetivo prioritário é caracterizar a atual situação energética da instalação e sensibilizar para a utilização racional de energia.

4.2. Identificação e descrição do Edifício

Nome: Escola Secundária Padre Benjamim Salgado

Pessoa de Contato: Prof. Ricardo Fernandes / Dr.ª Teresa Mota (Subdiretora)

Endereço: Rua dos Estudantes

Código Postal: 4770-270 Joane, Vila Nova de Famalicão

Concelho: Vila Nova de Famalicão

Telefone: 252 996 877

Ano de construção: Entre 1980 - 1990 / bloco C - 2009

Correio eletrónico: geral@aepbs.net

Distrito: Braga

Telefax: 252 992 709

Internet: <http://w.aepbs.net/>

Coordenadas: 41.4369724; -8.4174432,17



Figura 26 - Localização do edifício da Escola Padre Benjamim Salgado

Zonamento Climático

Esta escola encontra-se a uma altitude de 150 metros e a uma distância à costa de 30,9 km, inserido na seguinte zona climática (valores obtidos a partir da tabela de referência da zona climática do NUT III do Ave, retirado do Despacho n.º 15793-F/2013):

- Graus dias de aquecimento:

$$GD = GD_{ref.} + a(Z - Z_{ref.}) = 1653 + 1,5(150 - 426) = 1239 \text{ } ^\circ\text{C. Dias}$$

- Temperatura média exterior na estação de arrefecimento:

$$\theta_{ext,v} = \theta_{ext,v ref.} + a(Z - Z_{ref.}) = 20,8 + (-0,003)(150 - 426) = 21,63 \text{ } ^\circ\text{C}$$

Zona Climática: I2 – V2

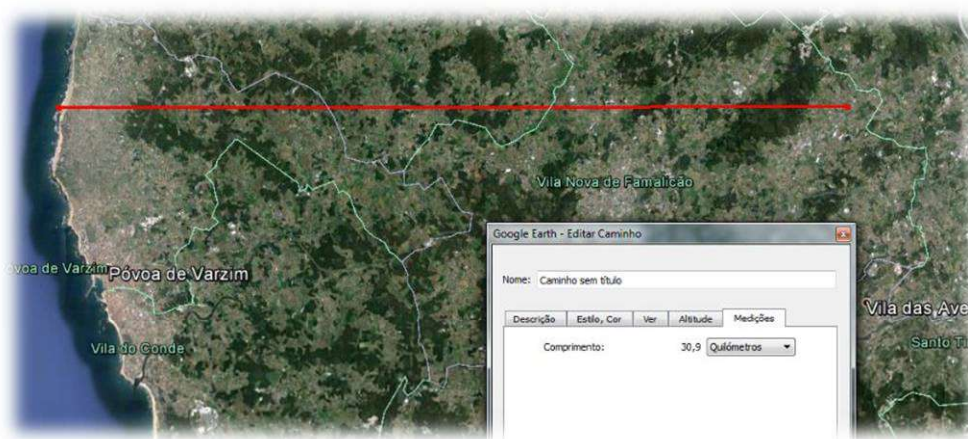


Figura 27 - Distância à costa do edifício da escola secundária Padre Benjamim Salgado

Caracterização dos edifícios da escola

A escola tem uma área útil global (área interior útil de pavimento do edifício medida pelo interior, em metros quadrados) de 4840,44 m². Distribuída por Bloco A, Bloco B e Bloco C, Polivalente e Pavilhão (em termos de cálculo de área útil apenas estão contabilizados os

Blocos e o Polivalente). Nas Tabelas seguintes apresenta-se os compartimentos por pisos dos vários blocos presentes na escola.

Tabela 2 - Constituição do bloco A

Bloco A		
1.º Piso	2.º Piso	3.º Piso
<ul style="list-style-type: none"> • 7 Salas de aula • Arrecadação de sala de aula • Arrecadação • WC • Átrio 	<ul style="list-style-type: none"> • 6 Salas de aula • 2 Laboratórios Química • 2 Arrecadações de Laboratórios • WC • Corredor 	<ul style="list-style-type: none"> • 8 Salas de Aula • <i>Atelier</i> Fotografia • Arrecadação de Sala de aula • Corredor

Tabela 3 - Constituição do bloco B

Bloco B		
1.º Piso	2.º Piso	3.º Piso
<ul style="list-style-type: none"> • Biblioteca • Área Multimédia • Laboratório Ciências • Laboratório Biologia • Anfiteatro • Arrecadação de laboratório • WC • Átrio 	<ul style="list-style-type: none"> • 10 Salas de aula • Arrecadação • WC • Corredor 	<ul style="list-style-type: none"> • 8 Salas de Aula • Gabinete • 2 Arrecadações • Corredor

Tabela 4 - Constituição do bloco C

Bloco C		
1.º Piso	2.º Piso	3.º Piso
<ul style="list-style-type: none"> • 6 Laboratórios • 4 Arrecadações de laboratório • 2 WC's • Átrio • Elevador 	<ul style="list-style-type: none"> • 4 Salas de aula • 3 Laboratórios • 2 Arrecadações de Laboratório • Arrecadação • WC • Corredor • Elevador 	<ul style="list-style-type: none"> • 8 Salas de Aula • 2 Arrecadações • WC • Corredor • Elevador

Tabela 5 - Constituição do polivalente

Polivalente	
1.º Piso	2.º Piso
<ul style="list-style-type: none"> • Palco • Papelaria • Reprografia 	<ul style="list-style-type: none"> • Sala de Professores • Sala de Reuniões • Conselho Executivo

<ul style="list-style-type: none"> • Cantina • Átrio • Secretaria • 4 Arrecadações • WC • Gabinete 	<ul style="list-style-type: none"> • WC • Corredor
--	--

Tabela 6 - Constituição dos balneários (pavilhão desportivo)

Balneários (Pavilhão)
<ul style="list-style-type: none"> • 2 Balneários • 2 Locais de Duche • 2 WC's

O registo de dados no local foi realizado entre o dia 1 de Outubro de 2015 e o dia 31 de Janeiro de 2016, sendo que as deslocações à escola foram feitas de forma intercalada com os trabalhos de gabinete (cerca de uma vez por mês). Este levantamento contou também com um registo fotográfico, tanto do interior como do exterior da escola, constante do Anexo B do presente relatório.

Apresenta-se de seguida um gráfico com a relação, em percentagem, entre a área de envidraçados (janelas e portas exteriores) com a área total útil de cada bloco. No Anexo C consta uma tabela resumo de todo o levantamento (medições) feito às instalações da Escola.

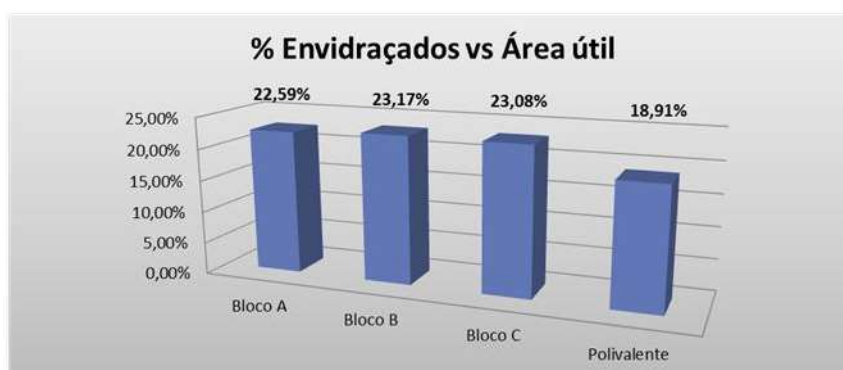


Figura 28 - Relação entre % envidraçado com área útil

Envolvente térmica - Coeficiente de redução de perdas (b_{tr})

Na impossibilidade de aferir o valor preciso da temperatura do local útil, dependendo do uso concreto e real de cada espaço, admite-se que, para alguns tipos de espaços não úteis b_{tr} , pode tomar os valores indicados na tabela seguinte, em função da taxa de renovação do ar (podendo ser fracamente ou fortemente ventilado), do volume do espaço não útil e , da razão A_i/A_u (em que A_i é o somatório das áreas dos elementos que separam o espaço interior útil do espaço não útil, A_u é o somatório das áreas dos elementos que separam o espaço não útil do ambiente exterior) (retirado do ponto 11.1 do despacho n.º 15793-K/2013).

Tabela 7 - Coeficiente de redução de perdas de espaços não úteis

b_{tr}	$V_{enu} \leq 50m^3$		$50m^3 < V_{enu} \leq 200m^3$		$V_{enu} > 200m^3$	
	f	F	f	F	f	F
$A_i/A_u < 0,5$						
$0,5 \leq A_i/A_u < 1$	0,7	0,9	0,8	1,0	0,9	1,0
$1 \leq A_i/A_u < 2$	0,6	0,8	0,7	0,9	0,8	1,0
$2 \leq A_i/A_u < 4$	0,4	0,7	0,5	0,9	0,6	0,9
$A_i/A_u \geq 4$	0,3	0,5	0,4	0,8	0,4	0,8

NOTA: Para elementos de construção que separam o espaço com condições de referência de um espaço fechado pertencente a um edifício adjacente, deve ser utilizado um valor do coeficiente de redução de perdas $b_{tr} = 0,6$ (Ponto 11.2 do Despacho n.º 15793-K/2013). No caso em estudo, a escola Padre Benjamim Salgado não tem nenhum edifício adjacente, não sendo aplicável este valor.

Em suma, apresentam-se na seguinte tabela os espaços não úteis descritos nas folhas de cálculo regulamentares Anexo D que complementam o presente diagnóstico, os quais estão em contacto com zonas úteis do edifício.





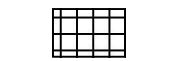
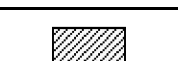
Tabela 8 - Descrição dos espaços não úteis

Identificação do Espaço não Útil							
Bloco A	btr	Bloco B	btr	Bloco C	btr	Polivalente	btr
Átrio	0.9	Átrio	0.9	Átrio	0.9	Átrio	1.0
WC 1.º Piso	0.9	WC 1.º Piso	0.9	WC 1 – 1.º Piso	1.0	WC – 2.º Piso	0.6
Arre. 14-16	0.4	Arre. 86-88	0.4	WC 2 – 1.º Piso	0.5	-	
WC 2.º Piso	0.8	WC 2.º Piso	0.9	Arre. 13-14	0.4	-	
-		Arre. 92-96	0.8	WC 1 -2.º Piso	0.9	-	
-		Arre. Gab.-99	0.6	Arre. 21-22	0.5	-	
-		-		Arre. 15-22	0.6	-	
-		-		WC 1 – 3.º Piso	1.0	-	

Descrição da envolvente dos edifícios

Na tabela seguinte consta uma legenda que permite identificar as envolventes que inclui coberturas, pavimentos e paredes exteriores e interiores (cada uma com uma cor representativa). Estes desenhos técnicos feitos em CAD (*Autocad 2010 – English*) e que constam no Anexo E incluem a indicação dos diferentes tipos de envolvente. É de facto importante esta análise de envolventes para diferenciar os espaços aquecidos e os espaços não úteis.

Tabela 9 - Legenda dos diferentes tipos de envolvente

Envolvente exterior	
Envolvente interior com requisitos de exterior ($b_{tr} > 0,7$)	
Envolvente interior com requisitos de interior ($b_{tr} \leq 0,7$)	
Envolvente sem requisitos	
Em planta identificado o pavimento (com a respetiva cor)	
Em planta identificada a cobertura (com a respetiva cor)	

Determinação da classe de inércia térmica

A classe de inércia térmica do edifício determina-se de acordo com a tabela seguinte, de acordo com o valor da massa superficial útil por superfície de área de pavimento.

Tabela 10 - Classes de inércia térmica interior, I_t [15]

Classe de inércia térmica	I_t [Kg/m ²]
Fraca	$I_t < 150$
Média	$150 \leq I_t \leq 400$
Forte	$I_t > 400$

A determinação da inércia térmica apresenta-se no Anexo F. Deste cálculo resultam os seguintes resultados:

- **Bloco A**, $I_t = 375,78 \text{ Kg/m}^2$. Logo a sua Inércia Térmica é **Média**.
- **Bloco B**, $I_t = 435,95 \text{ Kg/m}^2$. Logo a sua Inércia Térmica é **Forte**.
- **Bloco C**, $I_t = 440,61 \text{ Kg/m}^2$. Logo a sua Inércia Térmica é **Forte**.
- **Polivalente**, $I_t = 766,32 \text{ Kg/m}^2$. Logo a sua Inércia Térmica é **Forte**.

4.3. Verificação dos requisitos mínimos

Com a publicação do Decreto-lei 118/2013 em 20 de Agosto, foi estabelecido um quadro evolutivo no que respeita a valores de referência e requisitos mínimos. Estes quadros, que constam no Anexo A do presente relatório, estão de acordo com a alteração desses valores a 1 de Janeiro de 2016.

Uma vez que se trata de um edifício público e tendo uma área útil superior a 500 m², a escola está abrangida pelo RECS.

Em virtude das últimas alterações efetuadas ao Decreto-lei n.º118/2013, através do presente Decreto-lei n.º 251/2015, de 25 de novembro, surgiu a portaria n.º17-A/2016, 4 de fevereiro, que veio rectificar a portaria n.º 349-D/2013, 2 de dezembro, estabelecendo os

requisitos de conceção relativos à qualidade térmica da envolvente e à eficiência dos sistemas técnicos de determinado tipo de edifícios, ajustando, em conformidade, os referidos requisitos e demonstrando o cumprimento do RECS [23].

A partir da data atrás mencionada deverá ter-se em consideração, não só a avaliação do cumprimento dos requisitos mínimos aplicáveis mas também os valores de referência com os quais os edifícios em análise são comparados.

4.3.1. Elementos construtivos

Na sequência de analisar as soluções construtivas presentes na escola, foi solicitado a disponibilização dos desenhos em CAD de todos os elementos construtivos desde paredes exteriores, pavimentos, coberturas e envidraçados de todo o recinto escolar. No entanto, constatou-se junto da direcção que não existem desenhos técnicos, tendo sido realizados desenhos expressamente para esta dissertação.

Coefficiente de transmissão térmica (U)

Para a determinação do U, recorreu-se ao ITE 50 (coeficiente de transmissão térmica de elementos da envolvente dos edifícios) para apoiar a realização dos estudos no âmbito do desempenho térmico.

Desta forma, de acordo com o levantamento das espessuras das envolventes foram estimadas soluções de acordo com o ITE 50 que seguidamente será descrito detalhadamente.

Tabela 11 - Avaliação dos requisitos mínimos de qualidade

Descrição	(U _{ref} / U _{máx})	U calculado	Cumpre os requisitos mínimos
Bloco A/B e Polivalente (26 cm): Parede exterior (Parede simples sem isolamento térmico) constituída por: camada de reboco tradicional com 2 cm (revestimento exterior), pano de alvenaria de tijolo com 22 cm de espessura, camada de reboco tradicional com 2 cm de espessura (revestimento interior) (Quadro I.5 da pág. I.12 do ITE 50)	0,60/0,60	1,40	Não
Bloco C (35 cm): Parede exterior (Parede dupla sem isolamento térmico) constituída por: Camada de reboco tradicional com 2 cm de espessura (revestimento exterior), pano exterior de alvenaria de tijolo furado de 15 cm, espaço de ar com drenagem com 1 cm de espessura, pano interior de alvenaria de tijolo furado de 15 cm, camada de reboco tradicional (revestimento interior) com 2 cm espessura. (Quadro I.5 da pág. I.12 do ITE 50)	0,60/0,60	0,77	Não
PI1: Parede interior constituída por: camada de reboco tradicional com 2 cm de espessura, pano de alvenaria de tijolo com 11 cm de espessura, seguida novamente por uma camada de reboco tradicional com 2 cm de espessura. (retirado do Quadro I.5 da pág. I.12 do ITE 50)	0,60/0,60	1,81	Não
PI2: Parede interior constituída por: Camada de reboco tradicional com 2 cm de espessura, pano de alvenaria de 22 cm de espessura, seguida de uma camada de reboco tradicional de 2 cm. (retirado do Quadro I.5 da pág. I.12 do ITE 50)	0,60/0,60	1,25	Não
Átrio: Cobertura constituída apenas por chapas de plástico acrílico ondulado de 4 mm de espessura. (cobertura exterior)	Átrio é um espaço não útil, pelo que não necessita da verificação de requisitos		

<p>Salas e Polivalente: Cobertura inclinada sem isolamento térmico (fluxo ascendente) constituída por: chapas de fibrocimento com 5 mm de espessura, espaço de ar (fortemente ventilado) com 2 cm, laje maciça com 20 cm e revestimento de teto (cortiça) com 1 cm de espessura. (Retirado Quadro II.17 da pág. II.75 do ITE 50)</p>	0,45/0,45	3,40	Não
<p>Blocos (Pav 1): Pavimento intermédio com uma altura total de 25 cm constituída por: tijoleira com 1 cm de espessura, blocos cerâmicos de 23 cm com 2 fiadas de furos e com uma base de blocos inferior ou igual a 30 cm, revestimento de teto (cortiça) com 1 cm de espessura. O sentido do fluxo vai depender do local em que está situado o espaço não útil (retirado do Quadro I.7 da pág. I.14 do ITE 50)</p>	0,45/0,45	1,35	Não
<p>Polivalente (Pav 2): Pavimento Intermédio com uma altura total de 26 cm constituída por: Taco de madeira densa com 1 cm de espessura (parte superior), blocos cerâmicos de 23 cm com 2 fiadas de furos e com uma base de blocos inferior ou igual a 30 cm e revestimento de teto (reboco tradicional) com 2 cm de espessura (retirado do Quadro I.7 da pág. I.14 do ITE 50)</p>	0,45/0,45	1,58	Não
<p>Pavimento em contato com o solo constituído por: tijoleira cerâmica aos retângulos pequenos com 1 cm de espessura (parte superior), camada de betão armado com percentagem de armadura < 1 % com 20 cm de espessura e uma camada de gravilha com 5 cm de espessura (parte inferior em contato com a terra).</p>	<p>Neste ponto não é apresentado qualquer tipo de Uref/Umáx na portaria n.º 17-A/2016 (actualmente em vigor)</p>		

Bloco C (Env 1): Vãos envidraçados com caixilharia de alumínio sem corte térmico, sem classificação relativamente à sua permeabilidade ao ar, com vidro duplo (vidro exterior incolor com 8 mm, lâmina de ar com 20 mm e vidro interior incolor com 4 mm), com dispositivos de proteção solar interior (cortinas opacas).	3,30/3,30	3,50	Não
Restantes Blocos e Polivalente (Env 2): Vãos envidraçados com caixilharia em alumínio sem corte térmico, sem classificação relativamente à sua permeabilidade ao ar, com vidro simples (vidro simples incolor de 6 mm), com dispositivos de proteção solar interior (cortinas opacas).	3,30/3,30	5,20	Não
Portas Exteriores: consideradas como envidraçados, visto terem uma fração envidraçada superior a 25% do total da área das portas.	3,30/3,30	5,20	Não

NOTA: O Pavilhão que pertence à escola não será considerado para cálculos térmicos, uma vez que as portas exteriores, portas dos balneários e portas de acesso ao recinto estão permanentemente abertas, tratando-se de um espaço que não contempla zonas interiores aquecidas.

A avaliação dos requisitos a que a escola foi sujeita tem como foco principal promover a melhoria do seu comportamento térmico, a prevenção de patologias e o conforto ambiente, incidindo para esse efeito nas características da envolvente opaca e envidraçada.

Relativamente à envolvente opaca e de acordo com a tabela acima apresentada, os valores reais calculados são bastante superiores aos valores máximos e aos valores de referência. Até mesmo o bloco C que, foi construído há relativamente poucos anos, apresentam soluções construtivas com valores de U ligeiramente superiores aos estipulados por lei, não cumprindo os requisitos mínimos.

Em relação à envolvente envidraçada, apresentam na sua maioria um vidro tradicional simples, muito utilizado no passado, tem o seu inconveniente de permitir perdas térmicas

significativas. A invenção do vidro duplo, actualmente com larga aplicação nos vãos envidraçados, introduziu melhorias significativas ao nível do comportamento térmico dos envidraçados. No entanto, com a actualização dos valores máximos e dos valores de referência estabelecidos pela nova portaria, conclui-se que os vãos envidraçados que actualmente estão aplicados nas envolventes não cumprem os requisitos mínimos de qualidade térmica.

Fator solar dos vãos envidraçados

De acordo com a Portaria n.º 349-B/2013, de 29 de novembro, (...) *os envidraçados cujo somatório das áreas dos vãos envidraçados A_{env} seja superior a 5% da área de pavimento do compartimento servido por estes A_{pav} e desde que não orientados no quadrante Norte inclusive, devem apresentar um fator solar global do vão envidraçado com os dispositivos de proteção 100% ativados (g_T), que obedeça às seguintes condições [24]:*

a) Se $A_{env} \leq 15 \% \cdot A_{pav}$ então:

$$g_T \cdot F_0 \cdot F_f \leq g_{Tm\acute{a}x} \quad (1)$$

b) Se $A_{env} > 15 \% \cdot A_{pav}$ então:

$$g_T \cdot F_0 \cdot F_f \leq g_{Tm\acute{a}x} \cdot \frac{0,15}{\left(\frac{A_{env}}{A_{pav}}\right)} \quad (2)$$

em que:

g_T - Fator solar global do vão envidraçado com todos os dispositivos de proteção solar, permanentes, ou móveis totalmente ativados;

F_0 - Fator de sombreamento por elementos horizontais sobrejacentes ao envidraçado, compreendendo palas e varandas;

F_f - Fator de sombreamento por elementos verticais adjacentes ao envidraçado, compreendendo palas verticais, outros corpos ou partes de um edifício;

$g_{Tm\acute{a}x}$ - Fator solar global máximo admissível dos vãos envidraçados (Tabela I.06 da portaria n.o 349-B/2013);

A_{pav} - Soma das áreas dos vãos envidraçados que servem o compartimento [m^2];

A_{env} - área de pavimento do compartimento servido pelo(s) vão(s) envidraçado(s) [m^2].

De acordo com o gráfico 6 da presente dissertaao que relaciona a percentagem de envidraçado face a área útil em cada bloco, verifica-se que a percentagem de envidraçado  superior a 15 % da área de pavimento em todos os blocos. Então irá recorrer-se  equaao (2) para a comparaao do fator solar atual com o fator solar máximo admissível.

O fator solar global, g_T , de um vão envidraçado com as protecoes solares totalmente activadas, é calculado da seguinte forma:

c) Para vidro simples:

$$g_T = g_{\perp,vi} \cdot \prod_i \frac{g_{Tvc}}{0.85} \quad (3)$$

d) Para vidro duplo:

$$g_T = g_{\perp,vi} \cdot \prod_i \frac{g_{Tvc}}{0.75} \quad (4)$$

em que:

g_{Tvc} – Fator solar do vão envidraçado com vidro corrente e um dispositivo de proteao solar, permanente, ou móvel totalmente ativado, para uma incidência solar normal  superfície do vidro;

$g_{\perp,vi}$ - Fator solar do vidro para uma incidência solar normal  superfície do vidro, conforme informaao do fabricante.

A seguir são caraterizados detalhadamente os vãos envidraçados da escola.

- Bloco C

Tabela 12 - Caracterização do tipo de envidraçado do Edifício da Escola

Designação dos vãos	Caraterização
Material (caixilharia)	Alumínio (sem corte térmico)
Tipo de vãos envidraçados	Vidro duplo (8mm x 4mm) com caixa-de-ar de 20 mm
Coefficiente de transmissão térmica do Edifício	$U_w = 3,50 [w/(m^2\text{°C})]$ (valor retirado da pág. III.3 do ITE 50 do LNEC)
Tipo de Janela (sistema de abertura)	Sistema de Correr
Vidro	Incolor de ambos os lados
Emissividade	Não Determinada
Dispositivo de Oclusão	Com oclusão interior (cortinas opacas cinzas)
Fator solar do vidro	$g_{\perp,vi} = 0,78$ (tabela12 do despacho n.º 15793-K/2013)
Fator solar do vão envidraçado com protecção ativada	$g_{Tvc} = 0,46$ (Tabela 13 do despacho n.º 15793-K/2013)
Fator solar global (equação 4)	$g_T = 0,48$
Fator solar máx. admissível (V2 – inércia forte)	$g_{Tmáx} = 0,56$
F_0/F_f – Não existe fator de sombreamento (0°)	1/1 (aquecimento e arrefecimento)

- Edifícios principais (A e B)

Tabela 13 - Caracterização do tipo de envidraçado dos restantes Edifícios da Escola

Designação dos vãos	Caraterização
Material (caixilharia)	Alumínio (sem corte térmico)
Tipo de vãos envidraçados	Simplex de 6 mm
Coefficiente de transmissão térmica do Edifício	$U_w = 5,20 [w/(m^2\text{°C})]$ (valor retirado da pág. III.4 do ITE 50 do LNEC)
Tipo de Janela (sistema de abertura)	Sistema de Correr
Vidro	Simplex Incolor
Emissividade	Não Determinada
Dispositivo de Oclusão	Com oclusão interior (cortinas opacas cinzas)
Fator solar do vidro	$g_{\perp,vi} = 0,85$ (tabela12 do despacho n.º 15793-K/2013)
Fator solar do vão envidraçado com protecção ativada	$g_{Tvc} = 0,44$ (tabela12 do despacho n.º 15793-K/2013)
Fator solar global (equação 3)	$g_T = 0,44$
Fator solar máx. admissível (V2 – inércia forte/média)	$g_{Tmáx} = 0,56$
F_0/F_f – Não existe fator de sombreamento (0°)	1/1 (aquecimento e arrefecimento)

NOTA: Para contabilizar o efeito de sombreamento provocado pelo contorno do vão e exceto quando este se situar à face exterior da parede, o produto $F_0 \cdot F_f$ não deve ser superior a 0,9 [15].

Perante esta caracterização e de acordo com a equação (2), é possível verificar e comparar o fator solar atual dos vãos envidraçados com o fator solar máximo admissível, da seguinte forma:

Condição a verificar:
$$g_T \cdot F_0 \cdot F_f \leq g_{Tm\acute{a}x} \cdot \frac{0,15}{\left(\frac{A_{env}}{A_{pav}}\right)}$$

- Bloco A

Condição 1:
$$g_T \cdot F_0 \cdot F_f = 0,44 \times 0,9$$

$$= 0,396$$

Condição 2:
$$g_{Tm\acute{a}x} \cdot \frac{0,15}{\left(\frac{A_{env}}{A_{pav}}\right)} = 0,56 \cdot \frac{0,15}{\left(\frac{336,04}{1538,08}\right)}$$

$$= 0,384$$

∴ Não se verifica a condição.

- Bloco B

Condição 1:
$$g_T \cdot F_0 \cdot F_f = 0,44 \times 0,9$$

$$= 0,396$$

Condição 2:
$$g_{Tm\acute{a}x} \cdot \frac{0,15}{\left(\frac{A_{env}}{A_{pav}}\right)} = 0,56 \cdot \frac{0,15}{\left(\frac{324}{1459,32}\right)}$$

$$= 0,378$$

∴ Não se verifica a condição.

- Bloco C

Condição 1:

$$g_T \cdot F_0 \cdot F_f = 0,48 \times 0,9$$

$$= 0,432$$

Condição 2:

$$g_{Tm\acute{a}x} \cdot \frac{0,15}{\left(\frac{A_{env}}{A_{pav}}\right)} = 0,56 \cdot \frac{0,15}{\left(\frac{319,68}{1434,38}\right)}$$

$$= 0,378$$

∴ Não se verifica a condição.

Constata-se assim, que os valores dos fatores solares máximos admissíveis encontram-se inferiores aos valores determinados em todos os blocos. Então, verifica-se que estes fatores não cumprem os requisitos mínimos de qualidade.

É importante uma intervenção na envolvente com a aplicação de soluções que permitam uma redução dos coeficientes de transmissão térmica, evitando assim que se utilizem meios mecânicos (com gastos adicionais de energia) para que possa ter um ambiente interior confortável para os utilizadores.

4.3.2. Contribuição de sistemas de coletores solares (E_{solar}) ou de outros sistemas de energias renováveis (E_{ren})

A Escola Secundária Padre Benjamim Salgado não dispõe de sistemas de coletores solares ou de outros sistemas de energias renováveis.

4.3.3. Sistemas de aquecimento, arrefecimento e de preparação de águas quentes sanitárias

Os sistemas de ar condicionado, bombas de calor com ciclo reversível, *chillers* de arrefecimento e caldeiras devem obedecer aos requisitos mínimos de eficiência indicados em tabelas do regulamento, baseados na classificação da portaria n.º 17-A/2016 (última

alteração feita à portaria n.º 349-D/2013) de acordo com a classe de eficiência mínima exigida nas tabelas seguintes:

Tabela 14 - Tabela de requisitos mínimos de eficiência [24]

Tipo de equipamento	Classe de eficiência mínima após...	
	entrada em vigor	31 Dez 2015
Split, multi-split, VRF e compacto	C	B
Unidades do tipo <i>Rooftop</i>		
Unidades do tipo <i>Chiller</i> de compressão (Bomba de calor)		

Tabela 15 - Tabela de requisitos mínimos de eficiência das caldeiras [24]

Tipo de equipamento	Classe de eficiência mínima após...	
	entrada em vigor	31 Dez 2015
Caldeira	B	A

No edifício foi evidenciada a existência de alguns sistemas que a seguir serão representados. As classes de eficiência relativamente ao coeficiente de performance (COP³), índice de eficiência energética (EER⁴) e o rendimento da caldeira para a preparação de águas quentes sanitárias (AQS) foram obtidos da Tabela I.14 e I.19 da Portaria n.º 17-A/2016 [24].

³ *Coefficient of performance*

⁴ *Energy Efficient Ratio*

- Sistemas de Aquecimento

Tabela 16 - Sistema de Aquecimento

Tipo de Equipamento/Sistema	Ar condicionado (Unidades split c/ permutador ar-ar)
Fração Servida	Secretaria/Conselho Executivo/Biblioteca
Idade ou data da instalação	1 a 10 Anos (Estimado)
Tensão de entrada	1 Fase - 230 V 50 Hz
Potência Elétrica (W)	2700
Potência Térmica de Aquecimento (W)	7700
Eficiência (COP) (Aproximado)	2,85
Classe do Equipamento	$3,20 \geq \text{COP} > 2,80$ (Classe D)
Verificação dos requisitos mínimos	Não

Tabela 17 - Sistema de Aquecimento (resistência elétrica)

Tipo de Equipamento/Sistema	Aquecedores PERMATHERM (Acumuladores de Energia Estáticos)
Fração Servida	Salas de Aula
Idade ou data da instalação	> 10 anos (Estimado)
Potência Elétrica (W)	2000
Eficiência (COP)	(Nada a assinalar)
Classe do Equipamento	(Nada a assinalar)
Verificação dos requisitos mínimos	Não (Sem indicação do COP, verificação dos equipamentos já em degradação)

Os acumuladores de calor estáticos não possuem nenhum ventilador. Têm um sistema de controlo de saída do calor gradual ao longo do dia através de uma grelha.

- Sistema de Arrefecimento

Tabela 18 - Sistema de Arrefecimento

Tipo de Equipamento/Sistema	Ar condicionado (Unidades split c/ permutador ar-ar)
Fração Servida	Secretaria/Conselho Executivo/Biblioteca
Idade ou data da instalação	1 a 10 Anos (Estimado)
Tensão de entrada	1 Fase - 230 V 50 Hz
Potência Elétrica (W)	2700
Potência Térmica de Arrefecimento (W)	6500
Eficiência (EER) (Aproximado)	2,41
Classe do Equipamento	2,60 ≥ EER > 2,40 (Classe E)
Verificação dos requisitos mínimos	Não

- Sistema de Preparação de AQS

Tabela 19 - Sistema de Preparação de AQS

Tipo de Equipamento/Sistema	Caldeira G100/70 (Marca: ROCA)
Eficiência/Rendimento (%)	91,20
Fração Servida	Balneários - Pavilhão
Idade ou data da instalação	1992 (23 anos)
Tipo de Gás	Gás Propano
Potência Nominal (kW)	81,6
Potência Útil (kW)	74,4
Capacidade de Água (Litros)	28,8
Pressão Máxima (bar)	4
Temperatura Máxima (°C)	100
Classe do Equipamento	Classe A
Verificação dos requisitos mínimos	Sim

De acordo com a legislação, a nova entrada em vigor da classe mínima dos equipamentos, iniciada a 31 de dezembro de 2015, veio incidir sobre a necessidade de melhoria dos

equipamentos, aumentando o nível da classe energética. Da análise aos equipamentos existentes na escola, verifica-se que as unidades split c/permutador ar-ar de aquecimento e arrefecimento não correspondem aos requisitos mínimos de qualidade, uma vez que a sua classe energética se encontra abaixo do estipulado por lei. Por sua vez, no levantamento de dados dos aquecedores (acumuladores de energia estáticos) não foi possível obter qualquer informação devido ao seu estado de degradação. Desta forma, e segundo informação de alguns funcionários da escola, estes aquecedores já se encontram instalados na escola há muitos anos, pelo que se considera o não cumprimento dos requisitos mínimos, tendo uma classe energética muito inferior ao apresentado por lei. No sistema de preparação de AQS, a caldeira encontra-se em bom estado de funcionamento, com um bom rendimento. Esta caldeira está instalada na escola há vários anos, no entanto, não necessita de sofrer qualquer alteração pois apresenta classe A, preenchendo os requisitos mínimos de acordo com a nova portaria.

4.4. Auditoria energética com base nos consumos

4.4.1. Dossier de evidências

Um dossier de evidências consiste na compilação e arquivo de todos os documentos que comprovam dados reais que permitam tirar conclusões.

Foi solicitado à responsável pela escola o fornecimento de um conjunto de documentos, presente no Anexo G do relatório, importantes à realização dos trabalhos. Pretende-se com estes documentos obter informações importantes sobre a escola de modo a assegurar com maior rigor possível da análise efetuada. Toda a restante informação foi recolhida no local através dos levantamentos efetuados recorrendo aos equipamentos que a Agência de Energia do Ave dispõe, e que se enumeram de seguida:

- Analisador de rede (*FLUKE 435 SERIES II*)

Os analisadores de rede medem uma variedade de grandezas eléctricas de redes de baixa e média tensão. Este tipo de equipamento pode ser usado em sistemas monofásicos, bifásicos e trifásicos. Colocado em quadros eléctricos em que é possível configurar e visualizar

parâmetros eléctricos e valores medidos, análise de harmónicas, detectar picos e cortes de tensão, entre outras funções.



Figura 29 - Analisador de rede

- Luxímetro (*AMPROBE LM-120*)

Um luxímetro tem como finalidade medir o nível de iluminação em interiores, reduzindo posteriormente o consumo de energia do edifício através do aumento significativo da eficiência do seu sistema de iluminação.



Figura 30 - Luxímetro

- Medidor de distâncias, áreas e volumes (*FLUKE 416D*)

Este medidor utilizado no registo de distâncias entre dois pontos, áreas e volumes permite obter rigor elevado de medições uma vez que são feitas com recurso a um laser de alta tecnologia.



Figura 31 - Medidor de distâncias

- Amperímetro (*FLUKE 376 True-rms AC/DC*)

Este equipamento é destinado à medição da intensidade da corrente. Utilizado em quadros elétricos permitindo saber qual a linha do circuito com maior corrente, analisando posteriormente com maior rigor.



Figura 32 - Amperímetro

Toda a informação recolhida foi utilizada meramente para efeitos do diagnóstico energético realizado à Escola Padre Benjamim Salgado.

4.4.2. Registo de utilização do edifício

Registo diário do horário de funcionamento

Nos dias úteis o período de atividade diário (ver tabela 16) inicia-se pelas 07h30m com a abertura dos Blocos, Polivalente e Pavilhão desportivo para limpeza e arejamento de alguns espaços antes do início das aulas. Pelas 08h20m começam as aulas funcionando

ininterruptamente até as 18h25m, período durante o qual os funcionários vão limpando as salas em função do horário das mesmas. Após o término das aulas e até as 19h00m é feito de novo a limpeza e o arejamento dos espaços.

Nos Blocos B e C, entre as 19h00m e as 24h00m, decorrem cursos de educação e formação para adultos. O pavilhão desportivo encerra atividade escolar pelas 18h25m, mantendo-se aberto para a prática de desporto até às 23h00m.

Tabela 20 - Perfil de ocupação diária dos edifícios

Perfil de Ocupação Diária dos Edifícios					
Hora	Bloco A	Bloco B	Bloco C	Polivalente	Pavilhão Desportivo
07:00:00 - 08:00:00	Limpeza	Limpeza	Limpeza	Limpeza	Limpeza
08:00:00 - 09:00:00	Aulas	Aulas	Aulas	Aulas	Aulas
09:00:00 - 10:00:00	Aulas	Aulas	Aulas	Aulas	Aulas
10:00:00 - 11:00:00	Aulas	Aulas	Aulas	Aulas	Aulas
11:00:00 - 12:00:00	Aulas	Aulas	Aulas	Aulas	Aulas
12:00:00 - 13:00:00	Aulas	Aulas	Aulas	Aulas	Aulas
13:00:00 - 14:00:00	Aulas	Aulas	Aulas	Aulas	Aulas
14:00:00 - 15:00:00	Aulas	Aulas	Aulas	Aulas	Aulas
15:00:00 - 16:00:00	Aulas	Aulas	Aulas	Aulas	Aulas
16:00:00 - 17:00:00	Aulas/limp.	Aulas	Aulas/Limp.	Aulas	Aulas
17:00:00 - 18:00:00	Aulas	Aulas/limp.	Aulas	Aulas	Aulas
18:00:00 - 19:00:00	Aulas/Limp.	Aulas/Limp.	Aulas/Limp.	Aulas/Limp.	Aulas/Limp.
19:00:00 - 20:00:00	(-)	Cursos	Cursos	(-)	Desporto
20:00:00 - 21:00:00	(-)	Cursos	Cursos	(-)	Desporto
21:00:00 - 21:00:00	(-)	Cursos	Cursos	(-)	Desporto
22:00:00 - 23:00:00	(-)	Cursos	Cursos	(-)	Desporto
23:00:00 - 00:00:00	(-)	Cursos	Cursos	(-)	Limpeza
00:00:00 - 01:00:00	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)

Observações:

- Os serviços de papelaria e telefone funcionam entre as 08h00m e as 19h00m.

- Os serviços de bufete (bar) funcionam entre 08h00m – 11h55m; 14h30m – 19h15m; 20h15m – 21h00m.
- O serviço de reprografia funciona entre as 08h00m e as 18h00m.

Registo mensal de utilização do edifício

A utilização está de acordo com o calendário escolar, sendo máxima nos períodos letivos, com todos os alunos, professores e funcionários (Gráfico 7).

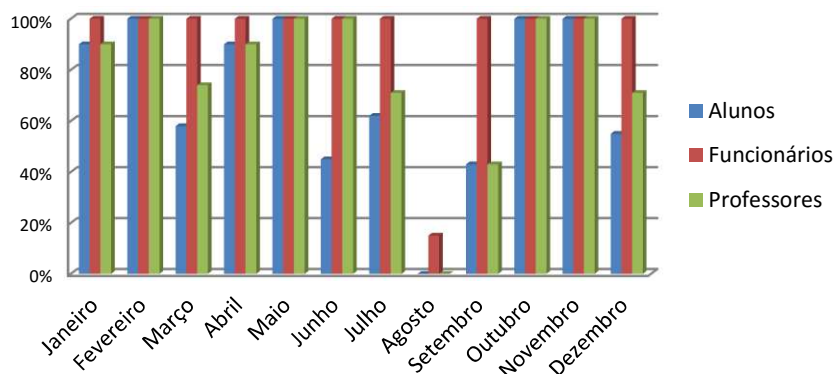


Figura 33 - Ocupação mensal de utentes

Perante o gráfico observa-se que existem algumas interrupções, correspondendo ao período de férias. Neste período de interrupção letiva o único serviço em funcionamento é a secretaria. A utilização dos blocos A, B e C restringe-se aos dias de reuniões, atividades de limpeza e manutenção. A partir de 9 de Junho os Blocos são utilizados para reuniões, provas, exames e ainda aulas de alguns cursos que a escola dispõe. No mês de Agosto apenas a Secretaria e o pavilhão desportivo se encontram em atividade.

Análise de equipamentos

O consumo energético de toda a escola é devido à iluminação, à climatização e a outros equipamentos. No gráfico seguinte apresenta-se em forma de percentagem os diferentes consumidores de energia da escola de acordo com o levantamento feito no local e da cedência de uma lista de equipamentos que a instituição forneceu.

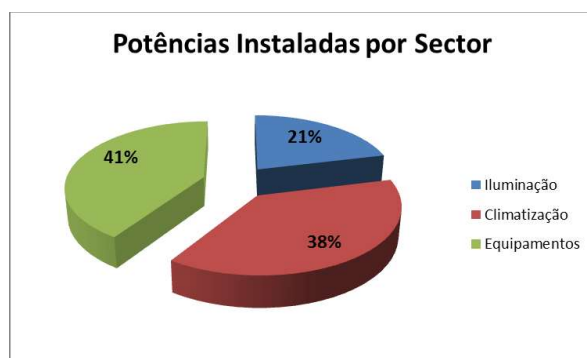


Figura 34 - Repartição das potências por setor

Como se pode observar, as maiores percentagens de consumo respeitam à climatização e outros equipamentos. Mesmo estando um pouco abaixo na percentagem comparativamente às restantes, a iluminação é um setor a não descurar, uma vez que estão disponíveis no mercado inúmeras soluções que podem ser aplicadas, minimizando consumo energético. Em anexo constam os cálculos efetuados aquando da obtenção percentual da quantidade de energia instalada na Escola.

Iluminação

A iluminação da escola é feita com recurso a sistemas de iluminação artificial (interior e exterior) e natural.

A iluminação interior contempla a iluminação das salas de aulas, gabinetes (secretaria, conselho executivo, entre outros), instalações sanitárias e, durante o período noturno as circulações internas (átrio) uma vez que é combinada com a luz natural difundida através dos envidraçados e da cobertura em chapas acrílicas. A iluminação exterior está associada aos corredores e campos exteriores devido à prática desportiva.

A potência total de iluminação instalada na escola é de aproximadamente 75,50 kW. No que se refere à representação percentual por edifício da escola, atenta-se no gráfico seguinte:



Figura 35 - Iluminação por Edifício da Escola

Da análise do gráfico retira-se que uma maior percentagem de iluminação instalada se encontra no Bloco A com 26 %, seguido do Bloco B com 24%. Importa referir que o Bloco C foi construído recentemente, estando já aplicadas algumas soluções de consumo reduzido, o que se traduz na menor percentagem de potência instalada.

A atuação dos vários circuitos de iluminação nas zonas comuns é efetuada diretamente nos disjuntores de proteção dos circuitos do quadro elétrico destinado à iluminação ou em interruptores locais. É de realçar que este tipo de procedimento é inadequado e potencialmente perigoso, uma vez que os disjuntores são um meio de proteção e não de atuação.

Verifica-se ainda a existência de muitos circuitos ligados nos períodos de não ocupação, o que representa um consumo energético otimizável e que se traduzirá em benefícios económicos consideráveis.

Iluminância

A luz que se define como branca é na verdade uma mistura de radiação de diversas cores. A iluminância define o fluxo luminoso recebido por uma superfície (mesas) e a unidade de medida é o lux.

Neste caso de estudo verificam-se baixos níveis de iluminância em praticamente todos os locais. A maioria das luminárias estão instaladas já há alguns anos, pelo que se observa um

desgaste dos difusores (invólucro plástico). Isto faz com que a sujidade incorporada reduza a quantidade de luz difundida.

Na figura seguinte apresenta-se um resumo dos níveis de iluminância, recolhidos com um Luxímetro nos locais essenciais da escola, e que servirá de análise comparativa com os valores de referência que a seguir serão indicados.

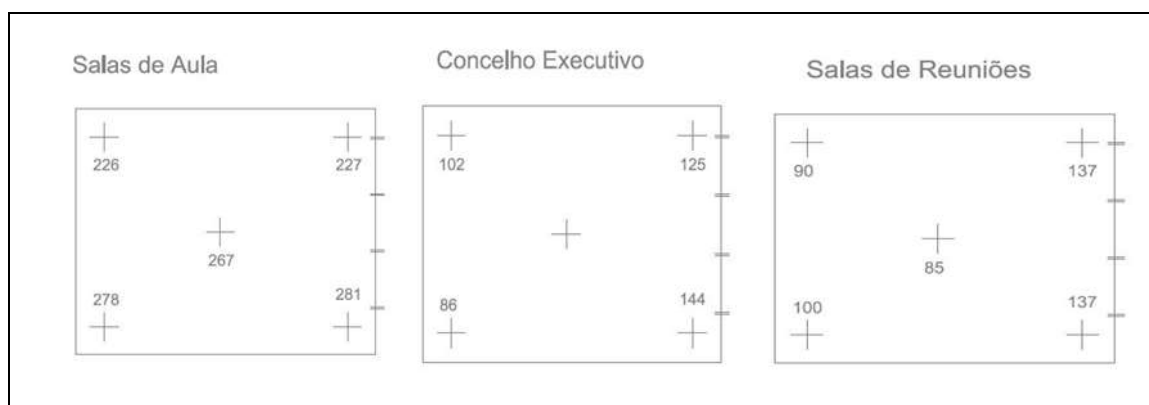


Figura 36 - Iluminância média real de locais estratégicos da escola

Atendendo aos dados recolhidos devemos seguir as normas técnicas *EUROPEAN STANDARD, EN 12464 – 1:2002 (E)* que preveem a iluminância necessária para os diversos locais da escola.

Tabela 21 - Iluminância necessária em determinados locais da escola

Local	Lux (nível recomendado)
Salas de Aula	300
Salas Informática (TIC)	300
Salas de Artes (Desenho, EVT, EV, ET)	500
Laboratórios	500
Oficinas	500
Gestão e Atendimento/ Secretaria	500
Salas de Reuniões	500
Gabinete de Trabalho para Professores	300
Biblioteca	Zona de leitura (500) / Restante (200)
Polivalente	200
Reprografia	500

Sala de Professores	300
Sala de Convívio de Funcionários	200
Pavilhão	300
Cozinha	500
Cantina	200
Portaria	100
Arrecadações/Arquivos	100
Instalações Sanitárias/Balneários	200
Circulações (Zonas Comuns)	100

Na iluminância dos espaços escolares sabe-se que a qualidade da luz é decisiva, no que diz respeito tanto ao desempenho das atividades, como na influência que exerce no estado emocional e no bem-estar dos alunos, professores e funcionários. Por exemplo numa sala de aula, em que os alunos e professores passam a maior parte do seu tempo, obteve-se uma média de 256 lux. Uma vez que o valor de referência para uma sala de aula se encontra nos 300 lux, o valor real obtido está um pouco abaixo da meta necessária. Na maior parte dos espaços escolares em que foi submetido uma análise da medição do lux, os valores reais encontram-se abaixo dos valores de referência. Isto acontece devido, ao uso de equipamentos com baixa eficiência luminosa e principalmente à ausência de manutenção, depreciando o sistema.

Climatização

A climatização dos espaços é efetuada com recurso aos seguintes tipos de sistemas:

- Unidades split c/ permutador ar-ar

Estas unidades individualizadas estão presentes em gabinetes da secretaria, bibliotecas, etc., ou seja, cada unidade interior liga a uma única unidade exterior. Nestas unidades o único elemento que circula é o ar e tem como finalidade criar conforto térmico dentro dos espaços em que se encontram instalados.

O seu funcionamento é baseado na troca de temperatura do ambiente, passando ar pela serpentina do evaporador que posteriormente com o seu contato a temperatura cresce ou decresce, dependendo do ciclo utilizado.

- Resistências elétricas

Estas resistências estão presentes em salas de aula em que ligadas à corrente eléctrica têm a capacidade de produzir calor, aquecendo o ambiente em que se encontra inserido.

Estes equipamentos instalados contemplam um total de potência instalada de 136 kW. No gráfico seguinte apresenta-se a repartição percentual da potência instalada das unidades de climatização pelos edifícios da escola.



Figura 37 - Climatização por edifícios

Da análise ao gráfico conclui-se que no bloco A e B estão aplicadas mais unidades de climatização, uma vez que estes dois edifícios são mais antigos e não estão bem isolados termicamente, pelo que serão maiores as necessidades de aquecimento. Relativamente ao Bloco C sendo um edifício mais recente, não se verificam as mesmas necessidades dos restantes. No Polivalente estão colocadas unidades de ar-condicionado (secretaria/salas de reuniões e conselho executivo), apresentando um consumo considerável comparativamente às unidades instaladas.

Unidades split c/ permutador ar-ar

Estes equipamentos estão colocados na secretaria, conselho executivo e biblioteca. A climatização destes espaços é efetuada por unidades de condicionamento de ar do tipo bomba de calor reversíveis, tendo portanto a capacidade de produzir calor ou frio. Nesta escola estas Unidades split têm um consumo total de 16 kW, em que individualmente cada uma consome cerca de 2 KW.

Resistências elétricas

Estas resistências elétricas como os aquecedores e as ventoinhas elétricas estão colocadas na sua maioria em salas de aula.

A tabela seguinte apresenta um resumo das principais características destes equipamentos.

Tabela 22 - Resistências térmicas

Designação	Tipo 1	Tipo 2
Utilização	Salas/ Gabinetes	Gabinetes
Tipo	Aquecedores	Ventoinhas
Potência Elétrica (kW)	2	0,04
Potência Instalada (kW)	120	0,04

Outros equipamentos

Analisando agora todos os equipamentos elétricos, que vão desde uma série de computadores até aos *routers*, representando, como já referido anteriormente, 40 % do total de energia instalada na escola. Todo este conjunto de equipamentos informáticos tem uma potência total instalada de aproximadamente 144 kW.



Figura 38 - Equipamentos por edifício

De acordo com o gráfico acima, observa-se que o Bloco B é aquele em que estão instalados a maior parte dos equipamentos (52%). De facto este Bloco apresenta Laboratórios (ciências, biologia), Biblioteca, área multimédia entre outros locais, sendo necessária uma maior quantidade de equipamentos informáticos.

4.4.3. Análise de faturas

Energia elétrica

Antes de iniciar a análise detalhada é necessário conhecer alguns conceitos pertinentes por forma a perceber a determinação dos valores mensais que surgem nas faturas, com os conceitos que a seguir se apresentam:

- Energia ativa, energia reativa e energia aparente

Energia ativa é aquela que produz trabalho, ou seja, aquele trabalho que realmente é aproveitado, por exemplo, a rotação de um eixo de um motor. A energia reativa não é utilizada para trabalho, no entanto, está presente e é de facto necessária para produzir o fluxo magnético indispensável ao funcionamento dos equipamentos. A energia aparente é de uma maneira geral, a soma vetorial da energia ativa com a energia reativa.

- Quociente entre a potência ativa e a potência aparente

O quociente entre a potência ativa (potência que realiza trabalho) e a potência aparente (potência total fornecida pela fonte) denomina-se de fator de potência. Este fator de potência traduz o grau de eficiência do uso dos sistemas elétricos. Quando os valores do fator de potência são elevados (próximos de 1) significa o bom uso da energia eléctrica, quando o fator de potência é baixo, significa que existe um mau aproveitamento da energia eléctrica.

A Escola Secundária Padre Benjamim Salgado (AEPBS) é alimentada na sua totalidade pela rede de baixa tensão especial da EDP Comercial através de um ramal subterrâneo, tendo uma potência requisitada de 166 kVA com ciclo diário.

Da análise das faturas verifica-se a existência de compensação do fator de potência no Bloco A e no Bloco B, através de duas baterias de condensadores, eliminando assim os consumos de energia reativa nos períodos de Ponta e Cheias. No entanto ainda existe um consumo de energia reativa no período de vazio normal e super vazio, como se verifica no gráfico a seguir indicado e, conseqüentemente um aumento dos custos de energia eléctrica.

Demonstração de resultados

Estes consumos devem-se a equipamentos que se encontram ligados 24h por dia, como por exemplo a central telefónica, a sala de telecomunicações, servidores, frigoríficos e arcas frigoríficas. Desta forma, sugere-se a aplicação de um relógio para desligar alguns dos equipamentos por um determinado período, com exceção óbvia dos equipamentos de frio.

Estes consumos de energia reativa implicam um custo médio mensal de 126,00 €/mês, totalizando em média 1.500,00 € anual.

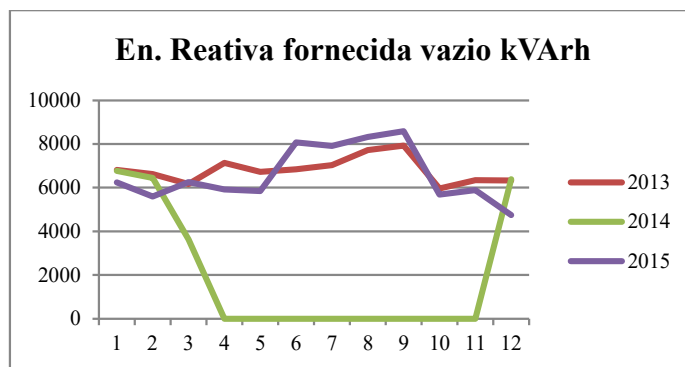


Figura 39 - Análise da energia reativa (kVArh)

Em 2014 a escola ficou isenta do pagamento do valor da energia reativa fornecida no vazio durante 8 meses, aquando da alteração do contrato com a EDP.

Os gráficos seguintes apresentam o consumo de energia ativa da escola secundária desde 2012 até ao 1.º semestre de 2015 (faturas disponibilizadas pela escola), assim como os custos que lhe estão associados.

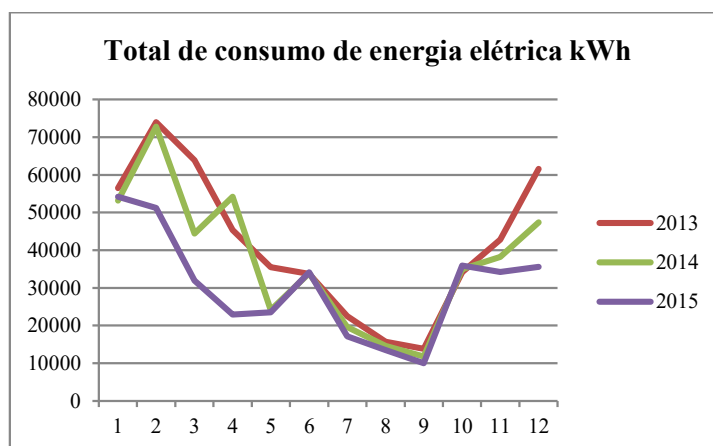


Figura 40 - Consumos de energia elétrica

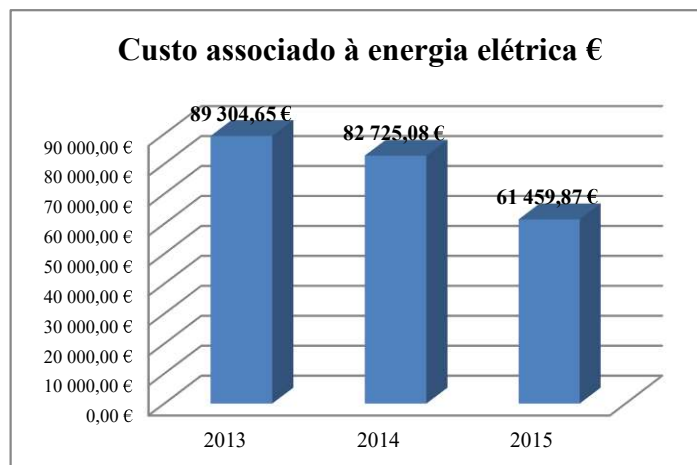


Figura 41 - Custos de energia elétrica

Utilizando o ano de 2014 como referência, da análise às faturas de eletricidade pode concluir-se que o consumo anual da instalação no ano de referência foi de aproximadamente 450 MWh, representando um custo anual de 82.700,00 €.

No que se refere aos consumos de energia elétrica da escola, estes apresentam uma ligeira sazonalidade, diminuindo constantemente desde Fevereiro/Março até Setembro. Esta diminuição deve-se essencialmente ao início do período de Primavera/Verão em que não se verifica o funcionamento dos equipamentos de climatização. Também devido ao facto de os alunos iniciarem as suas férias letivas entre Junho e início de Setembro, observa-se uma redução drástica dos consumos elétricos, ficando alguns equipamentos ligados apenas para trabalho de gestão (secretária) bem como para limpeza e manutenção de salas e equipamentos. Os custos associados ao consumo de energia elétrica ativa apresentam a mesma sazonalidade que os respetivos consumos.

Segundo a Entidade Reguladora dos Serviços Energéticos (ERSE), os períodos horários de entrega de energia eléctrica a clientes finais previstos nos Artigos 24.º e 31.º do Regulamento Tarifário são diferenciados em ciclo semanal e ciclo diário.

No ciclo diário os períodos horários são iguais em todos os dias do ano. No ciclo semanal os períodos horários diferem entre dias úteis e fim de semana [25].

Deste modo deverão ser levados em atenção os horários indicados na figura seguinte, referente aos horários associados aos diferentes períodos de tarifário, de modo a identificar possíveis migrações de consumos para períodos com custos energéticos inferiores (como por exemplo ao nível da climatização).

Tabela 23 - Períodos de tarifários de energia elétrica (Fonte: Erse)

Ciclo diário para BTE e BTN em Portugal Continental			
Período de hora legal de Inverno		Período de hora legal de Verão	
Ponta:	09.00/10.30 h 18.00/20.30 h	Ponta:	10.30/13.00 h 19.30/21.00 h
Cheias:	08.00/09.00 h 10.30/18.00 h 20.30/22.00 h	Cheias:	08.00/10.30 h 13.00/19.30 h 21.00/22.00 h
Vazio normal:	06.00/08.00 h 22.00/02.00 h	Vazio normal:	06.00/08.00 h 22.00/02.00 h
Super vazio:	02.00/06.00 h	Super vazio:	02.00/06.00 h

Apresenta-se de seguida (relativo ao ano de 2014) uma análise da faturação mais aprofundada no que se refere aos consumos associados aos períodos de faturação (super vazio, vazio normal, pontas e cheias) e potências em horas de ponta.

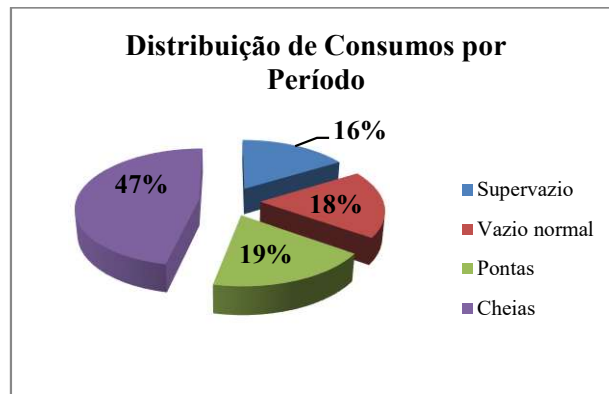


Figura 42 - Distribuição de consumos por período para o ano de 2014

O gráfico apresentado evidencia um consumo elevado nos períodos de cheia. Este apresenta um valor superior em 31 % ao valor consumido em períodos de super vazio.

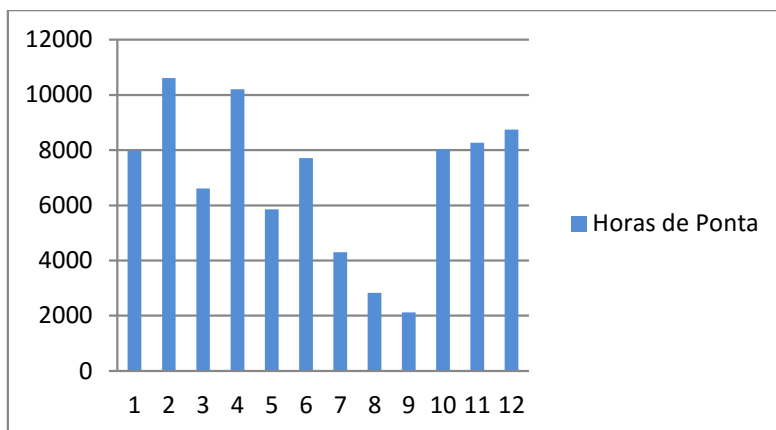


Figura 43 – Consumo em horas de ponta referente ao ano de 2014

De acordo com o gráfico nota-se um decréscimo nos meses em que os alunos se encontram em período de férias. Em 2014 o consumo total em horas de ponta foi de 83,2 MWh. Os custos associados a estes consumos mensais são ainda agravados pela taxa de potência em horas de ponta (quociente entre o consumo de energia em horas de ponta e as horas totais no período de ponta, que anteriormente verificamos corresponder a 19 %).

Gás

O fornecimento de Gás na Escola Secundária Padre Benjamim Salgado é feito através da Galp Energia (Petróleos de Portugal – Petrogal, S.A.).

Os gráficos seguintes apresentam o consumo mensal e os custos anuais associados ao consumo de gás propano dos últimos anos.

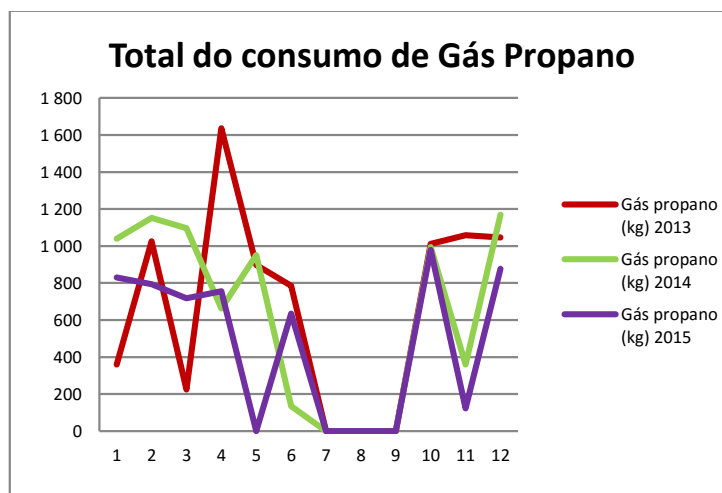


Figura 44 - Consumos de gás propano

Da análise ao gráfico afere-se uma diminuição dos consumos referente aos meses de Junho, Julho e Agosto derivado das férias dos alunos. De notar que em 2013 observa-se um pico de consumo de Gás no mês de Abril, certamente derivado de uma anomalia pontual não identificada.

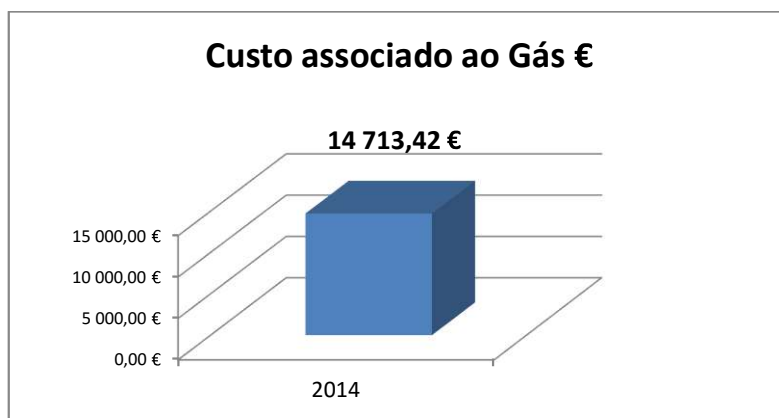


Figura 45 - Custos anuais de gás propano

Comparando valores, verifica-se um crescimento constante e significativo ao longo de cada ano, justificável com o aumento de taxas anual. Importa salientar que mensalmente (utilizado 2014 como ano de referência) a escola gasta em média 1.226,00 €/mês.

Água

O fornecimento de Água na Escola Secundária Padre Benjamim salgado é feito através do Município de Vila Nova de Famalicão. A tarifa associada é fixada de acordo com o fim a que se destina o consumo, pertencendo neste caso aos Serviços Públicos Estatais.

Nos gráficos a seguir apresentados constam os consumos associados ao gasto anual de água, bem como as despesas.

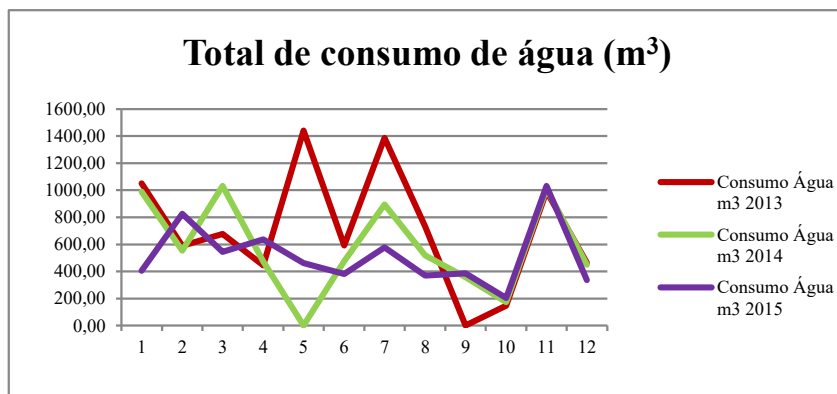


Figura 46 - Consumo mensais de Água

De acordo com o gráfico acima apresentado observa-se que o gasto mensal da escola com a água é variável. Esta variação ao longo dos meses do ano deve-se essencialmente da marcação das atividades desportivas noturnas (das 19h até às 23h). De referir novamente, e como é habitual no período letivo nos meses de Julho e Agosto existe um decréscimo acentuado relativo ao período de férias.

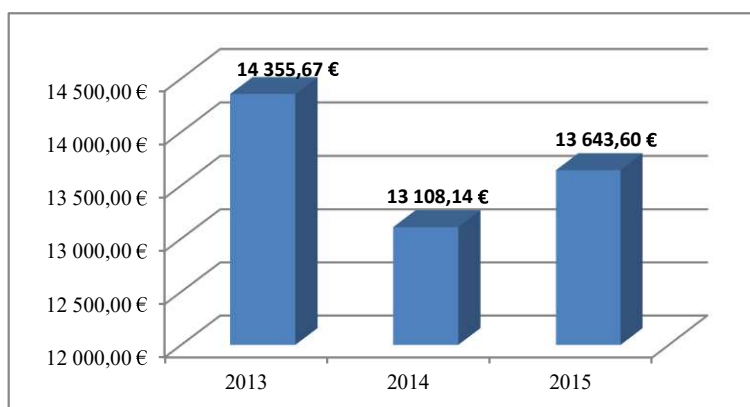


Figura 47 - Custos Anuais de Água

Os custos associados aos consumos de água acima evidenciados, verifica-se que de 2012 para 2013 existe um aumento bastante significativo de aproximadamente 4.300,00 €, derivado da instalação de algum equipamento ou então uma possível fuga de água. De 2013 para 2014 ocorreu uma pequena redução, pouco significativa mas que o valor gasto pela escola é bastante alto e que deve ser alvo de investigação e suscetível a algumas medidas de melhoria com a instalação de alguns equipamentos que reduzam o consumo e consecutivamente o valor a pagar no final do mês.

NOTA: Embora o consumo de água não é contabilizado nos cálculos para o indicador de eficiência energética (IEE), foi no entanto considerado nas propostas de medidas de redução do consumo dado a sua representatividade nos custos mensais e acima de tudo a sua importância enquanto recurso natural.

4.4.4. Diagrama de carga da instalação

Através do trabalho de levantamento energético e dos trabalhos de campo realizados durante o período do levantamento de dados, foi possível obter um conjunto de elementos que permitiram elaborar os diagramas de carga da instalação e de vários circuitos.

O conjunto de medições realizadas e o recurso à plataforma de consumos BTE da EDP permitiu um conhecimento da rede elétrica do edifício e dos equipamentos instalados, tendo sido efetuada monitorização no circuito principal.

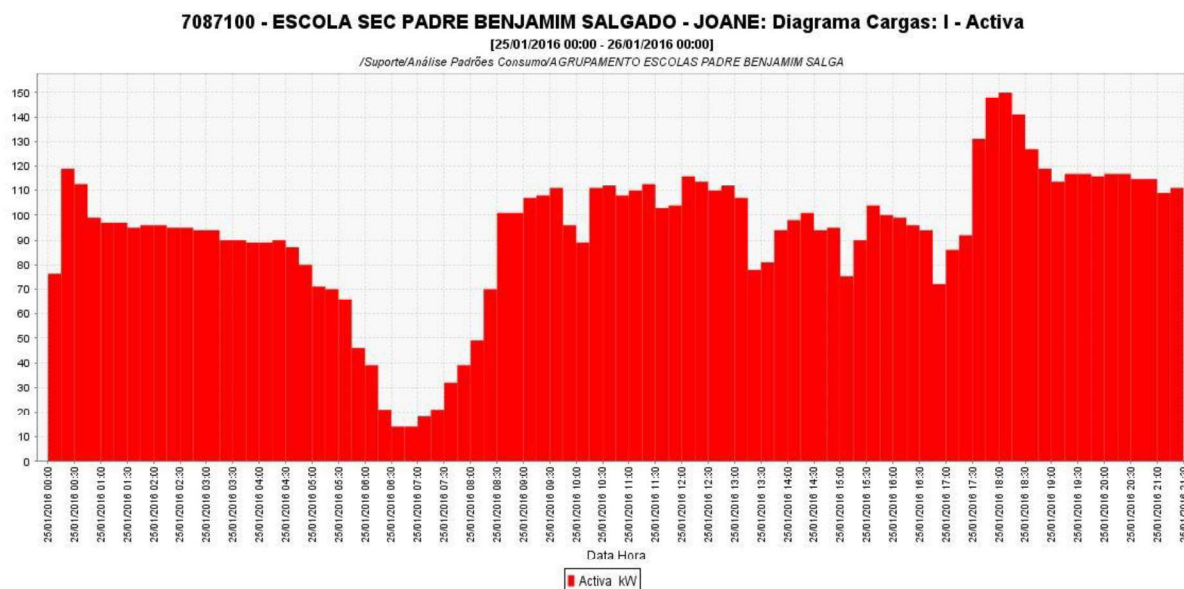


Figura 48 - Diagrama de Cargas de um dia de semana (2ª Feira)

7087100 - ESCOLA SEC PADRE BENJAMIM SALGADO - JOANE: Diagrama Cargas: I - Activa

[27/01/2016 00:00 - 28/01/2016 00:00]

/Suporte/Análise Padrões Consumo/AGRUPAMENTO ESCOLAS PADRE BENJAMIM SALGA

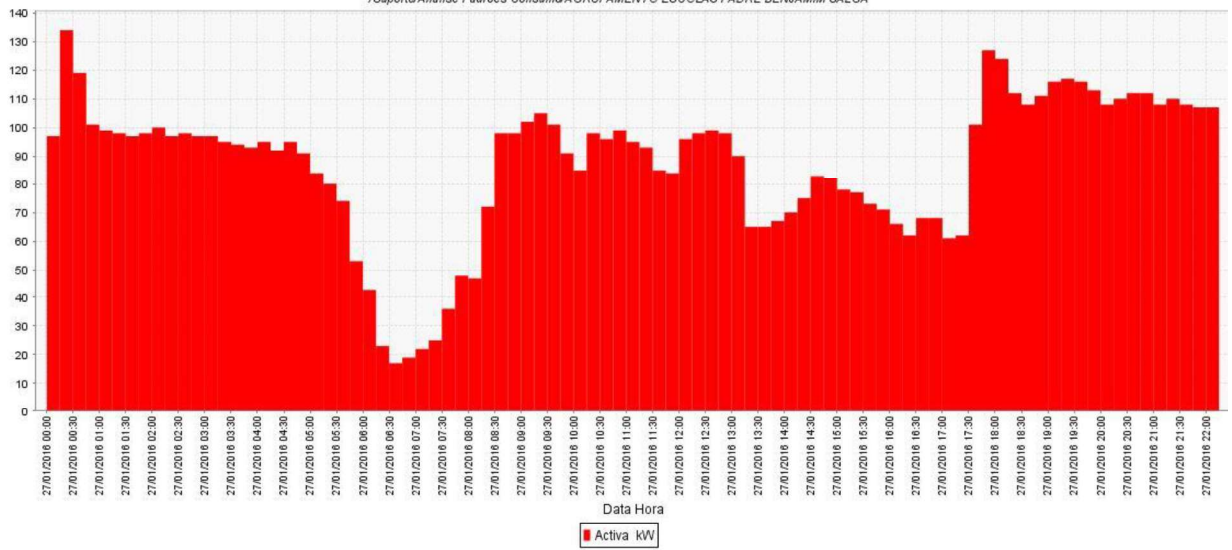


Figura 49 - Diagrama de Cargas de um dia de semana (4ª Feira)

7087100 - ESCOLA SEC PADRE BENJAMIM SALGADO - JOANE: Diagrama Cargas: I - Activa

[30/01/2016 00:00 - 31/01/2016 00:00]

/Suporte/Análise Padrões Consumo/AGRUPAMENTO ESCOLAS PADRE BENJAMIM SALGA

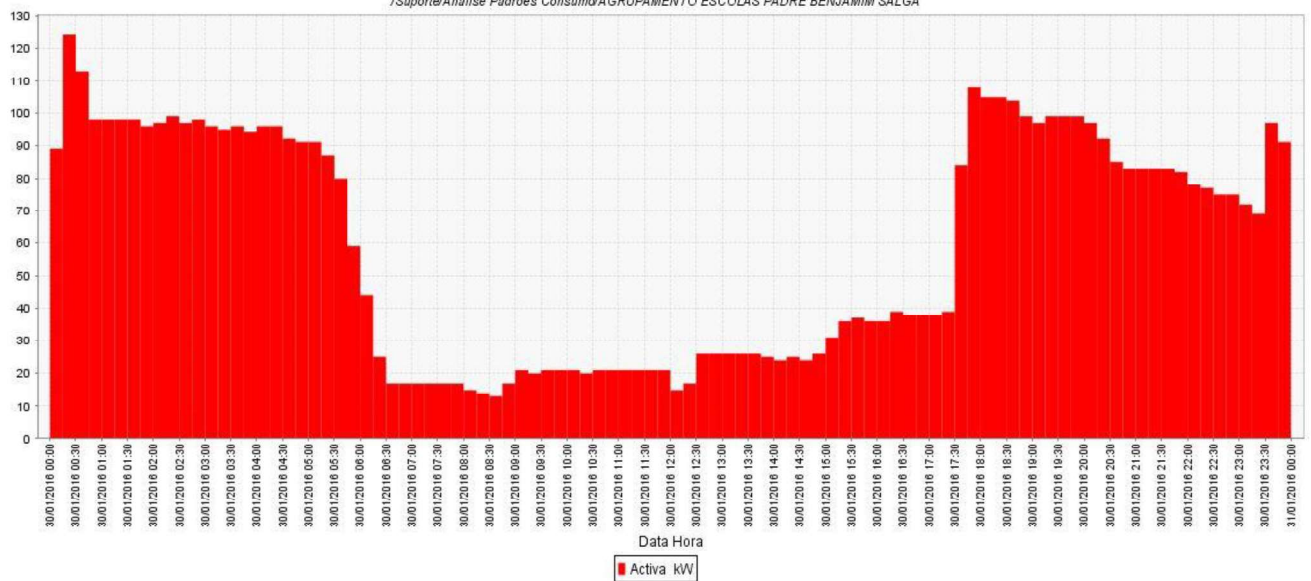


Figura 50 - Diagrama de Cargas no Fim de semana (Sábado)

7087100 - ESCOLA SEC PADRE BENJAMIM SALGADO - JOANE: Diagrama Cargas: I - Activa

[31/01/2016 00:00 - 01/02/2016 00:00]

/Suporte/Análise Padrões Consumo/AGRUPAMENTO ESCOLAS PADRE BENJAMIM SALGA

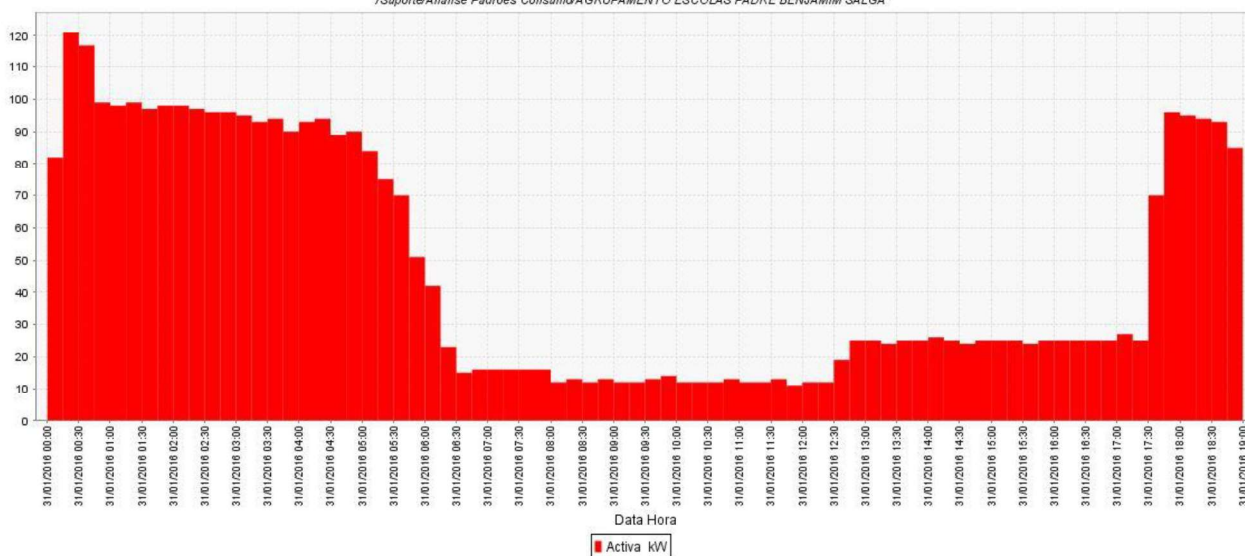


Figura 51 - Diagrama de Cargas no Fim de semana (Domingo)

Da análise aos gráficos verificam-se elevados consumos em todo o período noturno, o que significa que certamente toda a iluminação exterior se encontra ligada, mesmo nos dias de paragem (sábados e domingos) até por volta das 07h00m da manhã (nacer do sol). Em observação do gráfico da segunda-feira (00h00m até as 21h30m) o consumo começa de forma crescente pelas 07h30m até por volta das 08h30m, hora de início das aulas diárias. A partir deste momento o consumo mantém-se praticamente constante ao longo do dia com cerca de 105 kW de potência ativa. Pelas 18h30m é quando a instalação atinge o pico de consumo (cerca de 150 kW) certamente devido à entrada em funcionamento da iluminação exterior.

O gráfico relativo à quarta-feira é idêntico ao de segunda-feira, pois os consumos em período de aulas são constantes ao longo de toda a semana.

Durante o fim de semana os consumos são praticamente constantes em todo o dia com um consumo de 20 kW aproximadamente, podendo estar associado a consumos residuais, e ainda alguns equipamentos que estão ligados 24h/dia. Chegando a um período em que o dia começa a escurecer (pelas 18h00m) é ligada a iluminação exterior que de facto se verificam no gráfico os declives acentuados, começando desde então a ter consumos elevados a rondar os 100 kW de potência ativa.

4.5. Classe energética da escola

A classe energética de um edifício de serviços é aferida pela determinação do seu indicador de eficiência energética (IEE).

O IEE de um edifício de serviços como o da escola secundária é determinado com base no somatório de diferentes consumos anuais, agrupados em indicadores parciais e convertidos para energia primária por unidade de área interior útil de pavimento.

Existem diversos tipos de indicadores de eficiência energética: IEE previsto, IEE efetivo e IEE referência.

O IEE efetivo traduz o consumo anual de energia da escola, com base no histórico de faturas de energia (neste caso através das faturas de eletricidade e de gás). Este seria o método a utilizar para a determinação do IEE, no entanto não é, neste momento, possível uma vez que a metodologia carece ainda de enquadramento legal.

Portanto, o método de classificação energética dos edifícios de comércio e serviços, neste momento, tem sempre de passar pelo cálculo do IEE previsto recorrendo não só a um diagnóstico energético (o qual foi feito), a uma simulação dinâmica e o cálculo do IEE de referência, comparando os valores obtidos com o consumo anual de energia da escola caso esta fosse dotada de soluções de referência para alguns elementos da envolvente e sistemas técnicos.

Não é possível determinar o IEE previsto, uma vez que seria necessário um programa (software) credenciado pela norma ASHRAE 140, programa este que a Agência de Energia do Ave não dispõe.

4.6. Medidas de melhoria

A presente escola foi objeto de um estudo de medidas de melhoria que visa identificar oportunidades para otimizar o desempenho energético, aumentar o conforto térmico e promover a salubridade dos espaços. No Anexo I constam das fichas características/orçamentos dos preços dos materiais utilizados para o estudo das medidas.

4.6.1. Conforto térmico

O estudo de medidas de melhoria implica que a instituição disponha de verbas para investir em soluções que permitam uma poupança energética maior. Neste sentido, e como o Bloco C foi recentemente construído, irá aplicar-se medidas de melhoria apenas no Bloco A e no bloco B, como sendo aqueles que têm necessidade de maior intervenção. Neste sentido, o estudo de soluções ao nível térmico seguiu a hierarquia de prioridades definida para o efeito, nomeadamente:

- Envolventes opacas – paredes

A reabilitação da envolvente das paredes exteriores da escola pode ser feita de duas formas, como sendo, a colocação de isolamento térmico pelo interior ou pelo exterior da parede, mantendo a estética actual da envolvente. Com a possibilidade de manter a estrutura exterior igual, traria algumas vantagens relativamente à colocação de isolamento pelo interior:

- ✓ A reabilitação é realizada com um incómodo reduzido para os utilizadores dos espaços.
- ✓ A colocação de isolamento pelo exterior não reduz o espaço útil do espaço interior, melhorando a inércia térmica, tendo maior capacidade de equilibrar a temperatura ambiente.

Bloco A

Tabela 24 - Reabilitação das paredes exteriores bloco A

Paredes Exteriores (Bloco A)						
Solução Atual	Reabilitação (Estimativa de Obra - 3 Meses [3 Profissionais])					
U atual (W/m ² .°C)	U reab. (W/m ² .°C)	Espessura do Isolamento (mm)	Custo Isolamento (€/m ²)	Intervenção total (Bloco A)	Mão de Obra 5,50 €/ h por profissional	Total (€)
1,40	0,7	30	3,98 €	583,02	3 085,50 €	11 576,92 €
	0,6	40	5,30 €	583,02	3 085,50 €	12 346,51 €

Bloco B

Tabela 25 - Reabilitação das paredes exteriores bloco B

Paredes Exteriores (Bloco B)						
Solução Atual	Reabilitação (Estimativa de Obra - 3 Meses [3 Profissionais])					
U atual (W/m ² .°C)	U reab. (W/m ² .°C)	Espessura do Isolamento (mm)	Custo Isolamento (€/m ²)	Intervenção total (Bloco A)	Mão de Obra 5,50 €/ h por profissional	Total (€)
1,40	0,7	30	3,98 €	597,15	3 085,50 €	11 633,16 €
	0,6	40	5,30 €	597,15	3 085,50 €	12 421,40 €

As cotações para o Isolamento EPS foram obtidas através da empresa LEROY MERLIN que, com a sua aplicação, se verificará um coeficiente de transmissão térmica mais reduzido.

- Envolvente opaca – cobertura inclinada

Para a cobertura foi estudada uma solução alternativa à existente com a colocação de isolamento térmico. Relativamente às coberturas, sabe-se que é a parte dos edifícios em que ocorrem maiores trocas térmicas entre o interior e o exterior, condicionando de forma significativa o desempenho energético da escola. A solução proposta é a colocação de lã de rocha (preços fornecidos pela LEROY MERLIN) na cobertura. Na tabela seguinte apresenta-se uma possível solução a intervir.

Bloco A

Tabela 26 - Reabilitação da cobertura exterior inclinada bloco A

Coberturas Exteriores (Bloco A)						
Solução Atual	Reabilitação (Quadro II.18 pág. II.77 ITE 50) - (Estimativa de Obra - 3 Meses [3 Profissionais])					
U atual (W/m ² .°C)	U reab. (W/m ² .°C)	Espessura do Isolamento Lã de Rocha (mm)	Custo Isolamento (€/m ²)	Intervenção total (Bloco A)	Mão de Obra 5,50 €/ h por profissional	Total (€)
3,40	0,85	40	2,79 €	536,58	3085,5	10 753,56 €

Bloco B

Tabela 27 - Reabilitação da cobertura exterior inclinada bloco B

Coberturas Exteriores (Bloco B)						
Solução Atual	Reabilitação (Quadro II.18 pág. II.77 ITE 50) - (Estimativa de Obra - 3 Meses [3 Profissionais])					
U atual (W/m ² .°C)	U reab. (W/m ² .°C)	Espessura do Isolamento Lã de Rocha (mm)	Custo Isolamento (€/m ²)	Intervenção total (Bloco B)	Mão de Obra 5,50 €/ h por profissional	Total (€)
3,40	0,85	40	2,79 €	480,8	3085,5	10 597,93 €

- Vãos envidraçados

No que respeita aos vãos envidraçados a solução proposta visa a sua substituição por vidros duplos com caixa-de-ar interior (4 mm + 18 mm + 6 mm) – espessuras diferentes nas extremidades resultando da diminuição do ruído emitido do exterior para o interior, inseridos numa caixilharia em PVC com corte térmico. Este tipo de caixilharia é de fácil instalação, de elevada duração sem manutenção e, de total estanquidade (não permitindo a entrada de pó, água, vento, etc.). No que se refere à proteção, todas as cortinas interiores que já estão em uso atualmente devem manter-se, desde que estejam nas melhores condições.

Bloco A

Tabela 28 - Reabilitação dos envidraçados bloco A (Caixilho PVC)

Envidraçados (Bloco A)						
Solução Atual	Reabilitação					
U atual (W/m ² .°C)	U reab. (W/m ² .°C)	Dimensões Caixilho	Custo caixilho (€ C/IVA incluído)	Intervenção total (Nº Caixilhos)	Mão de Obra (61,50 €/Caix.) C/IVA Inc.	Total (€)
5,20	1,1	2,40 x 1,80 m	607,55 €	75	4 612,50 €	50 178,75 €

Bloco B

Tabela 29 - Reabilitação dos envidraçados bloco B (Caixilho PVC)

Envidraçados (Bloco B)						
Solução Atual	Reabilitação					
U atual (W/m ² .°C)	U reab. (W/m ² .°C)	Dimensões Caixilho	Custo caixilho (€ C/IVA incluído)	Intervenção total (Nº Caixilhos)	Mão de Obra (61,50 €/Caix.) C/IVA Inc.	Total (€)
5,20	1,1	2,40 x 1,80 m	607,55 €	75	4 612,50 €	50 178,75 €

Esta orçamentação foi obtida com recurso ao pedido de orçamentação à empresa “CAIXILHOPVC” que nos forneceu todos os dados relativos à substituição.

Análise de eficiência energética térmica

Uma vez analisada a fatura energética apresenta-se de seguida uma tabela com o cálculo do valor médio do custo/kWh de energia elétrica praticado pela EDP.

Tabela 30 - Cálculo do custo médio 2014 €/kWh (Faturas EDP)

Períodos	2014	%	€/kWh	Custo médio
Supervazio	73431	16%	0,05 €	0,01 €
Vazio normal	82725	18%	0,05 €	0,01 €
Pontas	209812	47%	0,07 €	0,03 €
Cheias	83259	19%	0,66 €	0,12 €
Total	449227			0,17 €

De acordo com as alterações propostas à envolvente, é possível determinar o período de retorno de investimento da reabilitação dos Blocos A e B com base nos consumos das faturas referente ao ano de 2014 (ano de referência), que se apresentam de seguida.

- Paredes Exteriores

Tabela 31 - Cálculo do período de retorno (anos) da reabilitação térmica das paredes exteriores

Necessidades de arrefecimento e aquecimento (anuais)					
	Investimento	Poupanças (kWh)	C.médio (€)	Poupanças (€)	Retorno (anos)
Bloco A	11.576,92 €	8535	0,17 €	1.450,95 €	7,98
Bloco B	11.633,16 €	8535	0,17 €	1.450,95 €	8,02
Total	23.210,08 €	17070	0,17 €	2.901,90 €	8,00

- Coberturas Exteriores

Tabela 32 – Cálculo do período de retorno (anos) da reabilitação térmica das coberturas exteriores

Necessidades de arrefecimento e aquecimento (anuais)					
	Investimento	Poupanças (kWh)	C.médio (€)	Poupanças (€)	Retorno (anos)
Bloco A	10.753,56 €	10242	0,17 €	1.741,14 €	6,18
Bloco B	10.597,93 €	10242	0,17 €	1.741,14 €	6,09
Total	21.351,49 €	20484	0,17 €	3.482,28 €	6,13

- Envidraçados

Tabela 33 - Cálculo do período de retorno (anos) da reabilitação térmica dos envidraçados

Necessidades de arrefecimento e aquecimento (anuais)					
	Investimento	Poupanças (kWh)	C.médio (€)	Poupanças (€)	Retorno (anos)
Bloco A	50.178,75 €	20485	0,17 €	3.482,45 €	14,41
Bloco B	50.178,75 €	20485	0,17 €	3.482,45 €	14,41
Total	100.357,50 €	40970	0,17 €	6.964,90 €	14,41

De acordo com as tabelas apresentadas o período de retorno é elevado, sendo necessários vários anos para recuperar o investimento. Tendo em conta o tempo de retorno, a colocação de isolamento térmico tanto nas paredes como nas coberturas exteriores, não deixam de ser benéficas para a redução dos consumos totais das necessidades de arrefecimento e aquecimento.

De qualquer forma, para uma intervenção ao nível térmico, seria mais vantajoso começar pela colocação dos envidraçados, pois apesar de ser um investimento mais elevado, é onde se verifica uma redução mais acentuada das necessidades de climatização.

Os vãos envidraçados constituem grande parte da envolvente dos edifícios e, como estão em contacto com o ambiente exterior, são propícios à ocorrência de grandes trocas térmicas. Por este motivo, representam uma parcela significativa na energia consumida pela escola para aquecimento e arrefecimento. Quando aplicados eficientemente, contribuem para otimizar o desempenho energético e ambiental dos edifícios, ao ponto de existirem sistemas envidraçados que atingem um grau de desempenho energético idêntico ao de uma parede maciça vulgar. Atendendo à sua baixa espessura, os envidraçados são elementos com um U mais elevado do que o dos restantes elementos da envolvente, sendo responsáveis por uma grande parte das perdas de calor [26].

Existem mais alterações possíveis de se realizar, como a colocação de isolamento nas paredes interiores em contato com o átrio, que sendo um espaço não útil as trocas térmicas entre si serão diminuídas.

No entanto, as medidas que foram apresentadas anteriormente são aquelas mais relevantes à redução do coeficiente de transmissão térmica, reduzindo o consumo de forma significativa. Atendendo a que se trata de uma escola secundária, algumas obras teriam de ser executadas fora do período de aulas, levando a um possível problema para a escola.

4.6.2. Energia Elétrica

Iluminação

No que respeita aos sistemas de iluminação da escola sugere-se a alteração das lâmpadas existentes por equipamentos mais eficientes, nomeadamente com a tecnologia LED. Na tabela seguinte apresentam-se as luminárias existentes presentes na escola, assim como o seu consumo anual.

Tabela 34 - Consumo das luminárias atualmente instaladas

Luminárias LED	Atual										Ilumin
	Lum 1x18 W	Lum 1x60 W	Lum 2x26 W	Lum 2x58 W	Lum 1x36 W	Lum 2x36 W	Lum 4x18 W	Lum 1x125 W	Lum 1x400 W	Lum 1x250 W	
	18	60	52	116	36	72	72	125	400	250	75254
Número total instaladas	39	23	10	2	220	561	89	28	28	12	
Consumo Luminárias (W)	702	1380	520	232	7920	40392	6408	3500	11200	3000	
Horas/Ano estimado	2376	2376	2376	2376	2376	2376	2376	2376	1386	594	162370
Consumo Total Atual (kWh)	1668	3279	1236	551	18818	95971	15225	8316	15523	1782	

Da análise da tabela verifica-se que a escola tem um consumo anual de 162370 kWh por ano, sendo um consumo bastante elevado. Com a aplicação das luminárias LED a redução será deveras significativa. Assim, apresenta-se de seguida uma tabela para o cenário de substituição de todas as luminárias e respetivo cálculo do investimento necessário, com recurso a um orçamento pedido à empresa “FILOTIPO”.

Tabela 35 - Consumo das luminárias com a tecnologia LED

Luminárias LED	Substituição das Luminárias para LED										Ilumin
	Lum 1x10 W	Lum 1x10 W	Lum 2x14 W	Lum 2x22 W	Lum 1x18 W	Lum 2x18 W	Lum 4x10 W	Lum 1x40 W	Lum 1x100 W	Lum 1x50 W	
	10	10	28	44	18	36	40	40	100	50	33224
Número total a instalar	39	23	10	2	220	561	89	28	28	12	
Consumo Lum. (W)	390	230	280	88	3960	20196	3560	1120	2800	600	
Poupança (W)	312	1150	240	144	3960	20196	2848	2380	8400	2400	42030
Horas/Ano estimado	2376	2376	2376	2376	2376	2376	2376	2376	1386	594	87270
Consumo Total Poupado (kWh)	741	2732	570	342	9409	47986	6767	5655	11642	1426	

Com esta alteração é notória a redução de kWh presente em cada ano. A diminuição conta com 54% relativamente aos consumos atualmente verificados.

Tabela 36 - Cálculo de investimento

Cálculo da Poupança											
Custo/unidade	5,55 €	5,83 €	8,73 €	11,12 €	9,53 €	9,53 €	5,55 €	32,80 €	100,98 €	34,24 €	
Custo Total (€)	216,45 €	134,09 €	87,30 €	22,24 €	2 096,60 €	5 346,33 €	493,95 €	918,40 €	2 827,44 €	410,88 €	12 553,68 €
23%	49,78 €	30,84 €	20,08 €	5,12 €	482,22 €	1 229,66 €	113,61 €	211,23 €	650,31 €	94,50 €	
Total (c/IVA)	266,23 €	164,93 €	107,38 €	27,36 €	2 578,82 €	6 575,99 €	607,56 €	1 129,63 €	3 477,75 €	505,38 €	15 441,03 €

Tabela 37 - Cálculo do período de retorno

Substituição das luminárias para LED (Retorno)					
	Investimento (C/IVA)	Poupanças (kWh)	C. médio (€/kWh)	Poupança anual (€)	Retorno (anos)
Total	15.441,03 €	87270	0,16 €	13.963,20 €	1,1

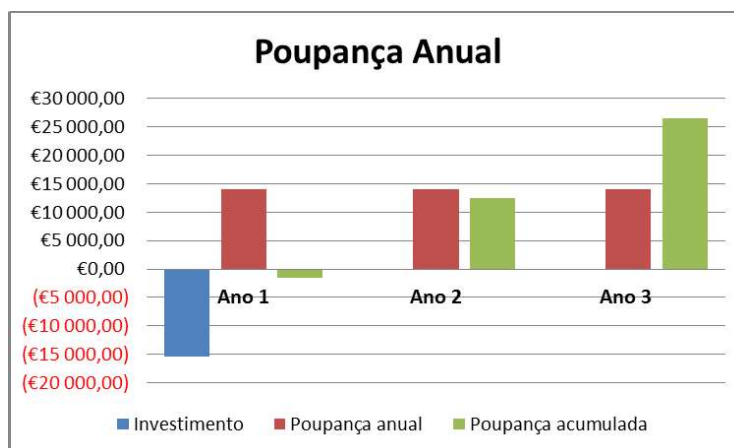


Figura 52 - Poupança anual estimada

De todos os cálculos apresentados, conclui-se que pouco depois do primeiro ano o investimento estará pago, o que realmente é uma boa medida a ter em consideração por parte da escola. No final do terceiro ano a escola contará já com um valor de poupança acumulado de aproximadamente 26.500,00 €. Analisando agora a fatura energética o valor médio a poupar mensalmente é de 1.150,00 €.

Considerações a ter sem qualquer custo para a entidade:

- Aproveitar a área de envidraçados disponíveis nos corredores, salas de aula e pavilhão para maximizar a entrada de luz natural, mantendo as persianas abertas durante o dia e desligando as luzes.
- Nas salas de aula podem também desligar-se ou ser eliminadas as luminárias colocadas próximo dos vãos envidraçados recolocando as restantes por forma a obter uma distribuição uniforme da luz.
- Sensibilização dos docentes e não docentes, bem como do corpo estudantil para a adoção de comportamentos eficientes, nomeadamente para a monitorização de espaços vazios, certificando-se de que não existem luminárias a funcionar desnecessariamente.

- Reduzir ao máximo os consumos nas horas de ponta (caso seja possível), procurando programar as ações que consomem mais energia para períodos que sejam mais vantajosos.
- Caso haja obras, utilizar cores claras e adequadas na pintura dos espaços, por forma a maximizar a iluminação existente.
- Utilizar níveis de iluminação adequados às atividades desenvolvidas nos espaços a iluminar.
- Evitar a iluminação do tipo incandescente, quer convencional e de halogénio, uma vez que apresentam baixa eficiência e pouca durabilidade.
- Reduzir ao mínimo possível a iluminação em zonas exteriores da escola.
- Manter limpas as lâmpadas e as proteções, de forma a obter mais luminosidade, sem aumentar a potência.

Climatização

- Evitar climatizar espaços não utilizados ou vazios.
- Regular os acumuladores de calor para temperaturas durante o inverno de 20°C a 18°C.
- Proceder à limpeza dos filtros de ar de todos os equipamentos de climatização com regularidade.
- Utilizar o pré-aquecimento apenas nos casos estritamente necessários.
- Quando ligarem os acumuladores ou ar condicionados, manter o local a aquecer ou arrefecer fechado.

Equipamentos elétricos

- Sensibilização dos docentes e não docentes, bem como do corpo estudantil para a adoção de comportamentos eficientes, desligando os equipamentos como computadores, impressoras, etc., quando já não estão a ser utilizados.
- Adquirir equipamento informático com um menor consumo energético.

- Definir, através do sistema operativo dos computadores, o modo automático de desligar o monitor após alguns minutos de paragem de utilização.
- Não adquirir um equipamento com mais capacidade do que necessita.
- Os equipamentos com a etiqueta energética de classe A+ poupam dinheiro e energia.
- Comprar equipamentos com sistemas de poupança de energia e desligue-os completamente caso preveja ausências superiores a 30 minutos.
- Ligar vários equipamentos informáticos a uma ficha múltipla com botão de ligar e desligar. Ao desligar o botão, os aparelhos são apagados, poupando energia.

4.6.3. Água e Gás

Alteração de chuveiros para uns mais eficientes (Chuveiros Ecológicos AIRJET):

No que respeita ao consumo de água, a escola já tem instalados temporizadores nas torneiras dos sanitários assim como nos chuveiros. Relativamente às torneiras, o equipamento instalado não é compatível com a instalação de arejadores. No entanto existe a possibilidade de intervenção ao nível dos chuveiros presentes no pavilhão desportivo.

A substituição de cabeças de chuveiro por equipamentos mais eficientes permitirá alcançar poupanças consideráveis no consumo de água e gás propano. Este orçamento foi obtido da empresa “FILOTIPO”.

Para os cálculos que se apresentam abaixo, foram tidos como referência os seguintes pressupostos:

Tabela 38 -Caraterização atual presente na escola

banhos por dia/chuveiro		16,2
dias / ano (tx oc)	100%	198
minutos/banho		5
Nº Chuveiros		21

Foram medidos os caudais de saída de água das cabeças de chuveiro instaladas, tendo-se verificado um caudal de 18 l/min.

L	seg
Antes	
18,0	60
Depois	
8,0	60
Redução: 56%	

A solução proposta permite uma redução do caudal de água de 56% comparativamente ao equipamento existente. Tendo em conta estes consumos atuais e o desempenho da solução proposta apresentam-se na tabela seguinte os impactos previstos ao nível do consumo de energia e água da respetiva fatura. Importante referir que este chuveiro necessita de uma Haste com 45° para obter a direção correta de forma a obter uma melhor projeção da água no banho.

Tabela 39 - Cálculo do Período de Retorno

Substituição para Chuveiros AIRJET						
	Investimento (C/IVA) + haste 45 Graus	Poupança Anual (l)	Poupança Energia (€)	Poupança Água (€)	Poupança (3 Anos)	Retorno (anos)
Total	886,60 €	3.367.980	10.568,72 €	6.735,96 €	51.914,04 €	0,05

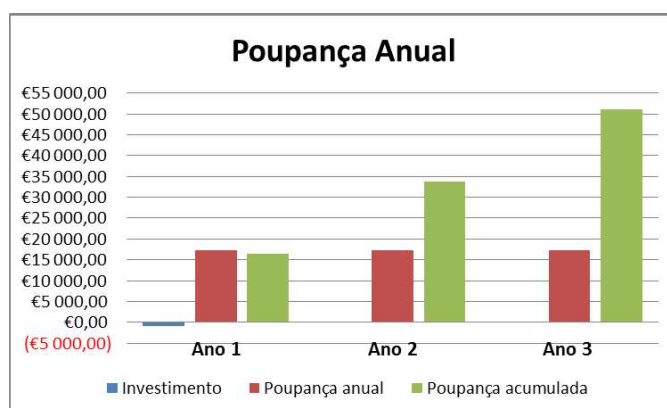


Figura 53 - Poupança Anual Estimada

De acordo com a solução proposta a redução de energia e de água é notória, com um período de retorno do investimento de aproximadamente **20 dias**. Esta alteração dos chuveiros não só nos permite poupar no consumo de água (6.735,96 €/ano), como também em energia que se gasta na caldeira para aquecimento de água através de Gás Propano (10.568,72 €/ano).

Aspetos a ter em consideração sem qualquer custo para a entidade:

- Sensibilização do corpo estudantil, bem como os docentes e não docentes, para a adoção de comportamentos eficientes, por exemplo, colocando avisos nos balneários alertando para a poupança de água e sensibilizando para a redução do tempo de duche.
- É extremamente importante que os acumuladores e as tubagens de distribuição de água quente estejam bem isolados.
- Evitar fugas e o pingar de torneiras. O simples pingar de uma torneira pode significar uma perda de vários litros por mês.

5. Conclusões

Esta dissertação foi desenvolvida no âmbito de um estágio curricular da empresa Agência de Energia do Ave, cujos objectivos contribuem para um modelo de desenvolvimento sustentável, na procura de alternativas com menor impacto ambiental, introduzindo conceitos de eficiência energética e ambiental nos processos de planeamento sensibilizando a população do Ave no que respeita a esta matéria. O estágio incluiu as seguintes tarefas:

- Implementação de acções de sensibilização para a promoção da eficiência energética nas escolas.
- Campanhas de informação e esclarecimento dos consumidores de electricidade e gás natural.
- Diagnósticos energéticos e campanhas de informação a pequenas e médias empresas.
- Auditorias Energéticas a escolas.

O foco principal de todas estas tarefas tem em vista a mudança de comportamentos e de mentalidades relativamente aos padrões do consumo energético na sociedade, desde os mais pequenos até aos mais idosos.

A auditoria energética foi realizada no âmbito do presente estágio à escola secundária Padre Benjamim Salgado e integrada no projeto, o YEL (*young energy leaders*). A auditoria foca essencialmente na redução dos custos de energia. Os procedimentos utilizados foram os seguintes:

- Caracterização dos consumos de energia eléctrica, através da análise de faturação relativa aos anos de 2013, 2014 e 2015.
- Levantamento das características de todas as soluções construtivas para uma análise térmica das instalações.
- Verificação dos requisitos mínimos térmicos de qualidade.
- Monitorização dos quadros eléctricos considerados significativos, com o objectivo de interpretar os comportamentos em termos de consumo de energia eléctrica.
- Identificação de oportunidades de racionalização de consumos, através de medidas de intervenção executáveis e economicamente viáveis em concordância com a dimensão e natureza da instituição que utiliza o edifício.

Do trabalho realizado e já apresentado foi possível concluir o seguinte:

- **Existe pouca receptividade por parte das escolas** para receber este tipo de palestras. Devido ao facto de alguns professores não se mostrarem muito interessados em parar a sua atividade para participar. Para estas palestras é necessário uma logística envolvida que inclui a necessidade da interrupção das aulas, o que por vezes se torna inviável executar este tipo de iniciativas. No entanto, todas as ações de sensibilização desenvolvidas correram dentro das expectativas.
- **Grande receptividade por parte dos municípios** em receberem campanhas de informação e comunicação para a sociedade. Disponibilização imediata em fazer a divulgação pelos meios de comunicação do seu território abrangendo grande parte da população. Desta forma, foi possível passar a mensagem da importância do aumento da eficiência energética e que por pequenas mudanças de hábito se conseguem grandes poupanças.
- **Pouca receptividade das empresas à realização de auditorias energéticas.** Este projeto não correu como esperado, pois apesar dos diagnósticos energéticos serem gratuitos (projeto financiado a 100 %), as empresas não têm capacidade de investimento em novos equipamentos mais eficientes. Cabe à agência trabalhar no

sentido de fazer perceber os empresários que estão errados e que estão a consumir mais com os equipamentos que têm actualmente do que com equipamentos eficientes.

- **A escola auditada não cumpre os atuais requisitos mínimos de qualidade.** Tal como expectável, uma vez que a escola foi construída antes da nova regulamentação, seria de esperar que os valores apresentados fossem bastante elevados, facilmente perceptível que é devido aos vãos envidraçados, actualmente com vidro simples e caixilharia sem isolamento nos blocos A, B e polivalente, e à ausência de isolamento térmico nas envolventes opacas, refletindo-se nas transmissões de calor entre o ambiente interno e externo.
- **É possível diminuir os gastos mensais de energia eléctrica e gás.** Existe um elevado gasto de energia na escola, porque tanto os equipamentos existentes e as soluções construtivas estão desactualizadas. Estes valores elevados devem-se também a descuidos por parte dos alunos ou até mesmo funcionários em não desligarem a iluminação ou equipamentos quando já não se encontram presentes nos espaços.
- **É possível otimizar a utilização de energia.** Desta forma, foram identificados potenciais formas de economizar, adquirindo equipamentos mais eficientes e sensibilizando os utilizadores a boas práticas de eficiência energética.
- **Consciencialização de boas práticas de eficiência energética aos cidadãos.** Existe um défice de consciencialização dos cidadãos do que são as melhores práticas relativamente ao consumo energético. As boas práticas a nível comportamental são importantes e devem ser promovidas quando uma instituição procura aumentar o seu desempenho energético e reduzir os custos com a energia.

Qualquer dissertação não fica encerrada por aqui, existe uma panóplia de ideias que se podem aplicar a esta dissertação e que daria seguimento a estes conteúdos abordados. Como por exemplo, através da utilização de uma fonte inesgotável de energia natural que é o Sol, a colocação de painéis solares térmicos para o aquecimento de águas quentes sanitárias (AQS), contribuindo assim, para uma máxima poupança energética.

O correcto dimensionamento de um sistema solar de AQS deve começar pela recolha dos perfis de consumo, levantamento das características do local e utilização de *softwares* de simulação adequados, como por exemplo o SCE.ER da DGEG, que veio substituir o antigo

software Solterm. Este novo programa é disponibilizado gratuitamente pela DGEG e está implementado em folhas de cálculo Microsoft Excel [27].

Terminando esta dissertação, o autor da mesma, recomenda que num futuro próximo se invista em projetos com preocupações de eficiência energética, consciencializando os cidadãos a criarem hábitos de poupança energética, implementando uma gestão correta da energia.

Referências Bibliográficas

- [1] C. Becchio, S. P. Corgnati, C. Delmastro, V. Fabi, and P. Lombardi, “The Role of Nearly-zero Energy Buildings in the Definition of Post- Carbon Cities,” *Energy Procedia*, vol. 78, pp. 687–692, Nov. 2015.
- [2] MediaLine, Lda., “Revista bimestral Edifícios e Energia - Documentos em revisão e nova orgânica para a energia, 2016,” *Bimestral Maio/Junho*, no. 105, pp. 8–16, 2016.
- [3] MediaLine, Lda., “Revista bimestral Edifícios e Energia,” *Bimestral*, 2015.
- [4] D. Zanni, A. Righi, T. D. Mora, F. Peron, and P. Romagnoni, “The Energy Improvement of School Buildings: Analysis and Proposals for Action,” *70th Conf. Ital. Therm. Mach. Eng. Assoc. ATI2015*, vol. 82, pp. 526–532, dezembro 2015.
- [5] E. Vieites, I. Vassileva, and J. E. Arias, “European Initiatives Towards Improving the Energy Efficiency in Existing and Historic Buildings,” *Energy Procedia*, vol. 75, pp. 1679–1685, agosto 2015.
- [6] “PORDATA - Edifícios segundo os Censos: total e por época de construção - Portugal,” 2015. [Online]. Available: <http://www.pordata.pt/Portugal/Edif%3%adcios+segundo+os+Censos+total+e+por+%3%a9poca+de+constru%3%a7%3%a3o-93>. [Accessed: 09-May-2016].
- [7] “Liborio, Paulo. Adene - Agência para a Energia - Novo sistema de Certificação Energética de Edifícios (SCE). Seminário Eficiência Energética. Barcelos, 2014.” .
- [8] “Bernardo, João. Direção Geral de Energia e Geologia. Workshop: Republic_ZEB - Estratégia para a Eficiência Energética nos Edifícios Públicos. Lisboa, LNEG 2015.” .
- [9] “Fragoso, Rui. Agência para a Energia. Encontro 2013 - o novo enquadramento legal do Sistema Certificação Energética dos Edifícios (SCE). Adene, Mirafleres - 16 de Dezembro 2013.” .
- [10] “Diário da República. Ministério do Ambiente, Ordenamento do Território e energia - Portaria n.º 379-A/2015 de 22 de Outubro.” .
- [11] J. Gomes, “Disseração Joni Gomes - Simulação dinâmica detalhada de um grande edifício no âmbito do RSECE,” Universidade do Minho, 2012.
- [12] “Jornal Oficial das Comunidades Europeias. Directiva 2002/91/CE do Parlamento Europeu e do Conselho - Relativa ao desempenho energético dos edifícios. 16 Dezembro de 2002.” .
- [13] “Diário da República. Ministério da Economia e da Inovação - Decreto-Lei n.º 78/2006 de 4 de Abril.” .
- [14] “Jornal Oficial da União Europeia. Directiva 2010/31/UE do Parlamento Europeu e do Conselho - Reativa ao desempenho energético dos edifícios (reformulação). 19 de Maio de 2010.” .
- [15] “Diário da República. Decreto-Lei n.º 118/2013 de 20 de Agosto - Despacho (extrato) n.º 15793-K/2013.” .
- [16] “Diário da República. Ministério do Ambiente, Ordenamento do Território e Energia - Decreto-Lei n.º 250/2015 de 25 de Novembro.” .
- [17] “Adene - Agência para a Energia. Adene lança 10 guias de Soluções de Eficiência Energética. 2016.” [Online]. Available: <http://www.adene.pt/noticias/adene-lanca-10-guias-de-solucoes-de-eficiencia-energetica>. [Accessed: 10-May-2016].
- [18] “Caramelo, João. XIV Jornadas de Climatização. Sustentabilidade - Medidas de Eficiência Energética nos Sistemas de Climatização de um Grande Edifício de Serviços. 2014.” .

- [19] “Dissertação Brandão, Tiago. Serviços de Eficiência Energética em Edifícios Públicos. Feup, 2011.” .
- [20] “Dissertação Custódio, Mauro. Eficiência Energética em Edifícios Escolares. Universidade Técnica de Lisboa, 2011.” .
- [21] “De Groot, Maarten. NZEB - Symposium. Buildings Performance Institute Europe - NZEB IN EUROPE - Different speeds on the road to an energy efficient buildings stock. 2015.” .
- [22] MediaLine, Lda., “Revista bimestral Edifícios e Energia - Drury Crawley: ir para além dos NZEB, 2016,” *Bimestral Maio/Junho*, no. 105, pp. 54–58, 2016.
- [23] “Diário da República. Portaria n.º 349-B/2013 de 29 de Novembro de 2013.” .
- [24] “Diário da República. Trabalho, Solidariedade e Segurança Social e Economia - Portaria n.º 17-A/2016 de 4 de Fevereiro.” .
- [25] “Portal ERSE - Períodos horários.” [Online]. Available: <http://www.erse.pt/pt/electricidade/tarifaseprecos/periodoshorarios/Paginas/default.aspx>. [Accessed: 29-Mar-2016].
- [26] “Dissertação Ganhão, António. Construção sustentável - Propostas de melhoria da eficiência energética em edifícios de habitação. Universidade Nova de Lisboa, 2011.”
- [27] “DGEG - Direção-Geral de Energia e Geologia.” [Online]. Available: <http://www.dgeg.pt/>. [Accessed: 18-May-2016].

Anexo A. Quadros com U referência e U máximo

Coefficiente de transmissão térmica máximo

Umáx [W/(m ² .°C)]	Zona Climática					
Portugal Continental						
Zona corrente da envolvente:	Com a entrada em vigor do presente regulamento			A partir de 31 de dezembro de 2015		
	I1	I2	I3	I1	I2	I3
Elementos opacos verticais exteriores ou interiores	1,75	1,60	1,45	0,70	0,60	0,50
Elementos opacos horizontais exteriores ou interiores	1,25	1,00	0,90	0,50	0,45	0,40
Vãos envidraçados exteriores (portas e janelas) (Uw)	-	-	-	4,30	3,30	3,30

Coefficiente de transmissão térmica de referência

Zona Climática	Portugal Continental		
Zona corrente da envolvente	I1	I2	I3
Elementos opacos verticais exteriores ou interiores	0,70	0,60	0,50
Elementos opacos horizontais exteriores ou interiores	0,50	0,45	0,40
Vãos envidraçados exteriores (portas e janelas)	4,30	3,30	3,30

Anexo B. Seleção do registo fotográfico



Figura 1: *(Equipamentos Utilizados)*



Figura 2: *(Quadro Elétrico Geral)*



Figura 3: *(Chapa Característica AC)*



Figura 4: *(Pavilhão Desportivo)*



Figura 5: *(Luminária focos Pavilhão)*



Figura 6: *(candeeiros Exteriores)*



Figura 7: *(Focos Campos Exteriores)*



Figura 8: *(Medição do Caudal)*



Figura 9: *(Chuveiros - Pavilhão)*



Figura 10: *(Medição Comp. Pilar)*



Figura 11: *(Medição Larg. Pilar)*



Figura 12: *(Aquecedores - Ventiloinvetores)*



Figura 13: *(Cortinas Interiores Opacas)*



Figura 14: *(Env. Interiores + Porta madeira)*



Figura 15: *(Pared. Exteriores – Bloco A/B Poli.)*



Figura 16: *(Medição Paredes interiores)*



Figura 17: *(Medição dos Lux's – ponto de Luz)*



Figura 18: *(Medição Paredes interiores)*



Figura 19: *(Cobert. Átrio – Esp. Fort. Ventilado)*



Figura 20: *(Cobertura Inclinada Salas)*



Figura 21: *(Vista Exterior Bloco)*



Figura 22: *(Vista Interior Bloco C)*



Figura 23: *(Medição Parede exterior Bloco C)*



Figura 24: *(Medição da Caixilharia Bloco C)*



Figura 25: *(Envidraçados Bloco C)*



Figura 26: *(Cobertura exterior)*



Figura 27: *(Medições aos Anexos)*



Figura 28: *(Verificação do Contador)*

Anexo C. Levantamento resumo das medições feitas às instalações

Bloco	Piso	Área útil (m2)	Pé direito (m)	P. exteriores (m2)	P. Interiores c/requisitos (m2)	Vãos Envidraçados (m2)	Portas Exteriores (m2)	Portas Interiores (m2)
A	1.º	492,29	2,85	166,97	217,30	108,00	11,40	22,36
	2.º	509,21	2,85	169,75	109,66	113,32	0,00	25,16
	3.º	536,58	3,35 (média)	246,30	160,49	114,72	0,00	25,16
Total		1538,08	3,02	583,02	487,45	336,04	11,40	72,67
B	1.º	492,68	2,85	190,00	196,76	108,00	14,20	22,36
	2.º	485,84	2,85	192,48	178,72	108,00	0,00	27,95
	3.º	480,80	3,35 (média)	214,67	234,95	108,00	0,00	25,16
Total		1459,32	3,02	597,15	610,43	324,00	14,20	75,47
C	1.º	480,16	2,85	192,48	200,10	108,00	11,40	22,36
	2.º	485,30	2,85	192,48	180,58	108,00	0,00	25,16
	3.º	468,92	3,35 (média)	211,79	215,06	103,68	0,00	22,36
Total		1434,38	3,02	596,75	595,74	319,68	11,40	69,88
Polivalente	1.º	243,28	3,14	167,60	70,25	43,13	5,54	2,60
	2.º	165,38	3,21	103,34	49,25	28,61	0,00	3,69
Total		408,66	3,17	270,94	119,50	71,74	5,54	6,29

Anexo D. Levantamento dimensional dos espaços não úteis

Bloco A

- Átrio

Átrio - Bloco A			
Somatório de todas as áreas interiores	ΣA_{ij}	unidades	
Paredes Salas Piso 1/2/3	708,73	(m ²)	Paredes Salas 1 Piso (216,69) Paredes Salas 2 Piso (211,95) Paredes Salas 3 Piso (280,09)
Somatório de todas as áreas exteriores	ΣA_{uj}	unidades	
Cobertura	237,09	(m ²)	
Parede Caixa de Escadas	27,664	(m ²)	
Paredes/Portas Exteriores	11,4	(m ²)	
		$\Sigma A_{ij} / \Sigma A_{uj}$	$2 \leq \Sigma A_{ij} / \Sigma A_{uj} < 4$
Átrio - Bloco A	ΣA_{ij}	708,73	→ 0,9
	ΣA_{uj}	276,15	
<p>Volume: 2507,92 m3(Fortemente Ventilado)</p> <p>Nota: Tabela 22 - valores do coeficiente de redução de perdas ENU btr (Despacho n.º 15793-K/2013)</p>			

- WC 1.º Piso

WC 1 - Bloco A (1º Piso)			
Somatório de todas as áreas interiores	ΣA_{ij}	unidades	
Paredes interiores	17,955	(m ²)	
Somatório de todas as áreas exteriores	ΣA_{uj}	unidades	
Paredes Exteriores	24,795	(m ²)	
		$\Sigma A_{ij} / \Sigma A_{uj}$	$0,5 \leq \Sigma A_{ij} / \Sigma A_{uj} < 1$
WC 1 - Bloco A (1º Piso)	ΣA_{ij}	17,96	→ 0,90
	ΣA_{uj}	24,80	
<p>Volume: 43,377 m3 (Fortemente ventilado)</p> <p>Nota: Tabela 22 - valores do coeficiente de redução de perdas ENU btr (Despacho n.º 15793-K/2013)</p>			

- Arrecadação 14 – 16

Arrecadação 14-16 - Bloco A			
Somatório de todas as áreas interiores	ΣA_{ij}	unidades	
Cobertura	18,58	(m ²)	
Paredes	43,89	(m ²)	
Somatório de todas as áreas exteriores	ΣA_{uj}	unidades	
Paredes	6,84	(m ²)	
		$\Sigma A_{ij} / \Sigma A_{uj}$	$\Sigma A_{ij} / \Sigma A_{uj} \geq 4$
Arrecadação 14-16 - Bloco A	ΣA_{ij}	62,47	→ 0,4
	ΣA_{uj}	6,84	
<p>Volume: 52,953 m3 (Fracamente Ventilado)</p> <p>Nota: Tabela 10 - valores do coeficiente de redução de perdas ENU btr</p>			

- WC 2.º Piso

WC 1 - Bloco A (2º Piso)				
Somatório de todas as áreas interiores		ΣA_{ij}	unidades	
Paredes interiores		17,955	(m ²)	
Cobertura		15,22	(m ²)	
Somatório de todas as áreas exteriores		ΣA_{uj}	unidades	
Paredes Exteriores		24,795	(m ²)	
			$\Sigma A_{ij} / \Sigma A_{uj}$	$1 \leq \Sigma A_{ij} / \Sigma A_{uj} < 2$
WC 1 - Bloco A (2.º Piso)	ΣA_{ij}	33,18	1,34	→ 0,80
	ΣA_{uj}	24,80		
Volume: 43,377 m ³ (Fortemente ventilado)				Nota: Tabela 22 - valores do coeficiente de redução de perdas ENU btr (Despacho n.º 15793-K/2013)

Bloco B

- Átrio

Átrio - Bloco B				
Somatório de todas as áreas interiores		ΣA_{ij}	unidades	
Paredes Salas Piso 1/2/3		680,5	(m ²)	Paredes Salas 1 Piso (231,30) Paredes Salas 2 Piso (217,43) Paredes Salas 3 Piso (231,77)
Somatório de todas as áreas exteriores		ΣA_{uj}	unidades	
Cobertura		232,29	(m ²)	
Parede Caixa de Escadas		27,664	(m ²)	
Paredes/Portas Exteriores		11,4	(m ²)	
			$\Sigma A_{ij} / \Sigma A_{uj}$	$2 \leq \Sigma A_{ij} / \Sigma A_{uj} < 4$
Átrio - Bloco B	ΣA_{ij}	680,50	2,51	→ 0,9
	ΣA_{uj}	271,35		
Volume: 2494,95 m ³ (Fortemente Ventilado)				Nota: Tabela 22 - valores do coeficiente de redução de perdas ENU btr (Despacho n.º 15793-K/2013)

- WC 1.º Piso

WC 1 - Bloco B (1º Piso)				
Somatório de todas as áreas interiores		ΣA_{ij}	unidades	
Paredes interiores		17,015	(m ²)	
Somatório de todas as áreas exteriores		ΣA_{uj}	unidades	
Paredes Exteriores		24,795	(m ²)	
			$\Sigma A_{ij} / \Sigma A_{uj}$	$0,6 \leq \Sigma A_{ij} / \Sigma A_{uj} < 1$
WC 1 - Bloco B (1.º Piso)	ΣA_{ij}	17,02	0,69	→ 0,90
	ΣA_{uj}	24,80		
Volume: 43,377 m ³ (Fortemente ventilado)				Nota: Tabela 22 - valores do coeficiente de redução de perdas ENU btr (Despacho n.º 15793-K/2013)

- Arrecadação 86 – 88

Arrecadação 86-88 - Bloco B					
Somatório de todas as áreas interiores		ΣA_{ij}	unidades		
Paredes		14,31	(m ²)		
Somatório de todas as áreas exteriores		ΣA_{uj}	unidades		
Paredes		6,84	(m ²)		
				$\Sigma A_{ij} / \Sigma A_{uj}$	$2 \leq \Sigma A_{ij} / \Sigma A_{uj} < 4$
Arrecadação 86-88 Bloco B	ΣA_{ij}	14,31	2,09	→	0,4
	ΣA_{uj}	6,84			
Volume: 14,592 m3 (Fracamente Ventilado)				Nota: Tabela 22 - valores do coeficiente de redução de perdas ENU btr (Despacho n.º 15793-)	

- WC 2.º Piso

WC 1 - Bloco B (2º Piso)					
Somatório de todas as áreas interiores		ΣA_{ij}	unidades		
Paredes interiores		17,955	(m ²)		
Somatório de todas as áreas exteriores		ΣA_{uj}	unidades		
Paredes Exteriores		24,795	(m ²)		
				$\Sigma A_{ij} / \Sigma A_{uj}$	$0,5 \leq \Sigma A_{ij} / \Sigma A_{uj} < 1$
WC 1 - Bloco B (2.º Piso)	ΣA_{ij}	17,96	0,72	→	0,90
	ΣA_{uj}	24,80			
Volume: 43,377 m3 (Fortemente ventilado)				Nota: Tabela 22 - valores do coeficiente de redução de perdas ENU btr (Despacho n.º 15793-K/2013)	

- Arrecadação 92 – 96

Arrecadação 92-96 - Bloco B					
Somatório de todas as áreas interiores		ΣA_{ij}	unidades		
Paredes		31,80	(m ²)		
Somatório de todas as áreas exteriores		ΣA_{uj}	unidades		
Paredes		37,828	(m ²)		
Cobertura		19,992	(m ²)		
				$\Sigma A_{ij} / \Sigma A_{uj}$	$0,5 \leq \Sigma A_{ij} / \Sigma A_{uj} < 1$
Arrecadação 92-96 - Bloco B	ΣA_{ij}	31,80	0,55	→	0,8
	ΣA_{uj}	57,82			
Volume: 72,755 m3 (Fracamente Ventilado)				Nota: Tabela 22 - valores do coeficiente de redução de perdas ENU btr (Despacho n.º 15793-K/2013)	

- Arrecadação Gabinete – 99

Arrecadação Gab.-99 - Bloco B				
Somatório de todas as áreas interiores				
Paredes	ΣA_{ij}	unidades		
	17,29	(m ²)		
Somatório de todas as áreas exteriores				
Cobertura	ΣA_{uj}	unidades		
	5,02	(m ²)		
Paredes				
	9,97	(m ²)		
			$\Sigma A_{ij} / \Sigma A_{uj}$	$1 \leq \Sigma A_{ij} / \Sigma A_{uj} < 2$
Arrecadação Gab.-99 - Bloco B	ΣA_{ij}	17,29	1,15	→ 0,6
	ΣA_{uj}	14,99		
Volume: 18,944 m3 (Fracamente Ventilado)			Nota: Tabela 22 - valores do coeficiente de redução de perdas ENU btr (Despacho n.º 15793-K/2013)	

Bloco C

- Átrio (Bloco C)

Átrio - Bloco C				
Somatório de todas as áreas interiores				
Paredes Salas Piso 1/2/3	ΣA_{ij}	unidades		
	696,55	(m ²)		
				Paredes Salas 1 Piso (228,31)
				Paredes Salas 2 Piso (216,12)
				Paredes Salas 3 Piso (252,12)
Somatório de todas as áreas exteriores				
Cobertura	ΣA_{uj}	unidades		
	237,09	(m ²)		
Parede Caixa de Escadas				
	11,4	(m ²)		
Paredes/Portas Exteriores				
	27,664	(m ²)		
			$\Sigma A_{ij} / \Sigma A_{uj}$	$2 \leq \Sigma A_{ij} / \Sigma A_{uj} < 4$
Átrio - Bloco C	ΣA_{ij}	696,55	2,52	→ 0,90
	ΣA_{uj}	276,15		
Volume: 2.512,71 m3 (Fortemente Ventilado)			Nota: Tabela 22 - valores do coeficiente de redução de perdas ENU btr (Despacho n.º 15793-K/2013)	

- WC 1.º Piso

WC 1 - Bloco C (1º Piso)				
Somatório de todas as áreas interiores				
Paredes interiores	ΣA_{ij}	unidades		
	9,405	(m ²)		
Somatório de todas as áreas exteriores				
Paredes Exteriores	ΣA_{uj}	unidades		
	24,795	(m ²)		
			$\Sigma A_{ij} / \Sigma A_{uj}$	$\Sigma A_{ij} / \Sigma A_{uj} < 0,5$
WC 1 - Bloco C (1.º Piso)	ΣA_{ij}	9,41	0,38	→ 1,00
	ΣA_{uj}	24,80		
Volume: 43,377 m3 (Fortemente ventilado)			Nota: Tabela 22 - valores do coeficiente de redução de perdas ENU btr (Despacho n.º 15793-K/2013)	

- WC 2 – 1.º Piso

WC 2 - Bloco C (1 Piso)				
Somatório de todas as áreas interiores		ΣA_{ij}	unidades	
Paredes		14,88	(m ²)	
Cobertura		6,768		
Somatório de todas as áreas exteriores		ΣA_{uj}	unidades	
Cobertura		0	(m ²)	
			$\Sigma A_{ij} / \Sigma A_{uj}$	$\Sigma A_{ij} / \Sigma A_{uj} \geq 4$
WC 2 - Bloco C		ΣA_{ij}	21,65	→
		ΣA_{uj}	0,00	
			∞	0,50
Volume: 19,29 m ³ (Fortemente ventilado)		Nota: Tabela 22 - valores do coeficiente de redução de perdas ENU btr (Despacho n.º 15793-K/2013)		

- Arrecadação 13 – 14

Arrecadação 7-13 - Bloco C				
Somatório de todas as áreas interiores		ΣA_{ij}	unidades	
Paredes		14,307	(m ²)	
Somatório de todas as áreas exteriores		ΣA_{uj}	unidades	
Paredes		5,7	(m ²)	
			$\Sigma A_{ij} / \Sigma A_{uj}$	$2 \leq \Sigma A_{ij} / \Sigma A_{uj} < 4$
Arrecadação 7-13 - Bloco C		ΣA_{ij}	14,31	→
		ΣA_{uj}	5,70	
			2,51	0,40
Volume: 14,307 m ³ (Fracamente Ventilado)		Nota: Tabela 22 - valores do coeficiente de redução de perdas ENU btr (Despacho n.º 15793-K/2013)		

- WC 2.º Piso

WC 1 - Bloco C (2º Piso)				
Somatório de todas as áreas interiores		ΣA_{ij}	unidades	
Paredes		17,955	(m ²)	
Somatório de todas as áreas exteriores		ΣA_{uj}	unidades	
Paredes		24,795	(m ²)	
			$\Sigma A_{ij} / \Sigma A_{uj}$	$0,5 \leq \Sigma A_{ij} / \Sigma A_{uj} < 1$
WC 1 - Bloco C (2º Piso)		ΣA_{ij}	17,96	→
		ΣA_{uj}	24,80	
			0,72	0,90
Volume: 43,377 m ³ (Fortemente Ventilado)		Nota: Tabela 22 - valores do coeficiente de redução de perdas ENU btr (Despacho n.º 15793-K/2013)		

- Arrecadação 21 – 22

Arrecadação 21-22 - Bloco C			
Somatório de todas as áreas interiores			
	ΣA_{ij}	unidades	
Paredes Sala 21	24,689	(m ²)	
Paredes Sala 22	24,689	(m ²)	
Pavimento	17,79	(m ²)	
Somatório de todas as áreas exteriores			
	ΣA_{uj}	unidades	
Paredes	7,2	(m ²)	
Cobertura	17,787	(m ²)	
Arrecadação 21-22 - Bloco C	ΣA_{ij}	67,17	$\Sigma A_{ij} / \Sigma A_{uj}$ → 2,69
	ΣA_{uj}	24,97	
			$z \leq \Sigma A_{ij} / \Sigma A_{uj} < 4$
Volume: 59,25 m3 (Fracamente Ventilado)			Nota: Tabela 22 - valores do coeficiente de redução de perdas ENU btr (Despacho n.º 15793-K/2013)

- Arrecadação 15 – 22

Arrecadação 15-22 - Bloco C			
Somatório de todas as áreas interiores			
	ΣA_{ij}	unidades	
Paredes Sala 22	18,722	(m ²)	
Paredes Sala 15	17,558	(m ²)	
Somatório de todas as áreas exteriores			
	ΣA_{uj}	unidades	
Paredes	8,564	(m ²)	
Cobertura	10,12	(m ²)	
Arrecadação 15-22 - Bloco C	ΣA_{ij}	36,28	$\Sigma A_{ij} / \Sigma A_{uj}$ → 1,94
	ΣA_{uj}	18,68	
			$1 \leq \Sigma A_{ij} / \Sigma A_{uj} < 2$
Volume: 37,44 m3 (Fracamente Ventilado)			Nota: Tabela 22 - valores do coeficiente de redução de perdas ENU btr (Despacho n.º 15793-K/2013)

- WC 3.º Piso

WC 1 - Bloco C (3º Piso)			
Somatório de todas as áreas interiores			
	ΣA_{ij}	unidades	
Parede	21,51	(m ²)	
Somatório de todas as áreas exteriores			
	ΣA_{uj}	unidades	
Cobertura	8,73	(m ²)	
Paredes	29,022	(m ²)	
WC 1 - Bloco C (3º Piso)	ΣA_{ij}	21,51	$\Sigma A_{ij} / \Sigma A_{uj}$ → 0,57
	ΣA_{uj}	37,75	
			$0,5 \leq \Sigma A_{ij} / \Sigma A_{uj} < 1$
Volume: 51,63 m3 (Fortemente Ventilado)			Nota: Tabela 22 - valores do coeficiente de redução de perdas ENU btr (Despacho n.º 15793-K/2013)

Polivalente

- Polivalente

Polivalente					
Somatório de todas as áreas interiores		ΣA_{ij}	unidades		
Paredes		95,912	(m ²)		
Somatório de todas as áreas exteriores		ΣA_{uj}	unidades		
Paredes		443,144	(m ²)		
Cobertura		800,67	(m ²)		
				$\Sigma A_{ij} / \Sigma A_{uj}$	$\Sigma A_{ij} / \Sigma A_{uj} < 0,5$
Ário (Polí./Palco e Papelaria) - Polivalente	ΣA_{ij}	95,91		0,08	→ 1,00
	ΣA_{uj}	1243,81			
Volume: > 200 m3 Fortemente Ventilado			Nota: Tabela 22 - valores do coeficiente de redução de perdas ENU btr (Despacho n.º 15793-K/2013)		

- WC 2.º Piso – Polivalente

WC - Polivalente (2º Piso)					
Somatório de todas as áreas interiores		ΣA_{ij}	unidades		
Paredes		17,2	(m ²)		
Pavimento		2,34	(m ²)		
Somatório de todas as áreas exteriores		ΣA_{uj}	unidades		
Paredes		10,7383	(m ²)		
Cobertura		8,7282	(m ²)		
				$\Sigma A_{ij} / \Sigma A_{uj}$	$1 \leq \Sigma A_{ij} / \Sigma A_{uj} < 2$
WC - Polivalente (2º Piso)	ΣA_{ij}	19,54		1,00	→ 0,60
	ΣA_{uj}	19,47			
Volume: 25,13 m3 (Fracamente Ventilado)			Nota: Tabela 22 - valores do coeficiente de redução de perdas ENU btr (Despacho n.º 15793-K/2013)		

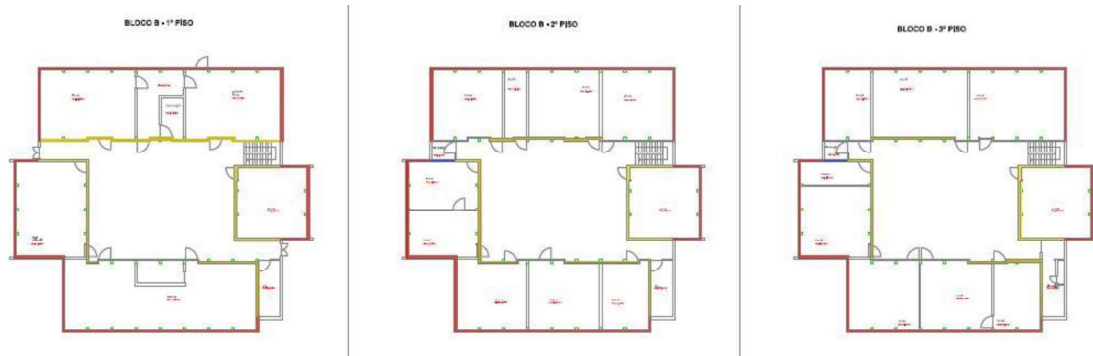
Anexo E. Envolventes dos espaços

Paredes

- Bloco A



- Bloco B



- Bloco C

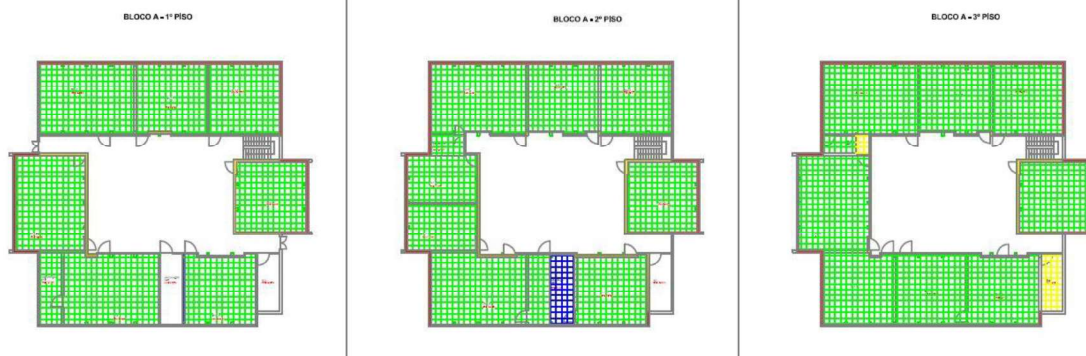


- Polivalente

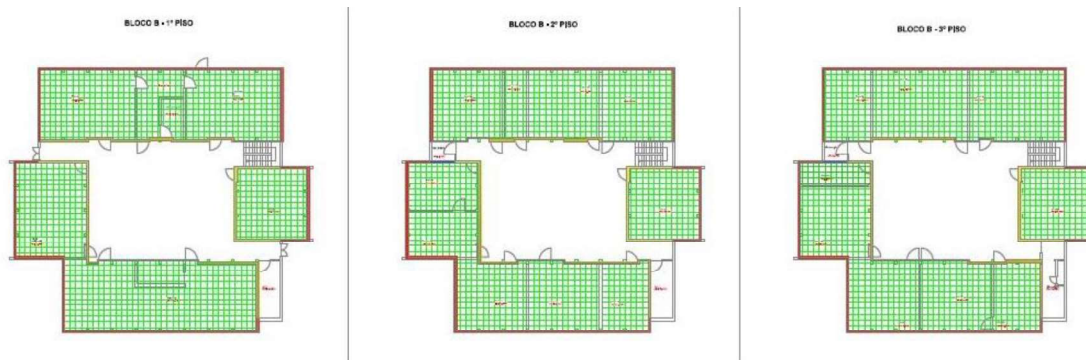


Pavimentos

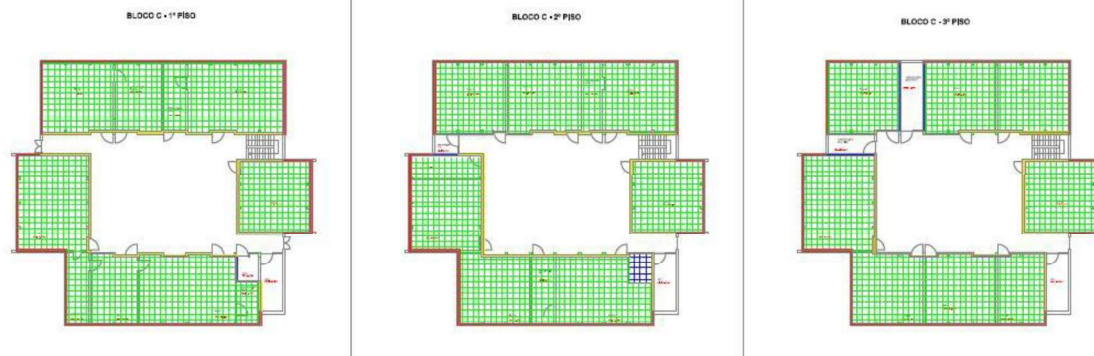
- Bloco A



- Bloco B



- Bloco C

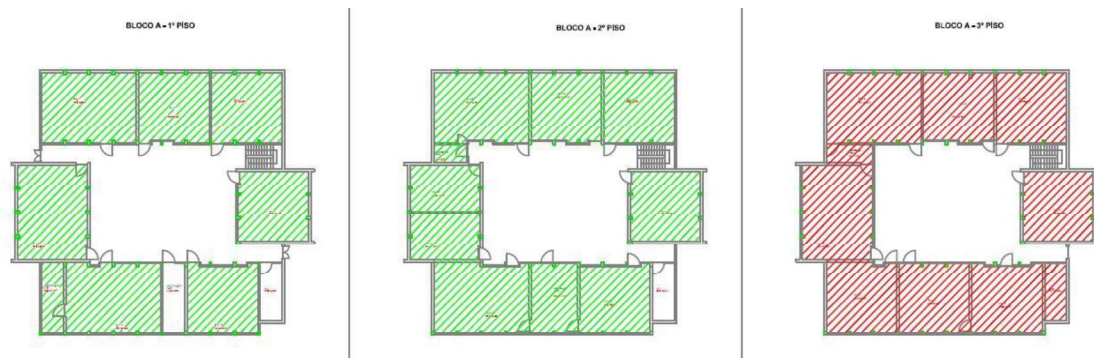


- Polivalente

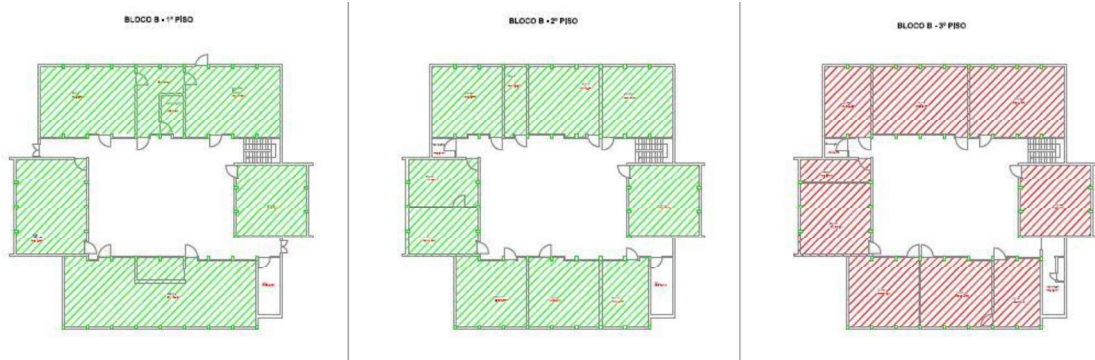


Coberturas

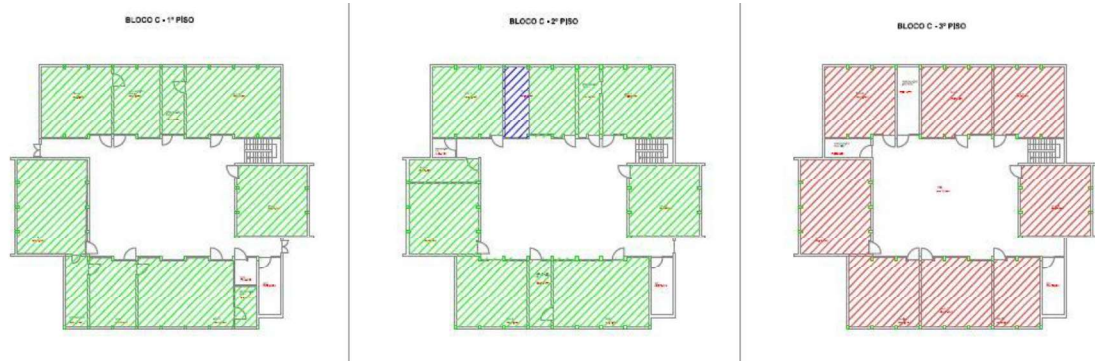
- Bloco A



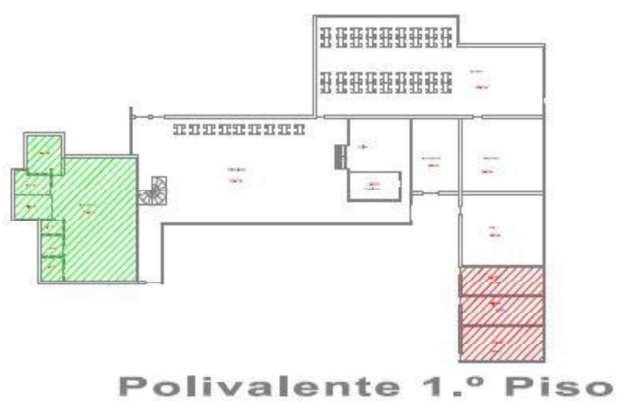
- Bloco B



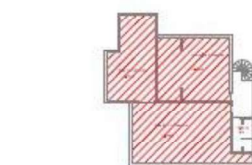
- Bloco C



- Polivalente



Envolvente Coberturas



2.º Piso

Anexo F. Determinação da classe de inércia térmica

Bloco A

Elementos de construção	Mi (Kg/m ²)	Imposição Regulamentar	Msi (Kg/m ²)	Si (m ²)	Factor de Correcção (r)	Msi x Si (Kg)
Paredes Exteriores						
Parede Exterior Bloco A	154,50	150	150,00	583,02	1	87453,0
Coberturas Exteriores						
Cobertura Exteriores Salas		150	150,00	536,58	0,5	40243,5
Cobertura Exterior Átrio	21,00	150	21,00	210,00	0,5	2205,0
Paredes Interiores (Bloco A)						
Paredes Interiores Salas com Átrio / WC	207,00	150	150,00	487,45	1	73117,5
Paredes Interiores Salas com Arrumos 14-16 (btr menor ou igual 0,7)	125,00	150	125,00	43,89	1	5486,3
Pavimentos Intermédios (Bloco A)						
Pavimento intermédio Atelier para WC - fluxo descendente	183,00	150	150,00	15,22	0,5	1141,5
Pavimento intermédio Arrumos 22-26 (zona aque.) para arrumos 14-16 - fluxo descendente	183,00	150	150,00	18,58	0,5	1393,5
Pavimento em contato com o solo						
Pavimento com o solo		150	150,00	830,00	0,5	62250,0
Elementos de compartimentação interior						
Pavimentos de Compartimentação	207,00	300	207,00	1045,79	1	216478,5
Paredes de Compartimentação	366,00	300	300,00	392,07	0,75	88215,8
TOTAL						577984,5
						/
Area útil de pavimento - Ap (m²)						1538,08
Massa Superficial útil por m² de área útil de pavimentos, It (Kg/m²)						375,78
150 ≤ Inercia Térmica (It) ≤ 400 (Média)						

Bloco B

Elementos de construção	Mi (Kg/m ²)	Imposição Regulamentar	Msi (Kg/m ²)	Si (m ²)	Factor de Correcção (r)	Msi x Si (Kg)
Paredes Exteriores						
Parede Exterior Bloco B	154,50	150	150,00	597,15	1	89572,5
Coberturas Exteriores						
Cobertura Exteriores Salas		150	150,00	480,80	0,5	36060,0
Cobertura Exterior Átrio	21,00	150	21,00	210,00	0,5	2205,0
Paredes Interiores (Bloco B)						
Paredes Interiores Salas com Átrio / WC's	207,00	150	150,00	610,43	1	91564,5
Paredes Interiores Salas com Arrumos 86-88 e Gab.-99 (btr menor ou igual 0,7)	125,00	150	125,00	32,41	1	4051,1
Paredes Interiores Salas com Arrumos 92-96 (btr > 0,7)	125,00	150	125,00	26,94	1	3367,5
Pavimento em contato com o solo						
Pavimento com o solo		150	150,00	830,00	1	124500,0
Elementos de compartimentação interior						
Pavimentos de Compartimentação	207,00	300	207,00	966,64	1	200094,5
Paredes de Compartimentação	366,00	300	300,00	376,81	0,75	84782,3
TOTAL						636197,4
						/
Area útil de pavimento - Ap (m²)						1459,32
Massa Superficial útil por m² de área útil de pavimentos, It (Kg/m²)						435,95
Inercia Térmica (It) > 400 (Forte)						

Bloco C

Elementos de construção	Mi (Kg/m ²)	Imposição Regulamentar	Msi (Kg/m ²)	Si (m2)	Factor de Correcção (r)	Msi x Si (Kg)
Paredes Exteriores						
Parede Exterior Bloco C	267,00	150	150,00	596,75	1	89512,5
Coberturas Exteriores						
Cobertura Exteriores Salas		150	150,00	468,92	0,5	35169,0
Cobertura Exterior Átrio	21,00	150	21,00	210,00	0,5	2205,0
Paredes Interiores (Bloco C)						
Paredes Interiores Salas com Átrio / WC1's	207,00	150	150,00	595,74	1	89361,0
Paredes Interiores Salas com Arrumos 7-13 / 21-22/ 15-22 e WC2 (btr menor ou igual 0,7)	125,00	150	125,00	109,94	1	13742,5
Pavimentos Intermédios (Bloco C)						
Pavimento intermédio Sala 9 para WC2 / Arrumos 21-22 para sala 12 - fluxo descendente	183,00	150	150,00	26,17	0,5	1962,8
Pavimento em contato com o solo						
Pavimento com o solo		150	150,00	830,00	1	124500,0
Elementos de compartimentação interior						
Pavimentos de Compartimentação	207,00	300	207,00	954,22	1	197523,5
Paredes de Compartimentação	366,00	300	300,00	346,76	0,75	78019,9
TOTAL						631996,2
						/
Area útil de pavimento - Ap (m²)						1434,38
Massa Superficial util por m² de área útil de pavimentos, It (Kg/m²)						440,61
Inercia Térmica (It) > 400 (Forte)						

Polivalente

Elementos de construção	Mi (Kg/m ²)	Imposição Regulamentar	Msi (Kg/m ²)	Si (m2)	Factor de Correcção (r)	Msi x Si (Kg)
Paredes Exteriores						
Parede Exterior Polivalente	154,50	150	150,00	270,94	1	40641,0
Coberturas Exteriores						
Cobertura Exteriores Salas/ Polivalente		150	150,00	253,78	0,5	19033,5
Paredes Interiores (Polivalente)						
Paredes Interiores Anexos para Bar (btr > 0,7)	125,00	150	125,00	33,38	1	4172,5
Paredes Interiores Secretária/concelho executivo para Polivalente (btr > 0,7)	207,00	150	150,00	66,18	1	9927,0
Paredes Interiores Sala professores para WC (btr menor ou igual 0,7)	125,00	150	125,00	19,54	1	2442,5
Pavimentos Intermédios (Polivalente)						
Pavimento intermédio para secretaria - fluxo descendente		150	150,00	2,34	0	0,0
Pavimento em contato com o solo						
Pavimento com o solo		150	150,00	1067,13	1	160069,5
Elementos de compartimentação interior						
Pavimentos de Compartimentação	207,00	300	207,00	163,04	1	33749,3
Paredes de Compartimentação	366,00	300	300,00	191,68	0,75	43128,5
TOTAL						313163,7
						/
Area útil de pavimento - Ap (m²)						408,66
Massa Superficial util por m² de área útil de pavimentos, It (Kg/m²)						766,32
Inercia Térmica (It) > 400 (Forte)						

Anexo G. *Dossier* de evidências

Documento (cópia)	Assinalar a informação obtida			Descrição/justificação de algumas limitações
	Proprietário	Recolhido no local	Não entregue	
Projeto de Estruturas			x	A escola não dispõe
Plantas	x			As plantas não estão atualizadas, faltando uns anexos. (Elaboração de todas as plantas em CAD)
Faturas de eletricidade	x			Nada a assinalar
Faturas de Gás	x			Nada a assinalar
Faturas de Água	x			Nada a assinalar
Relatórios de Auditoria Energética anteriores			x	Não existem auditorias anteriores
Horários de Funcionamento	x			Nada a assinalar
Ocupação dos Espaços	x			Nada a assinalar
Caraterísticas do sistema de iluminação		x		Determinação dos Lux's
Caraterísticas do sistema de climatização	x			Não dispõem de informação relativamente à eficiência
Caraterísticas dos equipamentos	x			Nada a assinalar
Levantamento dimensional		x		Nada a assinalar
Contagens de energia Totais/ Parciais		x		Nada a assinalar
Medições Elétricas		x		Nada a assinalar

Anexo H. Levantamento/registo e cálculo de todos os consumidores de energia da escola

Bloco	Piso	Sala	CPU	Monitores	Videoprojetores	Retroprojetores	TV	vídeo	leitor DVD	leitor cassete	Impressoras	bastidor	router	fotocopiadora	desembaralhador	Sistema de som	Scanner	
A	1.ª	2	8	8	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	
A	1.ª	4	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	
A	1.ª	6	1	1	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
A	1.ª	7	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
A	1.ª	14	15	15	1	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	
A	1.ª	16	0	0	0	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	
A	1.ª	19	1	1	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
A	1.ª	Arrum. 14-16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	
A	1.ª	Arrum. 16-19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
A	1.ª	WC	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
A	1.ª	Átrio	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
A	2.ª	21	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
A	2.ª	22	5	5	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
A	2.ª	26	6	6	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
A	2.ª	34	1	1	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	
A	2.ª	35	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
A	2.ª	36	8	8	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	
A	2.ª	39	0	0	0	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	
A	2.ª	Arrum. 22-26	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
A	2.ª	Arrum. 36-39	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
A	2.ª	WC	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
A	2.ª	Átrio	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
A	3.ª	40	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
A	3.ª	41	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
A	3.ª	42	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
A	3.ª	43	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
A	3.ª	47	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
A	3.ª	48	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
A	3.ª	48	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
A	3.ª	50	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
A	3.ª	Atelier	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
A	3.ª	Arrum. 40-50	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	
A	3.ª	Átrio	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Total A	(-)	(-)	52	52	13	12	12	12	1	2	1	2	5	0	1	0	0	
B	1.ª	63	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
B	1.ª	67	1	1	1	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	1	
B	1.ª	Área Multim.	19	19	1	0	0	0	0	2	1	0	0	0	0	0	0	
B	1.ª	Biblioteca	4	4	0	0	3	3	3	2	0	1	0	0	1	0	0	
B	1.ª	Lab. Biologia	8	8	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	
B	1.ª	Arrum.	3	3	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	
B	1.ª	WC	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
B	1.ª	Átrio	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
B	2.ª	72	10	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
B	2.ª	73	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
B	2.ª	74	17	21	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	
B	2.ª	82	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
B	2.ª	83	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
B	2.ª	84	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
B	2.ª	85	1	1	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	
B	2.ª	86	15	15	1	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	1	
B	2.ª	88	17	17	1	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	
B	2.ª	Arrum. 86-88	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	
B	2.ª	WC	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
B	3.ª	89	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
B	3.ª	90	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
B	3.ª	91	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
B	3.ª	92	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
B	3.ª	96	1	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	
B	3.ª	97	16	16	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
B	3.ª	98	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
B	3.ª	99	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
B	3.ª	Arrum. 92-96	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
B	3.ª	Gabinete	1	1	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	
Total B	(-)	(-)	120	125	13	12	8	6	1	12	2	4	1	1	1	1	1	
C	1.ª	C11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
C	1.ª	C12	4	4	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
C	1.ª	C16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
C	1.ª	C17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
C	1.ª	WC	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
C	1.ª	Átrio	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
C	2.ª	C23	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
C	2.ª	C27	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
C	2.ª	C32	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
C	2.ª	C33	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
C	2.ª	WC	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
C	2.ª	Átrio	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
C	3.ª	C35	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
C	3.ª	C38	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
C	3.ª	C39	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
C	3.ª	C40	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
C	3.ª	C41	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
C	3.ª	C43	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
C	3.ª	C44	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
C	3.ª	WC	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
C	3.ª	Átrio	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Total C	(-)	(-)	14	14	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Poli	1.ª	Poliivalente	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Poli	1.ª	Reprografia	6	6	0	0	0	0	0	3								

Climatização

Bloco	Piso	Sala	Aquecedores		AC	Ventoinha
			2000	2000	40	
A	1.º	2	2	0	0	0
A	1.º	4	2	0	0	0
A	1.º	6	2	0	0	0
A	1.º	7	2	0	0	0
A	1.º	14	0	0	0	0
A	1.º	16	0	0	0	0
A	1.º	19	0	0	0	0
A	1.º	Arrum. 14-16	0	0	0	0
A	1.º	Arrum. 16-19	0	0	0	0
A	1.º	WC	0	0	0	0
A	1.º	Átrio	0	0	0	0
A	2.º	21	1	0	0	0
A	2.º	22	0	0	0	0
A	2.º	26	0	0	0	0
A	2.º	34	2	0	0	0
A	2.º	35	2	0	0	0
A	2.º	36	2	1	0	0
A	2.º	39	0	0	0	0
A	2.º	Arrum. 22-26	0	0	0	0
A	2.º	Arrum. 36-39	0	0	0	0
A	2.º	WC	0	0	0	0
A	2.º	Átrio	0	0	0	0
A	3.º	40	2	0	0	0
A	3.º	41	0	0	0	0
A	3.º	42	0	0	0	0
A	3.º	43	0	0	0	0
A	3.º	47	2	0	0	0
A	3.º	48	2	0	0	0
A	3.º	49	2	0	0	0
A	3.º	50	1	0	0	0
A	3.º	Atlier	0	0	0	0
A	3.º	Arrum. 40-50	0	0	0	0
A	3.º	Átrio	0	0	0	0
Total A	(-)	(-)	24	0	0	0
B	1.º	63	2	0	0	0
B	1.º	67	2	0	0	0
B	1.º	Área Multim.	0	0	1	0
B	1.º	Biblioteca	0	0	2	0
B	1.º	Lab. Biologia	2	0	0	0
B	1.º	Arrum.	0	0	0	0
B	1.º	WC	0	0	0	0
B	1.º	Átrio	0	0	0	0
B	2.º	72	0	0	0	0
B	2.º	73	0	0	0	0
B	2.º	74	0	0	0	0
B	2.º	82	2	0	0	0
B	2.º	83	2	0	0	0
B	2.º	84	2	0	0	0
B	2.º	85	0	0	0	0
B	2.º	86	0	0	0	0
B	2.º	88	0	0	0	0
B	2.º	Arrum. 86-88	0	0	0	0
B	2.º	WC	0	0	0	0
B	3.º	89	0	0	0	0
B	3.º	90	0	0	0	0
B	3.º	91	0	0	0	0
B	3.º	92	0	0	0	0
B	3.º	96	2	0	0	0
B	3.º	97	3	0	0	0
B	3.º	98	2	0	0	0
B	3.º	99	2	0	0	0
B	3.º	Arrum. 92-96	0	0	0	0
B	3.º	Gabinete	2	0	0	1
Total B	(-)	(-)	23	0	3	1
C	1.º	C11	0	0	0	0
C	1.º	C12	2	0	0	0
C	1.º	C16	0	0	0	0
C	1.º	C17	0	0	0	0
C	1.º	WC	0	0	0	0
C	1.º	Átrio	0	0	0	0
C	2.º	C23	0	0	0	0
C	2.º	C27	0	0	0	0
C	2.º	C32	1	0	0	0
C	2.º	C33	1	0	0	0
C	2.º	WC	0	0	0	0
C	2.º	Átrio	0	0	0	0
C	3.º	C35	1	0	0	0
C	3.º	C38	2	0	0	0
C	3.º	C39	2	0	0	0
C	3.º	C40	2	0	0	0
C	3.º	C41	0	0	0	0
C	3.º	C43	1	0	0	0
C	3.º	C44	2	0	0	0
C	3.º	WC	0	0	0	0
C	3.º	Átrio	0	0	0	0
Total C	(-)	(-)	13	0	0	0
Poli	1.º	Polivalente	0	0	0	0
Poli	1.º	Reprografia	0	0	0	0
Poli	1.º	Secretaria	0	0	1	0
Poli	1.º	Papelaria	0	0	0	0
Poli	1.º	Palco	0	0	0	0
Poli	2.º	Direção	0	0	2	0
Poli	2.º	Sala Prof.	0	0	2	0
Tot. Polih.	(-)	(-)	0	0	5	0
Pavilhão	(-)	Recinto	0	0	0	0
Pavilhão	(-)	Ginásio	0	0	0	0
Pavilhão	(-)	Balneários	0	0	0	0
Tot. Pavilh.	(-)	(-)	0	0	0	0
Exterior	(-)	Geral	0	0	0	0
Exterior	(-)	Edifícios	0	0	0	0
Exterior	(-)	Campos	0	0	0	0
Exterior	(-)	Passagens	0	0	0	0
Exterior	(-)	Outros	0	0	0	0
Tot. Exterior	(-)	(-)	0	0	0	0
Total	(-)	(-)	60	0	8	1
Total Climatização	(-)	Geral Escola	120000	0	16000	40
Total						136040

Bloco	Piso	Sala	Tomadas	Lum 1x18 W	Lum 1x60 W	Lum 2x26 W	Lum 2x58 W	Lum 1x36 W	Lum 2x36 W	Lum 4x18 W	Lum 1x125 W	Lum 1x400 W	Lum 1x250 W	Illumin.(W)
				18	60	52	116	36	72	72	125	400	250	
A	1.º	2	34	0	0	0	0	2	12	0	0	0	0	936
A	1.º	4	6	0	0	0	0	0	9	0	0	0	0	648
A	1.º	6	8	0	0	0	0	2	9	0	0	0	0	720
A	1.º	7	6	0	0	0	0	0	9	0	0	0	0	648
A	1.º	14	53	0	0	0	0	0	9	0	0	0	0	648
A	1.º	16	11	0	0	0	0	2	12	0	0	0	0	936
A	1.º	19	13	0	0	0	0	2	12	0	0	0	0	936
A	1.º	Arrum. 14-16	1	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	216
A	1.º	Arrum. 16-19	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	144
A	1.º	WC	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	144
A	1.º	Átrio	3	0	0	0	0	0	0	10	0	0	0	720
A	2.º	21	3	0	0	0	0	0	6	0	0	0	0	432
A	2.º	22	28	0	0	0	0	0	12	0	0	0	0	864
A	2.º	26	27	0	0	0	0	2	9	0	0	0	0	720
A	2.º	34	2	0	0	0	0	0	9	0	0	0	0	648
A	2.º	35	10	0	0	0	0	0	9	0	0	0	0	648
A	2.º	36	30	0	0	0	0	0	12	0	0	0	0	864
A	2.º	39	1	0	0	0	0	2	6	0	0	0	0	504
A	2.º	Arrum. 22-26	28	0	0	0	0	0	6	0	0	0	0	432
A	2.º	Arrum. 36-39	2	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	72
A	2.º	WC	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	144
A	2.º	Átrio	5	0	1	0	0	0	0	9	0	0	0	708
A	3.º	40	3	0	0	0	0	0	16	0	0	0	0	1152
A	3.º	41	7	0	0	0	0	0	6	0	0	0	0	432
A	3.º	42	7	0	0	0	0	0	9	0	0	0	0	648
A	3.º	43	10	0	0	0	0	0	9	0	0	0	0	648
A	3.º	47	5	0	0	0	0	0	9	0	0	0	0	648
A	3.º	48	5	0	0	0	0	0	9	0	0	0	0	648
A	3.º	49	5	0	0	0	0	0	9	0	0	0	0	648
A	3.º	50	38	0	0	0	0	0	16	0	0	0	0	1152
A	3.º	Atlier	6	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	144
A	3.º	Arrum. 40-50	2	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	144
A	3.º	Átrio	1	0	1	0	0	0	0	9	0	0	0	708
Total A	(-)	(-)	360	0	2	0	0	12	238	28	0	0	0	19704
B	1.º	63	19	0	0	0	0	0	9	0	0	0	0	648
B	1.º	67	8	0	0	0	0	0	12	0	0	0	0	864
B	1.º	Área Multim.	57	0	0	0	0	0	0	12	0	0	0	864
B	1.º	Biblioteca	46	0	0	0	0	0	24	0	0	0	0	1728
B	1.º	Lab. Biologia	58	0	0	0	0	0	12	0	0	0	0	864
B	1.º	Arrum.	6	0	0	0	0	0	6	0	0	0	0	432
B	1.º	WC	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	144
B	1.º	Átrio	1	0	0	0	0	0	0	13	0	0	0	936
B	2.º	72	41	0	0	0	0	0	6	0	0	0	0	432
B	2.º	73	3	0	0	0	0	0	9	0	0	0	0	720
B	2.º	74	47	0	0	0	0	2	9	0	0	0	0	648
B	2.º	82	3	0	1	0	0	0	9	0	0	0	0	708
B	2.º	83	2	0	1	0	0	0	9	0	0	0	0	708
B	2.º	84	5	0	1	0	0	0	9	0	0	0	0	708
B	2.º	85	13	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	72
B	2.º	86	65	0	0	0	0	0	9	0	0	0	0	648
B	2.º	88	45	0	0	0	0	0	6	0	0	0	0	432
B	2.º	Arrum. 86-88	2	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	132
B	2.º	WC	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	144
B	3.º	89	2	0	0	0	0	0	9	0	0	0	0	648
B	3.º	90	2	0	0	0	0	0	9	0	0	0	0	648
B	3.º	91	5	0	0	0	0	0	9	0	0	0	0	648
B	3.º	92	8	0	0	0	0	0	9	0	0	0	0	648
B	3.º	96	2	0	0	0	0	2	9	0	0	0	0	720
B	3.º	97	49	0	0	0	0	0	16	0	0	0	0	1152
B	3.º	98	1	0	0	0	0	0	9	0	0	0	0	648
B	3.º	99	2	0	0	0	0	0	9	0	0	0	0	648
B	3.º	Arrum. 92-96	16	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	232
B	3.º	Gabinete	17	0	1	0	0	0	4	0	0	0	0	348
Total B	(-)	(-)	525	0	5	0	2	6	217	25	0	0	0	18172
C	1.º	C11	(-)	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	36
C	1.º	C12	(-)	0	0	0	0	3	9	0	0	0	0	756
C	1.º	C16	(-)	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	60
C	1.º	C17	(-)	0	0	0	0	6	6	0	0	0	0	648
C	1.º	WC	(-)	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	144
C	1.º	Átrio	(-)	0	0	0	0	0	0	11	0	0	0	792
C	2.º	C23	(-)	0	0	0	0	3	3	0	0	0	0	324
C	2.º	C27	(-)	0	0	0	0	3	3	0	0	0	0	324
C	2.º	C32	(-)	0	0	0	0	3	3	0	0	0	0	324
C	2.º	C33	(-)	0	0	0	0	3	3	0	0	0	0	324
C	2.º	WC	(-)	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	144
C	2.º	Átrio	(-)	0	0	0	0	0	0	10	0	0	0	720
C	3.º	C35	(-)	0	0	0	0	3	3	0	0	0	0	324
C	3.º	C38	(-)	0	0	0	0	3	3	0	0	0	0	324
C	3.º	C39	(-)	0	0	0	0	3	3	0	0	0	0	324
C	3.º	C40	(-)	0	0	0	0	3	6	0	0	0	0	540
C	3.º	C41	(-)	0	0	0	0	2	4	0	0	0	0	360
C	3.º	C43	(-)	0	0	0	0	3	3	0	0	0	0	324
C	3.º	C44	(-)	0	0	0	0	3	3	0	0	0	0	324
C	3.º	WC	(-)	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	72
C	3.º	Átrio	(-)	0	0	0	0	0	0	10	0	0	0	720
Total C	(-)	(-)	(-)	0	1	0	0	44	56	31	0	0	0	7908
Poli	1.º	Polivalente	24	0	0	0	0	74	0	3	0	0	0	2880
Poli	1.º	Reprografia	36	0	0	0	0	6	0	0	0	0	0	432
Poli	1.º	Secretaria	0	0	0	0	0	5	20	0	0	0	0	1620
Poli	1.º	Papelaria	2	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	168
Poli	1.º	Patio	3	0	1	0	0	0	24	0	0	0	0	1788
Poli	2.º	Direção	0	0	0	0	0	24	0	0	0	0	0	864
Poli	2.º	Sala Prof.	66	0	0	0	0	33	0	0	0	0	0	1188
Tot. Poli	(-)	(-)	131	0	1	0	0	137	50	4	0	0	0	8880
Pavilhão	(-)	Recinto	3	0	0	0	0	4	0	0	0	28	0	11344
Pavilhão	(-)	Ginásio	4	0	8	0	0	0	0	0	0	0	0	480
Pavilhão	(-)	Balneários	9	0	0	0	0	17	0	1	0	0	0	684
Tot. Pavilh.	(-)	(-)	16	0	8	0	0	21	0	1	0	28	0	12508
Exterior	(-)	Geral	0	0	0	0	0	0	0	0	28	0	0	3500
Exterior	(-)	Edifícios	0	0	0	10	0	0	0	0	0	0	0	520
Exterior	(-)	Campos	0	0										

Anexo I. Fichas Características/Orcamentos para a elaboração das medidas de melhoria

Paredes

LEROY MERLIN

PRODUTOS | PROMOÇÕES | FAZER É FÁCIL | SERVIÇOS | LOJAS | AJUDICAMENTO

0,00€ 0 artigo

Cheio até: > Produtos > Construção > Detalhados de casa > Paredes e fachadas > Placa isolamento EPS 1000X500X30MM

Placa isolamento EPS 1000X500X30MM
Ref: 120450

1,50€
PVP (incl. IVA) (1,50€)

Disponibilidade:
(Escolha uma loja)

Adicione à sua lista

Características:

Medidas: 1000X500X30 mm
Finalidade: Térmica e acústica
Formato: Placa
Material: EPS

ECO

Campanha

PROMOÇÕES

Características

Marca	↳ Estermita
Medidas	↳ 1000X500X30 mm
Comprimento	↳ 1000 mm
Largura	↳ 500 mm
Espessura	↳ 30 mm
Formato	↳ Placa
Indicado para	↳ Interior e exterior
Finalidade	↳ Térmica e acústica
Material	↳ EPS
Instalação	↳ Fixação / Cravagem
Resistência ao fogo	↳ Classe E
Performance térmica	↳ Média
Resistência térmica (R _s)	↳ 0,79
Condutividade térmica (λ) (mK)	↳ 0,034
Performance acústica	↳ Alta

Outras opções

- Placa isolamento EPS 1000X1000X30MM **3,50€**
- Placa isolamento EPS 1000X1000X20MM **2,50€**
- Placa isolamento EPS 1000X1000X15MM **1,50€**
- Placa isolamento EPS 1000X500X15MM

Cobertura

LEROYMERLIN

[PRODUTOS](#) | [PROMOÇÕES](#) | [FAZER É FÁCIL](#) | [SERVIÇOS](#) | [LOJAS](#) | [AQUISIÇÃO](#)

 0,00€ [0 artigos](#)

QUESTIONÁRIO DE SATISFAÇÃO

AJUDE-NOS A MELHORAR O NOSSO SITE PARA SI

RESPONDA AQUI

Onde está: [Produtos](#) > [Construção](#) > [Isolamento de casa](#) > [Telhado e fachada](#) > [Lã de rocha sem papel PAINEL PN40 40MM](#)

Lã de rocha sem papel
PAINEL PN40 40MM
Ref: 1228965

Características:
 Medidas: 1350x600x40 mm
 Finalidade: Térmica e acústica
 Formato: Painel
 Material: Lã de rocha

3,67

PVZ(m): 3,79€ (0,63m²)

Disponibilidade

(Escolha uma loja)

+ Adicione à sua lista

Campanha

Características

Marca	Rockwool
Medidas	1350x600x40 mm
Comprimento	1350 mm
Largura	600 mm
Espessura	40 mm
Formato	Painel
Finalidade	Térmica e acústica
Material	Lã de rocha
Instalação	Fixação
Resistência ao fogo	Class: A1
Performance térmica	Muito

Outras opções

Lã de rocha sem papel
PAINEL PN30
30MM

4,61

Lã de rocha sem papel
PAINEL PN30
40MM

3,60

Lã de rocha sem papel
PAINEL PN30
50MM

Envidraçados

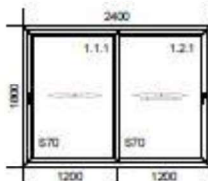
OfferOFR/0764-TP2

CKA-Projeção e Construção lda
Rua Gil Vicente n2 Manique de Cima
tel. 935922330 / 935922330
info@caixilhopvc.pt



Customer
Tiago Peixoto
Famalicão
tel.: 911594609

Pos.	Name	Unit price	Discou nt	Discount d price	Qty.	Netto	Tax	Brutto
1.	Window	493,95	0%	493,94	1	493,94	23%	607,55
(1)								
						Montage		
						50,00	23%	61,50
						Total		669,05



Perfil: **Aluplast SERIE Duo Sliding**
Cor: **Branco**
Vidro: **Duo sliding pack 60mm + Gas Argon -BAIXA EMISSIVIDADE (PRE-55x1,25)**
Ferragens: **ACTIVEPILOT CONCEPT - WINKHAUS Germany**
Isolamento Acústico: **45db** Isolamento Térmico: **Uw = 1.1 W/m2K**
Abertura: **De correr**

Area and perimeter

Total frames	1
Total frames perimeter	8,40 m
Total windows area	4,32 m ²
Total door area	0,00 m ²

Summary

EUR	Price	Disco unt	Disco unt %	Discount ed price	Tax	Brutto
Goods	493,95	0,00	0%	493,94	113,61	607,55
Montage	50,00	0,00	0%	50,00	11,50	61,50
Total	543,95	0,00	0%	543,94	125,11	669,05



Para: Sr. Tiago Peixoto

Data: 23-01-2016

OBRA: Familiarção

Proposta para execução de empreitada referente os trabalhos solicitados.

Conforme o vossa pedido é com grato prazer que apresentamos o nosso orçamento nº OFR-0764-TP2 para fornecimento e montagem de caixilhos de pvc que seguem descritas nas listagens em anexo.

Valor de caixilhos - 493,95€
 Montagem - 50,00€
 Perfis adicionais -
Total: 543,95€

Os preços apresentados estão sujeitos ao IVA à taxa legal em vigor:
 Materiais - 23%; Montagem - 6%

O prazo de execução de trabalhos são 30 dias úteis após adjudicação.

Condições de pagamento :

- 60% com adjudicação;
- 20% na entrega;
- 20% após concluir os trabalhos de montagem.

Dados bancários:

NIB: Novo Banco 0007 0000 0011 0702 1242 3
 NIB : Banco BPI 0010 0000 5247 8680 0012 9

Excluído: Trabalhos de Construção civil (arranjos de rebocos,pinturas, revestimentos cerâmicos ,cantarias) Em caso de solicitação, serão orçamentadas posteriormente.

Esperando merecer a vossa preferência, agradecemos toda a consideração e estima que a nossa proposta venha a merecer da vossa parte.

Atenciosamente,
 Roman Chernyak



Rua Gil Vicente nº2, Manique de Oua 2720-180 Sétim Tel: 219470025 T.M. 935 932 350

Iluminação

Atual											
Luminárias LED	Lum 1x18 W	Lum 1x60 W	Lum 2x26 W	Lum 2x58 W	Lum 1x36 W	Lum 2x36 W	Lum 4x18 W	Lum 1x125 W	Lum 1x400 W	Lum 1x250 W	Ilumin
Número total instaladas	39	23	10	2	220	561	89	28	28	12	75254
Consumo Luminárias (W)	702	1380	520	232	7920	40392	6408	3300	11200	3000	
Horas/Ano estimado	2376	2376	2376	2376	2376	2376	2376	2376	1386	594	162370
Consumo Total Atual (kWh)	1668	3279	1236	551	18818	95971	15225	8316	15523	1782	
Substituição das Luminárias para LED											
Luminárias LED	Lum 1x10 W	Lum 1x10 W	Lum 2x14 W	Lum 2x22 W	Lum 1x18 W	Lum 2x18 W	Lum 4x10 W	Lum 1x40 W	Lum 1x100 W	Lum 1x50 W	Ilumin
Número total a instalar	39	23	10	2	220	561	89	28	28	12	33224
Consumo Lum. (W)	390	230	280	88	3960	20196	3560	1120	2800	600	42030
Poupança (W)	312	1150	240	144	3960	20196	2848	2380	8400	2400	87270
Horas/Ano estimado	2376	2376	2376	2376	2376	2376	2376	2376	1386	594	
Consumo Total Poupado (kWh)	741	2732	570	342	9409	47986	6767	5655	11642	1426	
Cálculo da Poupança											
Custo/unidade	5,55 €	5,83 €	8,73 €	11,12 €	9,53 €	9,53 €	5,55 €	32,80 €	100,98 €	34,24 €	
Custo Total (€)	216,45 €	134,09 €	87,30 €	22,24 €	2 096,60 €	5 346,33 €	493,95 €	918,40 €	2 827,44 €	410,88 €	12 553,68 €
23%	49,78 €	30,84 €	20,08 €	5,12 €	482,22 €	1 229,66 €	113,61 €	211,23 €	650,31 €	94,50 €	
Total (c/IVA)	266,23 €	164,93 €	107,38 €	27,36 €	2 578,82 €	6 575,99 €	607,56 €	1 129,63 €	3 477,75 €	505,38 €	15 441,03 €
Substituição das Luminárias para LED (PayBack)											
	Investimento (C/IVA)	Poupanças (kWh)	C. médio (€/kWh)	Poupança Anual (€)	PayBack (Anos)						
Total	15 441,03 €	87270	0,16 €	13 963,20 €	1,1						

CHUVEIROS ECOLÓGICOS AIRJET - SIMULAÇÃO



POUPANÇA 3 ANOS:	51 914 €
POUPANÇA 1 ANO:	17 305 €

Custo unitário	31,50 €
Poupança/Chuveiro (3 anos)	2 472,10 €

Poupança Água (3 anos)	€ 20 207,88
Poupança Energia (3 anos)	€ 31 706,16
POUPANÇA TOTAL (3 anos)	€ 51 914,04
Investimento	€ 661,50
Saldo Total (3 anos)	€ 51 252,54

PAY-BACK: 0,5 meses

DADOS TÉCNICOS:	
KWh	Joule
1	3 600 000
0,001162222	4 184

€/Kwh (gás propano)	0,090
€/m3 (água)	2
€/m3 (gás propano)	2,51
KWh/m3	27,89
Temp água fria	16
Temp água quente	40
Perdas aquecimento	20%
Redução caudal / min	10,00
L poupados/ano (chuveiro)	160 380
L poupados/ano (total anual)	3 367 980

PRESSUPOSTOS (a preencher pelo Cliente):

banhos por dia/chuveiro		16,2
dias / ano (tx oc)	100%	198
minutos/banho		5
Nº Chuveiros		21

VERIFICAÇÃO DA REDUÇÃO DE CAUDAL:

L	seg
Antes	
18,0	60
Depois	
8,0	60
Redução: 56%	

Chuveiro atual (L/min): 18,0
Chuveiro Filotipo (L/min): 8,0

ESTATÍSTICAS:

50,0 poupança/banho (L)
0,23 € poupança/banho
112 banhos/chuveiro (pay-back)

Anexo J. Levantamento de dados relativos ao Pavilhão Desportivo

