

Simulação Dinâmica do Centro de Dia e Apoio à
Terceira Idade de Leça do Balio

Pedro Miguel Alves Ferreira

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

Instituto Superior de Engenharia do Porto
Departamento de Engenharia Mecânica

25 de novembro de 2014

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

Candidato: Pedro Miguel Alves Ferreira, N° 1121143, 1121143@isep.ipp.pt

Orientação Científica: Doutora Olga dos Remédios Sobral Castro, orc@isep.ipp.pt

Empresa: Relopa - Eletrodomésticos, Térmica E Ventilação, S. A.

Supervisão: Engenheiro Luís Chedas, Chedas@relopa.pt

Mestrado em Engenharia Energias Sustentáveis

Departamento de Engenharia Mecânica



25 de novembro de 2014

Dedico esta dissertação à minha família ..

Agradecimentos

Esta dissertação representa o final da minha vida académica, passada nestes últimos dois anos no Instituto Superior de Engenharia do Porto. Como tal, agradeço ao ISEP e aos seus docentes pela maneira como fui recebido, tratado e os ensinamentos transmitidos, preparando-me melhor para os desafios profissionais futuros.

Em primeiro lugar, agradeço à minha professora e orientadora Doutora Olga Castro, por todo o apoio, disponibilidade e empenho, pelas críticas construtivas e profissionalismo.

Ao Eng.º Joaquim Monteiro por toda a disponibilidade, pelas várias horas dispensadas e todo o conhecimento partilhado.

Agradecer ainda a forma como fui recebido no seio da empresa Relopa, e a possibilidade que me deram de estagiar na mesma, permitindo-me adquirir conhecimento prático e iniciar a minha vida profissional.

À minha família e amigos, pelo apoio e paciência constante, que me ajudaram a ultrapassar os bons e os momentos não tão bons ao longo do meu percurso académico e início de carreira profissional.

Um agradecimento especial aos meus pais, pelo modo como me transmitiram os seus valores, pelo seu amor e carinho, pelos conselhos úteis, por acreditarem em mim e ajudarem-me a ultrapassar os momentos mais difíceis, apoiando-me incondicionalmente.

Quero, por isso, expressar o meu reconhecimento a todos os que, de alguma forma, contribuíram para a realização desta dissertação.

OBRIGADO!!

Resumo

Pela importância que os edifícios têm na utilização de energia, a avaliação do seu desempenho energético é de grande relevância, uma vez que, em grande parte, passa por estes a concretização das metas europeias definidas para 2020, no que concerne à diminuição da utilização de energia. Tendo em conta que os edifícios representam 40% do consumo de energia total, e estando o sector em expansão, esta realidade obriga a uma procura de soluções integradas de arquitetura e engenharia que promovam a sustentabilidade dos edifícios.

Foi efetuado um estudo num edifício constituído por dois corpos, um mais antigo que funciona como centro de dia e um mais recente que funciona como lar, localizados no concelho de Matosinhos, onde se identificaram os pontos de maior consumo energético, para os quais foram sugeridas alterações no sentido de baixar os custos com a factura energética.

Nesta dissertação foi utilizado um software de simulação dinâmica para avaliação do comportamento térmico do edifício nas condições atuais e, posteriormente, foram simulados outros cenários com alterações ao nível da envolvente térmica dos edifícios e dos seus sistemas técnicos, que permitiram identificar algumas medidas de melhoria de eficiência energética.

As medidas de melhoria sugeridas implicam uma redução energética, ao nível do consumo de água quente sanitária, consumo de gás natural e electricidade. De entre essas medidas, e com um payback inferior a 8 anos e meio, destacam-se a instalação de redutores de caudal, a substituição da caldeira e da bomba de recirculação, a instalação de painéis solares térmicos e a redução da quantidade de lâmpadas.

Palavras-Chave

Eficiência energética; Redução de consumo energético; Simulação Dinâmica de Edifícios; Medidas de Melhoria; RECS

Abstract

For the importance that buildings have on energy use, the evaluation of its energy performance is of great importance since, in large part, through these the achievement of European targets for 2020, with regard to reducing the use of energy. Considering that buildings account for 40% of total energy consumption, and being the expanding sector, this reality requires a constant search for integrated solutions in architecture and engineering that promote the sustainability of buildings.

A study was done in one building constituted by two bodies, one older than works as a day center and a more recent works like that home, located in the municipality of Matosinhos, which identified major points of energy consumption, for which changes have been suggested so lowering the cost of energy bills.

In this dissertation we present a dynamic software simulation to evaluate the thermal performance of the building was used in the current conditions, and subsequently other scenarios were simulated with changes at the level of the thermal envelope of buildings and their technical systems, to identify certain improvement measures energy efficiency.

The measures of improvement suggested imply an energy reduction, of domestic hot water consumption and natural gas and electricity consumption. Among these measures, and less than 8,5 years payback, highlight the placement of flow reducers, replacement of the boiler and recirculation pump, installation of solar panels and reducing the quantity of lamps.

Keywords

Energy efficiency; Reducing energy consumption; Dynamic simulation of buildings; Improvement measures; RECS

Índice

AGRADECIMENTOS	I
RESUMO	III
ABSTRACT	V
ÍNDICE	VII
ÍNDICE DE FIGURAS	1
ÍNDICE DE TABELAS	5
NOMENCLATURA	9
1. INTRODUÇÃO	13
1.1. CONTEXTUALIZAÇÃO	13
1.2. JUSTIFICAÇÃO DA DISSERTAÇÃO	15
1.3. OBJETIVOS	16
1.4. ORGANIZAÇÃO DA DISSERTAÇÃO	16
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	18
2.1. ENQUADRAMENTO EUROPEU	18
2.2. ENQUADRAMENTO NACIONAL	22
2.3. SOFTWARE DE SIMULAÇÃO DINÂMICA.....	25
3. CASO DE ESTUDO	28
3.1. CARACTERIZAÇÃO DO EDIFÍCIO.....	28
3.1.1. <i>Descrição Geral do edifício</i>	28
3.1.2. <i>Sistemas Técnicos</i>	38
3.1.3. <i>Envolvente Térmica</i>	49
3.1.4. <i>Iluminação</i>	55
3.1.5. <i>Ocupação</i>	56
3.1.6. <i>Equipamentos</i>	57
4. METODOLOGIA DA SIMULAÇÃO DINÂMICA	61
4.1. INPUTS CONSIDERADOS	61
4.2. <i>INPUTS CONSIDERADOS</i>	62
4.2.1. <i>Ocupação e equipamentos</i>	62
4.2.2. <i>Iluminação</i>	69
4.2.3. <i>Equipamentos de Climatização</i>	72
4.2.5. <i>Equipamentos de Produção e Armazenamento de AQS</i>	78

4.3. OUTPUTS ESPERADOS	79
5. ANÁLISE DE RESULTADOS.....	81
6. MEDIDAS DE MELHORIA DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA	92
7. CONCLUSÕES	109
REFERÊNCIAS DOCUMENTAIS.....	112
ANEXOS.....	117
ANEXO A. EDIFÍCIOS EM ANÁLISE	119
ANEXO B. CARACTERIZAÇÃO DA ENVOLVENTE.....	122
ANEXO C. VENTILAÇÃO	135
ANEXO D. ILUMINAÇÃO INSTALADA	138
ANEXO E. GANHOS INTERNOS	142
ANEXO F. CONSUMOS DE AQS	145
ANEXO G. PERFIS DE UTILIZAÇÃO.....	148
ANEXO H. PISO RADIANTE.....	154
ANEXO I. ILUMINAÇÃO.....	156
ANEXO J. RESULTADOS OBTIDOS	159

Índice de Figuras

Figura 1- Política 20-20-20	21
Figura 2- Metas a atingir em 2020	23
Figura 3- Modelo 3D dos edifícios	27
Figura 4 - R/C do edifício global	29
Figura 5- Identificação dos edifícios em análise	29
Figura 6- Parte dos edifícios em análise.....	30
Figura 7- Zonas Climáticas de Inverno e Verão em Portugal Continental	32
Figura 8- Portas na cave de acesso ao exterior.....	33
Figura 9- Clarabóia.....	34
Figura 10- Termostato	39
Figura 11- Ar Condicionado	39
Figura 12- Bomba de Calor.....	40
Figura 13- Depósito de Inércia.....	41
Figura 14- Ventilconvetor	42
Figura 15- Unidade de Extração.....	43
Figura 16- VE.1.....	44
Figura 17- Ventilador in-line.....	44
Figura 18 - Hotte	45

Figura 20- Caldeira EuroBongas.....	46
Figura 21- Acumulador 556L.....	47
Figura 22- Painéis Solares.....	48
Figura 23- Acumulador 2000L.....	49
Figura 24- Pormenor envidraçado edifício existente	53
Figura 25- VE_1.....	53
Figura 26- VE_2.....	54
Figura 27- Ventoinhas	58
Figura 28- Frigorífico; Micro-ondas; Televisão.....	58
Figura 29- Máq. Lavar Louça	58
Figura 30- Forno.....	58
Figura 31- Máq. Cortar Batatas	58
Figura 32- Fogão	58
Figura 33- Fritadeira.....	59
Figura 34- Marmita	59
Figura 35- Frigoríficos	59
Figura 36- Arcas Frigoríficas	59
Figura 37- Máq de Café	59
Figura 38- Máq. de Secar Lençóis	60
Figura 39- Máq. de Secar Roupa.....	60
Figura 40- Máq. de Lavar Roupa	60

Figura 41- Máq. de Lavar Roupa	60
Figura 42- Ângulo de orientação do edifício	62
Figura 42- Distribuição das zonas de Piso Radiante	72
Figura 43- Dados do piso radiante	73
Figura 44- Gráfico de consumo de electricidade	86
Figura 45- Gráfico de consumo de gás natural	87
Figura 46- Comparação de consumos de electricidade entre faturas e simulação	89
Figura 47- Comparação de consumos de gás natural entre faturas e simulação	91
Figura 48- Desconforto Original	95
Figura 49- Desconforto com 5cm XPS	95
Figura 50- Economizador de água	104

Índice de Tabelas

Tabela 1- Dados Climáticos de Inverno	30
Tabela 2- Dados climáticos de Verão	31
Tabela 3- Energia solar acumulada	32
Tabela 4 – Áreas das diferentes divisões do edifício existente	35
Tabela 5 - Áreas das diferentes divisões do edifício novo	37
Tabela 6– Características do Bomba de Calor	41
Tabela 7 - Coeficientes de transmissão das paredes	50
Tabela 8 - Pavimento entre pisos	51
Tabela 9 - Pavimento em contacto com o solo.....	51
Tabela 10 - Coeficientes de transmissão e massa superficial.....	51
Tabela 11 - Coeficientes de transmissão e fator solar dos envidraçados	53
Tabela 12 - Características das portas	54
Tabela 13 – Tipos de iluminação instalada	56
Tabela 14 – Densidade de ocupação – edif. existente.....	63
Tabela 15 – Densidade de ocupação – edif. novo	65
Tabela 16 – Distribuição e Consumo dos equipamentos – edif. existente.....	66
Tabela 17 – Distribuição e Consumo dos equipamentos – edif. novo	68
Tabela 18 – Caracterização da iluminação – edifício existente	69

Tabela 19 – Caracterização da iluminação – edifício novo	71
Tabela 20 - Informações Ar-Condicionado.....	73
Tabela 21 – Especificação dos ventiloinvetores	74
Tabela 22 - Extração de ar – edifício existente	75
Tabela 23 – Insuflação e Extração de ar – edifício novo	77
Tabela 24 - Dados Painéis Solares	78
Tabela 25 - Output Software	82
Tabela 26 - Resultados Elevadores e Bombas de Pressurização.....	85
Tabela 27 - Energia fornecida pelo solar	85
Tabela 28 - Comparação de consumos de electricidade entre faturas e simulação.....	88
Tabela 29 - Comparação de consumos de gás natural entre faturas e simulação.....	90
Tabela 30 - Caldeira Baxiroca.....	93
Tabela 31 - Caldeira Relopa.....	94
Tabela 32 - Colocação de 5 cm de XPS	95
Tabela 33 - Substituição dos envidraçados	96
Tabela 34 - Substituição da Bomba de Recirculação	97
Tabela 35 - Colocação de Painéis Solares Térmicos.....	98
Tabela 36 - Lâmpadas a substituir e substitutas	99
Tabela 37 - Substituição da Iluminação	100
Tabela 38 - Substituição da Iluminação, sem 224€.....	101
Tabela 39 - Substituição da Iluminação	101

Tabela 40 - Redução da luminosidade	102
Tabela 41 - Redução da luminosidade e substituição sem as de 224€.	103
Tabela 42 - Redução e Substituição da luminosidade.....	103
Tabela 43 - Economizadores de Água.....	104
Tabela 44 - Substituição da Caldeira e colocação de 5cm de XPS	105
Tabela 45 - Substituição da Caldeira e colocação de 15 Painéis Térmicos	106

Nomenclatura

Caracteres Romanos

M_{REF} – duração referência da estação de aquecimento [meses]

a – declive [°]

z – altura do local [m^2]

z_{REF} – altitude de referência [m]

GD_{REF} – número de graus-dias referência da estação de aquecimento [°C.dias]

$\Theta_{ext,i_{REF}}$ – temperatura exterior média de referência da estação de aquecimento [°C]

$\Theta_{ext,v_{REF}}$ – temperatura exterior média de referência [°C]

$E_{standby}$ - Energia em standby consumida num ano [kWh/ano]

c_{atd} - fator distância percorrida pelo elevador (1, 0.5 ou 0.3)

h - altura máxima [m]

n_{trip} - viagens por ano [1/ano]

$P_{standby}$ - Potência em standby [W]

v - velocidade [m/s]

E_{lift} - Energia utilizada pelo elevador durante um ano [kWh/ano]

c_{aml} - fator de carga média do motor

E_{cycle} - Consumo por ciclo de viagem [Wh]

c_{bal} - Fator de equilíbrio

$C_{T_{eletricidade}}$ - Consumo total de eletricidade [MW]

$C_{bomba\ recuperador\ UTAN}$ - Consumo por parte do recuperador da UTAN [MW]

$C_{Bombas\ de\ Calor}$ - Consumo por parte das Bombas de Calor [MW]

$C_{Chillers}$ - Consumo por parte dos Chillers [MW]

$C_{Bombas\ de\ Recirculação}$ - Consumo por parte das Bombas de Recirculação [MW]

$C_{Ventiladores}$ - Consumo por parte dos Ventiladores [MW]

$C_{Equipamentos\ Eléctricos}$ - Consumo por parte dos Equipamentos Eléctricos [MW]

$C_{Iluminação}$ - Consumo por parte da Iluminação [MW]

$C_{Ar\ Condicionado}$ - Consumo por parte do Ar Condicionado [MW]

$C_{Elevadores}$ - Consumo por parte dos Elevadores [MW]

$C_{Bombas\ de\ Pressurização}$ - Consumo por parte das Bombas de Pressurização [MW]

$C_{Gás\ Natural}$ - Consumo Total de Gás Natural [MW]

$C_{Caldeira}$ - Consumo por parte da Caldeira - aquecimento ambiente [MW]

$C_{DHW\ Caldeira}$ - Consumo por parte da Caldeira - AQS [MW]

$C_{Equipamentos\ Gás\ Natural}$ - Consumo por parte dos equipamentos que consomem Gás Natural [MW]

$C_{Apoio\ Caldeira-Solar}$ - Consumo por parte da Caldeira do edifício novo [MW]

NTC - Negative Temperature Coefficient

Abreviaturas

- GEE – *Gases efeito de estufa*
- SCE – *Sistema de Certificação Energética dos Edifícios e da Qualidade do Ar Interior nos Edifícios*
- RSECE – *Regulamento dos Sistemas Energéticos e de Climatização dos Edifícios*
- RCCTE – *Regulamento das Características de Comportamento Térmico dos Edifícios*
- REH – *Regulamento de Desempenho Energético dos Edifícios de Habitação*
- RECS – *Regulamento de Desempenho Energético dos Edifícios de Comércio e Serviços*
- IEE – *Índice de Eficiência Energética*
- GES – *Grande edifício de comércio e serviços*
- AVAC – *Aquecimento, Ventilação e Ar Condicionado*
- NZEB – *Nearly Zero Energy Buildings*
- PNAEE – *Plano Nacional de Ação para a Eficiência Energética*
- PNAER – *Plano Nacional de Ação para as Energias Renováveis*
- ECO.AP – *Programa de Eficiência Energética na Administração Pública*
- ENU – *Espaço Não Útil*
- PEX – *Polietileno Reticulado*
- UTA – *Unidade de Tratamento de Ar*

IES – *Integrated Environmental Solutions*

1. Introdução

1.1. Contextualização

O aquecimento global do planeta e a própria instabilidade dos combustíveis fósseis são preocupações a nível global da maioria dos países. Esta preocupação levou a que os países mais industrializados, através do Protocolo de Quioto, assumissem o compromisso de reduzirem as suas emissões de determinados gases com efeito de estufa responsáveis pelo aquecimento planetário. Portugal, por exemplo, comprometeu-se a reduzir até 2020 pelo menos 20% das emissões de gases com efeito de estufa (GEE). Outro dos objetivos desse mesmo Protocolo é a substituição da utilização dos combustíveis fósseis pelas energias renováveis. (Directiva 2010/31/UE)

Nessa ordem de ideias, houve um consenso da importância de melhorar a eficiência energética dos edifícios e de reduzir o consumo de energia e consequentemente reduzir as emissões de poluentes. A solução de melhorar a eficiência energética de um edifício passa pela utilização de materiais e de soluções construtivas mais benéficas e de equipamentos mais eficientes.

Deste modo potencia-se a melhoria da qualidade dos edifícios reduzindo-se a dependência externa de energia.

De forma a implementar estas medidas e verificar a sua aplicação foi necessário criar legislação adequada. A própria legislação iria incentivar a poupança por parte dos proprietários dos edifícios e a racionalização de energia.

Esta legislação foi revista em 2010, Diretiva 2010/31/CE, na qual foram introduzidas novas alterações e estabelecidas metas ambiciosas, tais como, o mais tardar em 2020, todos os novos edifícios construídos na UE têm de ter necessidades de energia muito próximas de zero, através da implementação de energias renováveis, certificação energética obrigatória para os novos edifícios, tal como na venda e aluguer de edifícios existentes, sujeitos a grandes intervenções, e no caso dos edifícios de comércio e serviços com área interior útil de pavimento igual ou superior a 1000 m², ou 500 m² no caso de centros comerciais, hipermercados, supermercados e piscinas cobertas e ocorrer a afixação dos certificados energéticos nos edifícios públicos. (Decreto lei nº118/2013)

“Com a atualização da diretiva 2010/31/CE, criaram-se todas as condições para reformular a nível nacional os decretos lei de 2006, sendo possível uma melhoria da legislação nacional, que se consubstancia em melhorias ao nível da sistematização e o âmbito de aplicação do sistema de certificação energética. O novo diploma assegurou ainda a criação de num único diploma, o Sistema de Certificação Energética dos Edifícios (SCE), o Regulamento de Desempenho Energético dos Edifícios de Habitação (REH) e o Regulamento de Desempenho Energético dos Edifícios de Comércio e Serviços (RECS).” (Decreto lei nº118/2013).

De entre as novidades que o novo regulamento apresenta destacam-se a separação dos edifícios (REH) de habitação e os de comércio e serviços (RECS) facilitando o tratamento técnico e a gestão administrativa dos processos. Assim “a definição de requisitos e a avaliação de desempenho energético dos edifícios passa a basear-se nos seguintes pilares: no caso de edifícios de habitação assumem posição de destaque o comportamento térmico e a eficiência dos sistemas, aos quais acrescem, no caso dos edifícios de comércio e serviços, a instalação, a condução e a manutenção de sistemas técnicos.” (Decreto lei nº118/2013)

Além da atualização dos requisitos de qualidade térmica, são introduzidos requisitos de eficiência energética para os principais tipos de sistemas técnicos dos edifícios. Ficam, assim, igualmente sujeitos a padrões mínimos de eficiência energética, os sistemas de climatização,

de preparação de água quente sanitária, de iluminação, de aproveitamento de energias renováveis e de gestão de energia. (Decreto lei nº118/2013)

1.2. Justificação da dissertação

Na atualidade, e tendo em conta o padrão de vida da sociedade moderna nos países desenvolvidos, o conforto térmico de um edifício de habitação ou de serviços é um índice de qualidade ao qual o ser humano dá cada vez mais importância. Este conforto, no caso de edifícios destinados a empresas ou a serviços, contribui para o bem estar dos trabalhadores originando uma maior rentabilização e eficácia das atividades, contribuindo assim para uma produtividade mais significativa.

No caso dos edifícios em análise - centro de dia e lar, o conforto é um fator a ter em conta e de forma privilegiada, uma vez que é fundamental para a melhoria das condições de vida dos seus utentes.

Apesar da importância que o ser humano, cada vez mais, dá a este mesmo conforto, não o podemos dissociar da questão económica. Com esta dissertação, espera-se encontrar um equilíbrio entre o conforto merecido pelos utentes e a criação de medidas que permitam reduzir os consumos energéticos.

O Regulamento de Desempenho Energético dos Edifícios de Comércio e Serviços (RECS), é o regulamento correspondente ao tipo de edifício em estudo, dado a sua utilização com edifício de serviços. Este mesmo edifício é ainda considerado um Grande Edifício de Comércio e Serviços (GES), dado a área interior útil de pavimento ser superior a 1000m².

Os edifícios abrangidos pelo presente capítulo devem ser avaliados e sujeitos a requisitos tendo em vista promover a melhoria do seu comportamento térmico, a prevenção de patologias, o conforto ambiente e a redução das necessidades energéticas, incidindo, para esse efeito, nas características da envolvente opaca e envidraçada, na ventilação e nas necessidades nominais anuais de energia para aquecimento e arrefecimento.. (Decreto lei nº118/2013) De forma a determinar o impacto destas medidas de melhoria, o método previsto pela legislação é a realização de uma simulação dinâmica multizona.

1.3. Objetivos

Sendo os edifícios sistemas com complexas trocas de calor, a determinação dos seus consumos depende de um grande número de variáveis, tais como: envolvente do edifício, clima, ocupação e utilização, o cálculo e determinação dos consumos é um processo muito delicado. Esta complexidade originou o desenvolvimento de *softwares* que permitiram fazer a simulação de energia e ferramentas de climatização possibilitando agilizar muitos procedimentos e preservar melhor os pressupostos do projeto.

Um dos objetivos da dissertação foi então realizar uma simulação dinâmica do edifício em análise.

No mercado atual existe uma grande gama de *softwares* que foram evoluindo desde a simulação de sistemas simples até à análise de sistemas de climatização integrados em edifícios complexos. No caso deste documento, o *software* escolhido foi o Integrated Environmental Solutions (IES). Através deste *software* foi possível determinar os consumos por parte dos edifícios e efectuar comparações com os consumos reais obtidos através de faturas.

Numa última fase serão estudadas possíveis medidas de melhoria de desempenho energético do edifício de modo a obter-se uma redução do consumo de energia, e conseqüentemente uma redução das faturas. Essas medidas a estudar serão ao nível da substituição de sistemas técnicos e medidas ao nível da envolvente.

O trabalho teve ainda como base a nova regulamentação (RECS), sendo assim possível verificar quais as implicações que possam eventualmente surgir considerando que o edifício aprovado foi avaliado pelo regulamento antigo (RSECE).

1.4. Organização da dissertação

Esta dissertação está dividida em sete capítulos.

No presente capítulo é efetuado um enquadramento e relevância do tema, é apresentada a justificação da dissertação, são expostos os objetivos desta e por fim, é apresentada a estrutura da dissertação.

No segundo capítulo, é apresentada uma revisão bibliográfica de modo a enquadrar o tema, através da legislação existente, que serve como suporte e fundamento para a realização desta dissertação. Este enquadramento é feito numa vertente europeia e noutra tónica numa vertente nacional. Neste capítulo é ainda feita uma introdução ao tema "simulação dinâmica" no qual se apresenta o software utilizado para a sua realização, o IES

No terceiro capítulo é apresentada uma análise de ambos os edifícios, na qual é feita uma descrição geral destes e posteriormente uma apresentação dos sistemas técnicos, envolvente térmica e fontes de carga térmica.

No quarto capítulo, num primeiro tónica é explicado o processo de input dos dados necessários à realização da simulação dinâmica, e quais os dados introduzidos. São ainda apresentados os resultados que são esperados obter após a realização da simulação dinâmica, através das variáveis geradas pelo software.

O capítulo cinco é composto pelos resultados obtidos e tratados da simulação dinâmica, aos quais é feita uma análise, tirando-se as devidas ilações.

No capítulo seis são propostas e analisadas possíveis medidas de otimização energética com vista a uma redução do consumo de energia em ambos os edifícios. É elaborada uma análise das mesmas de forma a introduzir as conclusões.

O sétimo capítulo é composto pelas conclusões tiradas sobre o trabalho efetuado.

2. Revisão Bibliográfica

2.1. Enquadramento Europeu

Nos dias de hoje, na União Europeia, os edifícios representam 40% do consumo de energia total, e estando o sector em expansão, será de esperar um aumento do seu consumo de energia. (Directiva 2010/31/UE)

Dessa forma as preocupações com o consumo de energia nos edifícios, aliadas ao modo como o consumidor final pode influenciar positivamente esse mesmo consumo, tanto por escolhas que promova, quer pela utilização desses edifícios, são aspetos que merecem mais atenção. Cientes dessa preocupação, vários documentos de política europeia e nacional têm vindo a ser publicados no sentido de garantir que o consumidor final tenha cada vez mais um papel ativo e decisório. (IDEAL-EPBD)

Indo ao encontro destas preocupações, na União Europeia foi introduzida em 2002 a Diretiva relativa ao Desempenho Energético de Edifícios (EPBD).

Esta diretiva exigia que os Estados membros da União Europeia implementassem um sistema de certificação energética de forma a informar o cidadão sobre a qualidade térmica dos edifícios. Sempre que uma habitação mudasse de proprietário ou de inquilino, este certificado teria de ser apresentado ao novo proprietário. Este certificado teria ainda de incluir

recomendações de melhoria do desempenho energético e a sua viabilidade económica. (O que é a EPBD?)

A 19 de maio de 2010 a diretiva de 2002 foi revogada e deu origem à Diretiva 2010/31/UE do Parlamento Europeu e do Conselho da União Europeia, a qual constituiu uma alteração substancial.

Esta diretiva vem clarificar alguns dos princípios do texto inicial e introduzir novas disposições que visam o reforço do quadro de promoção do desempenho energético nos edifícios, bem como a promoção da utilização de energia proveniente de fontes renováveis, à luz das metas e dos desafios acordados pelos Estados-Membros para 2020. (Decreto lei nº118/2013)

Tem ainda como objetivo a promoção da melhoria do desempenho energético dos edifícios na União Europeia, tendo em conta as condições climáticas exteriores e as condições locais, bem como exigências em matéria de clima interior e de rentabilidade. (Colégios e Especialidades: Mecânica).

Estabelece, também, requisitos mínimos dos quais se destacam os seguintes:

- Ao quadro geral comum para uma metodologia de cálculo do desempenho energético integrado dos edifícios e das frações autónomas
- Ao nível do desempenho energéticos dos edifícios novos e frações autónomas novas;
- Aos planos nacionais para aumentar o número de edifícios com necessidades quase nulas de energia – edifícios zero (NZEB);
- À inspeção regular das instalações de aquecimento e de ar condicionado nos edifícios;

(Directiva 2010/31/UE)

Entre os vários aspetos introduzidos nesta nova redação, pode salientar-se a passagem do limite de área de edifício a partir do qual é exigido a afixação do certificado energético na entrada de edifícios públicos com 500m² a partir de 2012 (25m² a partir de 2015), aumentando, assim, substancialmente, o universo de edifícios que no futuro próximo serão obrigatoriamente submetidos ao processo de certificação energética. (Colégios e Especialidades: Mecânica)

Através desta nova diretiva foi ainda criado o conceito de edifícios zero.

De acordo com o artigo 2º da Diretiva 2010/31/EU um edifício com necessidades quase nulas de energia” (NZEB), é um edifício com um desempenho energético muito elevado. As necessidades de energia quase nulas ou muito pequenas deverão ser cobertas em grande medida por energia proveniente de fontes renováveis produzida no local ou nas proximidades, de forma a que igualem o seu consumo.

Os estados membros da União Europeia estabeleceram as seguintes metas:

- O mais tardar em 31 de dezembro de 2020, todos os edifícios novos sejam edifícios com necessidades quase nulas de energia;
- Após 31 de dezembro de 2018, os edifícios novos ocupados e detidos por autoridades públicas sejam edifícios com necessidades quase nulas de energia.

A nível nacional caberia a cada um dos estados elaborar planos nacionais para aumentar o número de edifícios NZEB.

As exigências que os NZEB’s impõem, obriga a que todos os fatores que contribuem para o desempenho energético sejam convenientemente acautelados na conceção, construção e renovação:

- Planeamento e desenho urbano;
- Otimização na conceção do edifício (orientação, desenho, materiais, proteções solares, qualidade do ar interior, etc.);
- Integração de sistemas e equipamentos devidamente dimensionados e eficientes;
- Utilização de energia proveniente de fontes renováveis;
- Avaliação do desempenho com base em valores de referencia, atendendo ao ciclo de vida económico estimado do edifício.

Sem esquecer que a adequada utilização dos edifícios, pode também passar pela alteração de comportamentos. (ADENE, 2012).

Os órgãos da União Europeia chegaram ainda a determinados objetivos para 2020, conhecidos como objetivos 20-20-20.

- Reduzir em, pelo menos, 20 % as emissões de gases com efeito de estufa (GEE) da UE, em relação aos níveis de 1990;
- Aumentar para 20 % a parte da energia proveniente de fontes renováveis no consumo da UE;
- Reduzir em 20 % o consumo de energia primária, em relação aos níveis previstos, através do investimento na eficiência energética, ou seja, aumentar em 20% a eficiência energética.

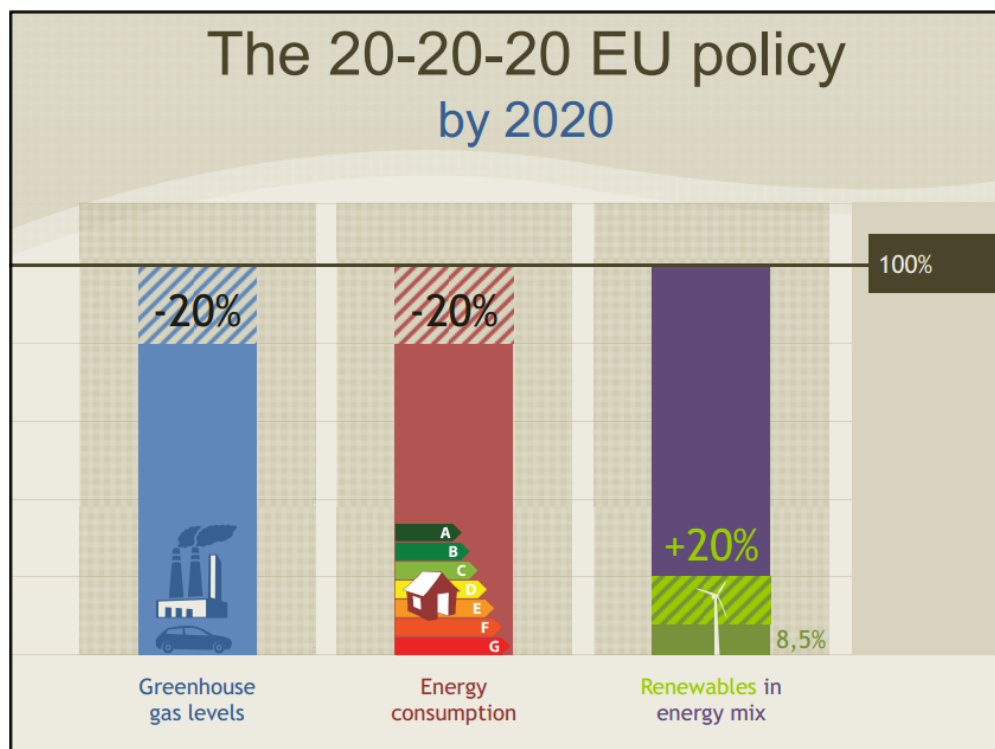


Figura 1- Política 20-20-20

(fonte: http://ec.europa.eu/energy/efficiency/doc/buildings/presentation_general_short.pdf)

A UE propôs aumentar de 20 % para 30 % o seu objetivo de redução das emissões até 2020, se as outras grandes economias se comprometerem a assumir a parte que lhes cabe no esforço necessário a nível mundial.

A longo prazo, será necessário proceder a reduções muito mais drásticas das emissões a nível mundial para evitar alterações climáticas perigosas. A UE está empenhada em reduzir as suas emissões em 80-95 % até 2050, relativamente aos níveis de 1990, desde que os países desenvolvidos participem num esforço de redução coletivo. (Ação climática).

A implementação destas medidas está previsto que até 2020 seja possível:

- Redução de 5%-6% da energia total consumida a nível da UE;

- Redução de 5% das emissões de CO2 da UE;
- Criação de 280.000-450.000 potenciais novos empregos.

(EU Energy Policy for Buildings)

2.2. Enquadramento Nacional

A nível nacional, Portugal definiu uma estratégia própria de forma a atingir os objetivos para 2020 a que se propôs a nível europeu.

A Estratégia Nacional para a Energia (ENE 2020) define uma agenda para a competitividade, o crescimento e a independência energética e financeira do país, através da aposta nas energias renováveis e da promoção integrada da eficiência energética, garantindo a segurança de abastecimento e a sustentabilidade económica e ambiental do modelo económico.

Objetivos da ENE 2020:

- Reduzir a dependência energética do País face ao exterior.
 - Passar de 83-85%, em média, nos últimos anos, para 74% em 2020.
- Cumprir os compromissos para 2020 assumidos por Portugal no contexto europeu.
 - 31% de fontes de energia renovável no consumo de energia final.
 - Redução de 20% do consumo de energia final.
- Reduzir o saldo importador energético com a energia produzida a partir de fontes endógenas.
 - Redução de 25% face a 2008 – equivalente a redução de importações de €2.000 M anuais.
- Consolidar o cluster das energias renováveis em Portugal.
 - Assegurar um Valor Acrescentado Bruto de €3.800 M em 2020.
 - Criar mais 100.000 novos postos de trabalho, a acrescer aos 35.000 já existentes.
- Continuar a desenvolver os sectores associados à promoção da eficiência energética.
 - Gerar um investimento previsível de €13.000 M até 2020 e exportações adicionais de €400M.

- Promover o desenvolvimento sustentável.
 - Criar condições para o cumprimento das metas de redução de emissões assumidas pelo País.

(Luis Silva, 2010)

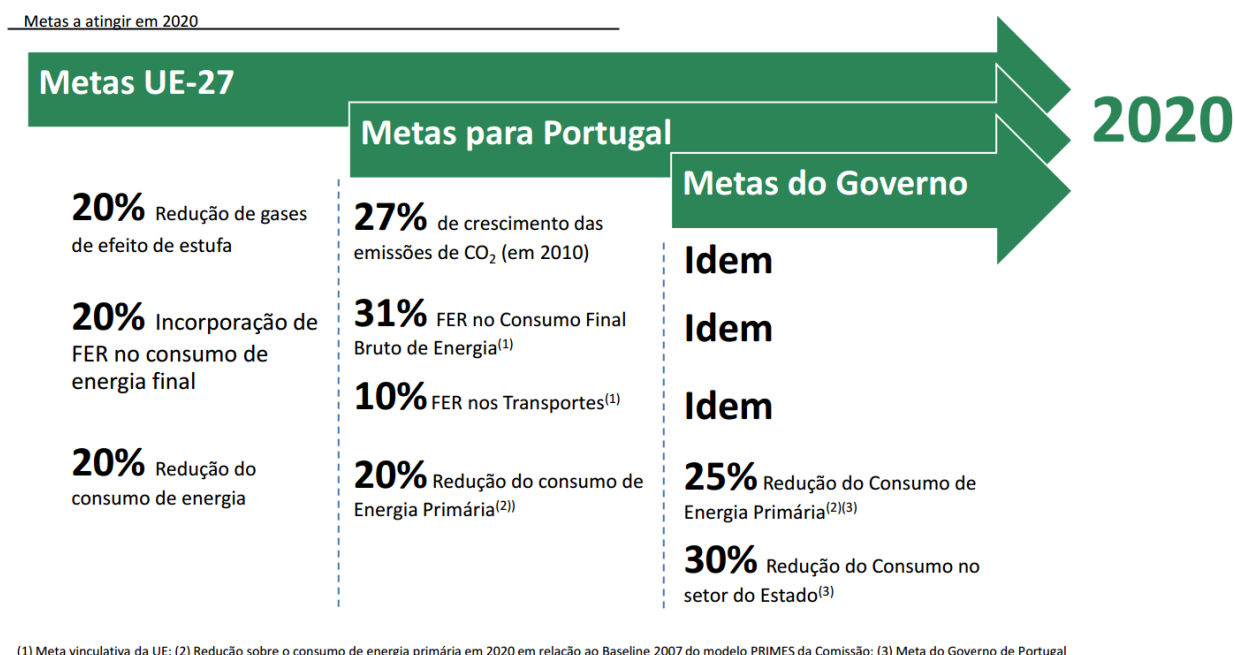


Figura 2- Metas a atingir em 2020

(fonte: http://www.apenergia.pt/ape/files/Apresentacao_Pedro_Cabral_Final.pdf)

No encaço das metas europeias «20 – 20 – 20», a melhoria substancial da eficiência energética do País, será feita com recurso à execução do Plano Nacional de Ação para a Eficiência Energética (PNAEE 2016), ao Plano Nacional de Ação para as Energias Renováveis (PNAER 2020) e ao Programa de Eficiência Energética na Administração Pública - ECO.AP. (MINISTROS, 2013)

O PNAEE e o PNAER são instrumentos de planeamento energético que estabelecem o modo de alcançar as metas e os compromissos internacionais assumidos por Portugal em matéria de eficiência energética e de utilização de energia proveniente de fontes renováveis. Para além da densificação das metas a atingir, os referidos Planos identificam ainda as barreiras existentes, bem como o potencial de melhoria em matéria de eficiência energética e de incorporação de

energia proveniente de fontes renováveis nos vários setores de atividade, com vista ao estabelecimento dos programas e medidas mais adequados à observância dos referidos compromissos, tendo em conta a realidade nacional. (MINISTROS, 2013)

O principal objetivo do PNAEE 2016 passa, em suma, por projetar novas ações e metas para 2016, em articulação com o referido PNAER 2020, integrando as preocupações relativas à redução de energia primária para o horizonte de 2020 constantes da Nova Diretiva Eficiência Energética, com base em três eixos de atuação: i) ação, através da adequação das medidas ao atual contexto económico-financeiro, tendo em vista a redução do custo global do programa nacional de eficiência energética; ii) monitorização, através da revisão dos métodos de monitorização de resultados e criação de uma visão macro do impacto do programa nacional de eficiência energética; e iii) governação, através da redefinição do modelo de governação do PNAEE.

As linhas de ação do PNAER 2020 centram-se no cumprimento da meta de 10% no eixo dos Transportes e na identificação das tecnologias que devem ter prioridade de entrada no sistema, caso seja necessária potência adicional para a produção de energia elétrica proveniente de FER. (PNAEE 2016 e PNAER 2020, 2013)

O programa ECO.AP estabelece e operacionaliza o compromisso do Estado em reduzir os consumos de energia em 30% até 2020 nos organismos e serviços da Administração Pública através, entre outros, do recurso a contratos de gestão de eficiência energética sem aumento da despesa pública permitindo ao mesmo tempo o estímulo da economia no sector das empresas de serviços energéticos. (Âmbito do ECO.AP)

De acordo com a Diretiva Europeia nº2010/31/EU, estavam então criadas as condições para melhorar a sistematização e o âmbito de aplicação do sistema de certificação energética e respetivos regulamentos.

A nível nacional, a revisão da legislação em vigor, deu origem a ter num único diploma o Sistema de Certificação Energética dos Edifícios (SCE), o Regulamento de Desempenho Energético dos Edifícios de Habitação (REH) e o Regulamento de Desempenho Energético dos Edifícios de Comércio e Serviços (RECS).

O SCE é o sistema de certificação energética, que obriga à certificação energética de um edifício ou fração, sendo estes caracterizados ao nível do desempenho energético. Este certificado é emitido por um perito qualificado e corresponde, a nível nacional, à diretiva EPBD.

A implementação do SCE tem contribuído para o crescente destaque dos temas relacionados com a eficiência energética e utilização de energia renovável nos edifícios, e para uma maior proximidade entre as políticas de eficiência energética, os cidadãos e os agentes de mercado. (Certificação de Edifícios).

O REH estabelece os requisitos para os edifícios de habitação, novos ou sujeitos a intervenções, bem como os parâmetros e metodologias de caracterização do desempenho energético, em condições nominais, de todos os edifícios de habitação e dos seus sistemas técnicos, no sentido de promover a melhoria do respetivo comportamento térmico, a eficiência dos seus sistemas técnicos e a minimização do risco de ocorrência de condensações superficiais nos elementos da envolvente. (Decreto lei nº118/2013)

O RECS estabelece as regras a observar no projeto, construção, alteração, operação e manutenção de edifícios de comércio e serviços e seus sistemas técnicos, bem como os requisitos para a caracterização do seu desempenho, no sentido de promover a eficiência energética e a qualidade do ar interior. (Decreto lei nº118/2013).

2.3. Software de Simulação Dinâmica

A simulação dinâmica multizona constitui o método base para a determinação do desempenho energético dos edifícios, sendo aplicável a qualquer tipo de edifício novo, aquando do licenciamento, existente ou sujeito a grande intervenção, tal como no caso em estudo e ainda no caso de o edifício ter mais de uma única zona térmica. (Portaria nº 349-D/2013)

De forma a realizar este tipo de simulação, deve ser escolhido um software de simulação que esteja acreditado pela norma ASHRAE 140.

Esta norma especifica modelos de teste para avaliar as capacidades técnicas e a aplicabilidade computacional para o cálculo do desempenho térmico e de sistemas de AVAC. (ANSI/ASHRAE Standard 140-2011)

Dentro desta norma os softwares mais conceituados são o Trace 700, EnergyPlus, TRNSYS, DesignBuilder, IES, sendo este último o que irá ser utilizado neste documento para fazer a simulação.

O Integrated Environmental Solutions (IES) é uma poderosa ferramenta de análise de desempenho energético de edifícios, com vista a uma construção sustentável. Este permite o projeto de edifícios confortáveis e que consumam o mínimo de energia possível, sendo utilizados dados climatéricos reais. É possível testar diversas opções, identificar as melhores soluções passivas e comparar tecnologias pouco poluentes e renováveis, sendo possível tirar conclusões sobre o consumo de energia, emissões de CO₂, ou o conforto dos ocupantes. Estas conclusões são possíveis de tirar devido à flexibilidade dos módulos existentes no software. Os módulos que merecem mais destaque são o ModelIT no qual é introduzido a geometria 3D do edifício em estudo, o ApacheHVAC no qual são inseridos os sistemas AVAC, o ApacheSim para a simulação térmica, o SunCast para a análise do sombreamento solar, o Simulex no qual é feito a simulação de movimento de ocupantes e evacuação.

O principal módulo é o ApacheSim, o qual é baseado em princípios matemáticos de modelagem dos processos de transferência de calor que ocorrem dentro e fora de um edifício.

O programa fornece as condições para uma avaliação detalhada do edifício e dos sistemas, permitindo que estes sejam otimizados em termos de conforto e uso de energia.

Através do ApacheSim, os processos de condução, convecção e radiação de todos os elementos da estrutura do edifício são modeladas individualmente e integrados com modelos de ganhos de calor internos, trocas de ar e estrutura. A simulação pode cobrir qualquer período de um dia a um ano, sendo que a evolução das condições térmicas do edifício é efetuada em intervalos tão pequenos quanto um minuto. (IES – ApacheSim Calculation Methods, 2006).

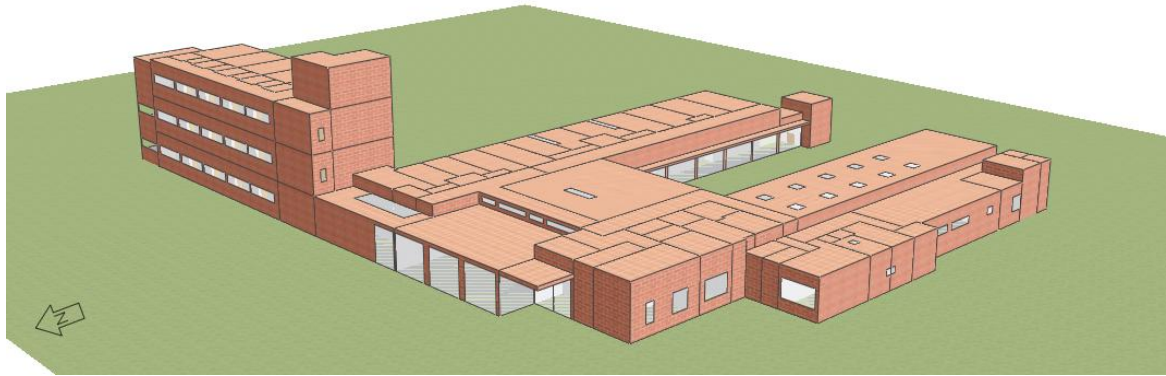


Figura 3- Modelo 3D dos edifícios

3. Caso de Estudo

3.1. Caracterização do edifício

3.1.1. Descrição Geral do edifício

O edifício do Centro de Dia e Apoio à 3ª Idade, está localizado na freguesia de Leça do Balio, concelho de Matosinhos, distrito do Porto. Tendo sido inaugurado no ano de 1997, sofreu uma ampliação a qual foi inaugurada no dia 20 de dezembro de 2012.

Na figura 4 está presente a estrutura relativa aos dois edifícios.

Na figura 5 está identificado a azul o edifício existente e a vermelho o espaço onde o edifício novo foi implementado (na altura da recolha das imagens aéreas, este ainda não tinha sido construído).

Na figura 6, é possível observar a vista exterior de parte dos dois edifícios. A zona à direita com maiores envidraçados corresponde ao edifício existente e a zona mais à esquerda e mais alta pertence ao edifício novo.

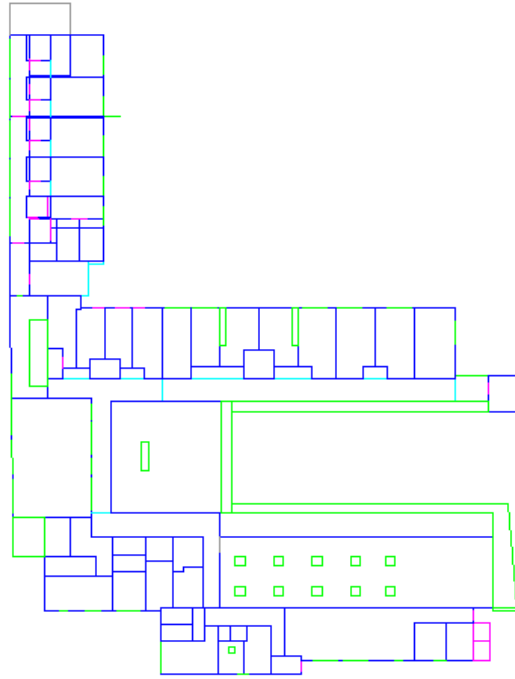


Figura 4 - R/C do edifício global



Figura 5- Identificação dos edifícios em análise



Figura 6- Parte dos edifícios em análise

O lar encontra-se na Rua Padre Velho Barbosa, a uma latitude de N.41.21198 e longitude W. - 8.63489 orientado a noroeste, a uma altitude de 89 metros do nível médio do mar, estando localizado na periferia de zona urbana e pertencendo à zona do Grande Porto, através da análise da tabela 01 – NUTS III, presente no despacho (extrato) n.º 15793-F/2013. D.R. n.º 234, 3.º Suplemento, Série II de 2013-12-03.

Tendo em consideração a tabela 04 do despacho supracitado obtiveram-se os seguintes valores relativos à estação de aquecimento, tendo como base a tabela 1:

Tabela 1- Dados Climáticos de Inverno

z	M		GD		$\theta_{ext,i}$		G_{Sul}	
	REF	<i>a</i>	REF	<i>a</i>	REF	<i>a</i>		
m	meses	mês/km	°C	°C/km	°C	°C/km	kWh/m ² por mês	
Grande Porto	94	6,2	2	1250	1600	9,9	-7	130

- *Duração da estação de aquecimento:*

$$M = M_{REF} + a(z - z_{REF})$$

$$M = 6,2 + 2(0,089 - 0,094)$$

$$M = 6,2 \text{ meses}$$

- *Número de graus-dias da estação de aquecimento:*

$$GD = GD_{REF} + a(z - z_{REF})$$

$$GD = 1250 + 1600(0,089 - 0,094)$$

$$GD = 1242 \text{ }^\circ\text{C} \cdot \text{dias/ano}$$

- *Temperatura exterior média do mês mais frio da estação de aquecimento:*

$$\theta_{ext,i} = \theta_{ext,i REF} + a(z - z_{REF})$$

$$\theta_{ext,i} = 9,9 + (-7) \times (0,089 - 0,094)$$

$$\theta_{ext,i} = 9,9 \text{ }^\circ\text{C}$$

- *Energia solar média mensal:*

$$G_{sul} = 130 \frac{\text{kWh}}{\text{m}^2} \text{ por mês}$$

Tendo em consideração a tabela 05 do mesmo despacho obtiveram-se os seguintes valores relativos à estação de arrefecimento, baseados na tabela 2:

Tabela 2- Dados climáticos de Verão

	z	$\theta_{ext,v}$	
	REF	REF	a
	m	$^\circ\text{C}$	$^\circ\text{C}/\text{km}$
Grande Porto	94	20,9	0

- *Temperatura exterior média:*

$$\theta_{ext,v} = \theta_{ext,v REF} + a(z - z_{REF})$$

$$\theta_{ext,v} = 20,9 + 0(0,089 - 0,094)$$

$$\theta_{ext,i} = 20,9 \text{ }^\circ\text{C}$$

- *Energia solar acumulada durante a estação:*

Na tabela 3 é possível observar a energia solar acumulada.

Tabela 3- Energia solar acumulada

	I_{sol}								
	kWh/m ² acumulados de junho a setembro								
	0°	90°	90°	90°	90°	90°	90°	90°	90°
	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	
Grande Porto	800	220	350	490	490	425	490	490	350

- *Zonas climáticas:* O concelho de Matosinhos, no qual se encontra erguido o edifício, pertence à zona climática de inverno I1 por ter um número de graus-dias inferior a 1300, relativamente à zona climática de verão pertence à zona V2 pela sua temperatura exterior se situar entre os 20 e os 22°C.

As diferentes zonas climáticas podem-se observar na figura 7.

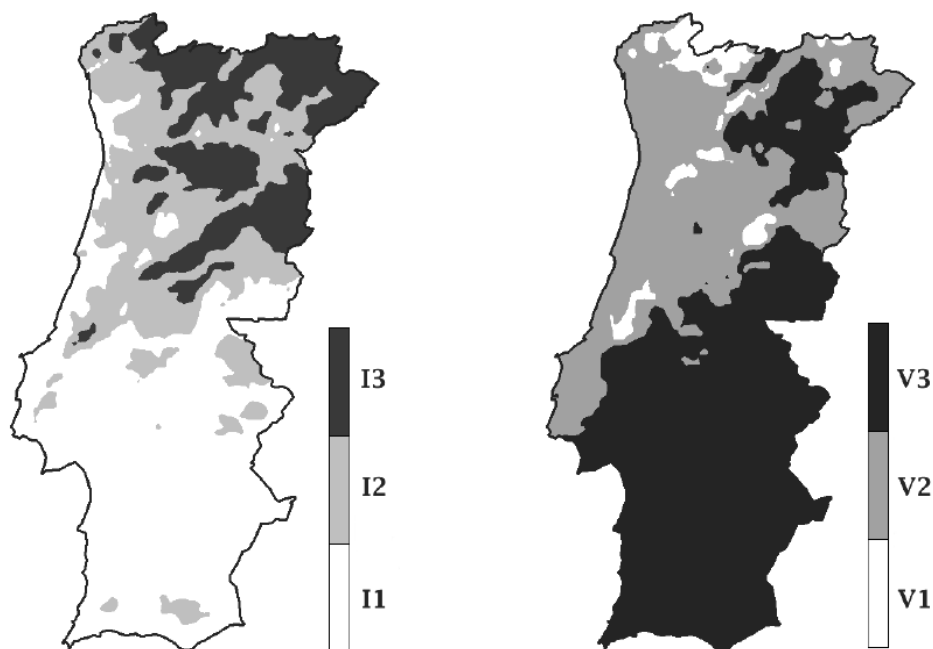


Figura 7- Zonas Climáticas de Inverno e Verão em Portugal Continental

O conjunto total do edifício apresenta uma área de 1932 m², sendo que o edifício existente tem 1034 e o edifício novo 759 m². Dentro do valor total tem de ser ainda contabilizada a cozinha com 68.9 m², a lavandaria com 37.6 m² e os armazéns com 30.6 m².

De acordo com o ponto 1 do anexo III da portaria nº 349-A/2013 de 29 de novembro, o edifício em análise pertence à categoria de grande edifício de comércio e serviços (GES) devido à sua área interior útil de pavimento ultrapassar os 1000m².

O edifício existente apresenta um pé-direito médio de 3,33 metros, sendo constituído por rés-do-chão no qual estão localizadas as seguintes divisões: cozinha, refeitório, sala de estar, quartos duplos e triplos, sala de enfermagem e posto médico, instalações sanitárias, sala do pessoal, vestiários e ainda espaços não climatizados ou ENU como os arrumos, zonas técnicas e zona de lixos. No caso do edifício novo, o pé-direito é de 3 metros e sendo constituído por cave, R/C, 1º e 2º andar. Na cave localiza-se uma lavandaria, arrecadação de material técnico, sala de atividades, três instalações sanitárias sendo que uma delas é dedicada a deficientes. Apesar de se considerar cave, esta, pela fachada sudeste contacta diretamente com o exterior através de três portas envidraçadas (figura 8), pelas quais é ainda possível aceder à sala da caldeira.



Figura 8- Portas na cave de acesso ao exterior

O R/C, 1º e 2º andar são destinados aos quartos duplos e individuais e respectivas instalações sanitárias, a salas de estar, rouparias e instalações de banho assistido. A comunicação entre pisos é feita através de um elevador e de escadas, sendo que no caso de acidente existe uma escada de emergência no lado exterior.

A comunicação entre os dois edifícios é feita através de um corredor na fachada noroeste, sendo composto por claraboias. Estas clarabóias (figura 9), juntamente com a fachada noroeste envidraçada permitem a iluminação natural das zonas comuns durante o dia.



Figura 9- Clarabóia

Na cobertura foram instalados os diversos sistemas AVAC entre os quais os Chiller – Bomba de Calor e respetivo depósito de inércia, painéis solar-térmicos e uma UTA com recuperação de calor.

De forma a introduzir os dados do edifício no *software* IES foi feito o levantamento das áreas presentes nas tabelas 5 e 6, através das plantas disponíveis em suporte informático, com o auxílio do *software* AutoCAD.

Tabela 4 – Áreas das diferentes divisões do edifício existente

Andar	Nº	Divisão	Área (m2)
RC			
	1	Átrio	18,2
	2	Corredor	54,5
	3	I,S, Publico Feminino	4,9
	4	I.S. Publico Masculino	4,9
	5	Sala de Reuniões	10,4
	6	Direção	10,3
	7	Antecâmara I.S. Utentes	8,6
	8	I.S. Utentes Deficientes	5,5
	9	I.S. Publico Masculino	11,3
	10	I.S. Publico Feminino	11
	11	Refeitório	234
	12	Antecâmara I.S. Funcionários Masculino	2,6
	13	I.S. funcionários masculino	4,3
	14	Vestiário Funcionários Masculino	4,1
	15	Sala De Pessoal	17,8
	16	Arrecadação / Material de Limpeza	1,3
	17	Antecâmara I.S. Funcionários Femininos	1,9
	18	I.S. Funcionários Feminino	7,2

Andar	Nº	Divisão	Área (m2)
	19	Vestiário Funcionários Feminino	17
	21	Cozinha	68,9
	22	Refrigeração	5,4
	23	Despensa De Dia	6
	24	Lixos	2
	25	Vasilhame	2
	26	Sala de Estar	70,3
	27	Sala de Convívio	118,4
	31	Gabinete Médico	16
	32	I.S. Gabinete Médico	3,8
	33	Enfermaria	12,5
		WC 1	20
		WC 2	20
		Quartos 1,2,3	25
		Quartos 4	16
		Quarto 5, 6	20
		Quartos 7	15
		Sala Convívio	28

Tabela 5 - Áreas das diferentes divisões do edifício novo

Andar	Nº	Divisão	Área (m2)
Cave			
	29	Arrecadação - Material Técnico	13,6
	30	Lavandaria	37,6
	31	Sala de Atividades	64,2
	32	I.S.	7,9
	33	I.S.	7,9
	34	I.S. Deficientes	5,8
	35	Corredor	12,2
	36	Corredor	23,3
	37	Corredor	7,6
		Sala da Caldeira	11,7

R/C			
		Quartos	20,7
		I.S. Privativa	4,8
	5	Sala de Estar	15
	6	I. de Banho Assistido	13,4
	7	Rouparia	4,7
	8	Corredor	35,5
	9	Corredor	7,8
	10	Átrio - clarabóia	27,4
		Escada	16,2

1º e 2º andar			
		Quartos	20,7
		I.S. Privativa	4,8
		Sala de Estar	15
		I. de Banho Assistido	13,4
		Rouparia	4,7
		Corredor	35
		Corredor	7,8
		Escada	16,2

3.1.2. Sistemas Técnicos

De modo a obter resultados que permitissem uma comparação com mais rigor entre a simulação e os elementos presentes no projeto do edifício, e de forma a cumprir o que está escrito no despacho nº 15793-E/2013 as soluções consideradas para simulação, são as que correspondem à realidade. Para isso, foi feito um levantamento de campo de forma a verificar se os sistemas instalados estão de acordo com o que estava no projeto.

Relativamente à recolha das informações sobre os equipamentos de AVAC e AQS existentes no local, foi utilizada informação facultada pela empresa Relopa, mais precisamente o caderno de encargos AVAC e fichas técnicas dos equipamentos instalados. Foi ainda disponibilizado pela direção do Centro Social um dossier com diversa informação, sendo a mais importante, os dados relativos à climatização, à arquitetura, instalação de gás, características térmicas e iluminação instalada.

3.1.2.1. Equipamentos de Climatização

A climatização no edifício existente é feita com recurso a piso radiante que funciona utilizando uma caldeira a gás natural que será posteriormente referenciada, pois a mesma é utilizada para produção de AQS. As tubagens são de polietileno reticulado (PEX) aplicadas sobre placas de isolamento térmico. Este sistema é ainda controlado por termostatos, como o da figura 10.



Figura 10- Termostato

Para além do piso radiante, existe ainda uma unidade mural de ar condicionado (figura 11) que fica localizado na sala de reuniões.



Figura 11- Ar Condicionado

Devido às características do edifício novo e à especificidade da sua utilização, a escolha do sistema de climatização incidiu sobre dois equipamentos Bomba de Calor (figura 12) com produção de água quente ou fria (2 tubos).



Figura 12- Bomba de Calor

Os dois equipamentos bomba de calor estão associados a um depósito de inércia de 500L (figura 13).



Figura 13- Depósito de Inércia

As características do Chiller-Bomba de calor estão presentes na tabela 6.

Tabela 6– Características do Bomba de Calor

Quantidade	P_{arrefecimento} (kW)	P_{aquecimento} (kW)	Fluído refrigerogénio	Nível Sonoro	COP	EER
2	30	34,6	R410A	<68 dba	3,56	2,36

A bomba circuladora utilizada no circuito hidráulico é do tipo centrífugo, de montagem do tipo “In Line”, com classe rendimento dos motores EFF2, apresentando uma potência absorvida de 0,58kW.

A água é o fluido de transporte utilizado na instalação, sendo controlado através de uma central eletrónica digital, válvulas de 3 vias com cabeças eletrotérmica.

Para um melhor conforto dos utilizadores do centro e de forma a fazer a distribuição da energia térmica foram considerados 17 ventiloconvetores (figura 14) repartidos pela sala de atividades (cave), quartos (do R/C ao 2º andar) e nas salas de estar do R/C ao 2º andar.

Na sala de atividades foram colocadas 2 unidades, enquanto no resto das divisões foi colocada unicamente uma unidade.

Tal como no edifício existente, as tubagens são de polietileno reticulado (PEX), aplicados sobre placas de isolamento térmico.



Figura 14- Ventiloconvetor

3.1.2.2. Ventilação

O sistema de fornecimento de ar novo no edifício novo, é garantido através de duas unidades de tratamento de ar novo (UTAN). As duas unidades – uma de extração (figura 15) e outra de insuflação – fazem recuperação de calor através de um recuperador de calor usando água como fluído.



Figura 15- Unidade de Extração

De acordo com informação técnica disponibilizada, a secção de filtração da UTAN é constituída por um pré filtro plano de fibras sintéticas e eficiência G4 (EN779) e filtro de bolsas F7 (EN779), na insuflação, garantindo uma capacidade de filtração adequada segundo a norma EN13779 em função da qualidade do ar exterior vs. qualidade do ar interior.

A insuflação na cave é realizada nos corredores e na sala de atividades. Nesta sala também é feita extração, tal como nas instalações sanitárias existentes e zonas técnicas – arrecadação e lavandaria.

Nos restantes pisos, a insuflação distribui-se pelos quartos no qual é feita através de grelhas retangulares montadas no *hall* de entrada destes, nas salas de estar e também nos corredores. No caso da extração, esta está localizada nas instalações sanitárias, salas de estar e rouparias.

Na lavandaria e arrecadação é feita unicamente extração, através de um exclusivamente para estas divisões, o VE.1 (figura 16).



Figura 16- VE.1

Relativamente ao edifício existente, só existe extração, a qual é feita em três zonas do edifício. A zona da extração das instalações sanitárias 3, 4, 8, 9, 10 e 13 é feita através de um ventilador in-line da marca vórtice (figura 17) o qual tem um caudal de 125 m³/h.



Figura 17- Ventilador in-line

Na zona da cozinha, a extração é feita através de uma hotte. Na impossibilidade de ir à cobertura do edifício de forma a determinar qual o modelo de ventilador instalado, foram feitas medições de caudal na hotte (figura 18) através de um anemómetro e determinação da sua área, obtendo-se um caudal de 6065 m³/h posteriormente utilizado na simulação. Numa fase posterior foi possível saber que o ventilador instalado era um ventilador EC2-530-6T.



Figura 18 - Hotte

Noutra zona do edifício estão instalados 4 ventiladores que fazem a extração do WC 1, 2 e dos quartos 4 e 5. Através de visitas ao local observou-se que os ventiladores instalados também eram do mesmo modelo vórtice, apresentando por isso um caudal de extração de 125 m³/h em cada uma das divisões.

Os caudais de extração e insuflação das diversas divisões do edifício estão presentes no capítulo 4.

3.1.2.3. Equipamentos de Produção e Armazenamento de AQS

O sistema existente no edifício inicial é composto por uma caldeira a gás natural, modelo EuroBongas 1/7 I (figura 20), sendo utilizado para a produção de AQS e aquecimento ambiente.



Figura 19- Caldeira EuroBongas

Esta caldeira está ainda ligada a um acumulador de 556 L de capacidade (figura 21) com uma potência térmica de 79,5kW comunicando com um sistema de piso radiante, que faz a distribuição do calor pelas divisões. No próprio depósito existe um sensor de temperatura que permite o controlo eletrónico e regulação do modo de funcionamento desta. As tubagens de distribuição AQS enterradas são isoladas termicamente com espuma elastomérica com 15mm de espessura, enquanto as tubagens exteriores não são isoladas termicamente.



Figura 20- Acumulador 556L

No caso do edifício novo, o sistema de produção de águas quentes sanitárias (AQS) a utilizar será preferencialmente um sistema solar térmico, com potência nominal de 33,74kW, instalado na cobertura, ligado a um depósito vertical associado a um sensor de temperatura. O sistema solar, com certificado “Solar KEIMARK” (figura 22), é composto por 12 coletores solares planos da marca ARISTON. Estes têm uma área total de 21m² colocados na cobertura com azimute sul inclinação 35°, sem obstruções assinaláveis do horizonte.



Figura 21- Painéis Solares

O controlo do sistema é ainda efetuado por um comando diferencial ligado a sondas de temperatura NTC. O depósito vertical foi construído em aço vitrificado e possui isolamento térmico em espuma rígida de poliuretano com espessura de 50mm. Está instalado na zona técnica e tem uma capacidade de 2000 L (figura 23), com um permutador de calor em serpentina com eficácia de 55%.

A escolha do sistema de apoio recaiu numa caldeira mural de condensação, modelo Beretta exclusive green 35 C.S.I., com uma potência máxima nominal de 34,6 kW, colocada na parede a gás natural instalada na zona técnica para a produção de AQS, com um rendimento de 108,6% em condições nominais de funcionamento a 30% da carga parcial.

As redes de tubagem são isoladas termicamente com espuma elastomérica com 15mm de espessura.



Figura 22- Acumulador 2000L

3.1.3. Envolvente Térmica

O levantamento de dados relativos à envolvente da edificação recorrendo ao AutoCAD permitiu caracterizar do ponto de vista físico e térmico os elementos construtivos opacos (paredes, pavimentos e coberturas) e não opacos (envidraçados).

Os valores dos coeficientes de transmissão térmica máximos e de referência, são os que constam no despacho 15793K.

Nos capítulos seguintes será feita uma descrição das paredes, pavimentos, coberturas, vãos envidraçados e portas de ambos os edifícios.

3.1.3.1. Paredes

Na tabela 7 encontram-se os vários tipos de paredes que compõem os edifícios com os respetivos coeficientes de transmissão térmica. Uma tabela mais completa na qual estão discriminados os constituintes das paredes, está presente no anexo B.

Tabela 7 - Coeficientes de transmissão das paredes

Paredes exteriores	Coeficientes de	U_{máximo}	U_{referência}
PE 20 etics estuque	0,46	1,75	0,7

Paredes exteriores	Coeficientes de	U_{máximo}	U_{referência}
Parede 20 cm	0,34	1,75	0,7
Parede 25 cm	0,33		
Parede 35 cm	0,34		

Paredes interiores	Coeficientes de	U_{máximo}	U_{referência}
PI 11 estuque-estuque	1,59	1,75	0,7
Parede Mieira - PM 20 ENU 0.6	1,08	1,75	0,7

Paredes exteriores em contacto	Coeficientes de	U_{máximo}	U_{referência}
MC KT 48 estuque	0,42	1,75	0,7
MC grés	0,63		
MS betão	0,65		

3.1.3.2. Pavimentos

Nas tabelas 8 e 9 e mais discriminadas nos anexos B, estão presentes as características dos pavimentos.

Tabela 8 - Pavimento entre pisos

Pavimento entre pisos	Coefficientes de	$U_{\text{máximo}}$	$U_{\text{referência}}$
PavInterior manta vinílica	1,78	1,25	0,5

Tabela 9 - Pavimento em contacto com o solo

Pavimento em contacto com o solo	Coefficientes de	$U_{\text{máximo}}$	$U_{\text{referência}}$
LajeContactoSolo XPS manta vinílica	0,54	1,25	0,5

3.1.3.3. Coberturas

São apresentados na tabela 10 os valores dos coeficientes de transmissão térmica das coberturas. Uma descrição mais pormenorizada está presente no anexo B.

Tabela 10 - Coeficientes de transmissão e massa superficial

Cobertura Edif. Novo	Coefficientes de transmissão U	$U_{\text{máximo}}$	$U_{\text{referência}}$
CobPlana XPS godo	0,52	1,25	0,5

Cobertura Edif. Existente	Coefficientes de transmissão U (W/m^2C)	$U_{\text{máximo}}$	$U_{\text{referência}}$
Cobertura exist	2,60	1,25	0,5

Cobertura Clarabóia	Coefficientes de transmissão U (W/m^2C)	$U_{\text{máximo}}$	$U_{\text{referência}}$
Cobertura clarabóia	1,62	1,25	0,5

3.1.3.4. Vãos Envidraçados

No edifício existente, considerou-se sempre o mesmo tipo de vidro, havendo zonas sem proteção solar (refeitório e corredores); com proteção permanente (palco no refeitório); com proteção de estore (quartos) e com cortina (IS, cozinha e sala de estar), no qual o software calculava diferentes valores de fator solar.

No caso dos vãos envidraçados da cave do edificio novo situam-se na sala de atividades e na lavandaria, sendo constituídos por portas envidraçadas orientadas a sudeste. A sala de atividades é composta por três vãos e a lavandaria é composta por um.

Desde o R/C ao 2º andar os corredores principais são compostos por vãos envidraçados orientados a noroeste, enquanto que cada um dos quartos e salas de estar são compostos por um vão envidraçado orientado a sudeste. A única exceção verifica-se na entrada do edifício pelo R/C, que é feita por uma porta principal também em vidro e que está orientada a sudoeste e a noroeste.

As escadas de comunicação entre o R/C e o 2º andar também são constituídas por vãos envidraçados orientados a sudeste.

Tal como referido anteriormente a comunicação entre os dois edifícios é feita por um corredor no qual existem clarabóias.

Relativamente aos tipos de envidraçados, para o edifício existente não havia informação suficiente que permitisse saber com certeza quais os envidraçados instalados. Devido a este facto foram considerados, através da sua observação que seriam com caixilharia em alumínio e com uma espessura de 4 mm. Através destes dados, os envidraçados foram "construídos" no software Calumen II, e obtidos assim os valores de transmitância, condutividade e refletância que posteriormente seriam inseridos no IES.

No software IES, foram inseridos estes valores e automaticamente o software calculou um U de 5,84 W/m²°C e um fator solar de 0,88.

Já no edifício novo e por ser mais recente havia mais informação, existindo dois tipos de envidraçado: com proteção nos quartos e sem proteção nos corredores, com os valores presentes na tabela 11. Na figura 24 está presente um pormenor construtivo dos envidraçados, e nas figuras 25 e 26 os resultados obtidos no software Calumen II.

Tabela 11 - Coeficientes de transmissão e fator solar dos envidraçados

Vãos Envidraçados	Coeficientes de transmissão U (W/m ² aC)	Fator Solar
VE_1-edif novo c/ proteção	1,61	0,31
VE_2-edif novo s/ proteção	1,51	0,47



Figura 23- Pormenor envidraçado edifício existente

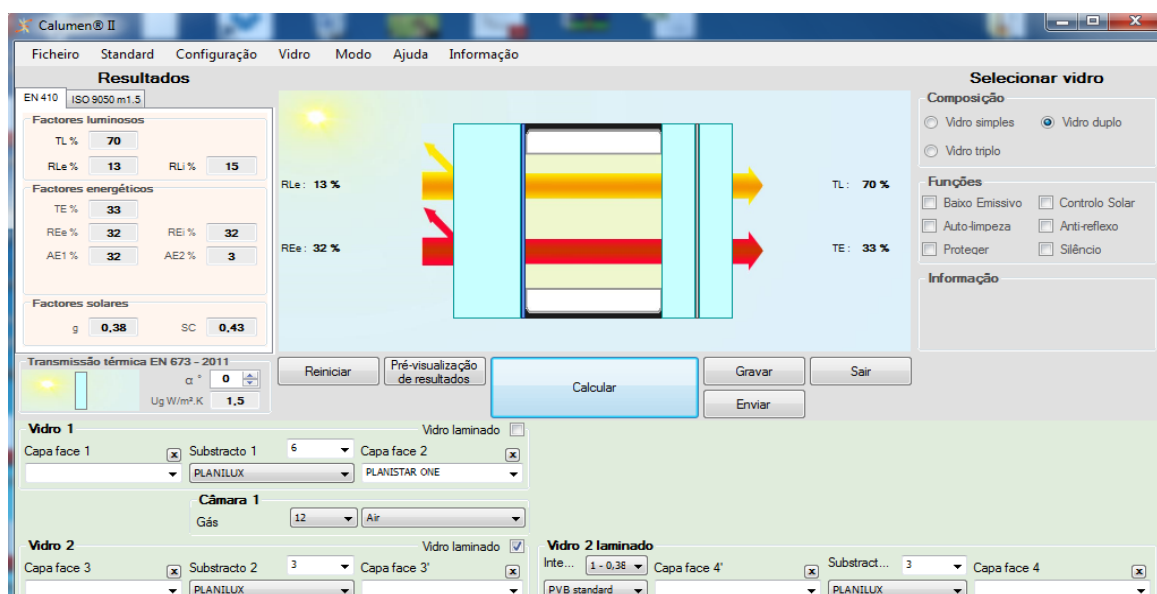


Figura 24- VE_1

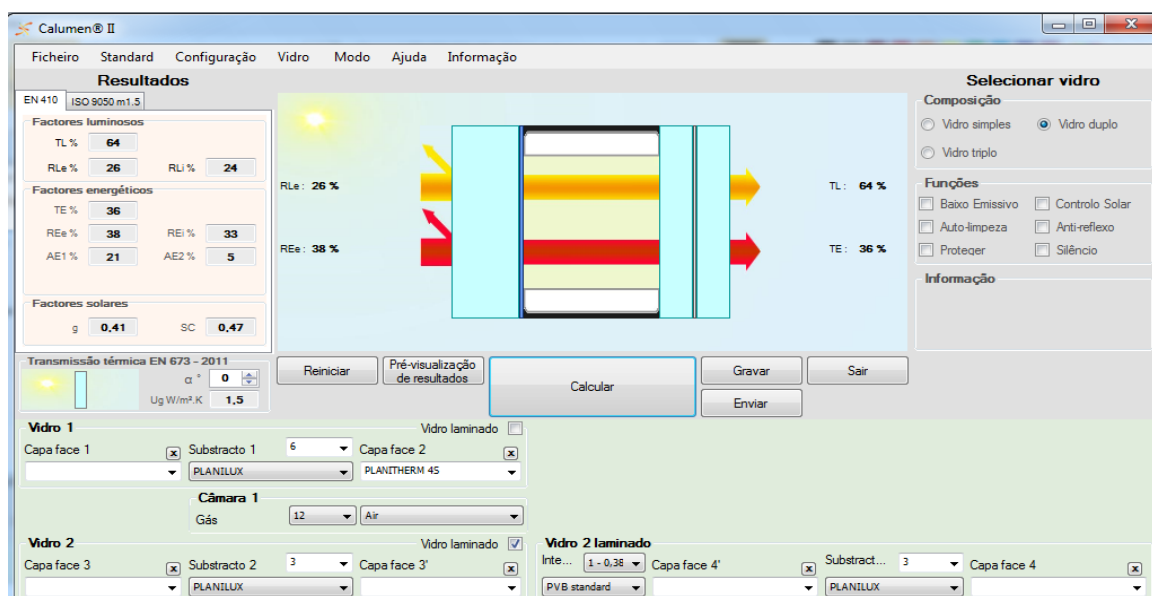


Figura 25- VE_2

3.1.3.5. Portas

No edifício existente, as portas exteriores eram portas em alumínio com espessura de 4,5 cm. Já no edifício novo, e de acordo com o documento de verificação do RSECE, foram admitidos dois tipos de portas.

As características das portas estão presentes na tabela 12.

Tabela 12 - Características das portas

Portas	U _{porta} (W/m ² °C)
Porta interior em estrutura alveolar folheada a madeira - edifício novo	2,1
Porta corta fogo metálica / isolamento de cor intermédia - edifício novo	1,7
Porta Edifício Existente	5,9

3.1.4. Iluminação

No edifício existente dado que não havia documentos que servissem de suporte, foi feita a recolha de informações relativas à iluminação, através de um levantamento mais pormenorizado da quantidade e tipo de lâmpadas.

Já o levantamento no local, da iluminação do edifício novo foi meramente de confirmação do que já estava presente no projeto de iluminação.

Esta análise da iluminação, permitiu calcular a densidade de iluminação em cada uma das divisões e obviamente os gastos inerentes à sua utilização, que tem impactos tanto ao nível dos consumos diretos, como indiretos no caso da climatização.

Na tabela 13 é possível ver, os vários tipos de lâmpadas existentes nos dois edifícios. Para cada um dos tipos é ainda possível ficar a conhecer a quantidades de unidades instaladas, a potência individual de cada tipo de lâmpada e igualmente a potência total tendo em conta a quantidade de unidades instaladas. Através da determinação da quantidade de lâmpadas, foi possível determinar a representatividade de cada tipo de lâmpada na distribuição da iluminação.

Os tipos de lâmpada instaladas são fluorescentes na maior parte dos edifícios, à excepção da zona dos quartos e da sala de estar do edifício existente, no qual estão instaladas lâmpadas de tungsténio.

Tabela 13 – Tipos de iluminação instalada

Tipo de Iluminação				
Tipo de Lâmpada	Nº Unidades	Potência (kW)	Potência total (kW)	% Potência Total
Downlight encastrável – F1	27	52	1404	11%
Downlight encastrável – F2	51	36	1836	14%
Downlight encastrável – F3	18	36	648	5%
Downlight encastrável – F5	4	18	72	1%
Armadura fluorescente – F6	37	72	2664	20%
Luminária industrial – F7	14	58	812	6%
Luminária industrial - F7.1	6	116	696	5%
Luminária industrial – F8	16	36	576	4%
Calha hospitalar - F11	21	42	882	7%
Armadura de perfil fino – F12	7	35	245	2%
Plafonier - F13	26	36	936	7%
Plafonier - F13.1	9	18	162	1%
Armadura fluorescente - F14	4	56	224	2%
Armadura fluorescente - F15	4	56	224	2%
Lâmpada Tungstênio	8	225	1800	14%

3.1.5. Ocupação

O edifício existente é utilizado como centro de dia, tendo um horário de funcionamento de segunda a sexta, das 9:00 às 13:30 e das 15:00 às 18:00.

No caso do edifício novo, devido à sua utilização como lar de idosos, tem uma ocupação de 7 dias por semana, 24 horas por dia, durante todo o ano.

As características dos utentes promovem que na sua maioria estes realizem uma atividade sedentária (1 met).

A distribuição dos utentes foi feita através de dados recolhidos nas visitas ao local e através de informações presentes no projeto. No caso do centro de dia tem uma ocupação de 50 utentes, sendo que 21 residem no edifício novo, 13 residem no edifício existente e os restantes 16 não apresentam uma ocupação permanente. Foi ainda considerada a presença de 10 funcionários.

A distribuição pelas diferentes divisões dos edifícios está presente no anexo E.

3.1.6. Equipamentos

Para a recolha de dados relativos aos equipamentos existentes nos edifícios foi feito um levantamento no local. Nesse levantamento foram recolhidas as características técnicas dos equipamentos, que posteriormente foram inseridas no software IES.

Os equipamentos encontrados nos edifícios são os identificados nas seguintes fotografias.



Figura 26- Ventoinhas



Figura 27- Frigorífico; Micro-ondas;
Televisão



Figura 28- Máq. Lavar Louça



Figura 29- Forno



Figura 30- Máq. Cortar Batatas



Figura 31- Fogão



Figura 32- Fritadeira



Figura 33- Marmita



Figura 34- Frigoríficos



Figura 35- Arcas Frigoríficas



Figura 36- Máq de Café



Figura 37- Máq. de Secar Lençóis



Figura 38- Máq. de Secar Roupas



Figura 39- Máq. de Lavar Roupas



Figura 40- Máq. de Lavar Roupas

Além destes equipamentos, ainda existe um elevador hidráulico, localizado no edifício novo, que é usado para o transporte de macas e passageiros, conforme a necessidade do serviço.

O consumo do elevador foi determinado recorrendo a documentação técnica, tal como será explicado no subcapítulo 4.3.1.

4. Metodologia da Simulação Dinâmica

4.1. Inputs considerados

O primeiro passo foi a construção do modelo do edifício do qual foi feita a simulação, através do módulo do IES - ModelIT.

As plantas dos edifícios em 2D fornecidas em AutoCAD foram guardadas num ficheiro em formato DXF e importadas para o IES.

No software IES foram marcados os limites de cada divisão e simultaneamente foi definido o seu pé direito, tendo em atenção marcar em primeiro lugar os limites exteriores do edifício e só depois os limites de cada divisão. A marcação dos limites exteriores deve ser pelo limite exterior da parede, enquanto nas paredes interiores deve ser pelo meio da parede. A razão desta ordem, tem a ver com o funcionamento do software, que automaticamente admite que as paredes exteriores ganhem volume só para dentro e as interiores "crescem" metade para cada lado. Da mesma forma foram marcadas as divisões sem necessidades térmicas, mas identificadas como edifícios adjacentes.

Na fase seguinte, foram assinaladas as portas exteriores, envidraçados e palas. Posteriormente, foram inseridas as suas características e a sua correspondência no edifício.

De forma a localizar o edifício no espaço, e dizer qual o perfil de funcionamento, foi descarregado um excel do LNEG - Laboratório Nacional de Energia e Geologia, a partir do qual se gerou um ficheiro climático que foi inserido no software de simulação e marcados os feriados segundo o calendário nacional.

Recorrendo ao software AutoCAD e ao projeto dos edifícios foi ainda indicada a orientação do edifício, presente na figura 42.

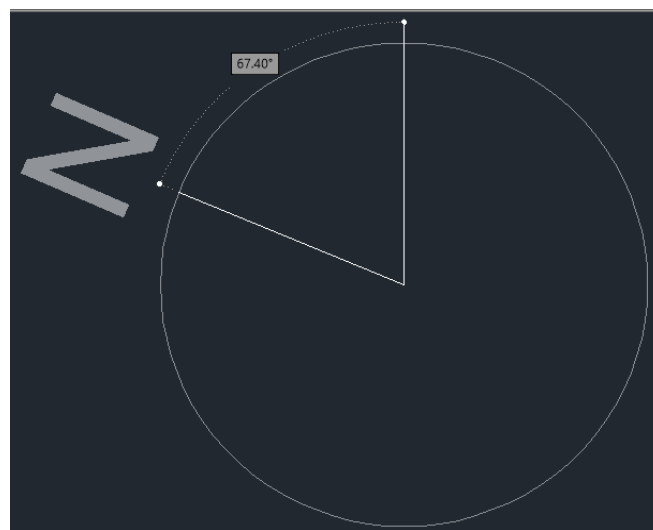


Figura 41- Ângulo de orientação do edifício

Acabada a implementação da estrutura, passou-se à fase de inserir os equipamentos e fontes de cargas térmicas.

4.2. Inputs considerados

4.2.1. Ocupação e equipamentos

O input dos dados, foi feito com recurso ao módulo Apache, a partir do qual e para cada uma das divisões dos edifícios foram inseridas a sua ocupação e as características dos equipamentos.

Relativamente à ocupação, foi inserida unicamente a ocupação permanente, ou seja, nas instalações sanitárias e circulações não se contabilizou ocupação, devido à presença humana ser desprezável e não influenciar significativamente ao nível das cargas térmicas.

Nas tabelas 14 e 15 estão presentes na coluna ocupação os valores considerados na simulação, estando ainda presente a densidade em cada divisão, mas por uma questão meramente informativa, dado que o software IES calcula automaticamente esses valores.

Tabela 14 – Densidade de ocupação – edif. existente

Andar	Nº	Divisão	Área (m2)	Ocupação	Densidade	
					peçoas/m2	m2/pessoa
RC						
	1	Átrio	18.2			
	2	Corredor	54,5			
	3	I.S. Publico Feminino	4.9			
	4	I.S. Publico Masculino	4.9			
	5	Sala de Reuniões	10,4	3	0,29	3,47
	6	Direção	10,3	4	0,39	2,58
	7	Antecâmara I.S. Utentes	8.6			
	8	I.S. Utentes Deficientes	5.5			
	9	I.S. Publico Masculino	11.3			
	10	I.S. Publico Feminino	11			
	11	Refeitório	234	93	0,40	2,52
	12	Antecâmara I.S. Funcionários Masculino	2.6			
	13	I.S. funcionários masculino	4.3			
	14	Vestiário Funcionários Masculino	4.1			
	15	Sala De Pessoal	17.8			

Andar	Nº	Divisão	Área (m2)	Ocupação	Densidade	
					peças/m2	m2/pessoa
	16	Arrecadação / Material de Limpeza	1.3			
	17	Antecâmara I.S. Funcionários Femininos	1.9			
	18	I.S. Funcionários Feminino	7.2			
	19	Vestiário Funcionários Feminino	17			
	21	Cozinha	68,9	2	0,03	34,45
	22	Refrigeração	5,4			
	23	Despensa De Dia	6			
	24	Lixos	2			
	25	Vasilhame	2			
	26	Sala de Estar	70,3	28	0,40	2,51
	27	Sala de Convívio	118,4	47	0,40	2,52
	31	Gabinete Médico	16	1	0,06	16,00
	32	I.S. Gabinete Médico	3,8			
	33	Enfermaria	12,5	1	0,08	12,50
		WC 1	20			
		WC 2	20			
		Quartos 1,2,3	25	3	0,12	8,33
		Quartos 4	16	1	0,06	16,00
		Quarto 5, 6	20	1	0,05	20,00
		Quartos 7	15	1	0,07	15,00
		Sala Convívio	28	5	0,18	5,60

Tabela 15 – Densidade de ocupação – edif. novo

Andar	Nº	Divisão	Área (m2)	Ocupação	Densidade	
					personas/m2	m2/pessoa
Cave						
	29	Arrecadação - Material Técnico	13,6			
	30	Lavandaria	37,6	4	0,11	9,40
	31	Sala de Atividades	64,2	15	0,23	4,28
	32	I.S.	7,9			
	33	I.S.	7,9			
	34	I.S. Deficientes	5,8			
	35	Corredor	12,2			
	36	Corredor	23,3			
	37	Corredor	7,6			
		Sala da Caldeira	11,7			
R/C, 1º e 2º andar						
		Quartos Duplos	25,5	2	0,08	12,75
		Quartos Simples	25,5	1	0,04	25,50
	5	Sala de Estar	15	7	0,47	2,14
	6	I. de Banho Assistido	13,4			
	7	Rouparia	4,7			
	8	Corredor	35,5			
	9	Corredor	7,84			
	10	Átrio - clarabóia	27,4			
		Escada	16,2			

No caso dos diversos equipamentos instalados, tal como referido anteriormente, foram recolhidas as suas características durante as visitas às instalações.

As características que não puderam ser recolhidas foram admitidas com os valores presentes no capítulo 18 do ASHRAE 2009.

Os dados inseridos para cada equipamento, foram tanto a potência máxima de consumo (tabela 16 e 17) que iria afetar o consumo eléctrico, como os ganhos máximos sensíveis que afetam os ganhos internos. Para além disso, para cada um dos equipamentos foi ainda indicado qual o combustível utilizado, sendo que à excepção do fogão, da fritadeira basculante e da marmita que utilizavam gás natural, os equipamentos restantes eram alimentados a electricidade.

Tabela 16 – Distribuição e Consumo dos equipamentos – edif. existente

Divisão	Equipamento	Potência (W)	Potência Total (W)
Átrio	1 Impressora	500	500
Sala de Reuniões	2 Computadores	278	778
	1 Impressora	500	
Refeitório	4*Ventoinhas	360	3235
	1 Frigorífico	200	
	1 Micro-ondas	600	
	1 Chaleira	2000	
	1 Televisão	75	

Divisão	Equipamento	Potência (W)	Potência Total (W)
Cozinha	Máquina de Lavar Louça	10120	89622
	Forno	11000	
	Máquina de Cortar Batatas	750	
	Fogão	42495	
	Fritadeira Basculante	15000	
	Marmita de 150L	10257	
Refrigeração	2 Frigoríficos	704	1060
	2 Arcas Frigoríficas	356	
Sala de Estar	Televisão	75	4575
	3 Máquinas de Café	4500	
Sala de Convívio	Televisão	75	75
Gabinete Médico	1 Computador	139	339
	Equipamentos Médicos	50	
	Máquinas de Cuidados Médicos	150	

Tabela 17 – Distribuição e Consumo dos equipamentos – edif. novo

Divisão	Equipamento	Potência (W)	Potência Total (W)
Lavandaria	1 Máquina de secar lençóis	4780	47320
	1 Máquina de secar roupa	12540	
	2 Máquina de lavar a roupa	1*18000 1*12000	
Quartos	Televisões	75	75
Salas de estar	Frigorífico	200	800
	Micro-ondas	600	

Tanto no caso dos equipamentos, como no da ocupação, para além dos dados acima referidos, foram ainda atribuídos a cada equipamento/ocupação um perfil de utilização que estão presentes no anexo G.

Já no anexo E, foi feita uma compilação resumo de todos os ganhos internos existentes nos edifícios, nos quais se incluem a ocupação, os equipamentos e a iluminação.

Dado que o software IES não permite inserir os dados relativos ao elevador, foram calculados os consumos por parte deste, fora do software IES. Devido ao facto dos dados recolhidos no local serem insuficientes para o cálculo do consumo do elevador, foram admitidos valores presentes no documento *Energy Efficient Elevators And Escalators* realizado pela *ISR-University of Coimbra (Portugal)*.

A energia consumida em standby anualmente foi calculada da seguinte forma:

$$E_{standby} = \left(\frac{8760h}{1y} - \frac{c_{atd} \times h \times n_{trip}}{v} \times \frac{1h}{3600h} \right) \times \frac{1kW}{1000W} \times P_{standby}$$

$$E_{standby} = \left(\frac{8760h}{1y} - \frac{0.5 \times 10 \times 10 \times 86000}{0.6} \times \frac{1h}{3600h} \right) \times \frac{1kW}{1000W} \times 113.6$$

$$E_{standby} = 768.99 kWh/ano$$

O consumo anual por parte do elevador foi determinado a partir da fórmula seguinte:

$$E_{lift} = c_{aml} \times \frac{c_{atd} \times E_{cycle} \times 2 \times (1 - c_{bal})}{1000W/kW} \times n_{trip} \times E_{standby}$$

$$E_{lift} = 0.3 \times \frac{0.5 \times 10 \times 107.6 \times 2 \times (1 - 0)}{1000W/kW} \times 86000 \times 768.99$$

$$E_{lift} = 28529.79 kWh/ano$$

Apesar de calculado recorrendo a uma fonte fidedigna, o valor relativo ao consumo final do elevador aparenta ser um pouco elevado.

4.2.2. Iluminação

Outro dos passos realizado foi a inserção da iluminação dos edifícios em cada divisão destes, através do módulo apache. Nas tabelas 18 e 19 estão presentes os valores inseridos nas divisões, sendo que no anexo D está presente uma descrição mais pormenorizada dos tipos de lâmpada instaladas.

Tabela 18 – Caracterização da iluminação – edifício existente

Localização	Quantidade	Tipo de lâmpada	Potência Individual lâmpada (W)	Potência Total (W)
01-àtrio	1	Armadura fluorescente - F14	56	56
02-Corredor	6	Plafonier - F13	2×18	216
02-Corredor	4	Plafonier - F13	2×18	144
03-I.S.	2	Plafonier - F13	2×18	72
04-I.S.	2	Plafonier - F13	2×18	72
05-Sala de Reuniões	3	Armadura fluorescente - F14	56	168
06-Direção	6	Luminária industrial - F8	36	216

Localização	Quantidade	Tipo de lâmpada	Potência Individual lâmpada (W)	Potência Total (W)
07-Antecâmara I.S.	1	Luminária industrial - F8	36	36
08-I.S.	1	Plafonier - F13	2×18	36
09-I.S.	1	Luminária industrial - F8	36	36
10-I.S.	2	Luminária industrial - F8	36	72
11-Refeitório	14	Armadura fluorescente - F6	2×36	1008
11-Refeitório	7	Plafonier - F13.1	1*18	126
15-Sala De Pessoal	2	Armadura fluorescente - F6	2×36	144
16-Arrecadação / Material de Limpeza	1	Plafonier - F13.1	1*18	18
17-Antecâmara I.S. Funcionários Femininos	1	Plafonier - F13.1	1*18	18
18-I.S.	1	Luminária industrial - F8	36	36
19-Vestiário	1	Luminária industrial - F8	36	36
21-Cozinha	4	Luminária industrial - F7	58	232
21-Cozinha	6	Luminária industrial - F7.1	2×58	696
22-Refrigeração	1	Luminária industrial - F8	36	36
23-Despensa De Dia	1	Luminária industrial - F8	36	36
26-Sala de Estar	10	Plafonier - F13	2×18	360
27-Sala de Convívio	6	Armadura fluorescente - F6	2×36	432
31-Gabinete Médico	2	Armadura fluorescente - F15	2×28	112
32-I.S. Gabinete Médico	1	Plafonier - F13	2×18	36
33-Enfermaria	2	Armadura fluorescente - F15	2×28	112
Quartos e Sala Convívio	8	Lâmpada de Tungstênio	3*75	1800
WC 1 e WC 2	2	Luminária industrial - F7	2*58	232

Tabela 19 – Caracterização da iluminação – edifício novo

Localização	Quantidade	Tipo de lâmpada	Potência Individual lâmpada (W)	Potência Total (W)
Passagem entre edifícios	7	Downlight encastrável – F1	2*26	364
29-Arrecadação	2	Luminária industrial - F8	36	72
30-Lavandaria	5	Luminária industrial – F7	1*58	290
31-Sala de Atividades	8	Armadura fluorescente – F6	2*36	576
32-I.S.	2 CADA	Downlight encastrável – F3 E F5	F3-2*18 F5-1*18	108
33-I.S.	2 CADA	Downlight encastrável – F3 E F5	F3-2*18 F5-1*18	108
34-I.S. Deficientes	2	Downlight encastrável – F3	2*18	72
35-Corredor	4	Downlight encastrável – F2	2*18	144
36-Corredor	6	Downlight encastrável – F2	2*18	216
37-Corredor	2	Downlight encastrável – F1	2*26	104
Escadas (cada)	2	Armadura de perfil fino – F12	1*35	70
Quartos duplos	1	Downlight encastrável – F2	F2 - 2*18 F11 – 14+28	120
Quartos simples	1	Downlight encastrável – F2	F2 - 2*18 F11 – 14+28	78
Instalação sanitária	1	Downlight encastrável – F1	2*26	52
Sala de estar	2	Armadura fluorescente – F6	2*36	144
Instalação banho assistido	4	Downlight encastrável – F3	2*18	144
Rouparia	1	Armadura fluorescente – F6	2*36	72
Corredor GR	9	Downlight encastrável – F2	2*18	324
Corredor PEQ	2	Downlight encastrável – F1	2*26	104

4.2.3. Equipamentos de Climatização

Para o input destes sistemas recorreu-se ao módulo apacheHVAC do software IES.

Tal como referido no capítulo 3, a climatização do edifício existente foi feita com recurso a piso radiante. De forma a inserir no IES o mesmo, e dado que não foi possível inseri-lo diretamente, a solução encontrada foi utilizar radiadores na horizontal.

O piso radiante estava associado à caldeira do edifício existente.

Devido à distribuição do piso estar de acordo com a figura 42, foram criados diferentes radiadores que representavam as diferentes zonas.

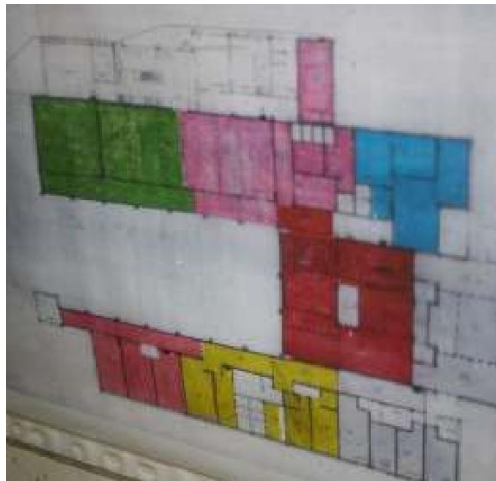


Figura 42- Distribuição das zonas de Piso Radiante

Em cada uma das zonas, foram fornecidos os valores pedidos presentes na figura 43 e presentes no anexo H.

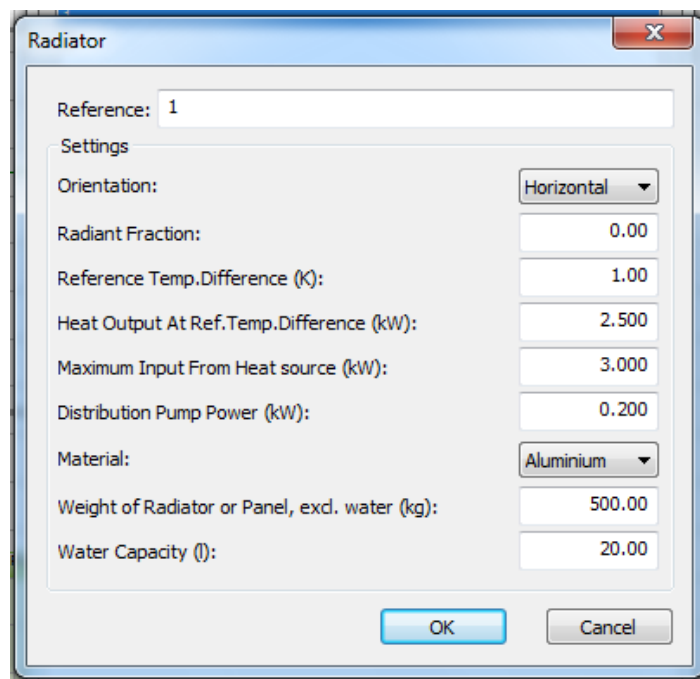


Figura 43- Dados do piso radiante

Para além disso, relativamente aos perfis de funcionamento do piso radiante, este funciona durante os meses de janeiro, fevereiro e dezembro. No caso dos quartos funciona das 19h às 7h e nas restantes divisões das 7 às 19h. Em ambos os perfis, foram admitidos set-points de 20° e 25° consoante a altura do ano.

Relativamente, ao ar condicionado existente na sala de reuniões, foram obtidas as suas características através do fabricante, sendo que de uma maneira superficial foram inseridos os dados da tabela 20.

Tabela 20 - Informações Ar-Condicionado

Quantidade	Parrefecimento (kW)	Paquecimento (kW)	Potência Ventilador (kW)	E.E.R.	C.O.P.
1	2,785	2,872	0,011	3,21	3,42

A criação do sistema de climatização do edifício novo - Chiller-Bomba de calor, foi feita em secções diferentes. Os Chillers na zona dos sistemas de refrigeração e as bombas de calor no de aquecimento.

Cada um dos equipamentos tem 30 kW de potência de arrefecimento e 34,6 kW de potência de aquecimento.

Relativamente aos horários de funcionamento, ambos os sistemas funcionam das 6h às 12h e depois das 18h às 24h, sendo que de abril a setembro funciona o chiller e nos restantes meses funciona a bomba de calor, com set-points de 20° e 25°.

Posteriormente cada sistema foi ligado às unidades para as quais servia de alimentação, tais como a UTA e os ventiloconvetores.

A climatização das divisões do edifício novo, foi feita com recurso a ventiloconvetores, os quais têm as seguintes características presentes na tabela 21 e que foram inseridas no software.

Tabela 21 – Especificação dos ventiloconvetores

Ventiloconvector	Localização	Quantidade total	Modelo	Tipo	Potência Aquecimento (kW)	Potência Arrefecimento (kW)
VC1	Quartos	12	42NFS30F	Conduta	5,29	3,70
VC2	Sala de estar	3	42NMS26	Carroçado	4,38	3,60
VC3	Sala de Atividades	2	42NMS26	Carroçado	4,38	3,60

4.2.4. Ventilação

No caso do edifício existente, tal como referido anteriormente só existe extração em algumas zonas. Essas mesmas zonas estão indicadas com os respetivos caudais, na tabela 22.

Relativamente à ventilação no edifício novo, esta foi feita com recurso a uma UTAN com recuperação de calor, cujos dados estão presentes na tabela 23. No total a insuflação apresentava um caudal de 9350 m³/h e relativamente à extração um caudal de 3570 m³/h.

Uma tabela mais completa está presente no anexo C.

Tabela 22 - Extração de ar – edifício existente

Andar	Nº	Divisão	Caudal extração (m3/h)
RC			
	1	Átrio	
	2	Corredor	
	3	I.S. Publico Feminino	16
	4	I.S. Publico Masculino	16
	5	Sala de Reuniões	
	6	Direção	
	7	Antecâmara I.S. Utentes	
	8	I.S. Utentes Deficientes	16
	9	I.S. Publico Masculino	34
	10	I.S. Publico Feminino	31
	11	Refeitório	
	12	Antecâmara I.S. Funcionários Masculino	
	13	I.S. funcionários masculino	13
	14	Vestiário Funcionários Masculino	
	15	Sala De Pessoal	
	16	Arrecadação / Material de Limpeza	
	17	Antecâmara I.S. Funcionários Femininos	
	18	I.S. Funcionários Feminino	
	19	Vestiário Funcionários Feminino	
	21	Cozinha	6065

Andar	Nº	Divisão	Caudal extração (m3/h)
	22	Refrigeração	
	23	Despensa De Dia	
	24	Lixos	
	25	Vasilhame	
	26	Sala de Estar	
	27	Sala de Convívio	
	31	Gabinete Médico	
	32	I.S. Gabinete Médico	
	33	Enfermaria	
		WC 1	125
		WC 2	125
		Quartos 1,2,3	
		Quartos 4	125
		Quarto 5	125
		Quarto 6	
		Quartos 7	
		Sala Convívio	

Tabela 23 – Insuflação e Extração de ar – edifício novo

Piso	Divisão	Insuflação (m3/h)	Extração (m3/h)
Cave			
	Arrecadação		250
	Lavandaria		750
	Sala de Atividades	860	750
	I.S.		180
	I.S.		120
	I.S. Deficientes		80
	Corredor	450	
	Corredor	185	
R/C; 1º andar; 2 andar			
	Quarto	100	
	Instalação sanitária		90
	Sala de estar	250	200
	Instalação banho assistido		90
	Rouparia		100
	Corredor	675	
	Corredor	185	

No edifício novo, pode-se concluir que nos corredores foi apenas feita insuflação ficando estes em sobrepressão, no caso das zonas técnicas e instalações sanitárias e de banho assistido sofrem extração ficando em depressão. Nos quartos e zonas comuns como salas de estar e de atividades ocorre tanto extração como insuflação, estando também em sobrepressão.

4.2.5. Equipamentos de Produção e Armazenamento de AQS

A caldeira do edifício existente foi inserida no programa na zona dos sistemas de aquecimento, tal como as bombas de calor.

Para a sua implementação, os principais dados a inserir foram a potência (79,5 kW) e temperatura de funcionamento (80°C). Apesar da eficiência desta ser de 86%, e tendo em conta que esta foi instalada na altura da inauguração do edifício (1997), a sua eficiência sofreu uma deterioração. De acordo com Despacho (extrato) n.º 15793-E/2013, ponto 4, no caso de não se saber com exatidão a eficiência da caldeira, multiplica-se uma eficiência de 75% por um fator de 0,95 por esta ter sido instalada posteriormente a 1995. Através deste método estimou-se que a eficiência da caldeira, seja de aproximadamente de 68%.

Para além disso ainda foi associada a bomba circuladora UPS 32-120 através da qual o circuito primário tem uma relação potência-caudal de 126W/(l/s) .

Esta mesma caldeira, tal como referido no capítulo anterior serve de alimentação à AQS e ao piso radiante.

Relativamente ao edifício novo, a produção de AQS é feita recorrendo a um sistema solar composto por 12 painéis solares (tabela 24). Devido ao facto que o software em uso não permite a simulação de painéis solares, sem ser no pré-aquecimento da caldeira, os dados relativos à produção de AQS recorrendo a este sistema foram simulados no software solterm, tal como o apoio necessário a dar por parte da caldeira de apoio.

Tabela 24 - Dados Painéis Solares

Modelo	Área (m ²)	a1 (W/m ² /K)	a2 (W/m ² /K)	Rendimento óptico (%)
KAIROS CF 2.0	1,75	3,425	0,008	95

Após a criação dos sistemas de produção de AQS, foi efectuada a atribuição dos consumos realizados em cada divisão existente.

Devido ao desconhecimento dos consumos reais praticados nos dois edifícios, foram admitidos valores tendo em conta que o edifício novo tem uma utilização de lar e o edifício existente como centro de dia.

No caso do lar foram admitidos valores de 50L/dia por ocupante (Carvalho), enquanto para o centro de dia considerou-se um consumo de 30L/dia (LABSOLAR/NCTS). No caso da cozinha, esta representa 50% do consumo geral.

Os valores finais relativos aos consumos por divisão estão presentes no anexo F.

4.3. Outputs esperados

Após a criação do modelo e introdução de todas as variáveis inerentes à simulação dinâmica do edifício foram utilizados os módulos SunCast e MacroFlo. O SunCast permite determinar ganhos solares sobre o edifício ao longo do ano, possibilitando assim determinar o impacto nas necessidades energéticas para aquecimento e arrefecimento. No caso do MacroFlo, este permite simular infiltrações e a ventilação natural do edifício.

Após a realização dos módulos anteriores, foi realizada a simulação no módulo ApacheSim com a duração de 1 ano, no qual o IES trata os dados inseridos, sendo os outputs gerados apresentados no módulo Vista.

Depois da realização dos cálculos é devolvido um vasto conjunto de dados, sendo fundamental filtrar apenas os necessários, filtragem essa que foi feita através do módulo Vista.

Os outputs pretendidos são os consumos energéticos que permitam determinar mensalmente os consumos de electricidade e de gás natural.

De forma a determinar os consumos relativos ao aquecimento ambiente, os parâmetros gerados são: o ApHVAC HR & spray pumps energy que representa os consumos por parte do recuperador de calor da UTAN; ApHVAC generic HPs heating energy relativo às bombas de calor; Caldeira - Aquecimento ambiente referente à caldeira do edifício existente. No caso deste último, o valor fornecido tem de ser tratado, ou seja, nos valores fornecidos estão incluídos os consumos com o piso radiante e com a AQS. Outro parâmetro gerado pelo software IES são os consumos exclusivos de AQS - Caldeira - AQS, permitindo assim fazer a separação dos consumos relativos à caldeira do edifício existente.

No caso do arrefecimento existe apenas um único parâmetro, o ApHVAC chillers energy, uma vez que os únicos equipamentos que faziam arrefecimento eram os chillers.

As Bombas de Recirculação têm um parâmetro próprio, o ApHVAC distr pumps energy, tal como os ventiladores, para os quais os seus consumos foram apresentados no ApHVAC distr fans energy.

Os consumos por parte dos equipamentos eléctricos foram mostrados no parâmetro Equip electricity e os equipamentos a gás natural no parâmetro Equip Natural gás.

No edifício novo, está instalado um sistema solar térmico, que tem como sistema de apoio uma caldeira. Os consumos por parte dessa caldeira, quando necessário o seu funcionamento, foram apresentados no "Apoio da Caldeira - solar".

A iluminação instalada era unicamente interior e os seus consumos estão presentes no parâmetro "Iluminação".

Os consumos relativos ao ar condicionado estão presentes no "Ar-Condicionado".

Fora do software IES têm de ser feitos os cálculos relativos aos consumos por parte dos elevadores e das bombas de pressurização.

Por fim, todos os parâmetros de saída pretendidos foram transferidos para uma folha de cálculo e procedeu-se ao seu tratamento para posterior análise.

Os consumos totais anuais relativos à electricidade e ao gás natural foram calculados respetivamente pelas equações seguintes.

$$\begin{aligned} C_{T_{electricidade}} = & C_{bomba\ recuperador\ UTAN} + C_{Bombas\ de\ Calor} + C_{Chillers} \\ & + C_{Bombas\ de\ Recirculação} + C_{Ventiladores} + C_{Equipamentos\ Eléctricos} + C_{Iluminação} \\ & + C_{Ar\ Condicionado} + C_{Elevadores} + C_{Bombas\ de\ Pressurização} \end{aligned}$$

$$C_{T_{Gás\ Natural}} = C_{Caldeira} + C_{DHW\ Caldeira} + C_{Equipamentos\ Gás\ Natural} + C_{Apoio\ Caldeira-Solar}$$

5. Análise de Resultados

Assim, com os cálculos efetuados no módulo Apache e acrescentando o consumo associado às bombas de pressurização e do elevador, estimou-se que o edifício de serviços teve um consumo anual de energia elétrica de 113,81 MWh e de 195,58 MWh de gás natural.

Todos os dados foram apresentados pelo IES sob a forma de gráficos ou tabelas, sendo este último o formato escolhido e presente na tabela 25, sendo fornecidos pelo módulo ApacheSim.

Na última linha foi possível observar a representatividade dos consumos de acordo com as duas fontes de energia - eletricidade e gás natural.

Tabela 25 - Output Software

	Aquecimento			Arrefecimento	Bombas	Ventiladores	Equipamentos	AQS	Gás		Iluminação	Ar Condicionado
Meses	Recuperador de Calor - UTA (MWh)	Bombas de Calor (MWh)	Caldeira - Aquecimento ambiente (MWh)	Chillers (MWh)	Bombas de Recirculação (MWh)	Ventiladores (MWh)	Equipamentos Eléctricos electricity (MWh)	Caldeira - AQS	Equip Natural gás	Apoio da Caldeira - solar (MWh)	Iluminação	Ar- Condicionado
janeiro	0,01	0,09	22,52	0,00	2,94	1,72	3,07	7,76	2,10	0,35	1,19	0,00
fevereiro	0,01	0,04	16,47	0,00	2,11	1,56	2,78	7,28	1,90	0,21	1,07	0,00
março	0,01	0,01	0,00	0,00	0,01	1,72	2,87	8,47	2,10	0,06	1,17	0,00
abril	0,00	0,00	0,00	0,06	0,02	1,67	2,84	8,35	2,03	0,00	1,21	0,00
maio	0,00	0,00	0,00	0,14	0,03	1,72	2,97	8,71	2,10	0,01	1,25	0,00
junho	0,00	0,00	0,00	0,17	0,04	1,52	2,84	8,35	2,03	0,00	1,04	0,00
julho	0,00	0,00	0,00	0,30	0,05	1,57	3,18	9,19	2,10	0,00	1,09	0,01
agosto	0,00	0,00	0,00	0,31	0,05	1,57	2,81	8,47	2,10	0,00	1,03	0,00

Meses	Aquecimento			Arrefecimento	Bombas	Ventiladores	Equipamentos	AQS	Gás	Iluminação	Ar Condicionado	
	Recuperador de Calor - UTA (MWh)	Bombas de Calor (MWh)	Caldeira - Aquecimento ambiente (MWh)									Chillers (MWh)
setembro	0,00	0,00	0,00	0,25	0,05	1,52	3,05	8,83	2,03	0,00	1,05	0,00
outubro	0,01	0,00	0,00	0,00	0,01	1,72	3,16	9,19	2,10	0,01	1,19	0,00
novembro	0,01	0,00	0,00	0,00	0,01	1,67	2,84	8,35	2,03	0,18	1,14	0,00
dezembro	0,01	0,04	21,24	0,00	2,81	1,72	2,97	7,60	2,10	0,35	1,18	0,00
TOTAL	<u>0,06</u>	<u>0,18</u>	<u>60,24</u>	<u>1,23</u>	<u>8,15</u>	<u>19,69</u>	<u>35,37</u>	<u>100,56</u>	<u>24,73</u>	<u>1,18</u>	<u>13,62</u>	<u>0,01</u>
	0,06%	0,16%	32,26%	1,14%	7,51%	18,15%	32,61%	53,86%	13,25%	0,63%	12,56%	0,01%

Tal como referido no capítulo anterior, houve necessidade de realizar cálculos fora da simulação, uma vez que esta não determina os respetivos consumos, sendo exemplo disso os elevadores e as bombas de pressurização. Os valores relativos aos consumos anuais obtidos através dos cálculos estão presentes na tabela 26.

Para o cálculo do consumo anual por parte das bombas, foi estimado um valor através da multiplicação da sua quantidade (4), pela sua potência (1,1 kW), considerando uma utilização de 1h por dia durante 365 dias/ano.

Tabela 26 - Resultados Elevadores e Bombas de Pressurização

Elevadores (MWh)	Bombas de Pressurização (MWh)
28,53	1,61

Outro dado importante, foi a determinação da energia obtida a partir das energias renováveis, neste caso energia solar, que tal como referido anteriormente foi obtida com recurso ao solterm estando presente na tabela 27. Além disso, o solterm ainda permitiu determinar qual a energia necessária a ser produzida por parte da caldeira, valor esse que está presente na tabela 20, identificada como "Apoio da Caldeira-solar".

Tabela 27 - Energia fornecida pelo solar

MESES	Fornecido pelo Solar (MWh)
janeiro	0,907
fevereiro	0,918
março	1,156
abril	1,147
maio	1,132
junho	1,058
julho	1,06
agosto	1,063
setembro	1,049
outubro	1,126
novembro	0,993
dezembro	0,906
TOTAL	12,515

Com a finalidade de se perceber as características do consumo de energia do edifício de serviços, foi feita uma dissociação dos consumos anuais de electricidade - figura 44 e de gás natural - figura 45.

Através da sua observação foi possível ainda fazer uma análise relativamente a futuras melhorias.

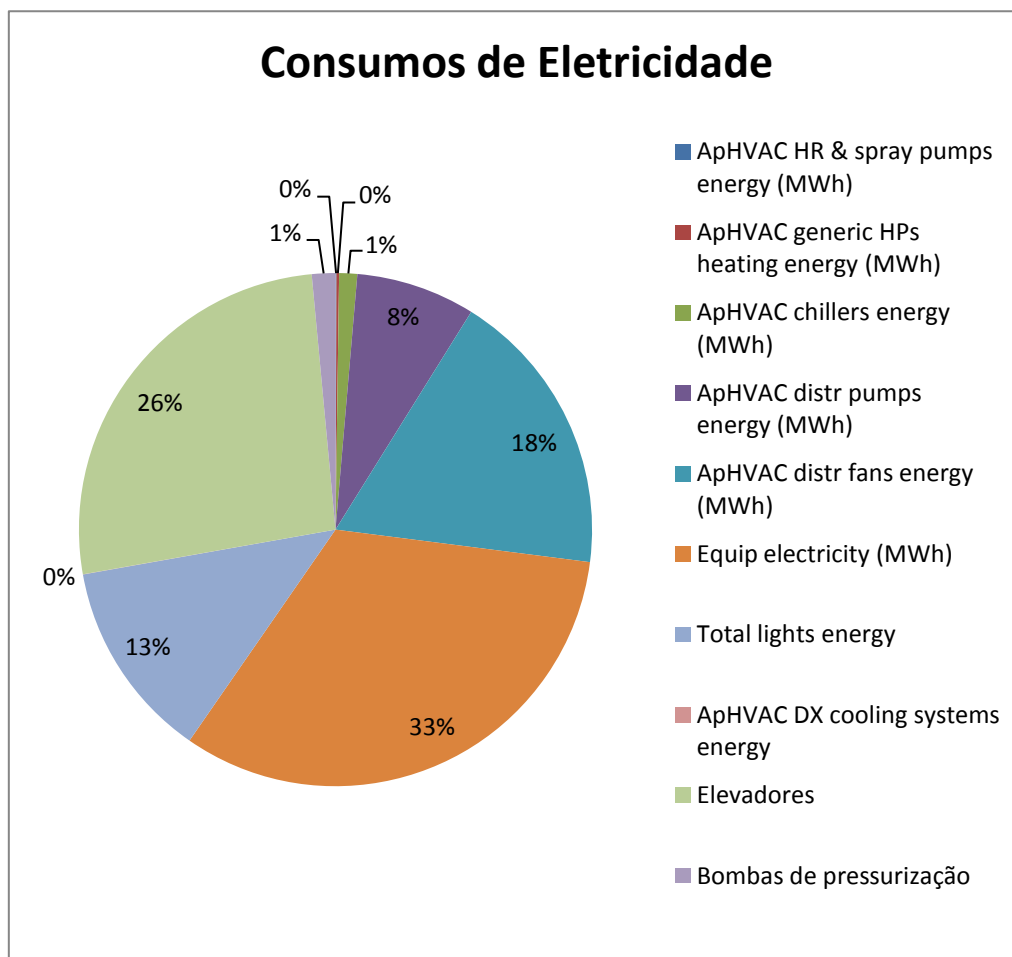


Figura 44- Gráfico de consumo de electricidade

Devido à grande variedade e quantidade de equipamentos elétricos e devido ao facto de estarem ligados várias horas seguidas, estes representam 33% da fatura. Apesar desta representatividade na faturação, na fase das melhorias não se ponderou a sua substituição devido aos equipamentos instalados apresentarem uma qualidade satisfatória e os consumos individuais não serem exagerados.

No caso do elevador, responsável por 26% do total do consumo, justifica-se o seu elevado consumo devido às suas características, não sendo também razoável a sua substituição.

Tendo em conta a sua representatividade e a facilidade de substituição, as melhorias incidiram na procura de alternativas à iluminação e bomba de circulação instalada, que no seu conjunto têm um consumo de 21%.

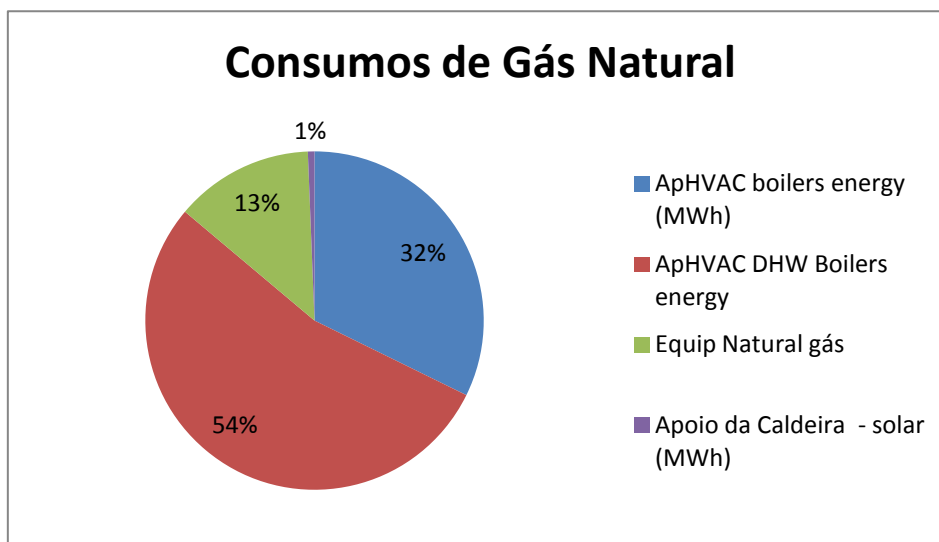


Figura 45- Gráfico de consumo de gás natural

Relativamente aos resultados obtidos respeitantes aos consumos de gás natural, o software IES permite a separação dos consumos por parte da caldeira, em consumos referentes ao aquecimento e em AQS. Através do gráfico foi possível constatar que uma melhoria viável seria a sua substituição, dado que esta representa 86 % do consumo, sendo 32% referente a aquecimento e os restantes 54% ao aquecimento da AQS.

Para um enquadramento geral inicial dos consumos energéticos do edifício em estudo foi feito um levantamento das faturas de gás e de electricidade, do último ano - 2013. Para um edifício desta dimensão a fatura energética é muito elevada e tem um grande peso a nível económico. Há por isso uma enorme necessidade de controlar os gastos energéticos e aumentar o rendimento da energia utilizada.

Para isso, e uma vez feita a simulação dinâmica, realizou-se uma comparação com os valores presentes nas faturas de electricidade e gás natural facultadas pela direção do lar.

Tabela 28 - Comparação de consumos de electricidade entre faturas e simulação

Meses	Consumos de Electricidade	
	Faturas (MWh)	Simulação (MWh)
janeiro	8,7945	9,0206
fevereiro	8,7945	7,5664
março	4,346	5,7939
abril	8,628	5,7976
maio	7,395	6,1200
junho	5,859	5,6161
julho	8,707	6,2017
agosto	9,408	5,7727
setembro	7,929	5,9211
outubro	8,098	6,1050
novembro	11,277	5,6722
dezembro	17,392	8,7280
TOTAL	<u>106,628</u>	<u>108,4511</u>

Na tabela 28 e figura 46, apresentam-se os resultados relativos à utilização de energia eléctrica bem como os respetivos desvios em relação à simulação efetuada.

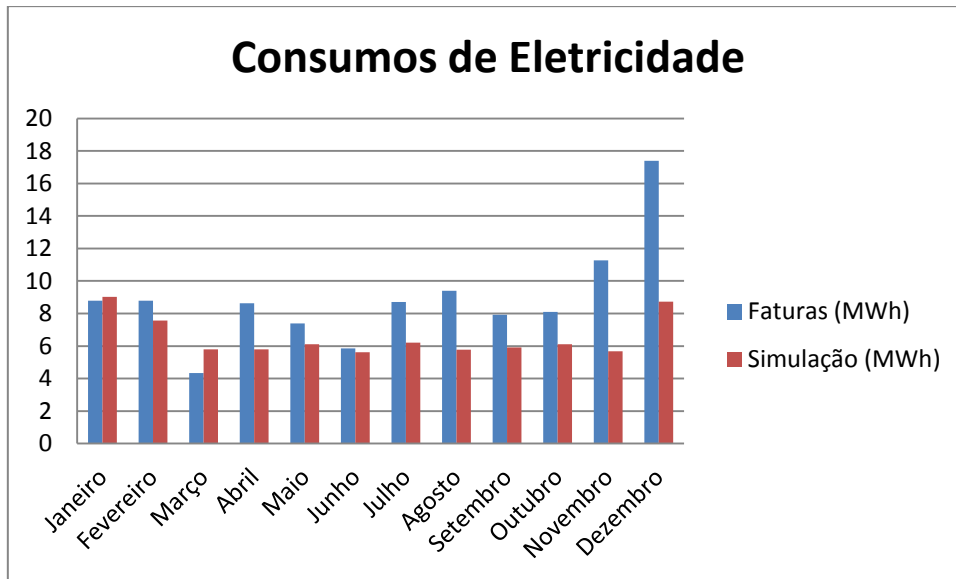


Figura 46- Comparação de consumos de electricidade entre faturas e simulação

O desvio anual encontra-se na ordem dos 1,7%, sendo que os meses que mais influenciam este valor são os meses de novembro e dezembro. Este desvio no final do ano pode dever-se a acertos realizados pela empresa fornecedora de electricidade.

Na tabela 29 e figura 47 , apresenta-se os resultados relativos à utilização de energia de gás natural referente ao aquecimento, às águas quentes sanitárias e aos equipamentos.

Tabela 29 - Comparação de consumos de gás natural entre faturas e simulação

Meses	Consumos de Gás Natural	
	Faturas (MWh)	Simulação (MWh)
janeiro	6,374	40,5367
fevereiro	21,435	35,7346
março	19,608	8,7783
abril	13,485	8,5607
maio	16,258	8,9166
junho	15,525	8,5567
julho	12,668	9,2812
agosto	14,925	8,7162
setembro	10,299	8,9333
outubro	11,243	9,2902
novembro	12,823	8,7367
dezembro	14,987	39,5391
TOTAL	169,63	195,5803

Analisando o gráfico verifica-se que a utilização de energia mensal faturada e simulada é aproximada, sendo que os meses de janeiro, fevereiro e dezembro são os que apresentam maiores desvios.

De março a novembro os valores faturados são superiores aos valores simulados apresentando um desvio de aproximadamente 24%, no entanto, verifica-se que nos meses de janeiro, fevereiro e dezembro, meses esses nos quais se calculou o consumo de piso radiante, os valores simulados são manifestamente superiores aos faturados, apresentando um desvio muito superior. Esta constatação, leva a crer que os dados relativos aos perfis de utilização do

pisos radiantes praticados no edifício possam estar desenquadrados com os perfis praticados na realidade do centro de dia.

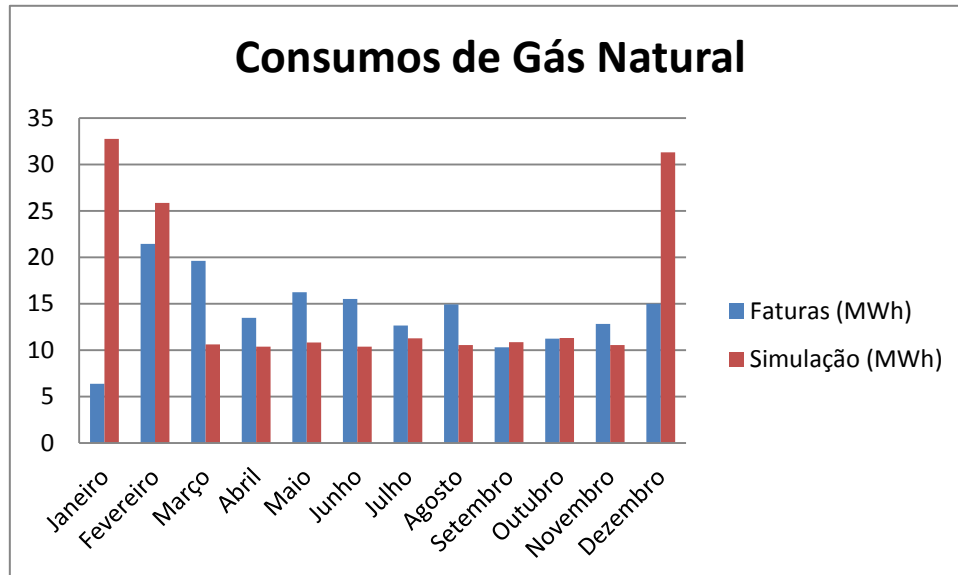


Figura 47- Comparação de consumos de gás natural entre faturas e simulação

Apesar de haver meses, em que os valores obtidos na simulação relativos aos consumos de electricidade e de gás natural não estejam muito próximos das faturas, no geral e através do consumo anual, o consumo de gás natural apresenta um desvio de 10% e o da electricidade regista um desvio de 1,7%, pode-se concluir que a simulação se apresenta como um método válido, tendo como ponto de comparação a anterior legislação (RCCTE e RCESE) que dava um teto máximo de desvio de 10%.

Considerando que as faturas disponíveis eram relativas a um ano de faturação, seria ainda desejável que e para obter uma comparação mais assertiva, fosse considerada a faturação de mais anos de consumo, devido ao facto das condições climáticas variarem de ano para ano.

6. Medidas de Melhoria de Eficiência Energética

O estudo de medidas de melhoria é um dos objetivos da presente dissertação, como tal, o edifício foi objecto de um estudo de possíveis medidas de melhoria com a finalidade de identificar oportunidades de optimização do seu desempenho energético.

De referir que ambos os edifícios já apresentavam medidas passivas durante os meses de Verão, tais como a promoção da renovação natural do ar.

Para o cálculo do período de retorno simples foram considerados os custos de 0,0974 €/kWh para a energia eléctrica e de 0,0337€/kWh para a energia a partir de gás natural. Estes valores foram obtidos com recurso às respetivas faturas de gás natural e de electricidade fornecidas pela direção da instituição.

Todas as medidas estudadas são apresentadas de seguida numa versão resumida, e no anexo U são apresentados os resultados obtidos no IES.

1. Substituição da Caldeira

No que toca à substituição da caldeira do edifício existente, uma vez que esta é a mais antiga e tal como visto anteriormente, ser uma melhoria a ter em conta, considerou-se a sua substituição por três caldeiras alternativas.

A primeira alternativa, foi uma caldeira da marca Baxiroca com uma potência de 90kW e um rendimento de 92%. O impacto desta está presente na tabela 30. Tendo em conta o seu custo de cerca de 3000€, o investimento ficaria pago ao fim de 1 ano e 8 meses.

Tabela 30 - Caldeira Baxiroca

Caldeira Baxiroca - G 1000-6			
	Caldeira - Aquecimento ambiente (MWh)	Bombas de Recirculação (MWh)	Caldeira - AQS
Consumo Anual	<u>43,15</u>	<u>8,18</u>	<u>63,45</u>
Variação (%)	-28,36%	0,46%	-36,90%
Variação (MWh)	17,08	-0,04	37,11
Poupança Anual (€)	1817,53		
PayBack (anos)	1,67		

Relativamente, a equipamentos da marca Relopa foram simuladas duas caldeiras.

Num primeiro momento, substituiu-se por uma caldeira com 90 kW de potência e um rendimento de 87,4%.

Numa segunda fase substituiu-se por uma outra caldeira com uma potência de 78,7kW e um rendimento de 87,2%., substituição esta que se mostrou mais económica e melhor solução que a anterior.

Os resultados relativos a esta última alternativa estão presentes na tabela 31, na qual se pode observar que esta opção leva a uma poupança de 1653,38 €/ano, com o acréscimo de um investimento de 2463€, o que perfaz um retorno do investimento inferior a 1 ano e meio.

Tabela 31 - Caldeira Relopa

Caldeira Relopa - RMG 80 Mk.II-GN			
	Caldeira - Aquecimento ambiente (MWh)	Bombas de Recirculação (MWh)	Caldeira - AQS
Consumo Anual	<u>44,98</u>	<u>8,18</u>	<u>66,51</u>
Variação (%)	-25,32%	0,38%	-33,86%
Variação (MWh)	15,25	-0,03	34,05
Poupança Anual (€)	1653,38		
PayBack (anos)	1,49		

Após as simulações e análise dos resultados obtidos, pode-se concluir que a melhor alternativa é a caldeira com uma potência de 78,7 kW.

Devido à idade e consequente eficiência da caldeira instalada, e tendo em conta o payback da caldeira recomendada, pode-se considerar, esta uma medida de melhoria prioritária.

2. Aumento de isolamento na cobertura do edifício existente

Sendo o edifício existente, um edifício já com alguns anos, considerou-se colocar isolamento na cobertura, de modo a reduzir as perdas térmicas.

Após observar o impacto de várias alternativas de espessura do XPS a colocar, a alternativa mais rentável, numa relação preço/poupança mensal, foi a colocação de 5cm, estando o seu impacto presente na tabela 32.

Tabela 32 - Colocação de 5 cm de XPS

Colocação de 5 cm de XPS				
	Caldeira - Aquecimento ambiente (MWh)	Bombas de Recirculação (MWh)	Caldeira - AQS	Ar-Condicionado
Consumo Anual	<u>37,66</u>	<u>5,28</u>	<u>85,61</u>	<u>0,008</u>
Variação (%)	-37,48%	-35,22%	-14,86%	-46,09%
Variação (MWh)	22,58	2,87	14,94	0,006
Poupança Anual (€)	1544,68€			
PayBack (anos)	13,84			

Apesar desta medida provocar poupanças significativas, levando a uma poupança anual de 1544€, o tempo de retorno ficaria por cerca de 13 anos e 10 meses. Esta situação justifica-se devido ao custo de cerca de 17,65€/m² de XPS com 5cm, e devido à área de cobertura do edifício ser de 1211m².

Relativamente à análise dos resultados, os valores referentes à bomba de recirculação são um pouco elevados, mas devem-se à própria forma do simulador funcionar e interpretar os inputs.

De outro ponto de vista, a colocação de XPS aumentaria o conforto no centro de dia. Sem a colocação de XPS, o desconforto a título de exemplo na sala convívio seria de 15,15% (Figura 48) e no caso da colocação de XPS diminuiria para 11,68% (Figura 49).

Var. Name	Type	Min. Val.	Min. Time	Max. Val.	Max. Time	Mean
People dissatisfied: 27 Sala de Convívio	Percentage (%)	15.15	12:00, January	15.15	12:00, January	15.15

Figura 48- Desconforto Original

Var. Name	Type	Min. Val.	Min. Time	Max. Val.	Max. Time	Mean
People dissatisfied: 27 Sala de Convívio	Percentage (%)	11.68	12:00, January	11.68	12:00, January	11.68

Figura 49- Desconforto com 5cm XPS

3. Substituição dos Envidraçados do edifício existente

Dado os envidraçados do edifício existente serem antigos e tendo em conta que os do edifício novo são de boa qualidade, procurou-se ver o impacto de uma substituição (Tabela 33) dos antigos por uns de modelo igual aos instalados no edifício novo, com um coeficiente de transmissão térmica de 1,51 W/m²°C e um fator solar de 0,4732.

Tabela 33 - Substituição dos envidraçados

Substituição dos envidraçados				
	Caldeira - Aquecimento ambiente (MWh)	Bombas de Recirculação (MWh)	Caldeira - AQS	Ar-Condicionado
Consumo Anual	<u>47,80</u>	<u>6,52</u>	<u>75,28</u>	<u>0,020</u>
Variação (%)	-20,64%	-20,01%	-25,13%	41,84%
Variação (MWh)	12,43	1,63	25,27	-0,006
Poupança Anual (€)	1429			
PayBack (anos)	21,72			

Este modelo de vidro apresenta um custo de 115,37€, sendo colocado numa área de envidraçado de cerca de 268,99m², o que leva a um custo total de 31000€. Apesar da poupança anual de 1429€, e devido ao custo total da instalação, este investimento só se recupera ao fim de 21 anos e 8 meses.

Tal como referido anteriormente, os valores relativos à bomba de recirculação apresentam-se um pouco elevados.

4. Substituição da Bomba de Recirculação

Devido à sua representatividade na fatura elétrica, outra possível alteração a ser realizada é a substituição da bomba recirculadora (Tabela 34).

Neste caso, optou-se por uma bomba modelo MAGNA3 32-120 F, modelo esse que respeita as novas regras estabelecidas aos circuladores a partir do ano de 2013.

Tabela 34 - Substituição da Bomba de Recirculação

	Caldeira - Aquecimento o ambiente	Bombas de Recirculação (MWh)	Caldeira - AQS
Consumo Anual	<u>57,71</u>	<u>8,14</u>	<u>85,28</u>
Variação (%)	-4,20%	-0,13%	-15,19%
Variação (MWh)	2,53	0,01	15,28
Poupança Anual	601,25		
PayBack (anos)	1,58		

Apesar do investimento inicial ser aproximadamente de 950€, a poupança de 601€ anuais permite que o investimento seja recuperado ao fim de 1 anos e 7 meses, sendo por isso um investimento a ter conta, dado o seu baixo tempo de retorno.

Os valores relativos à poupança nas bombas de recirculação, são muito reduzidos face aos esperados. A situação já referida, de que o software junta num mesmo anel a caldeira e a bomba de recirculação, leva a estes resultados, nos quais a caldeira aparece com poupanças substanciais.

5. Colocação de Painéis Solares Térmicos

De acordo com as necessidades de AQS e aquecimento do edifício existente e com recurso a uma folha de cálculo da empresa Relopa foi determinado que o número ideal de painéis

solares térmicos seriam 15 com uma área total de 35,1 m². Estes painéis modelo KS 2600 TLP AC seriam instalados na cobertura do edifício existente, com um azimute de 180° e inclinação 35°.

Os resultados obtidos estão presentes na tabela 35.

Tabela 35 - Colocação de Painéis Solares Térmicos

15 Painéis Térmicos			
	Caldeira - Aquecimento ambiente (MWh)	Bombas de Recirculação (MWh)	Caldeira - AQS
Consumo Anual	<u>56,34</u>	<u>8,42</u>	<u>63,13</u>
Variação (%)	-6,50%	3,32%	-37,223%
Variação (MWh)	3,92	-0,27	37,43
Poupança Anual (€)	1367,30		
PayBack (anos)	11,98		

No total, o investimento, com painéis; acumulador de 2000L (Luis F. Roriz, 2010) e restantes acessórios, andaria na ordem dos 16000 euros, o que iria originar um payback de 11 anos e 11 meses.

6. Substituição da Iluminação

Uma medida ponderada inicialmente era a implementação de sensores nas instalações sanitárias. Esse estudo ficou sem efeito devido ao facto de que alguns WC já tinham essa solução implementada e os restantes tinham clarabóias e iluminação natural.

De modo a reduzir a fatura energética relativa à iluminação, foi então feito um estudo de forma a encontrar alternativas com menor consumo do que as soluções instaladas.

Dentro deste estudo foram analisadas várias possibilidades de alteração ou redução da iluminação.

Numa primeira alternativa a substituição da iluminação baseou-se essencialmente na substituição da iluminação antiga por LED's e em manter as armaduras fluorescentes TL5, estando os resultados dessa substituição presentes na tabela 36, e com mais informação no anexo I.

No caso dos downlight's, foi necessário substituir a luminária por não se encontrarem lâmpadas LED com o mesmo casquilho.

Nesta substituição procurou-se instalar equipamentos de marca reconhecida, recaindo a escolha na marca OSRAM.

Tabela 36 - Lâmpadas a substituir e substitutas

Tipo de Lâmpada	Potência lâmpada antiga (W)	Potência lâmpada nova- (W)
Downlight	52	19.5
Downlight	36	19
Downlight	36	19
Downlight	18	12
Armadura	72	30
Luminária	58	50
Luminária	116	50
Luminária	36	30
Calha hospitalar	42	Manteve-se
Armadura de	35	Manteve-se -

Plafonier - F13	36	10,3
Plafonier - F13.1	18	12
Armadura	56	Manteve-se -
Armadura	56	Manteve-se -
Lâmpada	75	13.5

Após a determinação dos modelos a substituir e os substitutos, foi feita a simulação de modo a determinar qual o seu impacto, que pode ser observado na tabela 37.

Tabela 37 - Substituição da Iluminação

Substituição da Iluminação				
	Caldeira - Aquecimento ambiente (MWh)	Bombas de Recirculação (MWh)	Caldeira - AQS	Iluminação
Consumo Anual	<u>59,44</u>	<u>8,20</u>	<u>85,82</u>	<u>6,55</u>
Variação (%)	-1,32%	0,74%	-14,64%	-51,92%
Variação (MWh)	0,79	-0,06	14,72	7,07
Poupança Anual (€)	1206,42			
PayBack (anos)	13,74			

Apesar do investimento inicial ser de aproximadamente 17000 €, este apresenta poupanças anuais de 1206 euros. Este investimento é então recuperado ao fim de 13 anos e 9 meses, podendo parecer um pouco elevado, mas sem esquecer que uma lâmpada LED tem um tempo de vida superior, levando a que não seja necessário fazer a sua substituição tão frequentemente.

No parâmetro da iluminação, houve uma redução substancial de 52%. Por outro lado verificou-se uma redução inesperada e não muito consistente, por parte da caldeira.

Devido ao investimento elevado, como consequência da necessidade de em certos casos ser necessário substituir, não só a lâmpada, mas também o balastro, apresentando estas substituições custos unitários de 224€ - F1; F2; F3 e F13 - , realizou-se uma simulação no qual se substituía toda a iluminação excepto a que apresentava um custo de 224€. Os valores resultantes, estão presentes na tabela 38.

Tabela 38 - Substituição da Iluminação, sem 224€

Substituição da Iluminação, sem 224€				
	Caldeira - Aquecimento ambiente (MWh)	Bombas de Recirculação (MWh)	Caldeira - AQS	Iluminação
Consumo Anual	<u>59,29</u>	<u>8,20</u>	<u>85,86</u>	<u>7,79</u>
Variação (%)	-1,55%	0,68%	-14,60%	-42,81%
Variação (MWh)	0,93	-0,05	14,68	5,83
Poupança Anual (€)	1089,60			
PayBack (anos)	7,18			

Através desta alternativa conseguiu-se reduzir assim o retorno do investimento para 7 anos e 2 meses, pois o investimento inicial passou a 7900€.

Numa análise posterior à iluminação, havia substituições que não compensavam - F8; F13.1 e F7 - devido à pouca redução de consumo energético. Face a isso, numa terceira alternativa, simulou-se a substituição da iluminação com excepção destes modelos e dos que custavam 224€, e obtiveram-se os valores da tabela 39.

Tabela 39 - Substituição da Iluminação

Substituição da Iluminação				
	Caldeira - Aquecimento ambiente (MWh)	Bombas de Recirculação (MWh)	Caldeira - AQS	Iluminação

Consumo Anual	<u>59,46</u>	<u>8,20</u>	<u>85,83</u>	<u>8,31</u>
Varição (%)	-1,28%	0,67%	-14,63%	-38,99%
Varição (MWh)	0,77	-0,05	14,71	5,31
Poupança Anual (€)	1034,28			
PayBack (anos)	5,09			

Com esta alternativa o investimento inicial passou a ser de 5300€ e recuperado em 5 anos.

Noutro tipo de análise, foi feito um estudo com recurso ao software Dialux light e Philips Cat, de modo a determinar se a luminosidade (lux) existente nas divisões dos dois edifícios seriam a correta ou se estaria sobredimensionada, através do artigo (Normalização, 2011).

Desse estudo resultou uma diminuição da quantidade de lâmpadas a instalar, a qual teve o impacto da tabela 40, e as divisões às quais foi necessário diminuir estão presentes no anexo I.

Tabela 40 - Redução da luminosidade

Redução da luminosidade				
	Caldeira - Aquecimento ambiente (MWh)	Bombas de Recirculação (MWh)	Caldeira - AQS	Iluminação
Consumo Anual	<u>57,70</u>	<u>8,17</u>	<u>85,23</u>	<u>13,95</u>
Varição (%)	-4,19%	0,39%	-15,23%	2,46%
Varição (MWh)	2,52	-0,03	15,31	-0,33
Poupança Anual (€)	565,68			
PayBack (anos)	0,32			

De forma a determinar o custo desta alternativa foi considerado unicamente o custo de mão de obra de cerca de 60€/dia durante 3 dias tendo em conta o trabalho a fazer.

Esta simulação, não apresentou os resultados esperados, dado que se verificou um aumento do consumo da iluminação. Por outro lado houve uma redução do consumo por parte da caldeira.

Esta alternativa ficaria paga ao fim de 4 meses.

Foi feita ainda uma simulação usando a mesma redução de lâmpadas e com substituição por lâmpadas LED referidas anteriormente excepto as que custavam 224€, levando aos valores da tabela 41.

Tabela 41 - Redução da luminosidade e substituição sem as de 224€.

Redução da luminosidade e substituição sem as de 224€.				
	Caldeira - Aquecimento ambiente (MWh)	Bombas de Recirculação (MWh)	Caldeira - AQS	Iluminação
Consumo Anual	<u>59,32</u>	<u>8,20</u>	<u>85,86</u>	<u>7,40</u>
Varição (%)	-1,51%	0,71%	-14,61%	-45,66%
Varição (MWh)	0,91	-0,05	14,69	6,22
Poupança Anual (€)	1126,57			
PayBack (anos)	7,11			

Para finalizar e como última alternativa, foi feita novamente a redução do nº de lâmpadas e a sua substituição, desta vez sem as que custavam 224€ e as que não apresentavam vantagens na sua substituição.

Tabela 42 - Redução e Substituição da luminosidade

Redução e Substituição da luminosidade				
	Caldeira - Aquecimento ambiente (MWh)	Bombas de Recirculação (MWh)	Caldeira - AQS	Iluminação
Consumo Anual	<u>59,47</u>	<u>8,20</u>	<u>85,83</u>	<u>7,95</u>
Varição (%)	-1,26%	0,67%	-14,63%	-41,59%
Varição (MWh)	0,76	-0,05	14,71	5,66

Poupança Anual (€)	1068,44
PayBack (anos)	5,10

7. Colocação de economizadores de água

Numa tentativa de ver qual o impacto da redução do consumo de água através da redução dos caudais de água usados, seriam colocados economizadores em todas as torneiras existentes nos dois edifícios, excepto na cozinha.

O sistema a ser implementado seria algo como a figura 50.

O impacto deste sistema pode ser comprovado pelos valores presentes na tabela 43.



Figura 50- Economizador de água

Tabela 43 - Economizadores de Água

Economizadores de Água		
	Bombas de Recirculação (MWh)	Caldeira - AQS
Consumo Anual	<u>8,13</u>	<u>62,42</u>
Variação (%)	-0,16%	-37,92%

Variação (MWh)	0,01	38,13
Poupança Anual (€)	1360,74	
PayBack (anos)	0,073	

Os valores obtidos relativos à poupança anual superaram as expectativas. Este sistema era apresentado com poupanças entre os 30% e os 85%, sendo que de uma forma mais contida considerou-se uma poupança de 30%.

O preço unitário era de 7,10€, o que no total dos edifícios correspondeu a um investimento aproximado de 100 €. Assim, com este sistema que implica poupanças de 1361€/ano, o investimento era recuperado em 27 dias.

8. Colocação de Caldeira Relopa 80kW e 5cm XPS

Sendo a substituição da caldeira uma boa medida e a colocação do XPS uma medida com um payback moderado, foi feita uma simulação conjunta de modo a determinar a viabilidade da implementação do conjunto, a qual resultou nos valores da tabela 44.

Tabela 44 - Substituição da Caldeira e colocação de 5cm de XPS

Substituição da Caldeira e colocação de 5cm de XPS				
	Caldeira - Aquecimento ambiente (MWh)	Bombas de Recirculação (MWh)	Caldeira - AQS	Ar Condicionado
Consumo Anual	<u>29,37</u>	<u>5,27</u>	<u>66,79</u>	<u>0,0076</u>
Variação (%)	-51,23%	-35,22%	-33,57%	-46,09%
Variação (MWh)	30,86	2,86	33,76	0,006
Poupança Anual (€)	2458,23			
PayBack (anos)	9,70			

No conjunto o investimento a fazer seria de aproximadamente 24000€, levando a uma poupança anual de 2400€, ficando pago no fim de 9 anos e 8 meses.

9. Colocação de Caldeira Relopa 80kW e 15 painéis solares

Outra medida avaliada foi a implementação conjunta da caldeira de 80kW e 15 painéis solares térmicos, medida essa que teve os resultados da tabela 45.

Tabela 45 - Substituição da Caldeira e colocação de 15 Painéis Térmicos

Substituição da Caldeira e colocação de 15 Painéis Térmicos				
	Caldeira - Aquecimento ambiente (MWh)	Bombas de Recirculação	Caldeira - AQS	Ar Condicionado
Consumo Anual	<u>43,92</u>	<u>8,41</u>	<u>49,26</u>	<u>0,014</u>
Variação (%)	-27,08%	3,31%	-51,007%	0,709%
Variação (MWh)	16,31	-0,26	51,29	-0,0001
Poupança Anual (€)	2252,27			
PayBack (anos)	8,37			

Com este investimento conjunto de 19000€, o retorno seria de 8 anos e 4 meses

Numa análise global de avaliação das medidas de melhoria simuladas, existem medidas que pelo seu payback e impacto nas poupanças dos edifícios, se consideram prioritárias e existem outras que não apresentam razões para o seu investimento.

Numa primeira fase prioritária, aconselha-se o investimento na bomba de recirculação devido a esta apresentar uma poupança global de 17MW por ano, sendo o investimento pago ao fim de 1,6 anos. Os redutores de caudal, são a principal medida a implementar, devido ao preço

destes ser reduzido, 7,10€ unidade, e tendo em conta a poupança por ano de 38MW, ao fim de 27 dias o investimento fica pago.

Outro investimento a ter em conta, é a caldeira de 80kW, devido à caldeira que está implementada no edifício existente ser já antiga, e com esta nova caldeira consegue-se poupança anuais de 49kW e um retorno em 1,5 anos.

Um outro investimento, já não com um retorno tão reduzido, mas com vantagens comprovadas, é a colocação de 15 painéis solares térmicos, os quais conduzem a uma poupança de 41MW e um retorno já não tão generoso de 12 anos.

Se aplicado em conjunto, os painéis solares e a caldeira, o investimento já seria recuperado ao fim de 8,4 anos, o que seria muito mais vantajoso e a melhor combinação.

Relativamente à iluminação, foram feitos estudos para duas formas diferentes de diminuir o consumo energético. Num primeiro estudo foi feita a substituição total da iluminação existente por lâmpadas LED, o que levou a uma poupança de 22,5 MW por ano e a um retorno de 13,7 anos. Procurou-se outra forma de redução do consumo através da verificação da luminosidade existente nas diversas divisões, e nos casos em que era possível reduzir a quantidade de lux's, foram desligadas lâmpadas de modo a ter a luminosidade suficiente e não excessiva como até aí. Com esta redução reduzia-se o consumo em 17,4 MW e um payback de 3,86 meses, sendo esta a medida relativa à iluminação com menor tempo de retorno.

Nos dois estudos para a iluminação, foram ainda feitas alternativas, nas quais não se substituíam as lâmpadas, nos casos em que as suas substitutas tinham o custo mais elevado de 224€, sendo que nos dois casos o payback era de aproximadamente 7 anos. Já no caso de se fazer a substituição das lâmpadas, com exceção das lâmpadas de 224€ e dos modelos de lâmpadas para os quais as reduções não eram substanciais, o retorno nos dois casos era de aproximadamente 5 anos.

Com as simulações realizadas para substituir os envidraçados, concluiu-se que nesta medida não é aconselhável o investimento, dado que este só é recuperado ao fim de 21,7 anos. De outro ponto de vista, esta medida apesar de economicamente não compensar, o nível de conforto para os pacientes pode aumentar, devido ao aumento do isolamento.

Relativamente à colocação de 5cm de XPS, esta medida apresenta um payback de 13,8 anos e caso seja feita juntamente com a colocação da caldeira de 80kW, o retorno é de 9,6 anos.

7. Conclusões

Através das faturas cedidas pela direção da instituição foi possível observar, que no conjunto, os dois edifícios apresentavam uma utilização de energia eléctrica, sensivelmente idêntica ao longo dos vários meses do ano, excepto no mês de dezembro, possivelmente devido a acertos.

Relativamente aos consumos de gás natural os valores já eram mais díspares nos primeiros meses do ano. Como referido no capítulo 5, este facto pode dever-se ao sistema de piso radiante, que tem grande impacto nos consumos de gás natural.

A validar a simulação realizada, estão os consumos de electricidade e de gás natural que se aproximam, com algum grau de fiabilidade, das faturas reais. Esta validação tem como base a orientação dada no regulamento antigo e foi obtida após o desvio da utilização de energia eléctrica e de gás natural ser inferior a 10%. De referir que o desvio entre a utilização de energia eléctrica real e a da simulação se situou nos 1,7%, e no caso do gás natural em 10,1%.

Das várias medidas de eficiência de melhoria estudadas e analisadas, concluiu-se que a substituição da caldeira do edifício existente, a bomba de recirculação do mesmo edifício, a colocação de redutores de caudal em todas as torneiras seriam as principais medidas a implementar, dado o seu tempo de retorno ser inferior a 2 anos.

Outra medida a ter em conta é a colocação conjunta da caldeira acima referida com 15 painéis solares térmicos, a qual tem o retorno do investimento dentro de um período aceitável, de aproximadamente oito anos, através do recurso a uma energia renovável.

De outro ponto de vista, há medidas, como a substituição da iluminação, que a implementar na totalidade representam um investimento inicial muito avultado, apesar da respectiva poupança futura. Ainda assim, há varias possibilidades de esse investimento não ser feito por inteiro e conseqüentemente reduzir o investimento e o tempo de retorno. Uma alternativa à substituição da iluminação, é a redução da quantidade de lâmpadas existentes em algumas divisões, o que implicaria um tempo de retorno de quase 4 meses.

Como trabalhos futuros, uma vez que os edifícios já têm certificado energético com o regulamento antigo, e dado que o trabalho/cálculos já estão feitos, poderá ser determinado o IEE (Índice de Eficiência Energética) de modo a apurar a classificação energética dos edifícios de acordo com a legislação atual. Assim, poder-se-ia constatar a diferença entre a classificação antiga e a nova, verificando o impacto das medidas de melhoria e a nova classificação.

O IEE é o indicador de eficiência energética do edifício, expresso por ano em unidades de energia primária por metro quadrado de área interior útil de pavimento (kWh/m².ano), distinguindo-se, pelo menos, três tipos: o IEE previsto (IEEpr), o efetivo (IEEef) e o de referência (IEEref). O IEE caracteriza o desempenho energético dos edifícios e dos respetivos limites máximos no caso de edifícios novos, de edifícios existentes e de grandes intervenções em edifícios existentes. (Decreto lei n°118/2013)

Apesar da nova legislação não contemplar a qualidade do ar interior, esta seria uma boa medida a ser realizada num futuro próximo, considerando as atividades realizadas nos edifícios e os seus ocupantes. O facto do edifício existente não ter equipamentos de ventilação e não cumprir os caudais de ar novo presentes na Portaria n.º 353-A/2013, apresenta-se como outra razão que justifica uma análise à qualidade do ar.

Referências Documentais

Ação climática. (s.d.). Obtido em 12 de 03 de 2014, de http://europa.eu/pol/clim/index_pt.htm

(2009). ADENE - NOTA TÉCNICA NT-SCE-01, Portugal: Agência Para a Energia.

ADENE, F. P. (10 de 05 de 2012). *Fachadas Eficientes no Desempenho Energético de Edifícios.* Obtido em 06 de 03 de 2014, de http://www.apfac.pt/eventos/seminario_fachadas_energeticamente_eficientes_2012/1%20Orador%20Francisco%20Passos.pdf

Âmbito do ECO.AP. (s.d.). Obtido em 1 de 04 de 2014, de http://ecoap.adene.pt/pt_PT/ambito

Ampliação de Edifício de Apoio á 3ª Idade - Processo de Execução Instalações Eléctricas .

ANSI/ASHRAE Standard 140-2011. (s.d.). Obtido em 25 de 03 de 2014, de <https://www.ashrae.org/standards-research--technology/standards--guidelines/titles-purposes-and-scopes#140>

ASHRAE Handbook - Fundamentals . (2009). Atlanta, US: Mark S. : ASHRAE Handbook Editor, 2009.

Carvalho, M. J. (s.d.). *Solar Térmico Activo.* Obtido em 11 de Junho de 2014, de Energias Renováveis em Portugal: Solar Térmico Activo

Catálogo Bomba de Recirculação. (9 de Setembro de 2014). Obtido de <https://www.scribd.com/doc/183997150/Grundfosliterature-4352965-pdf>

Catálogo Magna 3. (s.d.). Obtido de http://pt.grundfos.com/content/dam/BGP/Products/catalogoMagna1_Magna3.pdf

Catálogo Sime- Caldeira 80kW. (10 de Setembro de 2014). Obtido de http://www.hevac.ie/v4/0940aa0c-5421-4a9b-840d-c9a2ae5d95bb/uploads/SimeRMG_Brochure.pdf

Certificação de Edifícios. (s.d.). Obtido em 8 de Setembro de 2014, de <http://www.adene.pt/sce/textofaqs/certificacao-de-edificios>

(2013). *Certificação Energética e Ar Interior do Lar e Centro de Dia.*

Colégios e Especialidades: Mecânica. (s.d.). Obtido em 07 de 03 de 2014, de <http://www.ordemengenhadores.pt/pt/a-ordem/colegios-e-especialidades/mecanica/>

Dados acerca dos equipamentos Cozinha. (s.d.). Obtido de <http://gasmaia.com/>

Decreto lei nº118/2013. In *Diário da República, 1.ª série — N.º 159.*

DIALux 4.12 [Executável].

Directiva 2010/31/UE. In *Parlamento Europeu (19 de Maio de 2010).*

Diretiva nº2002/91/CE. In *Jornal Oficial das Comunidades Europeias (2002).*

EU Energy Policy for Buildings. (s.d.). Obtido em 06 de 03 de 2014, de web site de European Commission:

http://ec.europa.eu/energy/efficiency/doc/buildings/presentation_general_short.pdf

Fórum IES. (s.d.). Obtido de

<http://forums.iesve.com/index.php?sid=977e8c2c2f8ecfb5be480bb720268fc4>

Gerador de Preços. (s.d.). Obtido de <http://www.geradordeprecos.info/>

IDEAL-EPBD. (s.d.). Obtido em 06 de 03 de 2014, de <http://www.ideal-epbd.eu/>

(2006). IES – ApacheSim Calculation Methods.

Instalações Mecânicas / Ventilação e Climatização - Projeto de Licenciamento.

LABSOLAR/NCTS. (s.d.). *Estudo Arquitetónico de Creche com considerações bioclimáticas.* Obtido em 11 de Junho de 2014, de <http://www.lepten.ufsc.br/pesquisa/solar/creche/relatorio%20creche.pdf>

Lâmpadas usadas na substituição. (4 de Setembro de 2014). Obtido de http://www.osram.pt/osram_pt/

Luis F. Roriz, K. C. (2010). *Energia Solar em Edifícios*. Editora ORION.

Luis Silva, A. –A. (1 de Julho de 2010). *Estratégia Nacional para a Energia*. Obtido em 10 de 03 de 2014, de http://www.empreender.aip.pt/irj/go/km/docs/site-manager/www_empreender_aip_pt/conteudos/pt/centrodocumentacao/Centro%20de%20Documenta%C3%A7%C3%A3o/Apresenta%C3%A7%C3%B5es%20dos%20Workshops%202010/6%C2%BA%20Workshop%20-%20Sector%20da%20Energia!/6%C2%BA%20

MINISTROS, P. D. (10 de 04 de 2013). *Diário da República*, 1.^a série — N.º 70 — 10 de abril de 2013 . *Resolução do Conselho de Ministros n.º 20/2013* .

Normalização, C. E. (2011). *EN 12464-1 - Norma Europeia*.

O que é a EPBD? (s.d.). Obtido em 06 de 03 de 2014, de http://www.ideal-epbd.eu/index.php?option=com_content&view=article&id=2&Itemid=2&lang=pt

Philips_Cat [Executável].

PNAEE 2016 e PNAER 2020. (11 de 04 de 2013). *Vieira de Almeida & Associados - Sociedade de Advogados, RL* .

Portaria n° 349-D/2013.

Processo de Concurso - Zona Nova.

Preços da Iluminação. (4 de Setembro de 2014). Obtido de <http://www.getalamp.pt/>

Projecto de Instalações Eléctricas - Centro de Apoio à Terceira Idade.

(2013). *Relatório De Peritagem - Avaliação do desempenho energético e da QAI em grandes edifícios de serviços existentes*.

Solterm [Executável].

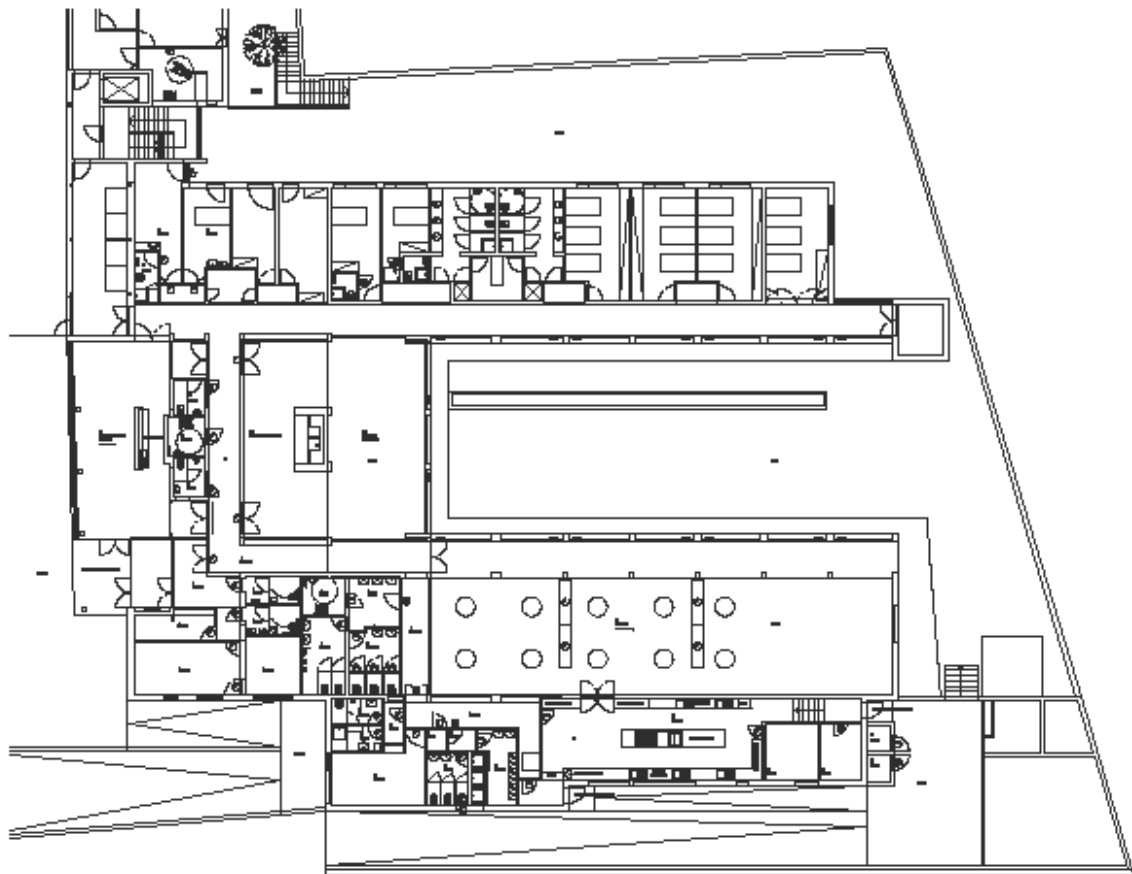
Troia. (2014). *Tabela de Preços / Coleção 2014 - PT*.

Ventilador Hotte. (s.d.). Obtido de http://www.ventilnorte.com/ventiladores_ec2/ventiladores_ec2.html

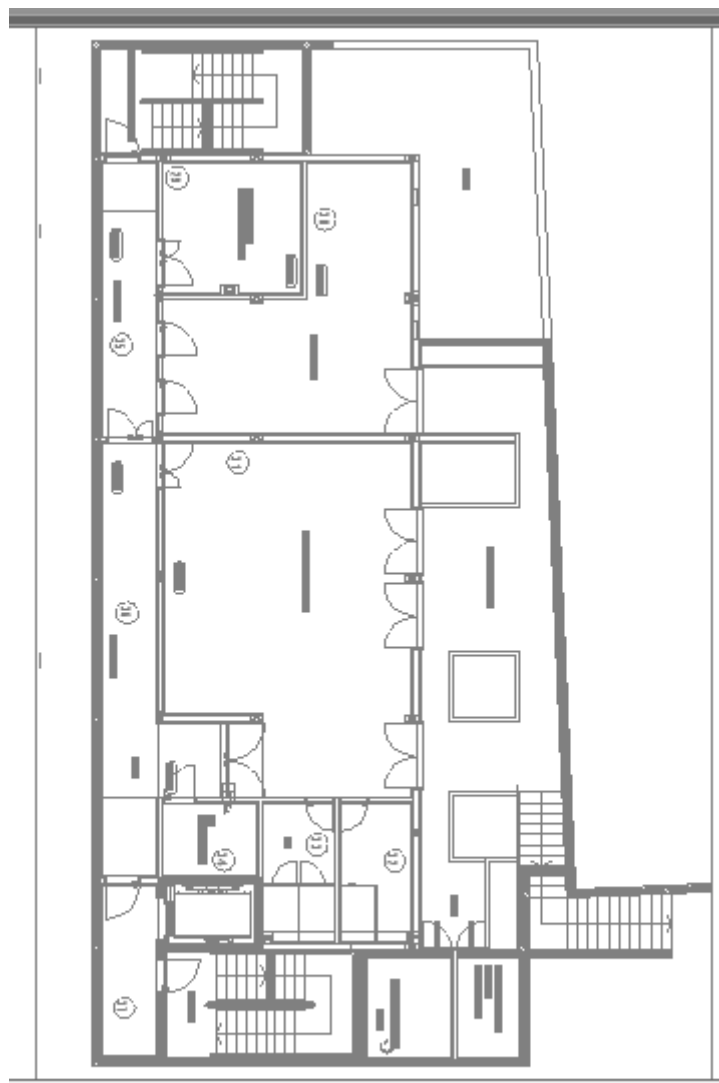
(2012). *Verificação RSECE - Centro Social De Leça De Balio “Zona Nova”*.

ANEXOS

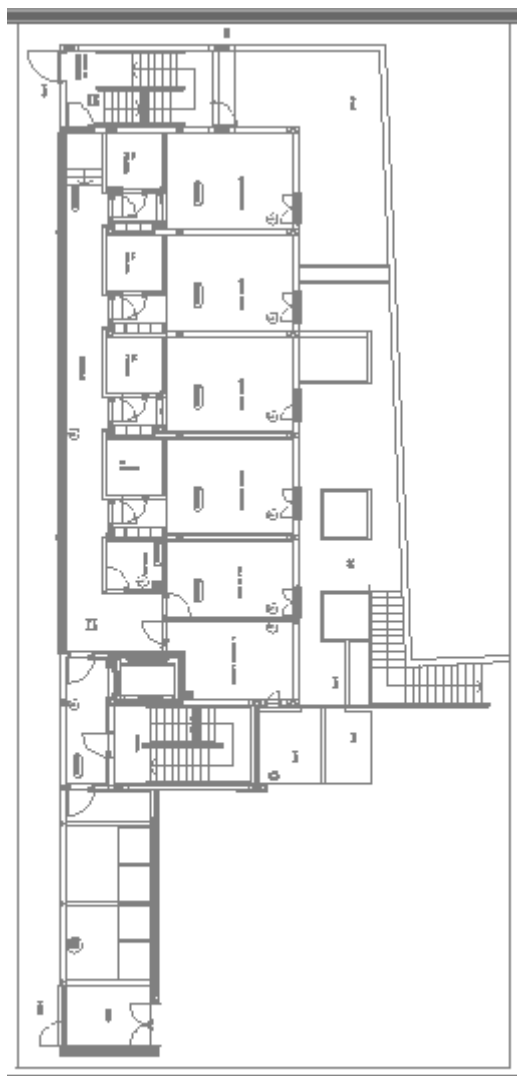
Anexo A. Edifícios em análise



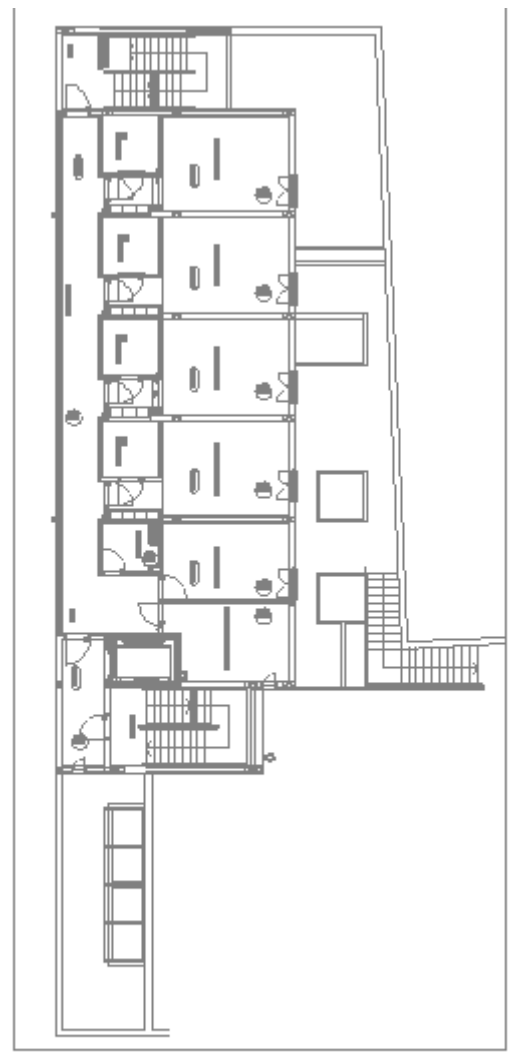
EDIFÍCIO EXISTENTE



ED. NOVO - CAVE



ED. NOVO - R/C

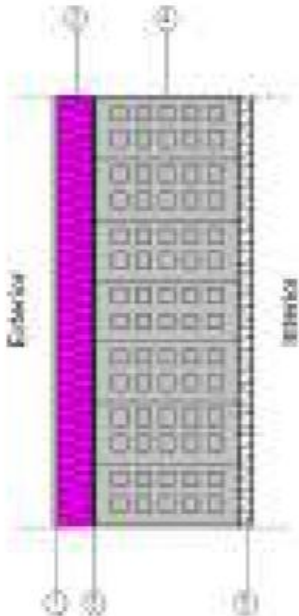


ED. NOVO - PISOS 1 E 2

Anexo B. Caracterização da envolvente

– Paredes Exteriores

➤ PE 20 etics estuque

	<p>Parede exterior simples, de 27.7 cm, de cor clara, com isolamento pelo exterior, composta por: 1) reboco delgado armado com rede de fibra de vidro e acabamento decorativo com 0.5 cm de espessura; 2) poliestireno expandido (eps) etics com 5 cm de espessura; 3) argamassa de colagem com 0.2 cm de espessura; 4) bloco termoargila de 20cm; 5) estuque tradicional com 2 cm de espessura.</p>
--	--

PE 20 etics estuque								
Exterior		0,000	0	0	0,040	0		ITE 50 - Quadro I.3 pág. I.11
Reboco delgado armado com rede de fibra de vidro	0,005	0,340	1000	1000	0,015	5		Verificação Rsece
Poliestireno expandido (eps)	0,050	0,036	20	1000	1,389	1		Verificação Rsece
Argamassa de colagem	0,002	0,560	1250	1000	0,004	3	3	Verificação Rsece
Bloco termoargila	0,200	0,351	2000	1000	0,570	400	400	Verificação Rsece
Estuque tradicional	0,020	0,400	1000	1000	0,050	20	20	Verificação Rsece
Interior Horizontal		0,000	0	0	0,130	0	0	ITE 50 - Quadro I.3 pág. I.12

Soma	0,277					2,197	428,5	422,5
Msi (kg/m²) . r	150							
U (W/ m².°C) =	0,46	Umax	1,75	(U-Umax)/Uma	-			r
		Uref	0,7	(U-Uref)/Uref	73,99%			1

➤ Parede 35 cm rebocada (posterior a 1960)

Parede exterior simples de 35 cm de cor clara, sem isolamento, composta por:
 1) descrição genérica (cálculo simplificado) com 35 cm de espessura, coeficiente de condutibilidade térmica de 0,336 W/m°C e resistência térmica de 1,042 m²C/W (segundo NT-SCE01).

➤ Parede 25 cm rebocada (posterior a 1960)

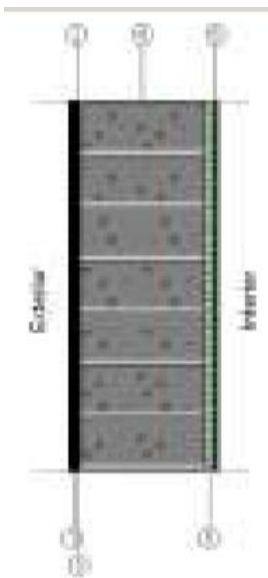
Parede exterior simples de 25 cm de cor clara, sem isolamento, composta por:
 1) descrição genérica (cálculo simplificado) com 25 cm de espessura, coeficiente de condutibilidade térmica de 0,325 W/m°C e resistência térmica de 0,769 m²C/W (segundo NT-SCE01).

➤ Parede 20 cm rebocada (posterior a 1960)

Parede exterior simples de 20 cm de cor clara, sem isolamento, composta por:
 1) descrição genérica (cálculo simplificado) com 20 cm de espessura, coeficiente de condutibilidade térmica de 0,34 W/m°C e resistência térmica de 0,588 m²C/W (segundo NT-SCE01).

– Paredes Exteriores em contacto com o solo

➤ MC grés

	<p>Parede exterior simples em contacto com o solo, de 23.6 cm, composta por: 1) membrana drenante com 0.8 cm de espessura; 2) membranas flexíveis impregnadas com betume com 0.63 cm de espessura; 3) flintkote com 0.2 cm de espessura; 4) betão armado com 20 cm; 5) argamassa e reboco tradicional com 1.5 cm e 6) cerâmica vidrada/grés cerâmico com 0.5 cm.</p>
---	--

MC grés							
Exterior		0,000	0	0	0,040	0	ITE 50 - Quadro I.3 pág. I.11
U value correction layer	0,0015	0,050	550	1000	0,030	1	software IES
Ground contact correction layer	1,8373	1,500	1900	1000	1,225	3491	software IES
Membrana drenante	0,008	0,500	980	1000	0,016	8	Verificação Rsece
Membranas flexíveis	0,006	0,230	1100	1000	0,027	7	Verificação Rsece
Flintkote	0,002	0,170	1050	1000	0,012	2	Verificação Rsece
Betão armado 1	0,200	2,500	2500	1000	0,080	500	Verificação Rsece
Argamassa e Reboco tradicional	0,015	1,300	1900	1000	0,012	29	Verificação Rsece
Cerâmica vidrada/grés cerâmico	0,005	1,300	2300	1000	0,004	12	Verificação Rsece
Interior Horizontal		0,000	0	0	0,130	0	ITE 50 - Quadro I.3 pág. I.12

Soma	2,0751					1,575	4048,5 65	0
Msi (kg/m²) . r	150							
U (W/ m².°C) =	0,63	Umax	1,75	(U- Umax)/ Umax	- 63,73 %			r
		Uref	0,7	(U- Uref)/Ur ef	- 9,32%			1

➤ MS Betão

	<p>Parede exterior simples em contacto com o solo, de 21.6 cm, composta por: 1) membrana drenante com 0.8 cm de espessura; 2) flintkote com 0.2 cm de espessura; 3) membranas flexíveis impregnadas com betume com 0.63 cm de espessura; 4) betão armado com 20 cm.</p>
--	---

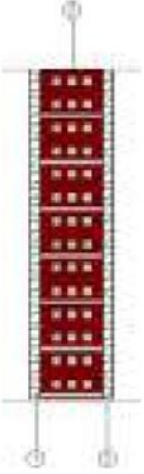
MS betão							
Exterior		0,000	0	0	0,040	0	ITE 50 - Quadro I.3 pág. I.11
U value correction layer	0,0011	0,050	550	1000	0,022	1	software IES
Ground contact correction layer	1,8286	1,500	1900	1000	1,219	3474	software IES
Membrana drenante	0,008	0,500	980	1000	0,016	8	Verificação Rsece
Flintkote	0,002	0,170	1050	1000	0,012	2	Verificação Rsece
Membranas flexíveis	0,006	0,230	1100	1000	0,027	7	Verificação Rsece
Betão armado 1	0,200	2,500	2500	1000	0,080	500	Verificação Rsece
Interior		0,000	0	0	0,130	0	ITE 50 - Quadro I.3

Betão armado 1	0,200	2,500	2500	1000	0,080	500		Verificação Rsece
KT 48	0,040	0,083	300	1000	0,482	12		Verificação Rsece
Estuque tradicional	0,020	0,400	1000	1000	0,050	20	20	Verificação Rsece
Interior Horizontal		0,000	0	0	0,130	0	0	ITE 50 - Quadro I.3 pág. I.12

Soma	2,2992					2,356	4380,5	20
Msi (kg/m²) . r	20							
U (W/ m².°C) =	0,42	Umax	1,75	(U-Umax)/Umax	- 75,74 %			r
		Uref	0,7	(U-Uref)/Uref	- 39,36 %			1

– Parede Interior

➤ PI 11 estuque-estuque

	<p>Parede interior simples, de 15 cm, composta por: 1) estuque tradicional com 2 cm de espessura; 2) tijolo cerâmico furado com 11 cm de espessura; 3) estuque tradicional com 2 cm de espessura.</p>
---	---

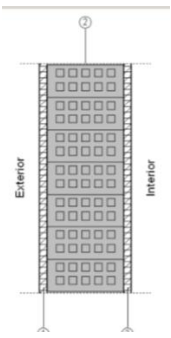
PI 11 estuque-estuque								
Interior Horizontal		0,000	0	0	0,130	0	0	ITE 50 - Quadro I.3 pág. I.12
Estuque tradicional	0,020	0,400	1000	1000	0,050	20	20	Verificação Rsece
Tijolo cerâmico furado	0,110	0,407	875,5	1000	0,270	96	96	http://www.preceram.pt/documentos/Etiqueta_CE_Preceram.pdf

(11cm)								
Estuque tradicional	0,020	0,400	1000	1000	0,050	20	20	Verificação Rsece
Interior Horizontal		0,000	0	0	0,130	0	0	ITE 50 - Quadro I.3 pág. I.12

Soma	0,150				0,630	136,305	136	
Msi (kg/m²) . r	136							
U (W/ m².°C) =	1,59	Umax	1,75	(U-Umax)/Umax	-	9,34%		r
		Uref	0,7	(U-Uref)/Uref	126,6	6%		1

– Parede Meeira

➤ PM 20 ENU 0.6 etics + estuque

	<p>Parede meeira simples, de 24 cm, composta por: 1) estuque tradicional com 2 cm de espessura; 2) bloco de termoargila com 20 cm de espessura; 3) estuque tradicional com 2 cm de espessura.</p>
--	---


PM 20 ENU 0.6 etics + estuque								
Interior Horizontal		0,000	0	0	0,130	0	0	ITE 50 - Quadro I.3 pág. I.12
Estuque tradicional	0,020	0,400	1000	1000	0,050	20	20	Verificação Rsece
Bloco termoargila	0,200	0,351	2000	1000	0,570	400	400	Verificação Rsece
Estuque tradicional	0,020	0,400	1000	1000	0,050	20	20	Verificação Rsece
Interior Horizontal		0,000	0	0	0,130	0	0	ITE 50 - Quadro I.3 pág. I.12

Soma	0,240				0,930	440,	440	
Msi (kg/m²) . r	150							

$U (W/m^2 \cdot ^\circ C) =$	1,08	Umax	1,75	(U-Umax)/Umax	- 38,54 %	r
		Uref	0,7	(U-Uref)/Uref	53,65 %	

– Pavimento entre Pisos

➤ PavInterior manta vinílica

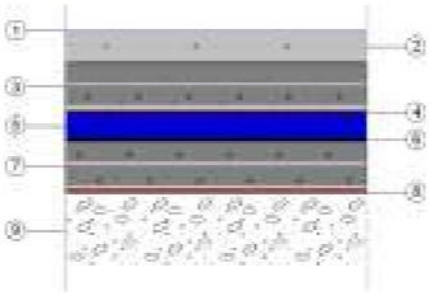
	<p>Pavimento Interior, de 29.75 cm, composta por: 1) manta vinílica com 0.25 cm de espessura; 2) betonilha de regularização com 7.5 cm de espessura; 3) laje aligeirada (elemento resistente) com 20 cm de espessura; 4) estuque tradicional com 2 cm de espessura;</p>
---	---

PavInterior manta vinílica								
Interior vertical ascendente		0,000	0	0	0,100	0	0	ITE 50 - Quadro I.3 pág. I.13
Manta vinílica	0,003	0,165	1000	1000	0,015	3	3	Verificação Rsece
Betonilha de regularização	0,075	1,650	2300	1000	0,045	173	173	Verificação Rsece
Laje aligeirada	0,200	0,801	1290,84	1000	0,250	258	258	Verificação Rsece
Estuque tradicional	0,020	0,400	1000	1000	0,050	20	20	Verificação Rsece
Interior vertical descendente		0,000	0	0	0,170	0	0	ITE 50 - Quadro I.3 pág. I.14

Soma	0,297				0,630	453,2	453,2
Msi (kg/m²) . r	300						
$U (W/m^2 \cdot ^\circ C) =$	1,59	Umax	1,25	(U-Umax)/Umax	26,92 %	r	
		Uref	0,5	(U-Uref)/Uref	217,31 %		1

– Pavimento em contacto com o solo

➤ LajeContactoSolo XPS manta vinílica

	<p>Pavimento em contacto com o solo, de 47.48 cm, composta por: 1) manta vinílica com 0.25 cm de espessura; 2) betonilha de regularização com 6 cm de espessura; 3) betonilha armada com 10 cm de espessura; 4) manta geotêxtil com 0.3 cm de espessura; 5) Poliestireno extrudido (XPS) com 5 cm; 6) membranas flexíveis impregnadas com betume com 0.63 cm de espessura; 7) massame armado com 10 cm de espessura; 4) manta geotêxtil com 0.3 cm; 5) brita com 15 cm.</p>
---	---

LajeContactoSolo XPS manta vinílica								
Manta vinílica	0,0025	0,165	1000	1000	0,015	3		Verificação Rsece
Betonilha de regularização	0,060	1,650	2300	1000	0,036	138		Verificação Rsece
Betão armado 1	0,100	2,500	2500	1000	0,040	250		Verificação Rsece
Manta geotêxtil	0,003	0,220	910	1000	0,014	3		Verificação Rsece
Poliestireno extrudido (xps)	0,050	0,037	40	1000	1,351	2	2	Verificação Rsece
Membranas flexíveis	0,006	0,230	1100	1000	0,027	7	7	Verificação Rsece
Massame armado	0,100	1,650	2300	1000	0,061	230	230	Verificação Rsece
Manta geotêxtil	0,003	0,220	910	1000	0,014	3	3	Verificação Rsece
Brita	0,150	2,000	2200	1000	0,075	330	330	Verificação Rsece

Soma	0,4748
Msi (kg/m²) . r	150

1,633	964,890	572
-------	---------	-----

$U (W/ m^2 \cdot ^\circ C) =$	0,54	Umax	1,25	(U-Umax)/Umax	- 56,83 %	r
		Uref	0,5	(U-Uref)/Uref	7,92%	

– Cobertura Edifício Existente

➤ Cobertura Existente

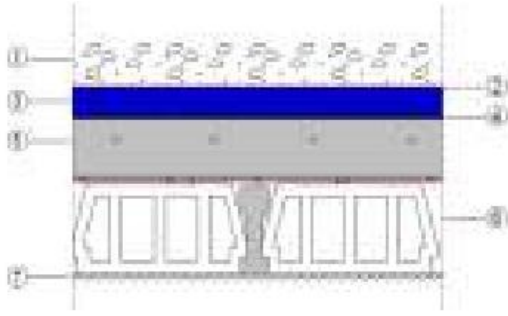
Cobertura Plana, de cor intermédia, composta por: 1) descrição genérica (cálculo simplificado com 30 cm de espessura). Nota Técnica NT-SCE-01.

COBERTURA EXIST								
Exterior		0,000	0	0	0,040	0		ITE 50 - Quadro I.3 pág. I.11
Manta geotêxtil	0,005	1,230	0	1000	0,004	0		Verificação Rsece
Camada de forma	0,080	1,690	2300	1000	0,047	184	184	Verificação Rsece
Lage aligeirada	0,200	1,100	1290,84	1000	0,182	258	258	Verificação Rsece
Argamassa e Reboco tradicional	0,015	1,300	1900	1000	0,012	29	29	Verificação Rsece
Interior vertical ascendente		0,000	0	0	0,100	0		ITE 50 - Quadro I.3 pág. I.13

Soma	0,300				0,385	470,668	471
Msi (kg/m²) . r	150						
$U (W/ m^2 \cdot ^\circ C) =$	2,60	Umax	1,25	(U-Umax)/Umax	107,92%	r	
		Uref	0,5	(U-Uref)/Uref	419,81%		1

– Cobertura Edifício Novo

➤ CobPlana XPS godo

	<p>Cobertura plana, de cor intermédia, composta por: 1) godo lavado com 10 cm de espessura; 2) manta geotêxtil com 0.3 cm de espessura; 3) poliestireno extrudido (xps) com 5 cm de espessura; 4) membranas flexíveis impregnadas com betume com 0.63 cm de espessura; 5) camada de forma com 8 cm de espessura; 6) laje aligeirada 16+4 cm (abobadilha cerâmica) com 20 cm de espessura; 7) estuque tradicional com 2 cm de espessura.</p>
---	---

CobPlana XPS godo								
Exterior		0,000	0	0	0,040	0		ITE 50 - Quadro I.3 pág. I.11
Godo lavado	0,100	2,000	2000	1000	0,050	200		0
Manta geotêxtil	0,003	0,220	910	1000	0,014	3		Verificação Rsece
Poliestireno extrudido (xps)	0,050	0,037	40	1000	1,351	2	2	Verificação Rsece
Membranas flexíveis	0,006	0,230	1100	1000	0,027	7	7	Verificação Rsece
Camada de forma	0,080	1,650	2300	1000	0,048	184	184	Verificação Rsece
Laje aligeirada	0,200	0,801	1290,84	1000	0,250	258	258	Verificação Rsece
Estuque tradicional	0,020	0,400	1000	1000	0,050	20	20	Verificação Rsece
Interior vertical ascendente		0,000	0	0	0,100	0	0	ITE 50 - Quadro I.3 pág. I.13

Soma	0,4593
-------------	--------

1,931	673,828	471,098
-------	---------	---------

Msi (kg/m²) . r	150							
U (W/ m².°C) =	0,52	Umax	1,25	(U-Umax)/Umax	-58,56%			r
		Uref	0,5	(U-Uref)/Uref	3,60%			1

– Cobertura Clarabóia

Cobertura Plana, de cor intermédia, composta por: 1) descrição genérica (cálculo simplificado com 30 cm de espessura). Nota Técnica NT-SCE-01.

Com correção feita devido a ser junto a uma clarabóia.

COBERTURA CLARABÓIA								
Exterior		0,000	0	0	0,040	0		ITE 50 - Quadro I.3 pág. I.11
Manta geotêxtil	0,005	1,230	0	1000	0,004	0		Verificação Rsece
Camada de forma	0,080	1,690	2300	1000	0,047	184	184	Verificação Rsece
Lage aligeirada	0,200	1,100	1290,84	1000	0,182	258	258	Verificação Rsece
Argamassa e Reboco tradicional	0,015	1,300	1900	1000	0,012	29	29	Verificação Rsece
Cavity	0,182				0,160	0	0	
Estuque	0,018	0,250	1000	1000	0,072	18	18	
Interior vertical ascendente		0,000	0	0	0,100	0	0	ITE 50 - Quadro I.3 pág. I.13

Soma	0,500				0,617	488,668	489	
Msi (kg/m²) . r	150							
U (W/ m².°C) =	1,62	Umax	1,25	(U-Umax)/Umax	29,71 %			r
		Uref	0,5	(U-Uref)/Uref	224,28 %			1

– Envidraçados

➤ VE_1-edif novo c/ proteção

Janela de vidro duplo de cor natural: vidro exterior-sgg planilux 6mm + capa sgg planitherm futur n + vidro interior-laminado sgg planilux 3+3mm, intercalados por polivinil butiral (pvb) 0,38 mm, com uma espessura da lamina de ar de 12 mm, com proteção solar interior por cortina opaca de cor clara.

➤ VE_2-edif novo s/ proteção

Janela de vidro duplo de cor natural: vidro exterior-sgg planilux 6mm + capa sgg planitherm 4s + vidro interior-laminado sgg planilux 3+3mm, intercalados por polivinil butiral (pvb) 0,38 mm, com uma espessura da lamina de ar de 12 mm.

➤ VE_3;4;5 e 6

Envidraçado simples com 4 mm de espessura.

➤ Clarabóia

Envidraçado duplo com 15 mm intercalado por lâmina de ar com 30mm.

Anexo C. Ventilação


EDIFÍCIO EXISTENTE							
Andar	Nº	Divisão	Caudal ar novo (m3/h)	Caudal insuflado (m3/h)	Caudal extração (m3/h)	Equipamento insuflação	Equipamento extração
RC							
	1	Átrio					
	2	Corredor					
	3	I.S. Publico Feminino			16		Vórtice
	4	I.S. Publico Masculino			16		Vórtice
	5	Sala de Reuniões					
	6	Direção					
	7	Antecâmara I.S. Utentes					
	8	I.S. Utentes Deficientes			16		Vórtice
	9	I.S. Publico Masculino			34		Vórtice
	10	I.S. Publico Feminino			31		Vórtice
	11	Refeitório					
	12	Antecâmara I.S. Funcionários Masculino					
	13	I.S. funcionários masculino			13		Vórtice
	14	Vestiário Funcionários Masculino					
	15	Sala De Pessoal					
	16	Arrecadação / Material de Limpeza					
	17	Antecâmara I.S. Funcionários Femininos					
	18	I.S. Funcionários Feminino					
	19	Vestiário Funcionários Feminino					
	21	Cozinha			6065		Hotte



	22	Refrigeração					
	23	Despensa De Dia					
	24	Lixos					
	25	Vasilhame					
	26	Sala de Estar					
	27	Sala de Convívio					
	31	Gabinete Médico					
	32	I.S. Gabinete Médico					
	33	Enfermaria					
		WC 1			125		VE.2
		WC 2			125		VE.3
		Quartos 1,2,3					
		Quartos 4			125		VE.4
		Quarto 5			125		VE.5
		Quarto 6					
		Quartos 7					
		Sala Convívio					


EDIFÍCIO NOVO							
Andar	N.º	Divisão	Caudal ar novo (m3/h)	Caudal insuflado (m3/h)	Caudal extração (m3/h)	Equipament o insuflação	Equipament o extração
Cave							
	29	Arrecadação - Material Técnico			250		VE1
	30	Lavandaria			750		VE1
	31	Sala de Atividades	860	1412	750	VIR	VER
	32	I.S.			180		VER
	33	I.S.			120		VER
	34	I.S. Deficientes			80		VER
	35	Corredor					
	36	Corredor		450		VIR	
	37	Corredor		185		VIR	
		Sala da Caldeira					

Andar	N. º	Divisão	Caudal ar novo (m3/h)	Caudal insuflado (m3/h)	Caudal extração (m3/h)	Equipament o insuflação	Equipament o extração
R/C							
		Quartos	100	745	90	VIR	VER
	5	Sala de Estar	250	706	200	VIR	VER
	6	I. de Banho Assistido			90		VER
	7	Rouparia			100		VER
	8	Corredor		675		VIR	
	9	Corredor		185		VIR	
	10	Átrio - clarabóia		370		VIR	
		Escada					
1º e 2º andar							
		Quartos	100	745	90	VIR	VER
		Sala de Estar	250	706	200	VIR	VER
		I. de Banho Assistido			90		VER
		Rouparia			100		VER
		Corredor		675		VIR	
		Corredor		185		VIR	
		Escada					

Anexo D. Iluminação Instalada

Tipo	Descrição	Fotografia
F1	Downlight para montagem encastrada em tecto falso, provido de balastro electrónico, equipado para 2 lâmpadas fluorescentes compactas de 26W, mod. SL-DUO-18226PB.EL/2x26 TC-D EL + D-010M	
F2	Downlight para montagem encastrada em tecto falso, provido de balastro electrónico, equipado com 2 lâmpadas fluorescentes compactas de 18W, lâmpadas incluídas, n/ mod. SL-DUO-18218PB.EL/2x18 TC-D EL + D-010M.	
F3	Downlight para montagem encastrada em tecto falso, provido de balastro electrónico, equipado com 2 lâmpadas fluorescentes compactas de 18W, lâmpadas incluídas, n/ mod. SL-DUO-18218PB.EL/2x18 TC-D EL + D-010M.	
F5	Downlight para montagem encastrada em tecto falso, provido de balastro electrónico, equipado com 1 lâmpada fluorescente compacta de 18W, lâmpada incluída, n/ mod. SL-DUO-	

	18118PB.EL/1x18 TC-D EL + D-010M.	
F6	<p>Armadura fluorescente, com reflector plano em chapa de alumínio branco RAL 9016, com lamelas transversais, equipada com balastro electrónico e lâmpadas fluorescentes 2x36W, G13, refª 402-IFT- Z/EL da INDAL</p>	
F7	<p>Luminária industrial, IP-65, com corpo em poliéster reforçado com fibra de vidro, reflector em chapa de aço tratado e pintado a branco, difusor em Policarbonato, provida de balastro electrónico, equipado para uma lâmpada fluorescente linear de 1x58W, n/ mod. 651-IXC da INDALUX.</p>	
F7.1	<p>Luminária industrial, IP-65, com corpo em poliéster reforçado com fibra de vidro, reflector em chapa de aço tratado e pintado a branco, difusor em Policarbonato, provida de balastro electrónico, equipado para uma lâmpada fluorescente</p>	

	linear de 2x58W, n/ mod. 651-IXC da INDALUX.	
F8	Luminária industrial, IP-65, com corpo em poliéster reforçado com fibra de vidro, reflector em chapa de aço tratado e pintado a branco, difusor em Policarbonato, provida de balastro electrónico, equipado para uma lâmpada fluorescente linear de 1x36W, n/ mod. 401-IXC da INDALUX.	
F11		
F12	Armadura de perfil fino em alumínio, para fixar ao tecto, modelo LINEA da INDAL, equipada com balastro electrónico e lâmpada T5, ref ^a 65770 da SLUZ INDAL 1x35W T5, G5	
F13	PLAFONIER REF ^a 7711 DA ILUMISA INDAL, C/ 2x18W, G24D	

F13.1	PLAFONIER REFª 7711 DA ILUMISA INDAL, C/ 1x18W, G24D	
F14	ARMAD. FLUOR. C/ REFLECTOR DUPLO PARABÓLICO MATE, T5 2x28W, P/ ENCASTRAR	
F15	ARMAD. FLUOR. C/ REFLECTOR DUPLO PARABÓLICO MATE, T5 2x28W, P/ ENCASTRAR SÉRIE FRONTERA, REFª 282-IFT-D/EL DA INDAL	
Lâmpada Incandescente	Lâmpada Incandescente de 75W	

Anexo E. Ganhos Internos

EDIFÍCIO EXISTENTE								
Andar	Nº	Divisão	Área (m2)	Pé Direito (m)	Volum e (m3)	Ocupação	Equipamentos (W)	Iluminação (W)
RC								
	1	Átrio	18,2	4	72,8		500	56
	2	Corredor	54,5	4	218			360,0
	3	I.S. Publico Feminino	49	4	196			72,0
	4	I.S. Publico Masculino	4,9	4	19,6			72,0
	5	Sala de Reuniões	10,4	4	41,6	3	778	168,0
	6	Direção	10,3	4	41,2	4		216,0
	7	Antecâmara I.S. Utentes	8,6	4	34,4			36,0
	8	I.S. Utentes Deficientes	5,5	4	22			36,0
	9	I.S. Publico Masculino	11,3	4	45,2			36,0
	10	I.S. Publico Feminino	11	4	44			72,0
	11	Refeitório	234	3	702	93	3235	1008,0
	12	Antecâmara I.S. Funcionários Masculino	2,6	3	7,8			
	13	I.S. funcionários masculino	4,3	3	12,9			
	14	Vestiário Funcionários Masculino	4,1	3	12,3			
	15	Sala De Pessoal	17,8	3	53,4			144,0
	16	Arrecadação / Material de Limpeza	1,3	3	3,9			18
	17	Antecâmara I.S. Funcionários Femininos	1,9	3	5,7			18

Andar	Nº	Divisão	Área (m2)	Pé Direito (m)	Volum e (m3)	Ocupação	Equipamentos (W)	Iluminação (W)
	18	I.S. Funcionários Feminino	7,2	3	21,6			36
	19	Vestiário Funcionários Feminino	17	3	51			36
	21	Cozinha	68,9	3	206,7	2	89622	928,0
	22	Refrigeração	5,4	3	16,2		1060	36
	23	Dispensa De Dia	6	4	24			36
	24	Lixos	2	3	6			
	25	Vasilhame	2	3	6			
	26	Sala de Estar	70,3	3	210,9	28	4575	360,0
	27	Sala de Convívio	118,4	4	473,6	47	75	432,0
	31	Gabinete Médico	16	3	48	1		112,0
	32	I.S. Gabinete Médico	3,8	3	11,4		339	36
	33	Enfermaria	12,5	3	37,5	1		112,0
		WC 1	20	3	60			116
		WC 2	20	3	60			116
		Quartos 1,2,3	25	3	75	3		225,0
		Quartos 4	16	3	48	1		225
		Quarto 5, 6	20	3	60	1		225,0
		Quartos 7	15	3	45	1		225
		Sala Convívio	28	3	84	5		225,0

EDIFÍCIO NOVO								
Andar	Nº	Divisão	Área (m2)	Pé Direito (m)	Volume (m3)	Ocupação	Equipamentos (W)	Iluminação (W)
Cave								
	29	Arrecadação - Material Técnico	13,6	3	40,8			72
	30	Lavandaria	37,6	3	112,8	4	47320	290
	31	Sala de Atividades	64,2	3	192,6	15		576

Andar	Nº	Divisão	Área (m2)	Pé Direito (m)	Volume (m3)	Ocupação	Equipamentos (W)	Iluminação (W)
	32	I.S.	7,9	3	23,7			108
	33	I.S.	7,9	3	23,7			108
	34	I.S. Deficientes	5,8	3	17,4			72
	35	Corredor	12,2	3	36,6			144
	36	Corredor	23,3	3	69,9			216
	37	Corredor	7,56	3	22,7			104
		Sala da Caldeira	11,7					
R/C								
		Quartos Duplos	25,5	3	76,5	2	75	170
		Quartos Simples	25,5	3	76,5	1	75	130
	5	Sala de Estar	15	3	45	7	800	144
	6	I. de Banho Assistido	13,4	3	40,2			144
	7	Rouparia	4,7	3	14,1			72
	8	Corredor	35,5	3	106,5			324
	9	Corredor	7,84	3	23,52			104
	10	Átrio - clarabóia	27,4	3	82,2			364
		Escada	16,1 728					70
1º e 2º andar								
		Quartos Duplos	25,5	3	76,5	2	75	170
		Quartos Simples	25,5	3	76,5	1	75	130
		Sala de Estar	15	3	45	7	800	144
		I. de Banho Assistido	13,4	3	40,2			144
		Rouparia	4,7	3	14,1			72
		Corredor	35	3	105			324
		Corredor	7,84	3	23,52			104
		Escada	16,1 728					140

Anexo F. Consumos de AQS

EDIFÍCIO EXISTENTE			
Andar	Nº	Divisão	Caudal (l/h)
RC			
	1	Átrio	
	2	Corredor	
	3	I.S. Publico Feminino	8,7
	4	I.S. Publico Masculino	8,7
	5	Sala de Reuniões	
	6	Direção	
	7	Antecâmara I.S. Utentes	
	8	I.S. Utentes Deficientes	8,7
	9	I.S. Publico Masculino	8,7
	10	I.S. Publico Feminino	8,7
	11	Refeitório	
	12	Antecâmara I.S. Funcionários Masculino	
	13	I.S. funcionários masculino	8,7
	14	Vestiário Funcionários Masculino	6,02
	15	Sala De Pessoal	
	16	Arrecadação / Material de Limpeza	
	17	Antecâmara I.S. Funcionários Femininos	
	18	I.S. Funcionários Feminino	8,7
	19	Vestiário Funcionários Feminino	6,02
	21	Cozinha	128,8
	22	Refrigeração	
	23	Despensa De Dia	
	24	Lixos	
	25	Vasilhame	
	26	Sala de Estar	
	27	Sala de Convívio	
	31	Gabinete Médico	
	32	I.S. Gabinete Médico	30
	33	Enfermaria	
		WC 1	3,6
		WC 2	3,6
		Quartos 1,2,3	

Andar	Nº	Divisão	Caudal (l/h)
		Quartos 4	50
		Quarto 5, 6	50
		Quartos 7	
		Sala Convívio	

EDIFÍCIO NOVO			
Andar	Nº	Divisão	Caudal (m3/h)/dia
Cave			
	29	Arrecadação - Material Técnico	
	30	Lavandaria	
	31	Sala de Atividades	
	32	I.S.	
	33	I.S.	
	34	I.S. Deficientes	
	35	Corredor	
	36	Corredor	
	37	Corredor	
		Sala da Caldeira	
R/C			
		Quartos Duplos	100
		Quartos Simples	50
	5	Sala de Estar	
	6	I. de Banho Assistido	
	7	Rouparia	
	8	Corredor	
	9	Corredor	
	10	Átrio - clarabóia	
		Escada	
1º e 2º andar			
		Quartos Duplos	100
		Quartos Simples	50

Andar	Nº	Divisão	Caudal (l/h)
		Sala de Estar	
		I. de Banho Assistido	
		Rouparia	
		Corredor	
		Corredor	
		Escada	

Anexo G. Perfis de Utilização

EDIFÍCIO EXISTENTE					
Nº	Divisões	Perfil de ocupação	Perfil de equipamentos	Perfil de iluminação	Perfil de AQS
	Entrada Principal	-----	-----	19--22 todos os dias férias em junho,julho,agosto,setembro	-----
1	Átrio	-----	10--11 5 dias semana férias em agosto	-----	-----
2	Corredor	-----	-----	19--22 todos os dias férias em junho,julho,agosto,setembro	-----
3	I.S. Publico Feminino	-----	-----	10--11 16--17 5 dias semana todo ano	9--18 5 dias semana todo ano
4	I.S. Publico Masculino	-----	-----	10--11 16--17 5 dias semana todo ano	9--18 5 dias semana todo ano
5	Sala de Reuniões	9-13:30 15-18 5 dias semana férias em agosto	9-13:30 15-18 5 dias semana férias em agosto // fotocopiadora: 10--11 5 dias semana férias em agosto	9-13:30 15-18 5 dias semana férias em agosto	-----
6	Direção	15-18 à 5ª férias em agosto	-----	15-18 à 5ª férias em junho,julho,agosto,setembro	-----
7	Antecâmara I.S. Utentes	-----	-----	10--11 16--17 5 dias semana todo ano	-----

Nº	Divisões	Perfil de ocupação	Perfil de equipamentos	Perfil de iluminação	Perfil de AQS
8	I.S. Utentes Deficientes	-----	-----	10--11 16--17 5 dias semana todo ano	9--18 5 dias semana todo ano
9	I.S. Publico Masculino	-----	-----	10--11 16--17 5 dias semana todo ano	9--18 5 dias semana todo ano
10	I.S. Publico Feminino	-----	-----	10--11 16--17 5 dias semana todo ano	9--18 5 dias semana todo ano
11	Refeitório	9--10 12--13 19--20 todos os dias todo ano	ventoinhas: 12--13 todos dias julho, agosto setembro frigorifico- 1--2 4-5 7--8 10-11 13--14 16-17 19--20 22--23 365 dias por ano televisão--horário do refeitório chaleira + microondas: 12--12:15 todos os dias todo ano	18-20 todos os dias férias abril, maio, junho, julho, agosto, setembro	-----
15	Sala De Pessoal	-----	-----	10--10:30 16--16:30 todos os dias todo ano	-----
16	Arrecadação / Material de Limpeza	-----	-----	10--10:15 13--13:15 5 dias semana todo ano	-----
17	Antecâmara I.S. Funcionários Femininos	-----	-----	10--10:30 16--16:30 todos os dias todo ano	-----
18	I.S. Funcionários Feminino	-----	-----	10--10:30 16--16:30 todos os dias todo ano	9--18 todos os dias todo ano
19	Vestiário Funcionários Feminino	-----	-----	10--10:30 16--16:30 todos os dias todo ano	9--18 todos os dias todo ano

Nº	Divisões	Perfil de ocupação	Perfil de equipamentos	Perfil de iluminação	Perfil de AQS
21	Cozinha	08--20:00 todos dias todo ano	equip a gás: 11--12 resto equip. 11:30--12 todos dias todo ano	18-20 todos os dias	09--14 17--20:00 todos dias todo ano
22	Refrigeração	-----	1--2 7--8 13--14 19--20 365 dias por ano	-----	-----
23	Despensa De Dia	-----	-----	-----	-----
24	Lixos	-----	-----	-----	-----
25	Vasilhame	-----	-----	-----	-----
26	Sala de Estar	10:30 --11 todos dias todo ano	10:30 --11 todos dias todo ano	10:30 --11 todos dias todo ano	-----
27	Sala de Convívio	9--18 5 dias semana todo ano	9--18 5 dias semana todo ano	16--18:30 5 dias semana férias em maio junho julho agosto setembro	-----
28	I.S. Masculino	-----	-----	10--11 16--17 5 dias semana todo ano	10--11 16--17 5 dias semana todo ano
29	I.S. Feminino	-----	-----	10--11 16--17 5 dias semana todo ano	10--11 16--17 5 dias semana todo ano
30	I.S. Deficientes	-----	-----	10--11 16--17 5 dias semana todo ano	10--11 16--17 5 dias semana todo ano
31	Gabinete Médico	09--12 3ª e 5ª férias em agosto	9--10:15 3ª e 5ª férias em agosto	09--12 3ª e 5ª férias em agosto	-----
32	I.S. Gabinete Médico	-----	-----	10--10:15 3ª e 5ª férias em agosto	10--10:15 3ª e 5ª férias em agosto
33	Enfermaria	9-13:30 15-18 5 dias semana férias em agosto	-----	9-13:30 15-18 5 dias semana férias em agosto	-----
	Quartos	21--9 todos os dias	9--10 21--22 todos dias todo ano	9--10 21--22 todos dias todo ano	7--9 ; 21--22 todos

		todo o ano			os dias todo ano
	sala de convívio	10:30 --11 todos dias todo ano	10:30 --11 todos dias todo ano	10:30 --11 todos dias todo ano	-----
	WC 1 e WC 2	-----	-----	10--11 16--17 5 dias semana todo ano	7--22 5 dias semana todo ano

EDIFÍCIO NOVO												
Divisões	Perfil de ocupação			Perfil de equipamentos			Perfil de iluminação			Perfil de AQS		
	Diário	Semanal	Anual	Diário	Semanal	Anual	Diário	Semanal	Anual	Diário	Semanal	Anual
Quartos Duplos	21--9	Domingo a Sábado	Todos os Meses	9--10 21--22	Domingo a Sábado	Todos os Meses	9--10 21--22	Domingo a Sábado	Todos os Meses	7--9 21--22	Domingo a Sábado	Todos os Meses
Quartos Individuais	21--9	Domingo a Sábado	Todos os Meses	9--10 21--22	Domingo a Sábado	Todos os Meses	9--10 21--22	Domingo a Sábado	Todos os Meses	7--9 21--22	Domingo a Sábado	Todos os Meses
29 - Arrecadação	----- -----	----- -----	----- -----	----- -----	----- -----	----- -----	10--10:15 13--13:15	Segunda a Sexta	Todos os Meses	----- -----	----- -----	----- -----
30 - Lavandaria	9:45-- 10:00 11:30-- 12:15 14:45-- 13:00 16:30-- 17:15	Segunda a Sexta	Todos os Meses	10-11:30 15--16:30	Segunda a Sexta	Todos os Meses	9:45-- 10:00 11:30-- 12:15 14:45-- 13:00 16:30-- 17:15	Segunda a Sexta	Todos os Meses	----- -----	----- -----	----- -----
31 - Sala de Atividades	14:30--16 4ª feira ferias agosto	Quartas Feiras	janeiro-- julho setembro-- dezembro	----- -----	----- -----	----- -----	14:30-- 16:00	Quartas Feiras	janeiro-- julho setembro-- dezembro	----- -----	----- -----	----- -----

Divisões	Perfil de ocupação			Perfil de equipamentos			Perfil de iluminação			Perfil de AQS		
	Diário	Semanal	Anual	Diário	Semanal	Anual	Diário	Semanal	Anual	Diário	Semanal	Anual
32 - I.S.	----- -----	----- -----	----- -----	----- -----	----- -----	----- -----	15:00-- 15:30	Quartas Feiras	janeiro-- julho setembro-- dezembro	----- -----	----- -----	----- -----
33 - I.S.	----- -----	----- -----	----- -----	----- -----	----- -----	----- -----	15:00-- 15:30	Quartas Feiras	janeiro-- julho setembro-- dezembro	----- -----	----- -----	----- -----
34 - I.S. Deficientes	----- -----	----- -----	----- -----	----- -----	----- -----	----- -----	15:00-- 15:15	Quartas Feiras	janeiro-- julho setembro-- dezembro	----- -----	----- -----	----- -----
Salas de Estar	10:30 --11	Domingo a Sábado	Todos os Meses	10:30 --11	Domingo a Sábado	Todos os Meses	10:30 -- 11:00	Domingo a Sábado	Todos os Meses	----- -----	----- -----	----- -----
Roupari as	----- -----	----- -----	----- -----	----- -----	----- -----	----- -----	----- -----	----- -----	----- -----	----- -----	----- -----	----- -----
I. de Banho Assistid o	----- -----	----- -----	----- -----	----- -----	----- -----	----- -----	7:00--9:00 21:00-- 22:00	Domingo a Sábado	Todos os Meses	----- -----	----- -----	----- -----
Átrio - clarabóia	----- -----	----- -----	----- -----	----- -----	----- -----	----- -----	20:00-- 21:00	Domingo a Sábado	janeiro-- maio outubro-- dezembro	----- -----	----- -----	----- -----
35 - Corredo r	----- -----	----- -----	----- -----	----- -----	----- -----	----- -----	9:00-- 10:00 12:00-- 13:00 15:30-- 16:30	Domingo a Sábado	Todos os Meses	----- -----	----- -----	----- -----

Divisões	Perfil de ocupação			Perfil de equipamentos			Perfil de iluminação			Perfil de AQS		
	Diário	Semanal	Anual	Diário		Diário	Semanal	Anual	Diário		Diário	Semanal
36 - Corredor	----- -----	----- -----	----- -----	----- -----	----- -----	----- -----	9:00-- 10:00 12:00-- 13:00 15:30-- 16:30	Domingo a Sábado	Todos os Meses	----- -----	----- -----	----- -----
37 - Corredor	----- -----	----- -----	----- -----	----- -----	----- -----	----- -----	9:00-- 10:00 12:00-- 13:00 15:30-- 16:30	Domingo a Sábado	Todos os Meses	----- -----	----- -----	----- -----
Corredor Gr	----- -----	----- -----	----- -----	----- -----	----- -----	----- -----	19:00-- 22:00	Domingo a Sábado	janeiro-- maio outubro-- dezembro	----- -----	----- -----	----- -----
Corredor Peq	----- -----	----- -----	----- -----	----- -----	----- -----	----- -----	19:00-- 22:00	Domingo a Sábado	janeiro-- maio outubro-- dezembro	----- -----	----- -----	----- -----
Escadas	----- -----	----- -----	----- -----	----- -----	----- -----	----- -----	21:00- 21:30	Domingo a Sábado	Todos os Meses	----- -----	----- -----	----- -----

Anexo H. Piso Radiante

Zona	Área (m ²)	Percentagem de área	Radiante Fraction	Reference Temp. Difference (K)	Heat output at the reference temperature (kW)	Maximum Input From heat source (kW)	Distribution pump power (kW)	Peso do painel (kg)	Quantidade água em cada área (L)
Rosa Forte	146,2	0,198	0	6	8,772	8,772	0,158	7310	146,90
Amarelo	82,3	0,111	0	6	4,938	4,938	0,089	4115	82,69
Vermelho	120	0,163	0	6	7,2	7,2	0,130	6000	120,57
Azul	65,4	0,089	0	6	3,924	3,924	0,071	3270	65,71
Rosa	72,4	0,098	0	6	4,344	4,344	0,078	3620	72,74
Verde	251,9	0,341	0	6	15,114	15,114	0,273	12595	253,11
SOMA	738,2								741,74

- Heat output at the reference temperature, de acordo com o manual é o valor resultante de 60W/m²
- Distribution pump power, é resultado da potência da bomba recirculadora, multiplicado pela percentagem de área
- Peso do Pannel: 50Kg/m

- Quantidade de água: $0,001005 \cdot m^2 \cdot 1000$

0,001005 m³/m² foi obtido através dos seguintes cálculos:

- Considerou-se um diâmetro de tubo de 16 mm
- A área de tubo é de $0,000201 m^2$
- Idealizando o circuito realizado pelo tubo, num m² este, passaria 5 vezes,
- Ora, área do tubo x 5 x 1 =: $0,001005 m^3/m^2$

Anexo I. Iluminação

- Substituição da Iluminação

Tipo de Lâmpada	Potência - W	Luminosidade (lumens)	Modelo Equivalente	Potência - W	Lumens	Vida Útil - horas	Preço € - unidade
Downlight encastrável – F1	52	1800*2	LEDVANCE DOWNLIGHT XL WT 840 DALI	19,5	1970	50000	224,31
Downlight encastrável – F2	36	1100*2	LEDVANCE DOWNLIGHT XL WT 840 DALI	19	1970	50000	224,31
Downlight encastrável – F3	36	1100*2	LEDVANCE DOWNLIGHT XL WT 840 DALI	19	1970	50000	224,31
Downlight encastrável – F5	18	1100	LEDVANCE DOWNLIGHT L WT 840	12	1120	50000	112,97
Armadura fluorescente – F6	72	3150*2	ST8-HA5 30 W/830 1500 mm	30	3000	20000	47,84
Luminária industrial – F7	58	5000	PHILIPS MASTER TL-D HF SUPER 80 50W/840	50	5000	17000	8,73
Luminária industrial - F7.1	116	5000	PHILIPS MASTER TL-D HF SUPER 80 50W/840	50*2	5000	17000	8,73
Luminária industrial – F8	36	3150	ST8-HA5 30 W/830 1500 mm	30	3000	20000	47,84
Calha hospitalar - F11	42						

Tipo de Lâmpada	Potência - W	Luminosidade (lumens)	Modelo Equivalente	Potência - W	Lumens	Vida Útil - horas	Preço € - unidade
Armadura de perfil fino – F12	35	3325	-----	já é um modelo t5			
Plafonier - F13	36	1200	LEDVANCE DOWNLIGHT M840 L36 WT	10,3	750	50000	65,52
Plafonier - F13.1	18	1200	LEDVANCE DOWNLIGHT L WT 840	12	1120	50000	112,97
Armadura fluorescente - F14	56	2700	-----	já é um modelo t5			
Armadura fluorescente - F15	56	2700	-----	já é um modelo t5			
Lâmpada Incandescente	75	970	PARATHOM CL A 75 ADV 13.5 W/827 E27	13,5	1055	20000	24,29

- Redução da Quantidade de Lâmpadas

Edifício Novo								
Nº	DIVISÃO	ÁREA (m2)	Potência instalada (W)	Lux's instalados	Lux's Máx	Alteração - Quantidade de Lâmpadas	Novos Lux's	Potência com a alteração (W)
31	Sala de Atividades	64,2	576	450	200	2*2	233	288
35	Corredor	12,2	144	171	100	2	89	72
37	Corredor	7,566	104	179	100	1	90	52

Nº	DIVISÃO	ÁREA (m2)	Potência instalada (W)	Lux's instalados	Lux's Máx	Alteração - Quantidade de Lâmpadas	Novos Lux's	Potência com a alteração (W)
5	Sala de Estar	15	144	407	100	1	217	72
8	Corredor	35,5	324	152	100	5	96	216
9	Corredor	7,84	104	179	100	1	90	52
	Sala de Estar	15	144	407	100	1	217	72
	Corredor	35	324	152	100	5	96	216
	Corredor	7,84	104	179	100	1	90	52

Edifício Existente								
Nº	DIVISÃO	ÁREA (m2)	Potência instalada (W)	Lux's instalados	Lux's Máx	Alteração - Quantidade de Lâmpadas	Novos Lux's	Potência com a alteração (W)
27	Sala de Convívio	118,4	432,00	207	100	2*2	141	288

Anexo J. Resultados Obtidos

Resultado Simulação: Caldeira Relopa 80 kW												
MWh												
MESES	Aquecimento		Arrefecimento	bombas	Ventiladores	Equipamentos	AQS	Gás	Iluminação	ar condicionado		
	ApHVAC HR & spray pumps energy (MWh)	ApHVAC generic HPs heating energy (MWh)	ApHVAC boilers energy (MWh)	ApHVAC chillers energy (MWh)	ApHVAC distr pumps energy (MWh)	ApHVAC distr fans energy (MWh)	Equip electricity (MWh)	ApHVAC DHW Boilers energy	Equip Natural gás	Apoio da Caldeira - solar (MWh)	Total lights energy	ApHVAC DX cooling systems energy
janeiro	0,011	0,092	16,817	0,000	2,947	1,728	3,066	5,316	2,100	0,352	1,293	0,000
fevereiro	0,010	0,036	12,351	0,000	2,109	1,561	2,782	4,854	1,897	0,211	1,169	0,000
março	0,010	0,006	0,000	0,000	0,016	1,727	2,868	5,711	2,100	0,062	1,274	0,000
abril	0,000	0,000	0,000	0,059	0,022	1,673	2,840	5,550	2,033	0,004	1,312	0,000
maio	0,000	0,000	0,000	0,144	0,037	1,727	2,967	5,746	2,100	0,012	1,357	0,000
junho	0,000	0,000	0,000	0,173	0,042	1,524	2,839	5,549	2,033	0,000	1,144	0,002
julho	0,000	0,000	0,000	0,300	0,058	1,576	3,176	5,817	2,100	0,000	1,204	0,009
agosto	0,000	0,000	0,000	0,311	0,059	1,570	2,815	5,708	2,100	0,000	1,127	0,000
setembro	0,000	0,000	0,000	0,248	0,052	1,524	3,048	5,620	2,033	0,000	1,162	0,003
outubro	0,011	0,002	0,000	0,000	0,016	1,729	3,164	5,816	2,100	0,009	1,303	0,000
novembro	0,011	0,003	0,000	0,000	0,016	1,672	2,839	5,550	2,033	0,180	1,239	0,000
dezembro	0,011	0,040	15,818	0,000	2,802	1,728	2,967	5,271	2,100	0,348	1,284	0,000
Total	<u>0,065</u>	<u>0,179</u>	<u>44,985</u>	<u>1,234</u>	<u>8,176</u>	<u>19,739</u>	<u>35,369</u>	<u>66,509</u>	<u>24,730</u>	<u>1,178</u>	<u>14,868</u>	<u>0,014</u>

Resultado Simulação: Bomba Magna 3

MESES	Aquecimento		Arrefecimento		bombas	Ventiladores	Equipamentos	AQS	Gás	Iluminação	ar condicionado	
	ApHVA C HR & spray pumps energy (MWh)	ApHVA C generic HPs heating energy (MWh)	ApHVA C boilers energy (MWh)	ApHVAC chillers energy (MWh)	ApHVA C distr pumps energy (MWh)	ApHVAC distr fans energy (MWh)	Equip electricity (MWh)	ApHVA C DHW Boilers energy	Equip Natural gás	Apoio da Caldeira - solar (MWh)	Total lights energy	ApHVAC DX cooling systems energy
janeiro	0,011	0,092	21,573	0,000	2,940	1,728	3,066	6,813	2,100	0,352	1,293	0,000
fevereiro	0,010	0,036	15,842	0,000	2,104	1,561	2,782	6,220	1,897	0,211	1,169	0,000
março	0,010	0,006	0,000	0,000	0,014	1,727	2,868	7,324	2,100	0,062	1,274	0,000
abril	0,000	0,000	0,000	0,059	0,019	1,673	2,840	7,117	2,033	0,004	1,312	0,000
maio	0,000	0,000	0,000	0,144	0,035	1,727	2,967	7,369	2,100	0,012	1,357	0,000
junho	0,000	0,000	0,000	0,173	0,040	1,524	2,839	7,116	2,033	0,000	1,144	0,002
julho	0,000	0,000	0,000	0,300	0,056	1,576	3,176	7,459	2,100	0,000	1,204	0,009
agosto	0,000	0,000	0,000	0,311	0,056	1,570	2,815	7,319	2,100	0,000	1,127	0,000
setembro	0,000	0,000	0,000	0,248	0,050	1,524	3,048	7,207	2,033	0,000	1,162	0,003
outubro	0,011	0,002	0,000	0,000	0,014	1,729	3,164	7,459	2,100	0,009	1,303	0,000
novembro	0,011	0,003	0,000	0,000	0,013	1,672	2,839	7,117	2,033	0,180	1,239	0,000
dezembro	0,011	0,040	20,290	0,000	2,795	1,728	2,967	6,757	2,100	0,348	1,284	0,000
Total	0,065	0,179	57,705	1,234	8,135	19,739	35,369	85,277	24,730	1,178	14,868	0,014

Resultado Simulação: 15 Painéis Solares

MESES	Aquecimento		Arrefecimento		bombas	Ventiladores	Equipamentos	AQS	Gás	Iluminação	ar condicionado	
	ApHVA C HR & spray pumps energy (MWh)	ApHVA C generic HPs heating energy (MWh)	ApHVA C boilers energy (MWh)	ApHVAC chillers energy (MWh)	ApHVA C distr pumps energy (MWh)	ApHVAC distr fans energy (MWh)	Equip electricity (MWh)	ApHVA C DHW Boilers energy	Equip Natural gás	Apoio da Caldeira - solar (MWh)	Total lights energy	ApHVAC DX cooling systems energy
janeiro	0,011	0,092	21,088	0,000	2,957	1,728	3,066	6,559	2,100	0,352	1,293	0,000
fevereiro	0,010	0,036	15,260	0,000	2,124	1,561	2,782	5,528	1,897	0,211	1,169	0,000
março	0,010	0,006	0,000	0,000	0,036	1,727	2,868	5,283	2,100	0,062	1,274	0,000
abril	0,000	0,000	0,000	0,059	0,043	1,673	2,840	4,961	2,033	0,004	1,312	0,000
maio	0,000	0,000	0,000	0,144	0,062	1,727	2,967	4,916	2,100	0,012	1,357	0,000
junho	0,000	0,000	0,000	0,173	0,071	1,524	2,839	4,236	2,033	0,000	1,144	0,002
julho	0,000	0,000	0,000	0,300	0,090	1,576	3,176	4,241	2,100	0,000	1,204	0,009
agosto	0,000	0,000	0,000	0,311	0,089	1,570	2,815	4,251	2,100	0,000	1,127	0,000
setembro	0,000	0,000	0,000	0,248	0,077	1,524	3,048	4,661	2,033	0,000	1,162	0,003
outubro	0,011	0,002	0,000	0,000	0,033	1,729	3,164	5,843	2,100	0,009	1,303	0,000
novembro	0,011	0,003	0,000	0,000	0,026	1,672	2,839	6,105	2,033	0,180	1,239	0,000
dezembro	0,011	0,040	19,969	0,000	2,808	1,728	2,967	6,543	2,100	0,348	1,284	0,000
Total	<u>0,065</u>	<u>0,179</u>	<u>56,317</u>	<u>1,234</u>	<u>8,416</u>	<u>19,739</u>	<u>35,369</u>	<u>63,126</u>	<u>24,730</u>	<u>1,178</u>	<u>14,868</u>	<u>0,014</u>

Resultado Simulação: Iluminação - lux's

MESES	Aquecimento		Arrefecimento		bombas	Ventiladores	Equipamentos	AQS	Gás	Iluminação	ar condicionado	
	ApHVA C HR & spray pumps energy (MWh)	ApHVA C generic HPs heating energy (MWh)	ApHVA C boilers energy (MWh)	ApHVAC chillers energy (MWh)	ApHVA C distr pumps energy (MWh)	ApHVAC distr fans energy (MWh)	Equip electricity (MWh)	ApHVA C DHW Boilers energy	Equip Natural gás	Apoio da Caldeira - solar (MWh)	Total lights energy	ApHVAC DX cooling systems energy
janeiro	0,011	0,094	21,578	0,000	2,948	1,728	3,066	6,810	2,100	0,352	1,201	0,000
fevereiro	0,010	0,038	15,841	0,000	2,110	1,561	2,782	6,218	1,897	0,211	1,086	0,000
março	0,010	0,007	0,000	0,000	0,017	1,727	2,868	7,320	2,100	0,062	1,183	0,000
abril	0,000	0,000	0,000	0,059	0,022	1,673	2,840	7,114	2,033	0,004	1,223	0,000
maio	0,000	0,000	0,000	0,143	0,037	1,727	2,967	7,365	2,100	0,012	1,265	0,000
junho	0,000	0,000	0,000	0,172	0,042	1,524	2,839	7,113	2,033	0,000	1,098	0,002
julho	0,000	0,000	0,000	0,299	0,058	1,576	3,176	7,456	2,100	0,000	1,156	0,009
agosto	0,000	0,000	0,000	0,310	0,059	1,570	2,815	7,316	2,100	0,000	1,082	0,000
setembro	0,000	0,000	0,000	0,247	0,052	1,524	3,048	7,203	2,033	0,000	1,116	0,003
outubro	0,011	0,002	0,000	0,000	0,016	1,729	3,164	7,455	2,100	0,009	1,210	0,000
novembro	0,011	0,003	0,000	0,000	0,016	1,672	2,839	7,113	2,033	0,180	1,151	0,000
dezembro	0,011	0,042	20,289	0,000	2,802	1,728	2,967	6,755	2,100	0,348	1,191	0,000
Total	<u>0,065</u>	<u>0,185</u>	<u>57,708</u>	<u>1,230</u>	<u>8,178</u>	<u>19,739</u>	<u>35,369</u>	<u>85,237</u>	<u>24,730</u>	<u>1,178</u>	<u>13,960</u>	<u>0,014</u>

Resultado Simulação: Redução de Caudal

MESES	MWh											
	Aquecimento		Arrefecimento		bombas	Ventiladores	Equipamentos	AQS	Gás	Iluminação	ar condicionado	
	ApHVA C HR & spray pumps energy (MWh)	ApHVA C generic HPs heating energy (MWh)	ApHVA C boilers energy (MWh)	ApHVAC chillers energy (MWh)	ApHVA C distr pumps energy (MWh)	ApHVAC distr fans energy (MWh)	Equip electricity (MWh)	ApHVA C DHW Boilers energy	Equip Natural gás	Apoio da Caldeira - solar (MWh)	Total lights energy	ApHVAC DX cooling systems energy
janeiro	0,011	0,092	21,699	0,000	2,946	1,728	3,066	4,952	2,100	0,352	1,293	0,000
fevereiro	0,010	0,036	15,932	0,000	2,108	1,561	2,782	4,527	1,897	0,211	1,169	0,000
março	0,010	0,006	0,000	0,000	0,012	1,727	2,868	5,371	2,100	0,062	1,274	0,000
abril	0,000	0,000	0,000	0,059	0,017	1,673	2,840	5,220	2,033	0,004	1,312	0,000
maio	0,000	0,000	0,000	0,144	0,033	1,727	2,967	5,404	2,100	0,012	1,357	0,000
junho	0,000	0,000	0,000	0,173	0,038	1,524	2,839	5,219	2,033	0,000	1,144	0,002
julho	0,000	0,000	0,000	0,300	0,054	1,576	3,176	5,469	2,100	0,000	1,204	0,009
agosto	0,000	0,000	0,000	0,311	0,054	1,570	2,815	5,368	2,100	0,000	1,127	0,000
setembro	0,000	0,000	0,000	0,248	0,048	1,524	3,048	5,284	2,033	0,000	1,162	0,003
outubro	0,011	0,002	0,000	0,000	0,012	1,729	3,164	5,469	2,100	0,009	1,303	0,000
novembro	0,011	0,003	0,000	0,000	0,011	1,672	2,839	5,219	2,033	0,180	1,239	0,000
dezembro	0,011	0,040	20,405	0,000	2,800	1,728	2,967	4,919	2,100	0,348	1,284	0,000
Total	<u>0,065</u>	<u>0,179</u>	<u>58,036</u>	<u>1,234</u>	<u>8,132</u>	<u>19,739</u>	<u>35,369</u>	<u>62,421</u>	<u>24,730</u>	<u>1,178</u>	<u>14,868</u>	<u>0,014</u>

Resultado Simulação: Caldeira Relopa 80kW e 5cm XPS

MESES	Aquecimento		Arrefecimento		bombas	Ventiladores	Equipamentos	AQS	Gás	Iluminação	ar condicionado	
	ApHVA C HR & spray pumps energy (MWh)	ApHVA C generic HPs heating energy (MWh)	ApHVA C boilers energy (MWh)	ApHVAC chillers energy (MWh)	ApHVA C distr pumps energy (MWh)	ApHVAC distr fans energy (MWh)	Equip electricity (MWh)	ApHVA C DHW Boilers energy	Equip Natural gás	Apoio da Caldeira - solar (MWh)	Total lights energy	ApHVAC DX cooling systems energy
janeiro	0,011	0,091	11,142	0,000	1,895	1,728	3,066	5,393	2,100	0,352	1,293	0,000
fevereiro	0,010	0,036	8,006	0,000	1,284	1,561	2,782	4,959	1,897	0,211	1,169	0,000
março	0,010	0,006	0,000	0,000	0,016	1,727	2,868	5,711	2,100	0,062	1,274	0,000
abril	0,000	0,000	0,000	0,059	0,022	1,673	2,840	5,550	2,033	0,004	1,312	0,000
maio	0,000	0,000	0,000	0,144	0,037	1,727	2,967	5,746	2,100	0,012	1,357	0,000
junho	0,000	0,000	0,000	0,173	0,042	1,524	2,839	5,549	2,033	0,000	1,144	0,000
julho	0,000	0,000	0,000	0,300	0,058	1,576	3,176	5,817	2,100	0,000	1,204	0,005
agosto	0,000	0,000	0,000	0,311	0,059	1,570	2,815	5,708	2,100	0,000	1,127	0,000
setembro	0,000	0,000	0,000	0,248	0,052	1,524	3,048	5,620	2,033	0,000	1,162	0,002
outubro	0,011	0,002	0,000	0,000	0,016	1,729	3,164	5,816	2,100	0,009	1,303	0,000
novembro	0,011	0,003	0,000	0,000	0,016	1,672	2,839	5,550	2,033	0,180	1,239	0,000
dezembro	0,011	0,040	10,226	0,000	1,779	1,728	2,967	5,374	2,100	0,348	1,284	0,000
Total	0,065	0,178	29,374	1,234	5,277	19,739	35,369	66,795	24,730	1,178	14,868	0,008

Resultado Simulação: 15 Painéis Térmicos e caldeira de 80kW

MESES	Aquecimento		Arrefecimento		bombas	Ventiladores	Equipamentos	AQS	Gás	Iluminação	ar condicionado	
	ApHVA C HR & spray pumps energy (MWh)	ApHVA C generic HPs heating energy (MWh)	ApHVA C boilers energy (MWh)	ApHVAC chillers energy (MWh)	ApHVA C distr pumps energy (MWh)	ApHVAC distr fans energy (MWh)	Equip electricity (MWh)	ApHVA C DHW Boilers energy	Equip Natural gás	Apoio da Caldeira - solar (MWh)	Total lights energy	ApHVAC DX cooling systems energy
janeiro	0,011	0,092	16,446	0,000	2,957	1,728	3,066	5,121	2,100	0,352	1,293	0,000
fevereiro	0,010	0,036	11,903	0,000	2,124	1,561	2,782	4,317	1,897	0,211	1,169	0,000
março	0,010	0,006	0,000	0,000	0,036	1,727	2,868	4,122	2,100	0,062	1,274	0,000
abril	0,000	0,000	0,000	0,059	0,043	1,673	2,840	3,871	2,033	0,004	1,312	0,000
maio	0,000	0,000	0,000	0,144	0,062	1,727	2,967	3,836	2,100	0,012	1,357	0,000
junho	0,000	0,000	0,000	0,173	0,071	1,524	2,839	3,306	2,033	0,000	1,144	0,002
julho	0,000	0,000	0,000	0,300	0,090	1,576	3,176	3,310	2,100	0,000	1,204	0,009
agosto	0,000	0,000	0,000	0,311	0,089	1,570	2,815	3,318	2,100	0,000	1,127	0,000
setembro	0,000	0,000	0,000	0,248	0,077	1,524	3,048	3,637	2,033	0,000	1,162	0,003
outubro	0,011	0,002	0,000	0,000	0,033	1,729	3,164	4,559	2,100	0,009	1,303	0,000
novembro	0,011	0,003	0,000	0,000	0,026	1,672	2,839	4,764	2,033	0,180	1,239	0,000
dezembro	0,011	0,040	15,574	0,000	2,808	1,728	2,967	5,106	2,100	0,348	1,284	0,000
Total	0,065	0,179	43,923	1,234	8,415	19,739	35,369	49,265	24,730	1,178	14,868	0,014