



ETICS como sistema de reabilitação de fachadas

JOSÉ FILIPE COSTA GOMES

Outubro de 2015



ETICS como Sistema de Reabilitação de Fachadas

“Relatório de estágio apresentado no Instituto Superior de Engenharia do Porto para a obtenção do grau de Mestre em Engenharia Civil no Ramo de Construções”

Mestrando: José Filipe Costa Gomes (1091229)

Orientador (ISEP): Eng^o José Pinto-Faria, Professor Adjunto do ISEP

Coorientador (Cari Construtores): Eng.^o Vitor Santos

Outubro, 2015

ÍNDICE GERAL

Agradecimentos	v
Resumo.....	vii
Abstract	ix
Índice de Texto	xi
Índice de Figuras	xv
Índice de Tabelas.....	xix
Índice de Gráficos.....	xxi
1. Introdução.....	1
2. Descrição da obra.....	11
3. Sistema ETICS	31
4. Análise de melhorias de classificação energética	63
5. Condensações	87
6. Conclusões.....	99
Referências bibliográficas	101
Anexos.....	103

AGRADECIMENTOS

Este trabalho é o culminar de um ciclo de vida, e o início do que espero ser um ciclo ainda melhor. No entanto nada disto seria possível sem a ajuda de algumas pessoas, às quais devo o meu agradecimento.

Agradeço a todos os meus amigos e colegas que estiveram presentes em todos os momentos da minha vida académica, deixando agradecimento especial ao meu colega de estágio Ricardo Pereira, uma vez que parte do trabalho que aqui apresento é também mérito dele.

Agradeço a toda a equipa presente em obra, nomeadamente ao preparador Luís Lopes, aos responsáveis de higiene e segurança Orlando Fernandes e Nuno Fernandes, e aos encarregados de obra Sr Joaquim e Sr. Manuel pois todos juntos ensinaram-me que a vida em obra é bastante diferente da vida académica e que é necessário perceber e aceitar que tudo o que a experiência nos diz deve ser levado em atenção.

Agradeço aos meus dois orientadores, em obra Eng.º Vitor Santos, e no ISEP, Eng.º José Pinto-Faria, pela paciência e pelo rigor que me inculcaram na realização deste trabalho e ao longo do estágio. Perceber que “Quando vir uma multidão a virar uma esquina, não corra com eles, descubra o porquê de correrem e resolva o problema”, ou “Não precisa ir a correr quando um problema surge (...) precisa apenas pensar na melhor maneira de o fazer antes de agir”, são ensinamentos essenciais para a sobrevivência nesta área de trabalho.

Porque os últimos são os primeiros, e neste caso os mais importantes, fica o agradecimento à minha mãe pois o que sou hoje devo-o a ela, em todos os momentos me faz ver que é o enfrentar das dificuldades que nos ajuda a crescer, quer pessoal quer profissionalmente.

RESUMO

O presente relatório retrata o estágio curricular desenvolvido no segundo ano do Mestrado em Engenharia Civil - Ramo de Construções do Instituto Superior de Engenharia do Porto.

O relatório fará primeiramente uma abordagem às principais tarefas desempenhadas durante o estágio bem como uma abordagem à empresa adjudicatária da obra em análise.

Seguidamente apresenta-se a obra em que se desenvolveu o estágio, “Requalificação e Reabilitação de Vila D’ Este Fase II”, onde será feita uma descrição do estado em que se encontravam os edifícios antes de serem intervencionados, bem como das intervenções efetuadas.

Na sequência da apresentação da obra, será feita uma abordagem ao tema de estudo deste relatório, o Sistema ETICS. Este sistema com crescente procura no mercado, tem muitos parâmetros aos quais deve obedecer, pelo que neste relatório serão apresentados todos os aspetos considerados relevantes à sua correta execução.

Para terminar serão verificadas as melhorias impostas por este Sistema. Inicialmente com uma abordagem em termos energéticos e depois uma abordagem ao controlo da humidade e prevenção das condensações.

PALAVRAS-CHAVES: requalificação, reabilitação, ETICS, fachadas, Vila D’Este.

ABSTRACT

The present report portrays the curriculum internship developed in the second year of the master degree in civil Engineering – Construction's sector of the Instituto Superior de Engenharia do Porto.

The report will primarily do an approach to the main task performed during the internship, and to the contractor undertaking the work in question.

Then the work developed during the internship is presented, "Requalificação e Reabilitação de Vila D' Este Fase II", were a description of the buildings shows the state before the intervention, as well a description of the state after the interventions.

In sequence of the presentation of the work, will be done an approach to the main subject in study in this report, the ETICS. This system with increasing demand on the market, has many parameters to which we must obey, therefore in this report will be presented all of the aspects considered relevant to a proper execution.

To finish the improvements imposed by this system will be checked. Primarily with an approach in energy terms and them to the humidity control and condensations problems.

KEYWORDS: Requalification, rehabilitation, ETICS, facade walls, Vila D' Este

ÍNDICE DE TEXTO

ÍNDICE GERAL	iii
Agradecimentos	v
Resumo.....	vii
Abstract	ix
Índice de Texto	xi
Índice de Figuras	xv
Índice de Tabelas.....	xix
Índice de Gráficos.....	xxi
1. Introdução.....	1
1.1 Contextualização e objetivos do estágio.....	1
1.2 Enquadramento empresarial	1
1.2.1 DST group	1
1.2.2 Cari Construtores	4
1.3 Principais funções desempenhadas	7
1.4 <i>Software</i> utilizado	8
2. Descrição da obra.....	11
2.1 Introdução.....	11
2.2 Enquadramento da obra	12
2.3 Tipologia construtiva.....	12
2.4 Principais anomalias existentes	14
2.4.1 Degradação das fachadas.....	14
2.4.2 Degradação de terraços e coberturas.....	15
2.4.3 Degradação da envolvente interior.....	16
2.5 Intervenções efetuadas.....	17
2.5.1 Reabilitação de fachadas.....	17
2.5.1.1 Etics	18
2.5.1.2 GRC.....	19
2.5.1.3 Mapa de Controlo	20
2.5.2 Reabilitação de coberturas.....	21
2.5.2.1 Painel Sandwich.....	22
2.5.2.2 Tela de impermeabilização	24
2.5.3 Criação de sistema de combate a incêndio.....	26

2.5.3.1	Coluna Montante.....	27
2.5.3.2	Boca de incêndio tipo carretel.....	27
2.5.3.3	Ramal de ligação à rede pública	28
3.	Sistema ETICS.....	31
3.1	Introdução	31
3.2	Evolução da Conceção das Fachadas em Portugal	31
3.3	Métodos de isolamento térmico pelo exterior	32
3.4	Evolução do Sistema ETICS	32
3.5	Sistema Etics e seus componentes	33
3.5.1	Constituintes do sistema	34
3.5.1.1	Suporte	35
3.5.1.2	Produto de Colagem.....	35
3.5.1.3	Fixação mecânica.....	35
3.5.1.4	Painel de isolamento	36
3.5.1.5	Camada de base.....	36
3.5.1.6	Armadura.....	37
3.5.1.7	Primário	37
3.5.1.8	Camada de Acabamento	38
3.5.1.9	Acessórios.....	39
3.6	Aplicação do sistema	39
3.6.1	Preparação do suporte	40
3.6.2	Método de colagem.....	41
3.6.2.1	Aplicação de placas de isolamento.....	42
3.6.2.2	Sobreposição e reforço de armadura em pontos singulares	43
3.6.3	Cor do acabamento	44
3.6.4	Pormenorização construtiva.....	44
3.6.5	Outros.....	48
3.6.5.1	Fixação de andaimes	49
3.6.5.2	Fixação de palas de sombreamento/guardas.....	49
3.6.5.3	Aplicação de rufagem de platibandas	51
3.6.5.4	Pontos de luz, água, gaz	51
3.7	Rendimentos do sistema ETICS	52
3.7.1	Mapa de desperdícios de material	52

3.7.1.1	Análise crítica e justificativa dos resultados.....	55
3.7.2	Mapa de rendimento por aplicador	56
4.	Análise de melhorias de classificação energética	63
4.1	Introdução	63
4.2	Dados Climáticos	64
4.3	Áreas e dimensões	65
4.4	Fator de redução de perdas (b_{tr})	69
4.5	Soluções construtivas e requisitos mínimos de qualidade térmicas	71
4.6	Fator de obstrução	75
4.7	Fator solar	76
4.8	Pontes térmicas lineares	80
4.9	Taxa de renovação de ar	81
4.10	Necessidades de energia para preparação de água quente sanitária	82
4.11	Sistemas de aquecimento e arrefecimento do ambiente	83
4.12	Análise de resultados	83
5.	Condensações	87
5.1	Introdução	87
5.2	Conceitos gerais	87
5.3	Condensações superficiais internas	89
5.3.1	Parâmetros de cálculo	90
5.4	Condensações internas	94
6.	Conclusões.....	99
	Referências bibliográficas	101
	Anexos.....	103
	Anexo I- Auto de vistoria.....	105
	Anexo II- Estado de funcionamento dos blocos de campanha	107
	Anexo III- Mapa de controlo rede de incêndio	109
	Anexo IV- Reportagem fotográfica.....	111
	Anexo V- Mapa de controlo de aplicação de GRC.....	121
	Anexo VI- Taxa de renovação de ar-LNEC	125
	Tipologia Topo.....	125
	Tipologia Corrente.....	126
	Tipologia Ângulo.....	127

Anexo VII – Folhas de cálculo reh	129
Tipologia Topo – Antes da Intervenção	129
Tipologia Topo – Após intervenção	145
Tipologia Corrente – Antes da intervenção	161
Tipologia Corrente- Após intervenção.....	177
Tipologia Ângulo- Antes de intervenção	193
Tipologia Ângulo – Após intervenção	209
Anexo VIII- Condensações internas	225
Parede Anterior	225
Parede Com ETICS.....	227

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1-Logótipo da Empresa bysteel [1]	2
Figura 1.2- Logótipo da Empresa dte [1].....	2
Figura 1.3- Logótipo da Empresa tmodular [1]	3
Figura 1.4- Logótipo da Empresa tgeotecnia [1]	3
Figura 1.5- Logótipo da Empresa tagregados [1]	3
Figura 1.6- Logótipo da Empresa tbetão [1].....	3
Figura 1.7- Logótipo da Empresa steelgreen [1]	4
Figura 1.8- Logótipo da Empresa way2b.ace [1]	4
Figura 1.9- Logótipo da Empresa Cari constutores[1].....	6
Figura 2.1-Planta da Urbanização de Vila D’Este [4]	11
Figura 2.2-Tipologia Corrente [5]	13
Figura 2.3- Tipologia ângulo [5].....	13
Figura 2.4- Tipologia Topo [5]	13
Figura 2.5- Degradação das Fachadas [Foto Tirada em Obra]	14
Figura 2.6-Mancha de Humidade interior [6]	14
Figura 2.7- Cobertura com chapa de fibrocimento [Foto tirada em Obra].....	15
Figura 2.8- Cobertura em Tela Asfáltica [Foto tirada em Obra].....	16
Figura 2.9-Componentes da Intervenção da fachada [Foto tirada em obra]	18
Figura 2.10- Mapa de rendimentos de aplicação de GRC.....	20
Figura 2.11- Cobertura em placa sandwich [Foto tirada em obra]	21
Figura 2.12- Tela Impermeabilizante [Foto tirada em obra]	21
Figura 2.13- Estrutura metálica para montagem de placas sandwich [Foto tirada em obra]	22
Figura 2.14-Ilustração de chapa Sandwich utilizada [www.geradordepreços.info-(20/08/2015)]	23
Figura 2.15- Acessórios de ventilação [Foto tirada em obra]	23
Figura 2.16- Remate do sistema de impermeabilização com a fachada ao nível da cobertura em terraço acessível com revestimento em “tijoleira tradicional portuguesa” [Caderno de Encargos]....	25
Figura 2.17- Remate do sistema de impermeabilização com as soleiras das portas-janelas [Caderno de Encargos]	26
Figura 2.18- Abertura de Vala [Foto tirada em obra].....	28
Figura 2.19-Instalação do “tê” [Foto tirada em obra].....	28
Figura 3.1- Evolução Histórica (séc. XX) das Paredes de Fachadas em Portugal [7]	31
Figura 3.2- Evolução da aplicação do sistema ETICS em Portugal (milhões de m2) [10].....	33

Figura 3.3- Sistema de Isolamento Térmico pelo exterior- ETICS [www.engenhariaeconstrucao.com (01-10-2015)]	34
Figura 3.4-Distribuição das buchas para fixação mecânica dos painéis de EPS [Foto tirada em Obra]	36
Figura 3.5- Perfil de Canto [Foto tirada em obra]	39
Figura 3.6-Esquema de Principio de realização de ensaios de aderência [17].....	40
Figura 3.7-Colagem por pontos e por bandas [11].....	41
Figura 3.8- Colagem completa [11]	41
Figura 3.9- Distribuição dos painéis de Isolamento [11]	42
Figura 3.10- Distribuição do painel de isolamento na zona da janela [11]	42
Figura 3.11-Distribuição do painel de isolamento em arestas de fachadas [11]	42
Figura 3.12- Reforço de armadura em arestas de janelas [18]	43
Figura 3.13- Reforço de armadura [19]	43
Figura 3.14- Coeficiente de absorção solar [10].....	44
Figura 3.15-Temperatura da superfície colorida com uma temperatura ambiente de 26°C [10]	44
Figura 3.16-Corte vertical padieiras de janelas [peças desenhadas de projeto].....	45
Figura 3.17- Pormenor aba lateral da chapa de alumínio [foto tirada em obra]	45
Figura 3.18- Corte vertical de peitoris de janelas [peças desenhadas de projeto]	46
Figura 3.19-Corte horizontal ombreiras [peças desenhadas de projeto].....	47
Figura 3.20-corte horizontal cunhais [peças desenhadas de projeto]	47
Figura 3.21-Corte vertical- platibanda [peças desenhadas de projeto]	48
Figura 3.22- Fixação de andaimes [Foto tirada em obra].....	49
Figura 3.23-Fixação de palas de sombreamento [Foto tirada em obra]	50
Figura 3.24-Fixação de guardas [Foto tirada em obra]	50
Figura 3.25- Rufagem da platibanda [Foto tirada em obra]	51
Figura 3.26- Ponto de ligação de luz [Foto tirada em obra]	51
Figura 4.1-Identificação das frações em estudo.....	63
Figura 4.2- Altitude Vilar de Andorinho [pt-pt.topographic-map.com-01-10-2015]	65
Figura 4.3-Identificação das envolventes	70
Figura 4.4-Pormenor Construtivo Parede Anterior	71
Figura 4.5-Pormenor Construtivo Parede com ETICS.....	72
Figura 4.6-Pormenor Construtivo Parede Interior	73
Figura 4.7- Classes de desempenho energético [www2.adene.pt (10-10-2015)]	83
Figura 5.1- Diagrama do Psicométrico [20]	89

Figura 5.2- Importância das propriedades e posicionamento das camadas nas condensações internas
[21] 94

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 2.1– Constituição dos blocos a reabilitar [1]	12
Tabela 2.2- Análise de Anomalias de Fachadas [5]	15
Tabela 2.3- Análise de Anomalias de Terraços e Coberturas [5]	16
Tabela 2.4- Análise de Anomalias da envolvente Interiores [5].....	17
Tabela 3.1- Total de Aplicação de ETICS.....	53
Tabela 3.2- Material Levantado do Estaleiro	53
Tabela 3.3- Total de ETICS a aplicar considerando o material levantado do estaleiro	54
Tabela 3.4- Desperdício de material	54
Tabela 3.5- Rendimento médio mensal assumido para cada Empresa	56
Tabela 3.6-Constituição das equipas de trabalho (nº homens)	57
Tabela 3.7- Rendimento Teórico por trabalhador (m ²).....	57
Tabela 3.8- Rendimento real por trabalhador (m ²).....	58
Tabela 3.9- Rendimento das empresas considerando 10 homens (m2).....	60
Tabela 4.1- Área útil de Pavimento tipologia Topo.....	65
Tabela 4.2- Área útil de Pavimento tipologia Corrente	66
Tabela 4.3- Área útil de Pavimento tipologia Ângulo.....	66
Tabela 4.4- Áreas da Envolvente Exterior-Tipologia Topo	67
Tabela 4.5- Áreas da Envolvente Exterior-Tipologia Corrente	67
Tabela 4.6- Áreas da Envolvente Exterior-Tipologia Ângulo	67
Tabela 4.7- Áreas da Envolvente Interior- Tipologia Topo.....	68
Tabela 4.8- Áreas da Envolvente Interior- Tipologia Corrente.....	68
Tabela 4.9- Áreas da Envolvente Interior- Tipologia Ângulo.....	68
Tabela 4.10- Dimensões de Pontes Térmicas Planas- Estores	69
Tabela 4.11- Determinação de parâmetro btr- Lavandaria	70
Tabela 4.12- Determinação de parâmetro btr- Caixa de Escadas.....	70
Tabela 4.13- Coeficiente de Transmissão Térmica Parede Anterior	72
Tabela 4.14- Coeficiente de transmissão térmica Parede com ETICS.....	73
Tabela 4.15- Coeficiente de transmissão térmica Parede para Lavandaria e Caixa de Escadas.....	74
Tabela 4.16- Verificação dos Requisitos da Envolvente Envidraçada-Tipologia Topo	79
Tabela 4.17- Verificação dos Requisitos da Envolvente Envidraçada-Tipologia Corrente	79
Tabela 4.18- Verificação dos Requisitos da Envolvente Envidraçada-Tipologia Ângulo	79
Tabela 4.19-Pontes Térmicas Lineares-Tipologia Topo.....	80

Tabela 4.20-Pontes Térmicas Lineares-Tipologia Corrente.....	80
Tabela 4.21-Pontes Térmicas Lineares-Tipologia Ângulo.....	80
Tabela 4.22- Taxa de Renovação de ar.....	81
Tabela 4.23- Valores de cálculo da classe de eficiência energética- Topo.....	84
Tabela 4.24- Valores de cálculo da classe de eficiência energética- Corrente.....	84
Tabela 4.25- Valores de cálculo da classe de eficiência energética Ângulo.....	84
Tabela 4.26-Classificação energética.....	84
Tabela 4.27- Redução anual da fatura energética [9]	85
Tabela 5.1- Fluxo de calor.....	91
Tabela 5.2-Evolução de temperatura- Parede anterior	91
Tabela 5.3- Evolução de temperatura- Parede com ETICS	92
Tabela 5.4- Verificação de Condensações Superficiais.....	93
Tabela 5.5- Pressões - $H_{r_{interior}}=70\%$	95
Tabela 5.6- Pressões de Saturação e Pressões Instaladas ($H_{r_{interior}}=70\%$ e $T_{int}=25\text{ C}$)- Parede Anterior	96
Tabela 5.7- Pressões de Saturação e Pressões Instaladas ($H_{r_{interior}}=70\%$ e $T_{int}=20\text{ C}$)- Parede Anterior	96
Tabela 5.8- Pressões de Saturação e Pressões Instaladas ($H_{r_{interior}}=70\%$ e $T_{int}=15\text{ C}$)- Parede Anterior	97
Tabela 5.9- Pressões de Saturação e Pressões Instaladas ($H_{r_{interior}}=70\%$ e $T_{int}=25\text{ C}$)-Parede ETICS ...	97
Tabela 5.10- Pressões de Saturação e Pressões Instaladas ($H_{r_{interior}}=70\%$ e $T_{int}=20\text{ C}$)-Parede ETICS .	97
Tabela 5.11- Pressões de Saturação e Pressões Instaladas ($H_r=70\%$ e $T_{int}=15\text{ C}$)-Parede ETICS	98

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 3.1- Comparação entre rendimento teórico e real - MN	59
Gráfico 3.2-Comparação entre rendimento teórico e real - CS	59
Gráfico 3.3- Comparação entre rendimento teórico e real - RD.....	59
Gráfico 3.4- Comparação entre rendimento teórico e real - FE.....	60
Gráfico 3.5- Comparação de Rendimentos das várias empresas considerando 10 homens	61
Gráfico 5.1- Evolução de temperatura- Parede anterior	92
Gráfico 5.2-Evolução de temperatura- Parede com ETICS.....	92
Gráfico 5.3- Pressões instaladas e de saturação $H_{r_{interior}}=70\%$ - Parede anterior	97
Gráfico 5.4- Pressões Instaladas e de Saturação- Parede com ETICS	98

1. INTRODUÇÃO

1.1 CONTEXTUALIZAÇÃO E OBJETIVOS DO ESTÁGIO

O presente relatório de estágio foi concretizado no âmbito da unidade curricular Dissertação / Projeto / Estágio (DIPRE), do Mestrado em Engenharia Civil, no Ramo de Construção, do Instituto Superior de Engenharia do Porto (ISEP).

O estágio teve por objetivo satisfazer os requisitos para obtenção do grau de Mestre em Construções do ISEP/IPP de acordo com o Regulamento de Estágio do MEC. O estágio realizou-se de acordo com os protocolos que o Instituto Superior de Engenharia do Porto tem vindo a estabelecer com várias empresas portuguesas do ramo da construção civil nos últimos anos, permitindo assim, que os mestrandos têm um primeiro contacto com o mundo do trabalho.

Este relatório incidirá maioritariamente na tecnologia construtiva mais relevante na obra onde se desenrolou o estágio, o sistema ETICS. No entanto, neste capítulo serão apresentados os aspetos mais relevantes das funções desempenhadas no decorrer do estágio, bem como uma breve apresentação da empresa

1.2 ENQUADRAMENTO EMPRESARIAL

1.2.1 DST GROUP

O estágio foi realizado numa das empresas do grupo DST, a CARI Construtores, SA. Fundada por Domingos da Silva Teixeira, a DST está sediada em Braga, sendo uma empresa de construção que se projeta a nível nacional e internacional.

De acordo com o portefólio da empresa, esta teve início na década de 1940 com o desmonte de pedra e a sua transformação. Na altura, fornecia as obras da região, sendo uma das mais emblemáticas a construção do estádio 1º de Maio.

De construção em construção, o património foi crescendo e na década de 1980, juntaram-se a ele os filhos e nasceu a Domingos da Silva Teixeira e Filhos, Lda. Comprou uma pedreira e avançou na área de construção civil e de edifícios não residenciais.

Em 1994, a DST passou a sociedade anónima e 10 anos depois, em 2004, a empresa foi reestruturada e dividida em quatro grandes áreas: Engenharia e Construção, Energias Renováveis, Ambiente e Águas, Telecomunicações.

Atualmente, a empresa está presente em 10 países e conta com cerca de 970 colaboradores segundo dados de 2012.

De acordo com as áreas de intervenção acima referidas, o GRUPO apresenta as seguintes empresas:



Figura 1.1-Logótipo da Empresa bysteel [1]

A BYSTELL está sediada em Braga, onde possui três unidades industriais. Localizada num espaço com 50.000 m², emprega 160 colaboradores numa equipa que possui 43 engenheiros e técnicos.

A sua capacidade de produção é superior a 12.000 toneladas de estruturas metálicas por ano, atestando a sua pronta resposta a qualquer solicitação exigente do mercado.

O *know-how* e experiência adquiridos, aliados à capacidade instalada, fazem da BYSTELL uma das maiores empresas portuguesas a atuar no setor. [1]



Figura 1.2- Logótipo da Empresa dte [1]

Com três décadas de história, a DTE possui uma área de atividade diversificada que incorpora no seu portfolio de negócios áreas de especialidade como Instalações Elétricas, AVAC (Aquecimento, Ventilação e Ar-condicionado), Hidromecânicas, Hidráulicas, e Telecomunicações / RNG - Redes de Nova Geração.[1]



Figura 1.3- Logótipo da Empresa tmodular [1]

A TMODULAR é a marca do grupo DST para a sua atividade industrial de transformação da madeira.
[1]



Figura 1.4- Logótipo da Empresa tgeotecnia [1]

A TGEOTECNIA é a empresa responsável pela elaboração de estudos de prospecção geológico-geotécnico: estabilização de taludes, contenções e fundações especiais.[1]



Figura 1.5- Logótipo da Empresa tagregados [1]

A TAGREGADOS é uma empresa especializada em desmonte de maciços rochosos com recurso a explosivos, operações de perfuração e produção e comercialização de agregados.[1]



Figura 1.6- Logótipo da Empresa tbetão [1]

A TCONCRETE é uma empresa do grupo DST especializada na conceção, produção e fornecimento de betão pronto. No mercado nacional atua sob a marca TBETÃO.[1]



Figura 1.7- Logótipo da Empresa steelgreen [1]

O serviço atualmente disponibilizado pela STEELGREEN centra-se no corte e moldagem de varão nervurado, de 6mm a 40mm, onde se inclui também a produção de estribos para a construção residencial.[1]



Figura 1.8- Logótipo da Empresa way2b.ace [1]

Operando a nível nacional e internacional, a WAY2B, ACE é um Agrupamento Complementar de Empresas centrado na execução, coordenação e gestão de obras públicas e particulares.

1.2.2 CARI CONSTRUTORES

Como referido anteriormente foi na empresa CARI Construtores que se desenrolou o estágio. Fundada em 1915, a CARI Construtores é uma referência nacional na construção e reabilitação, contando no seu portfólio com diversas obras premiadas em áreas vitais para a sociedade: saúde, educação, habitação, monumentos, conservação e restauro de património, superfícies comerciais, salas de espetáculos, instalações industriais e requalificações urbanas [2].

A gestão e tecnologia de vanguarda, a procura de soluções que permitam oferecer a superação de expectativas aos clientes e a busca de uma melhoria contínua, são apostas que solidificam a CARI Construtores no seu lugar de referência do sector da construção civil e obras públicas [2].

O desenvolvimento da sua atividade é feito com o compromisso de respeitar integralmente os requisitos acordados com o cliente, bem como os requisitos legais e regulamentares [2].

A certificação do seu sistema de qualidade desde 2001 traduz-se num reconhecimento oficial da capacidade da CARI Construtores para produzir e fornecer um serviço de excelência, de modo a obter a satisfação do cliente através da prevenção de não-conformidades e melhoria contínua em todas as suas fases de intervenção [2].

Adicionalmente, a certificação integrada pelos referenciais do ambiente e da segurança obtida em 2011 vieram complementar a evolução pretendida para o seu sistema organizacional no âmbito do seu sector de atividade [2].

Recentemente, com a certificação do sistema de gestão de investigação, desenvolvimento e inovação (SGIDI) pela NP 4457, Cari Construtores adequou a sua estrutura para poder potenciar o processo de inovação, quer na conceptualização de novos produtos e serviços, quer no reforço das condições de competitividade da empresa [2]

Com quase um século de existência, a CARIconstrutores desenvolve a sua atividade em trabalhos de construção civil nas mais diversas áreas, possuindo especial reconhecimento e experiência em obras de edificação, reconstrução, conservação e restauro [2].

Com origem em Guimarães, cidade referência no que respeita à estratégia de reabilitação e conservação do seu património faz parte da essência da CARI Construtores a atuação contínua na execução de projetos que revitalizam e valorizam as edificações, recuperando cada detalhe [2].

O conhecimento adquirido na execução de múltiplos projetos de exigente envergadura traduz-se na especialização e competência que a CARI Construtores possui atualmente para abraçar qualquer desafio que consista na reabilitação [2].

Com a ambição de construir uma sociedade melhor, a CARI Construtores desenvolveu a expressão da marca “*made in Portugal*” tendo como objetivo promover o valor acrescentado que o consumo de marcas portuguesas e seus produtos reúne, envolvendo e sensibilizando todos os intervenientes do processo construtivo [2].

Os produtos de marcas portuguesas são cada vez mais reconhecidos internacionalmente pela sua qualidade e inovação, atributos que os tornam preferenciais entre as opções [2].

Com esta iniciativa, a CARI Construtores pretende contagiar positivamente todos os *stakeholders* e contribuir de forma positiva para o sucesso dos empresários do nosso país, gerando riqueza, desenvolvendo os setores de atividade, fortalecendo as regiões, as suas cidades e acima de tudo as suas pessoas [2].

Impor a insígnia “*made in Portugal*” é uma prioridade. A CARI Construtores avalia em pormenor cada projeto executado, traduzindo quantitativamente a qualificação de origem dos materiais utilizados

em obra, discriminando as matérias-primas, a sua origem e o seu valor, através do qual certifica a sua classificação, que se traduz na percentagem de produtos nacionais incorporados na empreitada, tendo em conta a sua representatividade relativa [2].

Com orgulho a CARI Construtores entrega a cada cliente o Certificado de Origem que espelha a convicção sobre a qualidade do que é produzido em Portugal [2].

Entre os seus clientes estão as Direções de Construções Escolares, Hospitalares, de Monumentos e Edifícios Nacionais, do Património Arquitectónico, diversas Câmaras Municipais e empresas de referência [2].



Figura 1.9- Logótipo da Empresa Cari construtores[1]

Principais obras em destaque:

Laboratório Tóbis-Lisboa

Continente Modelo- Salvaterra de Magos

Lar do Amparo- Lisboa

USF da Ramada- Odivelas

USF de Povia de Santo Adrião-Odivelas

Centro Comercial Continente Lamego- Lamego

Requalificação edifício aldeia de Juzo- Cascais

Recolocação da Antiga Fonte do Toural- Guimarães

Remodelação dos escritórios da Suavecél- Viana do Castelo

Percurso Margens do Ave- Santo Tirso

Escola Secundária Fontes Pereira de Melo- Porto

Escola Secundária D.Maria II- Braga

Mercado Municipal de Guimarães- Guimarães

Marginal de Esposende- Esposende

Remodelação e Ampliação de C.S. Ponte de Lima- Ponte de Lima

Sede do Município de Vizela- Vizela

Estação Salva-Vidas de Esposende- Esposende

Biblioteca de Fafe e parque de estacionamento- Fafe

1.3 PRINCIPAIS FUNÇÕES DESEMPENHADAS

Ao longo do estágio, a par do estudo do sistema ETICS, o mestrando pode desenvolver as suas competências em direção de obra, participando nas várias fases que envolvem o controlo da mesma, nomeadamente:

- Acompanhamento de reuniões de coordenação.

Das quais se destacam as reuniões de coordenação das equipas de aplicação do Sistema ETICS, em que faziam também parte o serralheiro e o vidraceiro. As reuniões eram realizadas mensalmente com o intuito de estabelecer o planeamento do mês seguinte, e taxar o rendimento que as várias equipas deveriam apresentar de forma a cumprirem os objetivos. A presença do serralheiro e do vidraceiro apresentavam um papel importante, uma vez que a aplicação do sistema só está concluído com a execução dos remates nas zonas das janelas, sendo necessário existir uma coordenação na aplicação de caixilharia e vidro de forma a não atrasar todo o processo. Estas reuniões tinham um cariz ainda mais importante uma vez que, estes intervenientes e os atrasos por eles causados atrasavam a rotação de andaime, tendo isto um elevado custo associado.

- Controlo da Aplicação do Sistema ETICS.

O controlo era realizado através de mapas que serão devidamente explicados no Capítulo 3.

- Acompanhamento de vistorias para motivos de receção provisória.

Estas vistorias eram realizadas na presença da equipa de fiscalização, por um representante do dono de obra e pelo empreiteiro. Todas as vistorias resultavam num auto de vistoria com um prazo definido para resolução das anomalias encontradas. É apresentado no AA, um exemplo de um auto de vistoria.

- Planeamento da aplicação dos blocos de campainha.

Esta atividade exigia uma coordenação entre a entrega de painéis de GRC e as equipas de aplicação dos mesmos, apresentando algumas *nuances* que tornavam complicado elaborar o planeamento. Não obstante, esta atividade obrigou a um levantamento prévio e exaustivo do estado de funcionamento anterior dos blocos de campainha uma vez que a intervenção não previa a substituição dos aparelhos existentes no interior dos edifícios. Deste modo, aqueles que apresentassem anomalias com origem no interior dos edifícios não seriam possíveis de resolver. É apresentado no Anexo II- Estado de funcionamento dos blocos de campainha, um exemplo de um levantamento do estado de funcionamento dos blocos de campainha.

- Planeamento da aplicação das portas de entrada.

Esta atividade exigia uma coordenação entre a empresa de entrega das novas pedras de soleira das portas, do serralheiro, do vidraceiro, e do empreiteiro. Nem sempre foi possível conciliar os tempos que cada um dos intervenientes necessitava para ter o seu componente pronto, sendo que o planeamento foi várias vezes ajustado.

- Planeamento de abertura de vala para a ligação da rede de incêndio.

Esta atividade exigia uma coordenação entre, o empreiteiro, a equipa de higiene de segurança, a empresa “Águas de Gaia” e o picheleiro. Tendo em conta que esta atividade exigia a interrupção de trânsito, ou o estreitamento de via, era obrigatório a presença de um elemento da equipa de higiene e segurança garantindo que toda a sinalética era aplicada corretamente. A coordenação desta atividade apresentou alguns problemas, que originaram atrasos, inerentes ao facto de não serem conhecidas com rigor a posição das várias infra-estruturas. Da mesma forma, as peças desenhadas referentes à posição e dimensões das condutas de abastecimento de água, nem sempre coincidiram com o encontrado no local

- Controlo de Abertura de Vala para ligação da rede de Incêndio.

O controlo foi realizado através do mapa apresentado no Anexo III.

- Controlo da aplicação de painés GRC.

O controlo foi realizado através de mapas que serão devidamente explicados no Capítulo 2.

1.4 SOFTWARE UTILIZADO

Controlar uma obra e ser parte ativa da mesma, exige o domínio de algumas ferramentas informáticas. Deste modo no decorrer do estágio as tarefas efetuadas pelo mestrando foram auxiliadas pelos seguintes *softwares*:

- *Microsoft Office Excel*: Programa dinâmico, de grande flexibilidade, com interface atrativa e de muitos recursos, permitindo assim uma ampla utilização na realização de operações financeiras e contabilísticas, através de folhas de cálculo. Para além de trazer incorporado uma linguagem de programação baseada em Visual Basic.
- *Microsoft Office Word*: Programa de processamento de texto projetado para tarefas diárias, que permite criar, editar, corrigir e imprimir documentos.

- *Autocad*: É um *software* do tipo CAD (*computer aided design*) utilizado para a elaboração de peças de desenho técnico em duas dimensões (2D) e para criação de modelos tridimensionais (3D). É uma ferramenta utilizada para o desenho de diversos produtos em inúmeras áreas, em particular a engenharia.
- *Microsoft Project*: É uma ferramenta adequada para a gestão de projetos, pois permite efetuar o planeamento e acompanhamento de toda a execução do projeto, bem como a gestão de todos os recursos necessários à sua realização.

2. DESCRIÇÃO DA OBRA

2.1 INTRODUÇÃO

A urbanização de Vila D’Este localiza-se junto à auto-estrada A1, foi construída entre os anos de 1984 e 1986, recorrendo ao programa de apoio “Fundo de Fomento de Habitação”, é constituída por 2085 habitações, distribuindo-se por 18 blocos (Figura 2.1) e 109 edifícios e residindo nela cerca de 17 mil pessoas [3].



Figura 2.1-Planta da Urbanização de Vila D’Este [4]

A urbanização apresentava uma série de carências quer a nível de construção, quer a nível de planeamento, e as intervenções que aqui serão apresentadas são o culminar de todo um processo que se iniciou em 1999 com a construção do lote 73. Este lote foi construído com o intuito de realojar pessoas oriundas de ilhas demolidas pela câmara de Gaia. No seguimento deste, foi construída a “Escola EB1 de Vila D’ Este” em 25 de Abril de 1999. Anos mais tarde, em 2001, foram construídos o “Pavilhão Municipal Professor Miranda de Carvalho” e a “Piscina Municipal de Vila D’ Este”, ambos inaugurados a 18 de Novembro de 2001, sendo na sequência criada a “Alameda de Vila D’ Este”. A criação de equipamentos terminou com a construção do “Polidesportivo da sede da Associação de Moradores de Vila D’ Este” [3].

Nesta fase, criados todos os equipamentos, era necessário proceder ao melhoramento do edificado. Em 11 de Abril de 2008 foi apresentada ao QREN a candidatura “Regeneração e Requalificação de Vila D’ Este”, tendo por objetivo o melhoramento das condições das habitações, bem como o melhoramento do espaço público. Estas intervenções terminam com as obras de “Requalificação de Vila D’ Este Fase II” retratadas neste relatório.

Neste capítulo será apresentado o tipo de construção existente, as anomalias encontradas e as intervenções efetuadas que se consideram de maior dimensão. Serão também apresentados os mapas de controlo de algumas das atividades, elaborados pelos alunos durante o estágio.

2.2 ENQUADRAMENTO DA OBRA

O estágio curricular desenrolou-se na empreitada de “Requalificação dos Edifícios Vila D’Este – Fase II”. Na Fase II foram reabilitados doze blocos constituídos por 73 edifícios perfazendo desta forma um total de 1319 habitações e 39 lojas comerciais tal como assinalado na Tabela 2.1. Estas obras tinham como objetivo as melhorias das condições de habitabilidade dos edifícios, bem como a melhoria estética e arquitectónica dos mesmos. Apresenta-se no Anexo IV, uma comparação fotográfica entre o antes e o após a intervenção.

Tabela 2.1– Constituição dos blocos a reabilitar [1]

Blocos	Edifícios/Lotes	Habitações	Lojas Comerciais
12	73	1319	39

2.3 TIPOLOGIA CONSTRUTIVA

Os edifícios de Vila D’ Este foram construídos utilizando a tecnologia construtiva “Cofragem Túnel”, as paredes exteriores são estruturais sendo por norma em betão armado, existindo pontualmente algumas forras exteriores em alvenaria. As soluções construtivas de paredes exteriores e de cobertura não apresentavam qualquer isolamento, sendo sentido um forte desconforto térmico no interior das habitações.

Os edifícios apresentam três tipologias construtivas diferentes, a tipologia “Corrente ou Plana” (Figura 2.2), a tipologia “Ângulo” (Figura 2.3) e a tipologia “Topo” (Figura 2.4). A diferença existente entre as três tipologias é, para além da sua arquitetura, o número de habitações existentes em cada andar. A tipologia “Corrente” apresenta por andar duas habitações, a tipologia “Ângulo” apresenta

por andar três habitações e a tipologia “Topo” apresenta por andar quatro habitações. Em todas as tipologias o 8º andar é uma habitação única.



Figura 2.2-Tipologia Corrente [5]



Figura 2.3- Tipologia ângulo [5]



Figura 2.4- Tipologia Topo [5]

2.4 PRINCIPAIS ANOMALIAS EXISTENTES

Os edifícios encontravam-se num avançado estado de degradação, por esse motivo foi necessário, por parte da equipa projetista, realizar um diagnóstico exaustivo das patologias de forma a perceber qual a origem dos problemas e qual a melhor forma de os resolver. Utilizaram para isso o método presente no livro “*Método Simplificado de Diagnóstico de Anomalias (SDA)*” [5].

Surgiram algumas dificuldades na realização do diagnóstico, que resultavam fundamentalmente da falta de conhecimento do construído, nomeadamente no que refere à constituição das fachadas, à constituição das coberturas e às ligações da envolvente à estrutura. Seguidamente apresentam-se os principais problemas identificados, referentes a degradação das fachadas, das coberturas e terraços e degradação da envolvente interior [5].

2.4.1 DEGRADAÇÃO DAS FACHADAS

Os principais problemas encontrados foram a degradação do revestimento e pintura exterior (Figura 2.5) e a fissuração do reboco. Estes problemas conduziam a infiltrações e ao consequente aparecimento de manchas de humidade no interior das habitações (Figura 2.6).



Figura 2.5- Degradação das Fachadas [Foto Tirada em Obra]



Figura 2.6-Mancha de Humidade interior [6]

O diagnóstico das patologias referentes às fachadas dos edifícios é o apresentado na Tabela 2.2.

Tabela 2.2- Análise de Anomalias de Fachadas [5]

Localização da Anomalia	Descrição da Anomalia
Paredes exteriores - revestimentos	Degradação do revestimento e pintura
Paredes - revestimentos	Fissuração do reboco
Paredes- forras exteriores	Degradação das forras exteriores
Janelas- Padieiras	Deterioração das padieiras
Janelas- Peitoris	Deterioração dos peitoris
Tubos de queda de águas pluviais	Deficiências das ligações

Através da análise feita foi possível perceber que as fissuras, para além de estarem diretamente relacionadas com as retrações dos revestimentos, estavam também, nas situações em que existia uma forra exterior em alvenaria, relacionadas com a fissuração dessa forra.

2.4.2 DEGRADAÇÃO DE TERRAÇOS E COBERTURAS

Os edifícios de Vila D'Este foram construídos com dois tipos de cobertura. Uns em telhado com recurso a chapas de fibrocimento (Figura 2.7), e os outros com recurso a tela asfáltica (Figura 2.8). Os terraços era igualmente em tela asfáltica.



Figura 2.7- Cobertura com chapa de fibrocimento [Foto tirada em Obra]



Figura 2.8- Cobertura em Tela Asfáltica [Foto tirada em Obra]

O diagnóstico dos problemas encontrados nas coberturas e terraços foi feito recorrendo ao mesmo método mencionado anteriormente e que é apresentado na Tabela 2.3.

Tabela 2.3- Análise de Anomalias de Terraços e Coberturas [5]

Localização da Anomalia	Descrição da Anomalia
Cobertura inclinada-revestimento	Deterioração do fibrocimento
Cobertura inclinada-caleiras	Insuficiência das caleiras
Terraços-impermeabilizações	Deficiências das telas
Platibandas	Ausência de rufos
Tubos de queda de águas pluviais	Deficiências das ligações

Percebe-se da análise da referida Tabela, que as coberturas e terraços necessitavam de intervenção, estando as chapas de fibrocimento partidas e a tela asfáltica deteriorada a permitir a infiltração de água.

2.4.3 DEGRADAÇÃO DA ENVOLVENTE INTERIOR

Embora grande parte das anomalias encontradas nos edifícios de Vila D' Este se encontrem na envolvente exterior, não é de descurar os problemas interiores. Assim foi também feito o diagnóstico das anomalias presentes. O resultado desse diagnóstico é apresentado na Tabela 2.4.

Podem ser apontados como principais problemas as roturas das canalizações e a falta de estanqueidade das redes interiores de esgotos.

Tabela 2.4- Análise de Anomalias da envolvente Interiores [5]

Localização da Anomalia	Descrição da anomalia
Caixa de escadas- juntas de dilatação	Deterioração da junta de dilatação
Tetos/paredes	Infiltrações e condensações
Instalações sanitárias	Roturas das canalizações
Paredes- azulejos	Descolamentos
Pavimentos- mosaicos	Descolamentos
Caves- arrumos	Deficiências de ventilação
Redes interiores de esgotos	Deficiências de estanqueidade
Incêndio	Inexistência de Sistema de Combate

2.5 INTERVENÇÕES EFETUADAS

Conhecidas todas as anomalias existentes e as suas principais causas, foi necessário criar um plano de intervenção para que estas pudessem ser resolvidas. As intervenções efetuadas foram as seguintes:

- Reabilitação de fachadas;
- Reabilitação de coberturas e terraços;
- Reabilitação de vãos envidraçados;
- Reabilitação dos portões das garagens;
- Reabilitação dos sistemas de drenagem de águas pluviais;
- Reabilitação dos sistemas de combate a incêndio;
- Reabilitação dos sistemas de águas residuais domésticas;

Neste relatório dá-se especial destaque às intervenções referentes à reabilitação das fachadas (2.5.1), à reabilitação das coberturas (2.5.2) e à criação do sistema de combate a incêndio (2.5.3), apresentando as suas especificações

2.5.1 REABILITAÇÃO DE FACHADAS

Como referido anteriormente, o maior problema encontrado nos edifícios de Vila D' Este eram as infiltrações de água originadas por fendas existentes nas paredes, que originavam manchas de humidade. Não obstante disso, o facto de as paredes exteriores não possuírem qualquer isolamento conduzia a um desconforto térmico acentuado, levando a que os edifícios não cumprissem os requisitos exigidos.

A reabilitação das fachadas teve dois componentes principais: a aplicação do sistema ETICS e a aplicação de painéis GRC.

Deste modo, o projeto apresentou como soluções para as fachadas o seguinte (Figura 2.9):

- a) Sistema ETICS com EPS de 5cm e acabamento a cor branca para as zonas da fachada com requisitos térmicos;
- b) Sistema ETICS com EPS de 5cm e acabamento a cor cinza para os oitavos andares;
- c) Sistema ETICS com EPS de 2cm para a zona da caixa de escadas, sendo posteriormente aplicada uma chapa ondulada de sombreamento.
- d) Painéis GRC para as paredes exteriores ao nível do rés-do-chão.



Figura 2.9-Componentes da Intervenção da fachada [Foto tirada em obra]

2.5.1.1 ETICS

A aplicação do sistema ETICS para as duas situações, ou seja EPS 5cm e EPS 2cm, é feita de igual modo, sendo que para a situação de EPS 2cm o acabamento é dado com a chata ondulada. As especificações de aplicação do sistema serão apresentadas no Capítulo 3.

2.5.1.2 GRC

Os painéis de GRC (painéis de betão armado reforçado com fibra de vidro) são, tal como referido anteriormente, aplicados no rés-do-chão das paredes exteriores dos edifícios. Os materiais utilizados no seu fabrico são cimentos de alta resistência, areias de alto teor de sílica e fibra de vidro resistente aos alcalis. Os painéis apresentam uma superfície lisa, resultante de um tratamento dado em fábrica.

O dimensionamento dos painéis foi efetuado com limites geométricos devidamente identificados.

As fixações das placas impõem uma ligação solidária aos paramentos existentes, o que pressupõe a utilização de ancoragens.

Nas zonas em que o revestimento cobre as juntas de dilatação do edifício, o revestimento em painéis pré-fabricados foi colocado em ambas as faces da junta, para não haver qualquer placa apoiada simultaneamente nos dois lados da junta. As placas do revestimento devem refletir, deste modo, a abertura das juntas de dilatação do edifício, utilizando, um perfil de fecho.

O número de polícia das entradas deve vir moldado na respetiva peça de GRC, sendo todas as peças devidamente identificadas em fábrica para otimizar o processo de aplicação.

A fixação das placas é um processo que envolve as seguintes atividades:

- Identificar e localizar em desenho e *in situ* a posição de cada placa;
- Conferir se as dimensões de cada placa correspondem às dimensões apresentadas nas peças desenhadas;
- Marcar na parede a posição de cada placa, garantindo que as placas se encontram alinhadas entre si, e garantindo também que é deixada a abertura para as juntas entre placas;
- Marcar nas paredes a posição de cada ponto de fixação das placas, procedendo posteriormente à furação da parede nesses mesmos pontos;
- Aplicar os varões roscados que servem de ancoragem nos respetivos chumbadouros das placas.
- Aplicar bucha química na furação executada na parede, e fixar as placas.

2.5.1.3 MAPA DE CONTROLO

Com o intuito de perceber qual o balanço financeiro que esta atividade representa para a obra foi elaborado um mapa de rendimentos de aplicação de GRC (Anexo V-).

O mapa foi elaborado recorrendo ao registo diário do número de painéis aplicados, do número de trabalhadores que constituíam as diferentes equipas de trabalho, da área de painel aplicada até à data de início deste registo e da respetiva área por aplicar.

Os custos inerentes à aplicação de painéis de GRC são os seguintes:

- Preço de compra de GRC: 61€/m²;
- Preço de venda de GRC: 76,27 €/m²;
- Custo de mão de obra: 7€/h por trabalhador;
- Preço da bucha química: 4,29 €/m²;

A Figura 2.10 apresenta uma parcela do mapa de controlo de rendimento de aplicação de GRC. A primeira linha apresenta os vários dias em que foram feitos os registos. A segunda linha apresenta o número de homens que constituíam as equipas de trabalho. As linhas seguintes apresentam respetivamente a área total de painel aplicada por dia, a área de aplicação por trabalhador, e as áreas totais de GRC aplicadas e por aplicar. As duas últimas linhas apresentam o balanço financeiro diário e acumulado da atividade.

Data	15/04/2015	16/04/2015	17/04/2015	20/04/2015	21/04/2015	22/04/2015	23/04/2015	24/04/2015
Nº Homens	3	3	3	3	5	5	5	3
Área de GRC aplicada (m2)	14,19	3,09	12,7	16,38	7,79	10,4	12,88	16,47
Área de GRC aplicada/homem (m2)	4,73	1,03	4,23	5,46	1,56	2,08	2,58	5,49
Área Total de GRC aplicada (m2)	3576,79	3579,88	3592,58	3608,96	3616,75	3627,15	3640,03	3656,5
Área de GRC por aplicar (m2)	-2684,80	-2681,71	-2669,01	-2652,63	-2644,84	-2634,44	-2621,56	-2605,09
CASHFLOW	-12,22	-134,08	-28,58	11,82	-194,48	-165,83	-138,60	12,81
CASHFLOW ACUMULADO	-12,22	-146,30	-174,87	-163,05	-357,53	-523,36	-661,96	-649,15

Figura 2.10- Mapa de rendimentos de aplicação de GRC

Pode perceber-se que o rendimento desta atividade não é regular. Ao contrário de outras atividades em que aumentando o número de trabalhadores se aumenta o rendimento de trabalho, neste caso isso nem sempre acontece. Pode encontrar-se a explicação para este facto em vários aspetos, dos quais se destacam, a necessidade de a descarga de material ser realizada pelas mesmas equipas de

aplicação, conduzindo a uma perda de tempo acentuada. Pode perceber-se da análise global do mapa (Anexo V- Mapa de controlo de aplicação de GRC) que no dia em que deixou de chegar material à obra (04-05-2015) o rendimento de aplicação aumentou consideravelmente.

Por outro lado, aquando da aplicação dos novos blocos de campainha, era necessário que uma equipa de aplicação de GRC acompanhasse os eletricitistas. Isto resultava numa perda de rendimento uma vez que, estes trabalhadores acabavam por aplicar apenas 2 a 3 painéis de GRC, correspondentes aos blocos de campainha.

2.5.2 REABILITAÇÃO DE COBERTURAS

Como referido anteriormente, as coberturas apresentavam duas soluções construtivas diferentes. Quer as coberturas quer os terraços existentes encontravam-se danificados, não garantindo a estanqueidade necessária. Foi necessário implementar soluções que permitissem eliminar estes problemas, bem como introduzir isolamento térmico no paramento horizontal.

Deste modo o projeto apresentou como soluções o seguinte:

- a) Aplicação de chapa *sandwich* sobre as placas de fibrocimento existentes nas coberturas inclinadas (Figura 2.11).
- b) Aplicação de nova tela impermeabilizante para as coberturas planas e terraços (Figura 2.12).



Figura 2.11- Cobertura em placa sandwich [Foto tirada em obra]



Figura 2.12- Tela Impermeabilizante [Foto tirada em obra]

2.5.2.1 PAINEL SANDWICH

Uma das intervenções previstas em projeto para a reabilitação das fachadas foi a aplicação de chapas *sandwich*, conferindo um maior isolamento térmico ao paramento horizontal e permitindo também que a drenagem das águas pluviais fosse feita corretamente.

Através de testes realizados *in situ* verificou-se que o nível de amianto presente nas chapas pré-existentes de fibrocimento não ultrapassavam os níveis exigidos por lei. A solução utilizada foi a de aplicar as chapas sandwich sobre a chapa de fibrocimento existente, através de uma estrutura metálica fixa a esta (Figura 2.13).



Figura 2.13- Estrutura metálica para montagem de placas sandwich [Foto tirada em obra]

O sistema de chapa *sandwich* utilizado é composto por um conjunto de chapa interior e exterior de aço perfilado, galvanizado e lacado a poliéster, com 0,5mm de espessura, de cor branca e por um núcleo em poliuretano (PUR), (Figura 2.14) e apresenta as seguintes características:

- 50mm de espessura;
- Sistema com perfil tapa-juntas;
- Núcleo em poliuretano com alto poder isolante à base de material plástico celular, rígido, auto-extinguível, com as seguintes características:
 - Densidade: 40 Kg/m³
 - Resistência à compressão: 0,10 N/m;
 - Estabilidade dimensional: max. 0,6 (a + 80°C);
 - Condutibilidade térmica: $\lambda = 0,020$ W/mK; Isento de CFC.

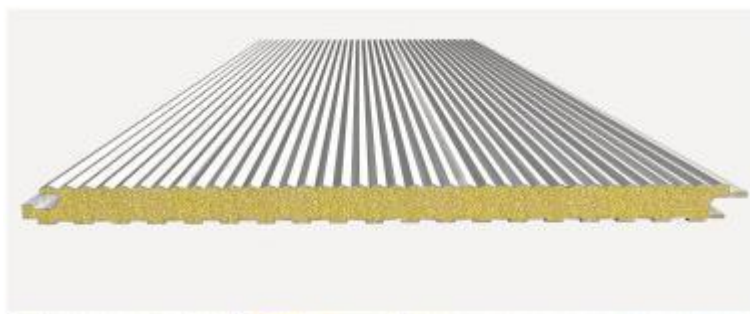


Figura 2.14-Ilustração de chapa Sandwich utilizada [www.geradordepreços.info-(20/08/2015)]

A aplicação das chapas *sandwich* sobre as chapas de fibrocimento pressupõe que seja feita uma preparação prévia. Esta preparação consiste em remover estruturas e equipamentos que estejam fixos à cobertura, sejam eles chaminés, antenas ou outro qualquer elemento emergente. Todas as chapas de fibrocimento e respetiva estrutura de suporte que estivessem danificadas eram tratadas, de forma a garantir a capacidade de carga para a estrutura que iriam receber. Foi também necessário proceder ao corte das chapas de fibrocimento na zona da caleira para correta ligação do novo sistema de revestimento de cobertura com a caleira.

Foram aplicados todos os acessórios complementares nomeadamente cumeeiras, coroamentos e rufos. Os acessórios de ventilação para entrada e saída de ar (Figura 2.15) são aplicados em cada vertente de forma a forçar a ventilação.

Após a aplicação do sistema, todos os equipamentos desmontados foram reinstalados, sendo introduzidas aberturas e claraboias nos locais onde estas já existiam.



Figura 2.15- Acessórios de ventilação [Foto tirada em obra]

2.5.2.2 TELA DE IMPERMEABILIZAÇÃO

Tal como mencionado anteriormente, as telas asfálticas de impermeabilização existentes estavam degradadas não impedindo que a água atingisse os elementos da construção, originando assim infiltrações. Foi por isso necessário proceder-se à nova aplicação de tela asfáltica sobre a existente, aproveitando esta operação para aplicar o isolamento térmico em poliestireno extrudido (XPS).

Todos os terraços e coberturas planas foram, após a aplicação da nova tela asfáltica, sujeitos a um teste de carga por um período de aproximadamente 24h. Este teste de carga consistia em fechar todos os orifícios de saída, enchendo o espaço com água. Após esse período caso não fossem detetadas infiltrações, os orifícios eram abertos, e procedia-se aos restantes trabalhos.

Os trabalhos de execução da impermeabilização dos terraços e coberturas planas compreendem as seguintes atividades:

- Demolição do troço de cobertura em fibrocimento ou revestimento existente;
- Correção das superfícies e pendentes da camada de forma, caleiras, e meias canas de transição com paramentos verticais.
- Execução sobre a camada de forma, de uma camada de primário betuminoso a frio, de no mínimo 5 N/m^2 ;
- Impermeabilização com aplicação prévia de primário betuminoso;
- Aplicação das telas de impermeabilização que consistem num complexo impermeabilizante composto por duas membranas de betume elastomérico SBS.
- Assentamento de placas de isolamento térmico em poliestireno extrudido (XPS) com 80mm de espessura;
- Aplicação de revestimento cerâmico assente sobre camada de suporte;
- Execução de remates do sistema de impermeabilização com a fachada, soleiras das portas e janelas, juntas de dilatação, e outros elementos emergentes;
- Reposição de rebocos em remates de platibandas a aplicar sobre a impermeabilização nova, incluindo a utilização de malha de fibra de vidro com tratamento antialcalino.

A correção das superfícies e pendentes da cobertura plana foi feita com argamassa de cimento e areia ao traço 1: 4, após limpeza e tratamento do suporte. A camada de forma deve apresentar uma inclinação de 2%, formando bacias que permitam conduzir a água para os tubos de queda interiores.

Embora as tarefas necessárias à aplicação deste sistema de impermeabilização tenham sido descritas acima, é necessário ter em conta que o sistema só funciona na plenitude se for dada igual atenção aos pontos singulares, nomeadamente os remates com a fachada e os remates das soleiras das portas.

São de seguida apresentadas as regras para execução desses mesmos remates e os respetivos pormenores construtivos.

Remate com a fachada (Figura 2.16):

A execução deste remate engloba as seguintes atividades:

- Desmontagem, por troços não superiores a 1,0m, das duas primeiras fiadas de tijolo, limpeza e tratamento da caixa-de-ar;
- Aplicação na face exterior do pano interior da parede de 5mm de asfalto puro para impermeabilizar uma altura mínima de 0,10m acima do revestimento corrente e numa banda horizontal com uma largura mínima de 0,10m;
- Realização de um “chanfro” de asfalto areado com $0,03 \times 0,03\text{m}^2$, para estabelecer a ligação entre a parte vertical e a parte horizontal;
- Aplicação de uma camada a frio de um produto à base de betume, em solução ou em emulsão;
- Reforço do ângulo, constituído por um feltro betuminoso armado (massa > $3,0\text{Kg/m}^2$) com 0,20m de desenvolvimento para cada lado, colado sobre asfalto areado;
- Aplicação de novos elementos em alvenaria de tijolo cerâmico sobre geotêxtil (500g/m^3).

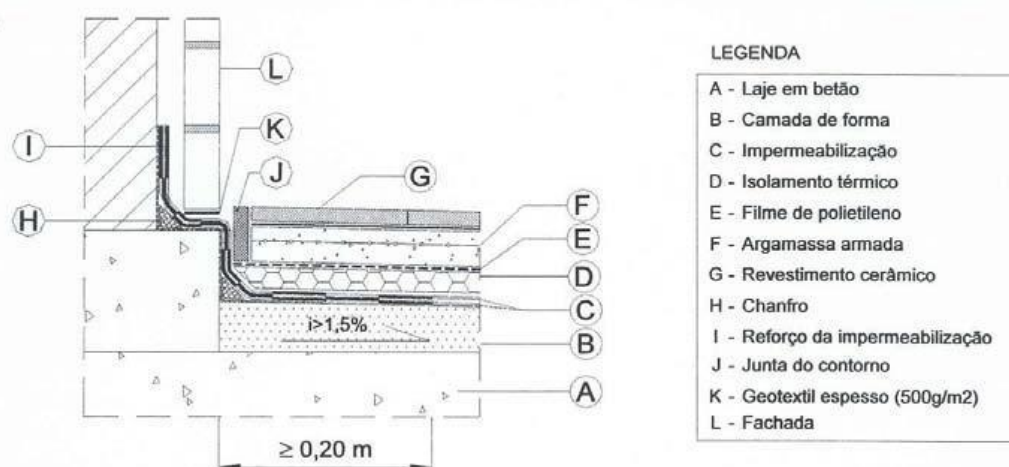


Figura 2.16- Remate do sistema de impermeabilização com a fachada ao nível da cobertura em terraço acessível com revestimento em “tijoleira tradicional portuguesa” [Caderno de Encargos]

Remate ao nível das soleiras das porta-janelas (Figura 2.17):

A execução deste remate engloba as seguintes atividades:

- Remoção da caixilharia e da soleira;
- Realização de um redente em betão para que a impermeabilização suba pelo menos 0,15m. A altura do redente deverá ser tal que garanta uma pendente de 2%, no sentido do escoamento;
- Aplicação de novas soleiras. Deverão ser assentes com argamassa com polímeros e impermeabilizadas;
- Sob a soleira deverá ser colocado um mástique à base de poliuretano.

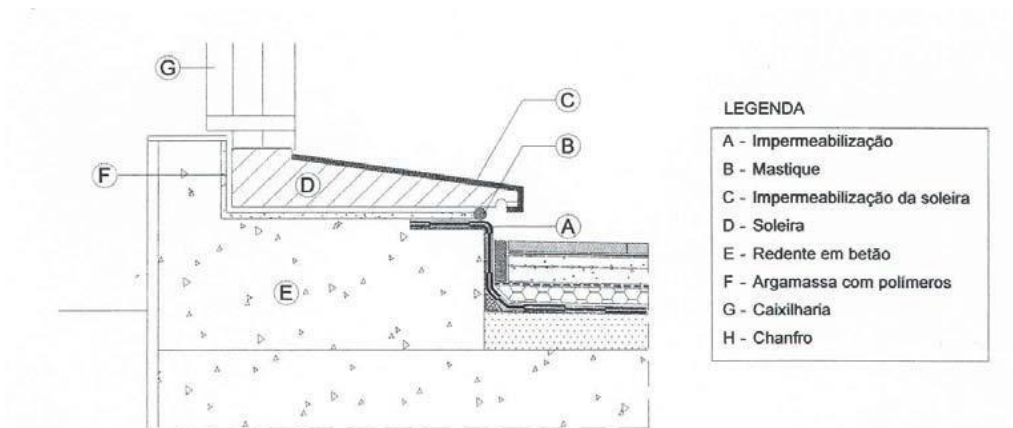


Figura 2.17- Remate do sistema de impermeabilização com as soleiras das portas-janelas [Caderno de Encargos]

2.5.3 CRIAÇÃO DE SISTEMA DE COMBATE A INCÊNDIO

Os edifícios da Urbanização de Vila D’Este não possuíam qualquer método de combate a incêndio, salvo raras exceções em que existiam extintores, mas que na sua grande maioria se encontravam com a manutenção em falta.

Deste modo foi estabelecido em projeto a criação de um sistema de combate a incêndio que consistia no seguinte:

- Criação de Rede de Incêndio Armada (RIA) constituída por:
 - Coluna montante;
 - Bocas de incêndio armadas tipo carretel;
 - Ramal de ligação à rede pública de abastecimento.
- Aplicação de Extintores.

2.5.3.1 COLUNA MONTANTE

A coluna montante aplicada foi em aço galvanizado, pintado a vermelho, e apresentava as seguintes características:

- Diâmetro da tubagem $\varnothing 2\frac{1}{2}$ " em colunas montantes. E diâmetro $\varnothing 2$ ", em ramais de alimentação às bocas-de-incêndio;
- A tubagem de aço galvanizado é da série média, com parede espessa para rosca.
- As uniões entre tubos e entre tubos e acessórios foram executadas com órgãos de ligação roscados, em aço galvanizado, com espessura de parede igual ou superior à do respectivo tubo. Para melhor estanquidade da ligação era feito o envolvimento da roscagem com fibra de linho e produto betuminoso.
- Válvulas de seccionamento do tipo "macho-esférico", em latão, para roscar, no ramal de alimentação a cada carretel.
- Braçadeiras metálicas para fixação da tubagem.
- Espuma elastomérica de 6 a 9mm de espessura para envolver a tubagem embebida em paredes e ou pavimentos. Nos atravessamentos de elementos estruturais e divisórias, as canalizações foram envolvidas por mangas metálicas de proteção, ficando o espaço entre as tubagens e mangas preenchido por material isolado elástico;
- Junta elástica para colocação nos atravessamentos de juntas de dilatação do edifício por tubagens de água. A junta elástica no local do atravessamento permite o jogo da dilatação do edifício sem interferência na tubagem.
- Execução de carotes nas lajes do patamar da escada, para a passagem da coluna montante, bem como do respectivo remate através de um acessório em aço inox.

2.5.3.2 BOCA DE INCÊNDIO TIPO CARRETEL

As bocas de incêndio armadas tipo carretel foram aplicadas nos patamares dos pisos ímpares (1º, 3º, 5º, 7º). Foram instaladas em caixas "SI" de proteção em chapa de aço ST12 c/ 1.5 mm de espessura, com as dimensões de 0,70 x 0,70 x 0,27 e com óculo de fechadura na porta. A pintura da caixa foi executada a pó epoxi electrostático terma endurecido.

As bocas de incêndio incluíam os seguintes elementos:

- Carretel c/ diâmetro de 540 × 9 × 190 mm em chapa;
- Pintura na cor RAL 3000 (vermelha);
- Capacidade para 25 metros de mangueira semirrígida de \varnothing 1”;
- União rotativa em aço inox AISI 304;
- Articulação feita por braço metálico
- Mangueira semirrígida de \varnothing 1” (25 mm), em PVC reforçado, com um comprimento de 25 metros;
- Agulheta Optimatic em policarbonato de diâmetro \varnothing 1” de três posições: jacto -nevoeiro - fecho;
- Válvula de macho esférico de 1”.

2.5.3.3 RAMAL DE LIGAÇÃO À REDE PÚBLICA

A criação dos ramais de ligação à rede pública constituíram o trabalho mais melindroso do sistema de incêndio, uma vez que era necessário haver uma coordenação perfeita entre o empreiteiro e a empresa Águas de Gaia EEM.

A criação dos ramais de ligação à rede pública envolvia as seguintes atividades:

- Abertura de vala (Figura 2.18);
- Corte do abastecimento de água. O corte do abastecimento de água era apenas necessário para diâmetros inferiores a 160mm;
- Instalação do tê(Figura 2.19);
- Fecho de Vala



Figura 2.18- Abertura de Vala [Foto tirada em obra]



Figura 2.19-Instalação do “tê” [Foto tirada em obra]

Para que não ocorressem problemas após o fecho da vala, a tubagem foi assente sobre uma camada de areia de forma a obter um leito uniforme.

Feito o assentamento procede-se ao seu envolvimento com materiais resultantes da escavação, até à altura de 0,20m medida a partir do extradorso da tubagem. A compactação do material aterro foi feita cuidadosamente de forma a não danificar a tubagem e a garantir a estabilidade dos pavimentos. O atravessamento de paredes e de pavimentos, ou de outros elementos, foi sempre envolvido por uma manga em tubo de zinco ou de PVC que permitisse o seu livre movimento. À profundidade de 50cm medidos a partir do pavimento foi aplicado *tout-venant* e devidamente compactado de forma a poder receber posteriormente a camada de pavimento betuminoso.

3. SISTEMA ETICS

3.1 INTRODUÇÃO

O presente capítulo apresenta o principal caso de estudo deste relatório, o sistema ETICS aplicado na reabilitação dos edifícios de Vila D'Este. Será feita uma descrição geral do sistema, bem como uma descrição detalhada dos principais aspetos a ter em conta para o seu correto funcionamento. No final do capítulo serão apresentados os mapas de rendimentos de aplicação do sistema.

3.2 EVOLUÇÃO DA CONCEÇÃO DAS FACHADAS EM PORTUGAL

A construção em Portugal sempre teve uma relação próxima com os recursos naturais existentes nas diferentes regiões. São conhecidos vários tipos de construção ao longo de todo o país, e a constituição das fachadas é também exemplo disso. No entanto pode estabelecer-se uma linha geral de evolução na conceção das fachadas.

Como apresentado na Figura 3.1 as construções da década de 1940 e anteriores normalmente apresentam fachadas constituídas apenas por um pano de alvenaria de pedra. Na década seguinte começam a ser utilizados dois panos de alvenaria distintos com caixa-de-ar entre eles, com o pano exterior mantendo-se em alvenaria de pedra, sendo o interior em alvenaria de tijolo. Na sequência desta evolução surgem posteriormente fachadas constituídas por dois panos de alvenaria de tijolo, em que numa fase inicial a espessura do pano interior era maior que a exterior, passando a ter a mesma espessura na década de 1970 [8].

Com a necessidade de poupança de energia a evolução natural da construção conduziu ao uso de material de isolamento na constituição das fachadas. Na sua fase inicial na década de 1980 o isolamento era colocado na caixa-de-ar, só posteriormente o isolamento começou a ser aplicado no exterior das fachadas sendo reduzidas as paredes a um único pano de alvenaria.

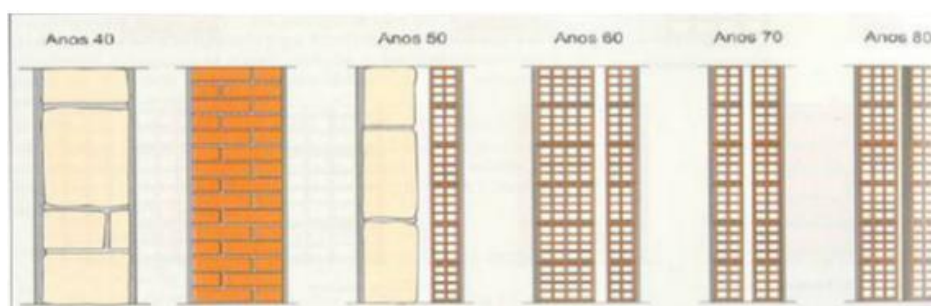


Figura 3.1- Evolução Histórica (séc. XX) das Paredes de Fachadas em Portugal [7]

3.3 MÉTODOS DE ISOLAMENTO TÉRMICO PELO EXTERIOR

Os métodos de isolamento pelo exterior são atualmente reconhecidos pela sua qualidade, pois conferem às fachadas uma proteção aos agentes climáticos e atmosféricos, permitem reduzir pontes térmicas, aumentam a inércia térmica das fachadas e conduzem a uma poupança de energia visto reduzirem as necessidades de aquecimento e arrefecimento dos espaços interiores.

Os métodos de isolamento pelo exterior podem, segundo Teixeira (2006), ser classificados da seguinte forma:

- Revestimentos descontínuos fixados ao suporte, através de uma estrutura intermédia- Fachada Ventilada;
- Componentes prefabricados constituídos por um isolamento e um paramento, fixados diretamente ao suporte – “Vêture”
- Rebocos delgados armados diretamente aplicados sobre o isolamento térmico – ETICS

Neste relatório será apenas abordado o sistema ETICS.

3.4 EVOLUÇÃO DO SISTEMA ETICS

O sistema de isolamento térmico pelo exterior do tipo ETICS (*External Thermal Insulation Composite System*), surgiu na década de 1940 na Suécia sendo um sistema constituído por lã mineral com reboco de cimento e cal. Nessa mesma década surge na Alemanha o sistema que ainda hoje é utilizado, um reboco delgado armado sobre poliestireno expandido, e as suas primeiras aplicações foram na década seguinte. [9]

Após as primeiras aplicações na Alemanha, e a percepção por parte dos projetistas das potencialidades deste sistema, foi entre os anos de 1960 e 1970 introduzido nos Estados Unidos da América, tomando aqui o nome de EIFS (*Exterior Insulation and Finish Systems*). Anos mais tarde deu-se a crise energética, levando a que fosse tomada consciência da necessidade de diminuir os consumos dos recursos do planeta, e por isso ocorreu um crescente interesse no sistema. [9]

O sistema foi aplicado em Portugal pela primeira vez na década de 1990, e atendendo à Diretiva 2010/31/EU do Parlamento Europeu e do Conselho, que prevê que «O mais tardar em 31 de Dezembro de 2020, todos os edifícios novos sejam edifícios com necessidades quase nulas de energia» a aplicação deste sistema será cada vez maior. Não obstante do que a Diretiva refere sobre

os edifícios novos, também os existentes devem ser alvo de melhoria, e são vários os incentivos económicos que o Conselho Europeu tem vindo a dar nos últimos, como podemos comprovar com o elevado número de reabilitações a serem realizadas atualmente. A Figura 3.2 ilustra precisamente isso, a partir de 2010 e com as novas exigências, o sistema ETICS teve um grande crescimento.

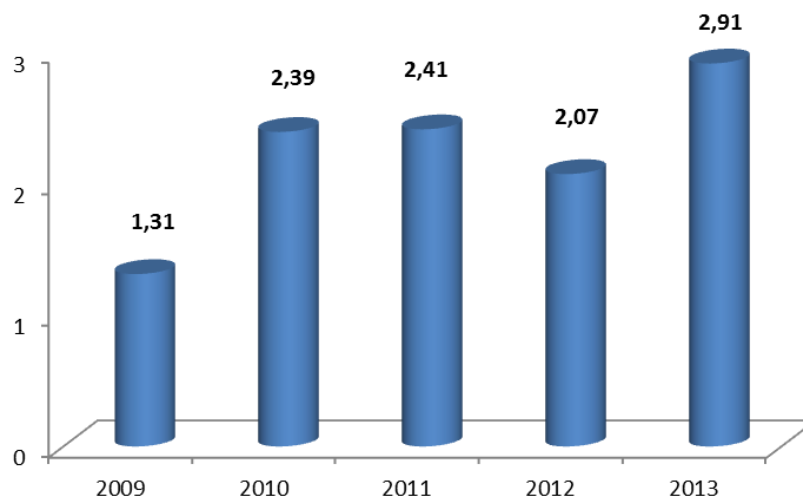


Figura 3.2- Evolução da aplicação do sistema ETICS em Portugal (milhões de m²) [10]

Como a reabilitação normalmente obriga a invadir um espaço habitado, encontra-se no sistema ETICS uma forma de ultrapassar esse problema, uma vez que este é aplicado pelo exterior. Por isto e pelas melhorias que este garante às edificações, é na maioria dos casos a escolha para a reabilitação de fachadas.

3.5 SISTEMA ETICS E SEUS COMPONENTES

O sistema de isolamento térmico pelo exterior, em que o reboco armado se coloca diretamente sobre o isolamento designa-se ETICS. Este sistema pode ser aplicado em paredes de alvenaria, seja de tijolo ou de pedra, ou em paredes de betão.

O sistema é constituído na generalidade pela parede de suporte, por placas de isolamento coladas ou fixadas mecanicamente ao suporte, e revestidas com um reboco delgado armado com fibra de vidro. Sobre o reboco é normalmente aplicado um revestimento plástico espesso conferindo assim o acabamento final.

3.5.1 CONSTITUINTES DO SISTEMA

São vários os constituintes deste sistema, e cada um deles tem aspetos aos quais deve obedecer. Os constituintes do sistema são (Figura 3.3):

- Suporte
- Produto de Colagem
- Fixação Mecânica
- Isolamento Térmico
- Camada de base
- Armadura
- Primário
- Camada de acabamento
- Acessórios

Segundo a ETAG 004 os sistemas de fixação de ETICS podem ser classificados em, sistemas colados e sistemas fixos mecanicamente. Em ambos os casos, se mencionam o uso de produto de colagem e da fixação mecânica, podendo ser um meio complementar ou principal. Neste relatório não será estabelecida uma distinção entre ambos.



- 1-Suporte
- 2-Perfil de arranque
- 3-Painel de isolamento
- 4-Massa de colagem
- 5-Fixação mecânica
- 6 e 9-Camada de base
- 7-Armadura
- 8-Perfil de canto
- 10 e 11-Camada de acabamento

Figura 3.3- Sistema de Isolamento Térmico pelo exterior- ETICS [www.engenhariaeconstrucao.com (01-10-2015)]

3.5.1.1 SUPORTE

O suporte é a parede ou a camada que serve de base à aplicação do sistema. São admitidas como superfícies de suporte, todas as superfícies planas verticais exteriores e embora não seja recomendada a aplicação em superfícies horizontais ou inclinadas, também se admite desde que estas não estejam expostas à precipitação.

A camada de suporte poderá ser constituída por tijolo cerâmico, betão, blocos de cimento ou madeira, sendo que neste ultimo caso é necessário ter uma atenção adicional à sua aplicação, garantindo que não fica sujeita a humidade, uma vez que na presença de humidade o material tem tendência a dilatar, podendo, posteriormente danificar o sistema [11].

Na obra em estudo o suporte eram paredes de betão armado.

3.5.1.2 PRODUTO DE COLAGEM

O produto de colagem tem como principal função garantir a aderência do isolamento térmico ao suporte, podendo também servir para uniformizar a superfície do suporte. É composto por argamassas constituídas por uma mistura de resinas sintéticas em dispersão aquosa com cargas minerais (sílica e calcite) e com cimento, devendo o cimento ser em percentagem reduzida com vista a aumentar a durabilidade [12].

Na preparação do produto de colagem devem ser respeitadas as indicações do fabricante, podendo ser preparado e aplicado manualmente ou mecanicamente.

A ficha técnica do material utilizado refere que deve existir uma relação de mistura de 100 partes de produto de colagem para 22 partes de água (medida em peso). O material deve apresentar após mistura uma massa volúmica de $1,45 \text{ g/cm}^3$, mantendo-se em condições de trabalhabilidade por um período de 3 h.

3.5.1.3 FIXAÇÃO MECÂNICA

As fixações mecânicas são na sua grande maioria utilizadas como auxiliares da fixação por colagem, uma vez que permitem assegurar a fixação dos painéis de isolamento enquanto o produto de colagem adquire as características finais de aderência.

As fixações mecânicas aplicadas à obra em estudo são constituídas por buchas de plástico de cabeça circular, com no mínimo 50mm de diâmetro, e por um parafuso metálico no interior, devendo apresentar uma distribuição de 6 buchas por metro quadrado.



Figura 3.4-Distribuição das buchas para fixação mecânica dos painéis de EPS [Foto tirada em Obra]

3.5.1.4 PAINEL DE ISOLAMENTO

Os materiais mais utilizados como isolamento térmico neste sistema são o poliestireno expandido (EPS) e a lã mineral (MW), devendo estes materiais obedecer às normas europeias EN 13163 e EN 13162 respetivamente [11]. No entanto pode também ser utilizados o poliestireno extrudado (XPS) e o aglomerado negro de cortiça (ICB). Em Portugal é predominante o uso dos painéis EPS, devendo este tipo de isolamento apresentar as seguintes características:

- Massa volúmica compreendida entre 15Kg/m^3 e 20Kg/m^3 ;
- Resistência térmica igual ou inferior a $0,065\text{ W/m.K}$
- Resistência mecânica superior a $0,02\text{ N/mm}^2$
- Módulo de elasticidade transversal inferior a $1,0\text{ kN/mm}^2$

O painel de EPS utilizado nesta obra apresenta dimensões de $1000\times 500\times 50\text{mm}$, e classe de resistência ao fogo M1, permitindo assim que em casa de incêndio o material se consuma sem provocar chama.

3.5.1.5 CAMADA DE BASE

A camada de base é normalmente constituída pelo mesmo material utilizado como produto de colagem, deve possuir uma boa adesão ao isolamento, e uma espessura entre os 2mm e os 5mm, garantindo que a rede de fibra de vidro fica completamente embebida [13] [14].

O material utilizado nesta obra como camada de base foi o mesmo que o utilizado como produto de colagem. Na ficha técnica recomenda-se um consumo de aproximadamente 1,4 kg/m² por mm de espessura, devendo esta camada apresentar uma espessura final de 4mm, resultante da aplicação em duas demãos.

3.5.1.6 ARMADURA

A armadura utilizada no sistema ETICS é, por norma uma malha quadrada de rede de fibra de vidro. A armadura apresenta aberturas que medem de 3 a 5mm e tem como principal objetivo limitar as variações dimensionais da camada de base do sistema, melhorar a resistência aos choques e assegurar a resistência à fissuração do revestimento sobre as juntas entre placas do isolante.

A rede de fibra de vidro deve possuir tratamento antialcalino contra a agressividade dos cimentos e pode apresentar um peso variável.

Segundo a ETAG 004 podem distinguir-se dois tipos de armadura:

- As “armaduras normais” que têm como função melhorar a resistência mecânica do reboco e assegurar a sua continuidade;
- As “armaduras de reforço” que são utilizadas como complemento das armaduras normais para melhorar a resistência aos choques do reboco.

São consideradas como armaduras de reforço, as utilizadas nas zonas de elevadas tensões, principalmente nos cantos dos vãos em conformidade com as normas construtivas. No entanto, podem também ser consideradas como armaduras de reforço, as utilizadas em zonas mais suscetíveis a choques que apresentam normalmente pesos mais elevados como 360g/m².

A rede de fibra de vidro utilizada na presente obra pesava 150g/m².

3.5.1.7 PRIMÁRIO

O primário é uma pintura opaca aplicada numa fina camada à base de resinas em solução aquosa. Aplica-se sobre a camada de base de forma a garantir a correta aderência do acabamento [15]. No entanto a aplicação do primário pode ser dispensada se a camada de base e a camada de acabamento forem constituídas pelos mesmos materiais ligantes [11].

O primário utilizado na presente obra tem as seguintes características:

- Resíduo seco (%): 15;
- Massa volúmica (g/cm^3): cerca de 1,01;
- Consumo médio teórico: (g/m^2): 100-150;
- Tempo de secagem: 24 horas a +20 C;
- Tempo de espera para ser aplicado o acabamento: 24 horas a +20 C

3.5.1.8 CAMADA DE ACABAMENTO

A camada de acabamento tal como o nome indica, tem como principal função conferir ao sistema o seu aspeto final, garantindo a estanqueidade à água e contribuindo para aumentar a resistência aos choques do sistema.

Esta camada é normalmente um revestimento plástico, que deve possuir impermeabilidade à água, mas permeabilidade ao vapor de água, e deve possuir também um coeficiente de absorção solar baixo. Este revestimento final condiciona o comportamento às ações climáticas, à fendilhação, à colonização biológica e à fixação diferencial de poeiras.

A composição do acabamento pode compreender várias soluções possíveis, sendo a mais comum o uso do revestimento plástico espesso (RPE). Tintas à base de resinas acrílicas, siloxanos ou silacos, revestimentos cerâmicos, pétreos ou outros elementos colados e revestimentos de madeira ou metálicos, são outros exemplos de soluções usadas como acabamentos deste sistema [16].

O acabamento utilizado na presente obra tem as seguintes características:

- Cor: cinza ou branco;
- Massa volúmica (g/cm^3): 1,75;
- Resíduo seco (%): 85;
- Segunda demão de aplicação: 12-24
- Diluição: pronto a usar;
- Resistência à passagem de vapor de uma camada de 1,5mm de espessura em metros de ar equivalente S_D (m) (DIN 52615): 0,165;
- Fator de absorção de água por capilaridade W_{24} ($\text{kg/m}^2 \cdot \text{h}^{0,5}$) (DIN 52617): 0,97;
- Consumo (kg/m^2): 2,5-3,0

3.5.1.9 ACESSÓRIOS

Os acessórios constituintes do sistema ETICS têm como função reforçar os pontos singulares de maneira a manter a continuidade do revestimento. Os pontos singulares podem ser cantos salientes ou reentrantes, ligações a elementos construtivos, juntas entre placas e perfis ou juntas de dilatação. Estes elementos podem ser de diferentes tipos de materiais como alumínio, aço inoxidável, fibra de vidro ou ainda PVC [16].

Os acessórios mais correntes, são os perfis de arranque, os perfis de canto e as juntas de dilatação, existindo no entanto um lote mais vasto de acessórios de forma a dar resposta às necessidades do sistema.

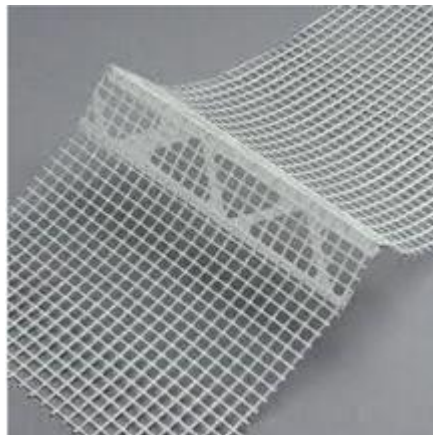


Figura 3.5- Perfil de Canto [Foto tirada em obra]

3.6 APLICAÇÃO DO SISTEMA

O sistema ETICS origina melhorias significativas para as construções se for dada a devida atenção a determinados aspetos, nomeadamente:

- Preparação da camada de suporte;
- Método de colagem;
- Alinhamento das placas de isolamento;
- Sobreposição e reforço de rede em pontos singulares,
- Cor da camada de acabamento;
- Pormenorização construtiva de pontos singulares.
- Outros

3.6.1 PREPARAÇÃO DO SUPORTE

O suporte deve ser alvo de uma avaliação prévia de forma a garantir que reúne as condições necessárias à aplicação do sistema. Das várias formas existentes para testar o suporte destacam-se as seguintes [11]:

- Teste visual, verificar se existem indícios de humidade ou se existem fissuras;
- Teste de limpeza com a palma da mão, verificar a existência de poeira, de eflorescências ou de revestimentos antigos em calcário;
- Teste de corte transversal, com algum objeto pontiagudo ou afiado, verificar a resistência superficial e a capacidade de carga;

Se através dos testes mencionados forem detetadas anomalias no suporte, deve ser feito um tratamento prévio que, de uma forma geral, consiste na:

- Lavagem de paredes - a superfície de contacto onde é aplicado o sistema, deve estar devidamente lavada com jacto de água, com o objectivo de expelir os materiais de reboco soltos e eliminar os fungos;
- Reparações de fissuras – iniciam-se os trabalhos pela análise das fissuras existentes em cada pano de parede. São assinaladas as que necessitam de intervenção e procede-se à sua reparação. Os trabalhos de reparação consistem em alargar a área influenciada pela fissura, removendo todos os elementos soltos, limpando a superfície e aplicando uma argamassa de enchimento à base de polímeros;

Após a preparação do suporte deverão ser sempre realizados ensaios de aderência (Figura 3.6) cujos resultados nunca devem ser inferiores a 0,3MPa em reboco à base de ligantes hidráulicos e 0,08MPa em reboco à base de cal, quando se utilizam sistemas ETICS colados [17].

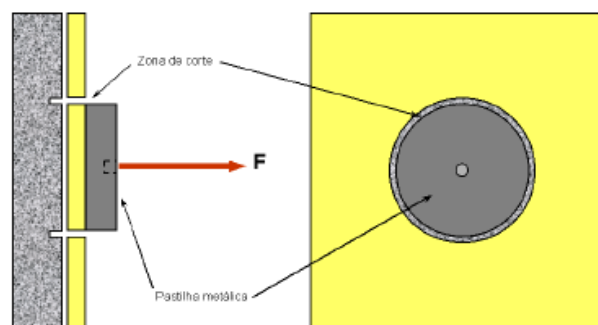


Figura 3.6-Esquema de Princípio de realização de ensaios de aderência [17]

3.6.2 MÉTODO DE COLAGEM

A colagem deve ser feita para que exista uma ligação uniforme entre a camada de base e o painel de isolamento, não permitindo a circulação de ar entre estes dois elementos.

O produto de colagem pode ser aplicado de três formas distintas:

- Colagem por pontos;
- Colagem por bandas;
- Colagem completa (barramento geral).

O *European Guideline for the application of ETICS* preconiza que a colagem por pontos e por bandas deve ser conjugada da seguinte forma (Figura 3.7): aplicar uma banda que preencha todo o perímetro do painel de isolamento e cerca de 3 pontos no centro. Estas indicações têm como objetivo garantir que aquando da fixação do painel, exista pelo menos 40% de superfície de colagem.

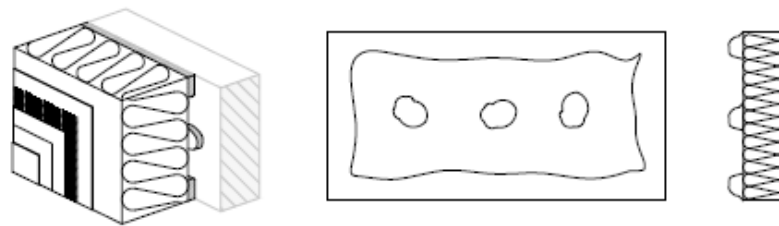


Figura 3.7-Colagem por pontos e por bandas [11]

A colagem completa ou barramento geral (Figura 3.8) deve ser feita recorrendo a uma talocha dentada. Este tipo de método de colagem para além de garantir uma adesão total ao suporte, permite também corrigir pequenos desníveis que o suporte possa apresentar.

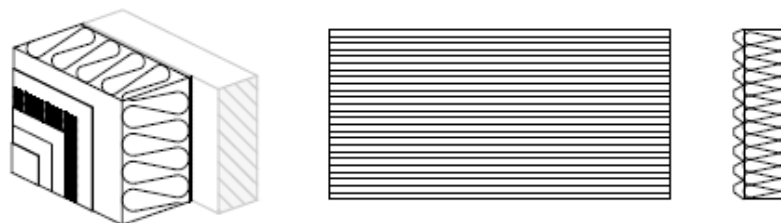


Figura 3.8- Colagem completa [11]

Embora a colagem por pontos e por bandas seja menos dispendiosa, a sua aplicação requer mais cuidado, levando muitas das vezes a que aconteçam problemas, recomenda-se assim que a colagem seja sempre que possível feita recorrendo a um barramento geral.

3.6.2.1 APLICAÇÃO DE PLACAS DE ISOLAMENTO

A aplicação dos painéis de isolamento térmico deve ser feita sempre de baixo para cima, mantendo o máximo possível uma distribuição semelhante à da Figura 3.9, garantindo assim que não existem juntas contínuas entre placas ao longo da fachada.

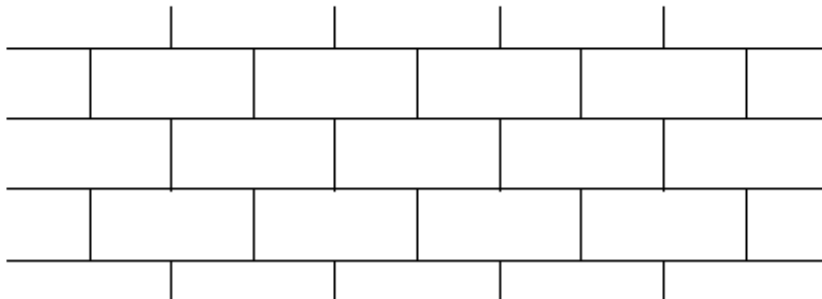


Figura 3.9- Distribuição dos painéis de Isolamento [11]

Em pontos singulares como vértices de portas ou janelas, deve garantir-se que não são criadas juntas entre placas no alinhamento das arestas. A Figura 3.10 apresenta um exemplo da correta aplicação das placas de isolamento nessas zonas.

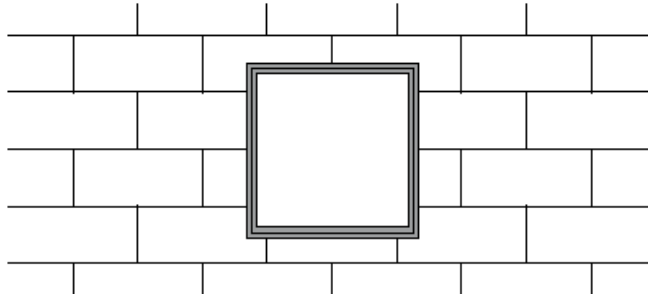


Figura 3.10- Distribuição do painel de isolamento na zona da janela [11]

Quando existam arestas de fachadas, os painéis de isolamento de diferentes níveis devem ser colocados de forma a que, também aqui as juntas fiquem desencontradas (Figura 3.11).

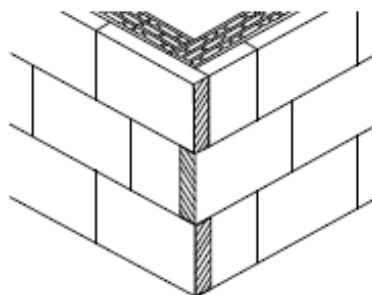


Figura 3.11-Distribuição do painel de isolamento em arestas de fachadas [11]

3.6.2.2 SOBREPÓSICÃO E REFORÇO DE ARMADURA EM PONTOS SINGULARES

Deve ser tomada especial atenção à aplicação da rede em pontos singulares. Em vértices de janelas e portas, é recomendada a aplicação de uma armadura quadrada ou retangular de reforço. A armadura de reforço deve apresentar um ângulo em relação às áreas da janela de aproximadamente 45° (Figura 3.12) e deve aplicar-se antes da restante armadura. As dimensões mais correntes são de 200 X 300mm ou 300 X 300mm, não sendo recomendadas dimensões inferiores.

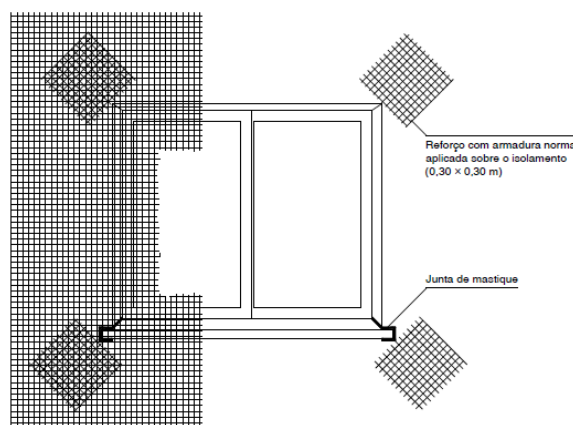


Figura 3.12- Reforço de armadura em arestas de janelas [18]

Deve de igual modo ser garantida a continuidade da armadura ao longo de toda a extensão de uma fachada de forma a não serem criados pontos suscetíveis a fissuras. Preconiza-se que em zonas em que a armadura termine seja criada uma sobreposição (Figura 3.13) nunca inferior a 10 cm, garantindo desta forma a continuação.

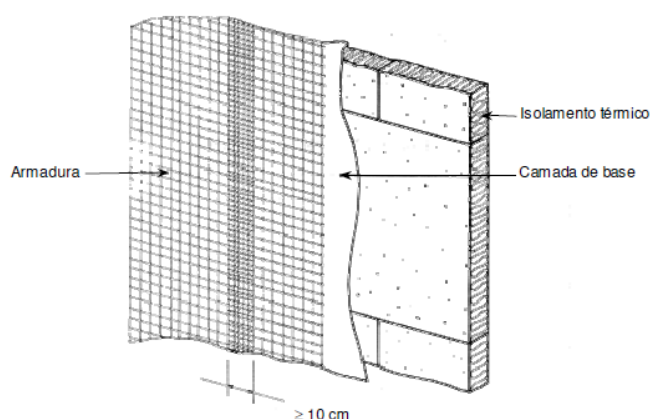


Figura 3.13- Reforço de armadura [19]

3.6.3 COR DO ACABAMENTO

Como referido anteriormente a camada de acabamento deve ter um coeficiente de absorção solar baixo. O coeficiente de absorção solar está diretamente relacionado com a cor da camada de acabamento, apresentando um valor de 100% para o preto e de 0% para o branco (Figura 3.14). Segundo o *European Guideline for the application of ETICS*, os valores mínimos para este coeficiente, são estabelecidos nacionalmente, variando no entanto entre os 20% e os 30%.



Figura 3.14- Coeficiente de absorção solar [10]

Recomenda-se que não existam grandes variações de cor na mesma fachada, o que conduziria a uma diferença de temperatura, e a um diferencial de tensões entre as diversas zonas podendo originar fissuras e o descolamento do reboco armado.

A Figura 3.15 ilustra a variação da temperatura da superfície em função da cor, para uma temperatura ambiente de 26°C.

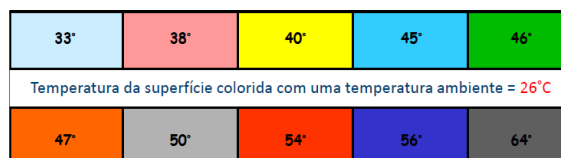


Figura 3.15-Temperatura da superfície colorida com uma temperatura ambiente de 26°C [10]

3.6.4 PORMENORIZAÇÃO CONSTRUTIVA

O sistema ETICS só funciona na plenitude, se todos os pontos singulares forem alvo de um estudo cuidado, implementando soluções construtivas que garantam a estanqueidade de todo o sistema.

Aqui são apresentados os pormenores construtivos utilizados na reabilitação de Vila D' Este referentes às padieiras, soleiras e ombreiras das janelas e à platibanda.

- Padieira (Figura 3.16):

Deve ser prevista a aplicação de pingadeiras de forma a garantir que a água não circule no paramento horizontal do ETICS

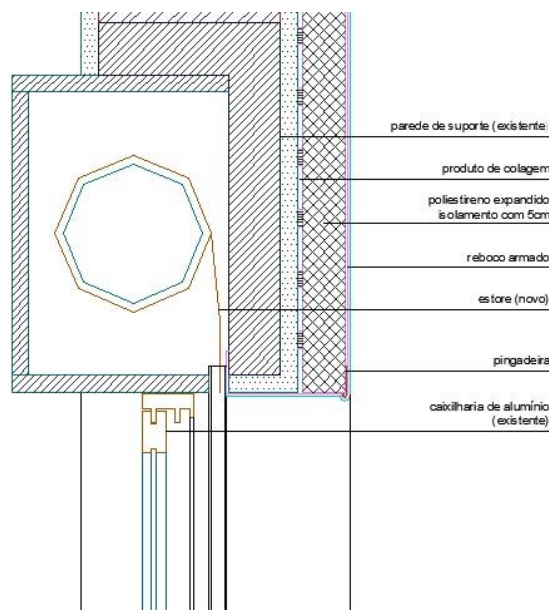


Figura 3.16-Corte vertical padeiras de janelas [peças desenhadas de projeto]

- Soleira (Figura 3.18):

As soleiras das janelas eram, anteriormente em pedra e a pendente exigida para o correto escoamento das águas nem sempre se verificava. Foram previstas desta forma duas soluções diferentes, a primeira em que se procedeu ao corte parcial dessas soleiras, aplicando sobre estas uma nova chapa em alumínio, e outra em que se aplicou a chapa em alumínio debaixo da soleira de pedra, uma vez que esta já garantia a pendente. As novas soleiras são dotadas de abas laterais de forma a poder ser embebidas no ETICS (Figura 3.17), devendo ser aplicado um cordão de silicone de forma a selar zona de contacto.



Figura 3.17- Pormenor aba lateral da chapa de alumínio [foto tirada em obra]

Na situação em que a soleira de pedra é cortada prevê-se a aplicação de um cordão de borracha e de um cordão de mastique para que a água não escorra para debaixo de pedra, podendo infiltrar-se no sistema ETICS.

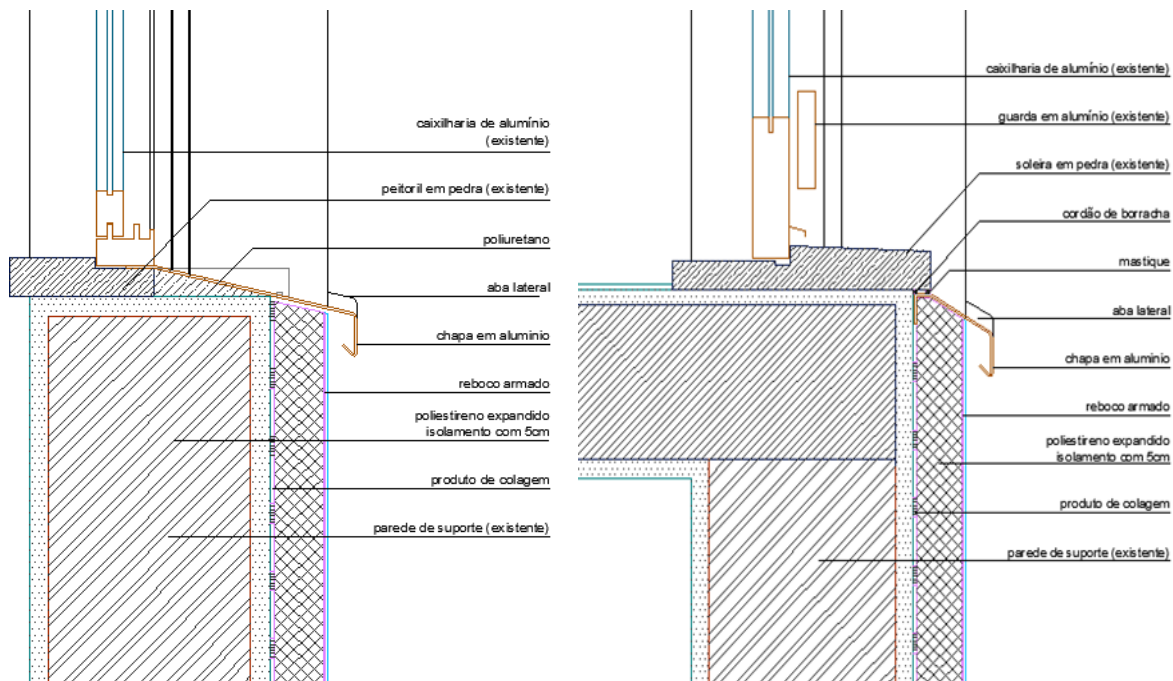


Figura 3.18- Corte vertical de peitoris de janelas [peças desenhadas de projeto]

- Ombreiras e Cunhais de paredes (Figura 3.19 e Figura 3.20):

Em zonas em que existam arestas de paredes ou janelas deve prever-se a aplicação de cantoneiras de ângulo de forma a proteger esse ponto e a permitir a correta dobragem da rede. No caso especial das ombreiras, prevê-se a aplicação de EPS de 1 cm para que seja possível dobrar a rede, não deixando esta diretamente em contacto com o suporte.

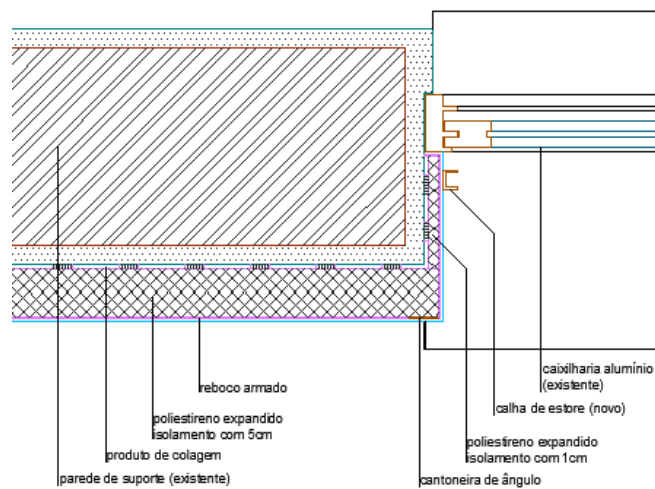


Figura 3.19-Corte horizontal ombreiras [peças desenhadas de projeto]

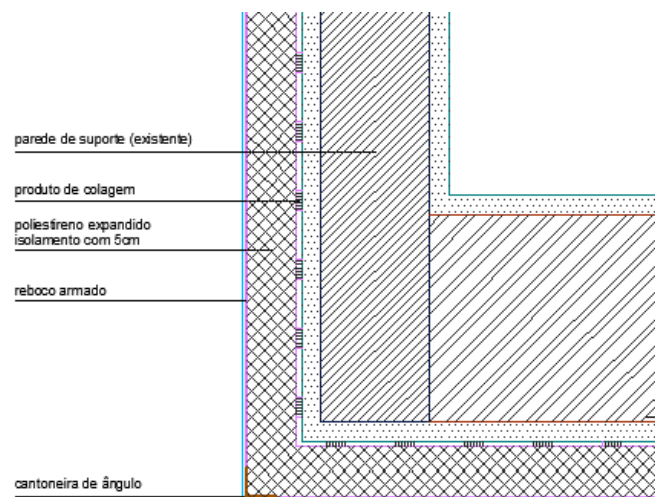


Figura 3.20-corte horizontal cunhais [peças desenhadas de projeto]

- Platibanda (Figura 3.21):

A platibanda embora circunde uma zona sem requisitos térmicos, o terraço, necessita de uma atenção especial, uma vez que qualquer infiltração de água nesta zona pode condicionar todo o sistema. Desta forma prevê-se que o sistema ETICS seja aplicado em contínuo até ao todo da platibanda dobrando a rede sobre esta, sendo para isso aplicado EPS 1cm no topo e no paramento interior da platibanda

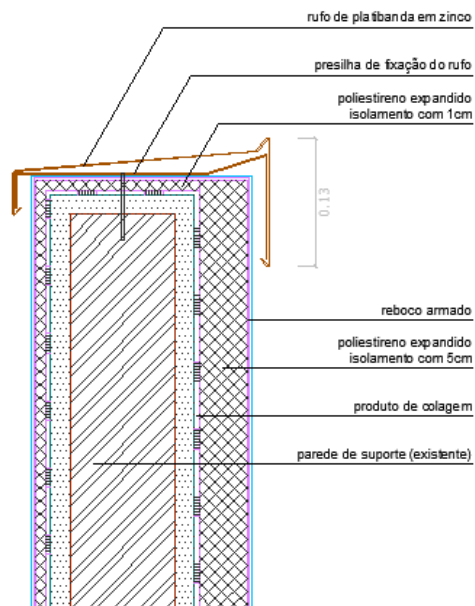


Figura 3.21-Corte vertical- platibanda [peças desenhadas de projeto]

Seguidamente aplica-se o rufo em zinco, com pendente para o interior do terraço. O rufo em zinco deve possuir dos dois lados um prolongamento vertical com pingadeira na extremidade, de forma a não permitir que a água se infiltre na parte interior do rufo.

3.6.5 OUTROS

Serão aqui apresentados alguns problemas observados no decorrer da obra, apresentando uma solução possível para cada um deles.

- Fixação de andaimes;
- Fixação das palas de sombreamento;
- Fixação das guarda;
- Aplicação de rufagem(capacetes) das platibandas;
- Pontos de luz, água, etc;

3.6.5.1 FIXAÇÃO DE ANDAIMES

Devido à elevada altura dos edifícios foi necessário executar pontos de ancoragem dos andaimes às fachadas. A estes pontos de ancoragem não era possível aplicar o sistema ETICS em simultâneo com o resto da fachada. Originavam-se assim frequentemente anomalias em termos estéticos, uma vez que a massa de acabamento era, desta forma, aplicada a uma zona restrita e em momentos diferentes. Por outro lado nestas situações é difícil garantir a continuidade da armadura, desta forma estas zonas ficam mais suscetíveis a fissurações.

Posteriormente no decorrer da obra esta solução foi revista, sendo no alinhamento dos pontos de ancoragem deixada uma faixa por aplicar o sistema, o que permitia minimizar os erros estéticos visíveis e garantir que era deixada armadura em espera de forma a proceder a sua sobreposição.



Figura 3.22- Fixação de andaimes [Foto tirada em obra]

3.6.5.2 FIXAÇÃO DE PALAS DE SOMBREAMENTO/GUARDAS

Em pontos de fixação das palas de sombreamento, e de guardas percebe-se uma escorrência de ferrugem. A referida escorrência tem como possível causa a infiltração de água. Isto acontece uma vez que a fixação destes elementos foi feita posteriormente à aplicação do sistema ETICS pois facilitava o processo.



Figura 3.23-Fixação de palas de sombreamento [Foto tirada em obra]



Figura 3.24-Fixação de guardas [Foto tirada em obra]

Tendo em conta que não é possível fixar andaimes se a fachada possuir corpos salientes. Recomenda-se a seguinte sequência de trabalhos:

1. Montagem do andaime;
2. Aplicação do Sistema ETICS em toda a fachada, deixando as zonas de fixação do andaime e das palas de sombreamento por aplicar;
3. Desmontagem do andaime ao nível do último piso;
4. Fixação das palas de sombreamento do último piso;
5. Aplicação do Sistema ETICS na envolvente desses pontos de fixação;
6. Vedação dos pontos de contacto entre o sistema e as fixações através de silicone, ou outro qualquer material vedante;
7. Repetir a sequência de 3 a 6 para os restantes pisos.

A fixação das guardas não se verifica a dificuldade inerente à montagem do andaime, no entanto a sua aplicação deve seguir o mesmo princípio.

3.6.5.3 APLICAÇÃO DE RUFAGEM DE PLATIBANDAS

A aplicação da rufagem das platibandas requer apenas uma grande atenção por parte dos trabalhadores, garantindo que não se danifica o ETICS. A Figura 3.25, apresenta um defeito no paramento interior da parede, no entanto um defeito idêntico no paramento exterior, poderia comprometer a estanqueidade do elemento, originando infiltrações nesse ponto que colocariam em causa todo o seu funcionamento.



Figura 3.25- Rufagem da platibanda [Foto tirada em obra]

3.6.5.4 PONTOS DE LUZ, ÁGUA, GAZ

Aos pontos e luz, água, gás, ou qualquer outro elemento de infraestruturas que se encontre saliente na fachada, é exigida a sua vedação com silicone ou qualquer outro material vedante.

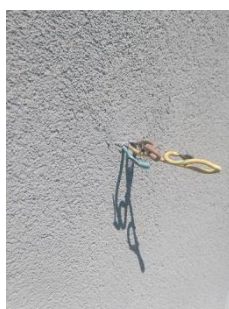


Figura 3.26- Ponto de ligação de luz [Foto tirada em obra]

3.7 RENDIMENTOS DO SISTEMA ETICS

Uma obra só é gerida e planeada nas devidas condições, se forem conhecidos todos os tempos que determinada tarefa leva a ser realizada, a quantidade de material que é usado para proceder a determinada tarefa ou o custo associado. Assim, cada vez mais se torna necessário estabelecer mecanismos de controlo. Numa obra como a de Vila D'Este, em que a tarefa principal é a aplicação de ETICS, torna-se imperativo desenvolver meios que permitam controlar a sua aplicação. Nessa medida, durante o decorrer do estágio foram criados os seguintes mapas de controlo:

- Mapa de Desperdícios de Material
- Mapa de Rendimento por Aplicador

3.7.1 MAPA DE DESPERDÍCIOS DE MATERIAL

O “Mapa de Desperdícios de Material” permite perceber se as várias equipas responsáveis pela aplicação do Sistema ETICS utilizavam corretamente os diferentes materiais.

De forma a elaborar este mapa foi necessário conhecer/estabelecer rendimentos considerados ideais para os diversos materiais, nomeadamente:

- Massa de Colagem- 7 Kg/m²;
- Massa de Acabamento-1,8 Kg/m²;
- Primário- 0,180 l/m²;
- Pannel de Isolamento (EPS)- 0,950 m/m
- Rede de Fibra de Vidro- 0,850 m/m²
- Bucha plástica- 6 UN/m²

Os valores de rendimentos para a massa de colagem, massa de acabamento e primário são apresentados nas fichas técnicas do material. O valor do rendimento apresentado para a bucha plástica foi definido em projeto e mencionado anteriormente. O rendimento admitido para a rede de fibra de vidro foi definido tendo em conta as zonas em que é necessário efetuar o reforço ou a sobreposição. Para os painéis de isolamento considera-se que o desperdício deve ser praticamente nulo.

A informação necessária à elaboração do mapa só está completa quando conhecidas as áreas totais de ETICS aplicadas por cada equipa e o total de material que foi levantado do estaleiro pelas

mesmas. A Tabela 3.1 apresenta os valores totais das áreas de ETICS aplicadas. Estes valores foram calculados recorrendo aos autos de medição.

Tabela 3.1- Total de Aplicação de ETICS

Material	Empresa			
	MN	CS	RD	FE
EPS 5cm (m2)	22926,22	17248,65	5012,86	6897,54
EPS 2cm (m2)	3233,61	2485,22	961,85	881,50
EPS 1cm (m2)	2038,44	1758,68	750,60	577,56
Rede de Vibra de vidro (m2)	28198,27	21492,55	6725,31	8356,60
Bucha Plástica (m2)	26159,83	19733,87	5974,71	7779,04
Massa de Colagem (m2)	28198,27	20008,45	6725,31	8356,60
Massa de acabamento cinza (m2)	5431,47	4092,40	1704,89	1531,84
Massa de acabamento branca (m2)	19533,19	13750,50	4058,57	5943,26
Primário (m2)	26714,16	21492,55	6725,31	8356,60

Os valores totais de material requisitado e levantado do estaleiro são apresentados na Tabela 3.2.

Tabela 3.2- Material Levantado do Estaleiro

Material	Empresa			
	MN	CS	RD	FE
EPS 5cm (m2)	23060,00	20271,30	5320,00	8531,50
EPS 2cm (m2)	4249,00	2927,66	1235,00	1592,50
EPS 1cm (m2)	5947,00	2755,10	1645,50	1828,50
Rede de Vibra de vidro (m)	38150,00	25500,00	7950,00	15500,00
Bucha Plástica (uni)	155600,00	129200,00	43300,00	60000,00
Massa de Colagem (Kg)	238345,00	134250,00	46825,00	67400,00
Massa de acabamento cinza (L)	13540,00	5435,00	3080,00	4360,00
Massa de acabamento branca (L)	52385,00	36325,00	10120,00	20140,00
Primário (L)	810,00	1050,00	290,00	800,00

Partindo dos dados fornecidos da tabela anterior, estima-se qual a área de ETICS que com determinado material é possível aplicar (Tabela 3.3).

Tabela 3.3- Total de ETICS a aplicar considerando o material levantado do estaleiro

	Empresa			
	MN	CS	RD	FE
Material				
EPS 5cm (m2)	21907,00	19306,00	5054,00	8104,93
EPS 2cm (m2)	4036,55	2788,25	1563,23	1512,88
EPS 1cm (m2)	5649,65	2623,90	1173,25	1737,08
Rede de Vibra de vidro (m2)	32427,50	21675,00	6757,50	13175,00
Bucha Plástica (m2)	25933,33	21533,33	7216,67	10000,00
Massa de Colagem (m2)	34049,29	19178,57	6689,29	9628,57
Massa de acabamento cinza (m2)	7522,22	3019,44	1711,11	2422,22
Massa de acabamento branca (m2)	29102,78	20180,56	5622,22	11188,89
Primário (m2)	4500,00	5833,33	1611,11	4444,44

Conhecidos todos os valores de material levantado de estaleiro e de trabalho produzido, é possível conhecer os desperdícios inerentes aos diferentes materiais.

A Tabela 3.4 apresenta os desperdícios de cada material, bem como a percentagem correspondente. Os valores com sinal negativo são aqueles em que existe um desperdício associado. Os valores positivos são aqueles em que o que deveria ter sido produzido, tendo em conta o material levantado do estaleiro, é inferior ao produzido na realidade. Não existindo neste caso um desperdício associado, é necessário ter em atenção se a utilização reduzida de determinado material pode pôr em risco o correto funcionamento do sistema.

Tabela 3.4- Desperdício de material

	Empresa							
	MN		CS		RD		FE	
Material								
EPS 5cm (m2)	1019,22	4%	-2057,35	12%	-41,14	-1%	-1207,39	27%
EPS 2cm (m2)	-802,94	-25%	-303,03	-12%	-601,38	-63%	-631,37	-77%
EPS 1cm (m2)	-3611,21	-177%	-865,22	-49%	-422,65	-56%	-1159,5	-103%
Rede de Vibra de vidro (m2)	-4229,23	-15%	-182,45	-1%	-32,19	0%	-4818,40	19%
Bucha Plástica (m2)	226,50	1%	-1799,46	-9%	-1241,96	-21%	-2220,96	7%
Massa de Colagem (m2)	-5851,02	-21%	829,87	4%	36,02	1%	-1271,97	20%
Massa de acabamento cinza (m2)	-2090,75	-38%	1072,96	26%	-6,22	0%	-890,38	-12%
Massa de acabamento branca (m2)	-9569,59	-49%	-6430,05	-47%	-1563,65	-39%	-5245,63	5%
Primário (m2)	22214,16	83%	15659,22	73%	5114,19	76%	3912,16	81%

3.7.1.1 ANÁLISE CRÍTICA E JUSTIFICATIVA DOS RESULTADOS

Foram assumidos como aceitáveis todos os desperdícios inferiores a 25%. Pode perceber-se através da referida Tabela que existiram alguns desperdícios dos quais não se pode descurar a análise, nomeadamente:

- EPS 5cm por parte da empresa FE;
- EPS 2cm por parte da empresa RD e FE;
- EPS 1cm por parte da empresa MN, CS, RD, FE;
- Massa de acabamento cinza por parte da empresa MN e CS;
- Massa de acabamento branca por parte da empresa MN, CS, RD;

Painel de Isolamento

Os materiais em que o desperdício é mais acentuado são os painéis de isolamento, em especial os painéis de isolamento EPS 1cm.

Os valores de desperdícios das placas de isolamento justificam-se na sua maioria com os recortes que são necessário fazer no perímetro das janelas, mas acima de tudo com o mau aproveitamento que é dado por parte dos aplicadores, ou pelo inexistente cuidado que estes apresentavam com o material. Os fardos eram guardados na entrada dos andaimes e acabavam danificados pela constante passagem de trabalhadores sobre eles.

Embora os desperdícios apresentados tenham a sua justificação no pouco cuidado que lhes era dado, para os painéis EPS 1cm, pode ter-se em atenção que a sua reduzida espessura torna difícil o seu manuseio, acabando muitas vezes as placas danificadas não permitindo a sua aplicação.

Massa de Acabamento

O acabamento é a camada do sistema ETICS mais sujeita ao impacto, todos os estores ou painéis de GRC danificam muitas vezes esta camada sendo necessário proceder à sua reparação. Pode ser apresentada como justificação para estes desperdícios o facto de o material requisitado para proceder a estas reparações não ser contabilizado para os outros de medição.

Primário

Este material não apresenta desperdícios em nenhuma das empresas, isto leva a concluir que este foi aplicado com um rendimento bastante inferior ao recomendado pelas fichas técnicas. O primário é utilizado como forma de garantir a aderência entre a camada de base e a camada de acabamento, no

entanto, tal como referido anteriormente, o seu uso pode ser desprezado se estes dois componentes tiverem na sua constituição os mesmos materiais ligantes. Atendendo a que nesta obra foi utilizado um sistema monomarca, possuindo deste modo a camada de base e a camada de acabamento o mesmo material ligante, o uso de primário pode ser descurado.

3.7.2 MAPA DE RENDIMENTO POR APLICADOR

O “Mapa de Rendimento por Aplicador” permite perceber qual das equipas de aplicação do Sistema ETICS tinham um melhor desempenho.

Na elaboração do mapa foram tomadas em consideração dois parâmetros essenciais: o número de homens que em média constituíam uma equipa de trabalho, e a quantidade real e teórica de aplicação de ETICS.

A Tabela 3.5 apresenta os valores teóricos de aplicação de ETICS, estes valores foram determinado tendo em conta o valor total a que cada empresa se propôs a realizar. Desta forma será possível efetuar uma comparação entre o trabalho real e o trabalho pretendido.

Tabela 3.5- Rendimento médio mensal assumido para cada Empresa

Empresa	Média assumida/mês (m ²)
MN	1966,67
CS	1308,33
RD	833,33
FE	1200

Recorrendo ao levantamento diário do número de homens presentes em obra foi possível conhecer a constituição média mensal das diferentes equipas tal como apresentado na Tabela 3.6. As equipas não entraram em obra em simultâneo, numa primeira fase entraram as equipas MN e CS, numa segunda fase a equipa RD e só posteriormente a equipa FE.

Tabela 3.6-Constituição das equipas de trabalho (nº homens)

		Empresa			
		MN	CS	RD	FE
Mês	Dez. 13	12,20	5,22		
	Jan.14	8,25	6,78		
	Fev.14	9,25	8,25		
	Mar.14	7,10	7,10		
	Abr.14	9,00	7,21		
	Mai.14	9,00	7,00		
	Jun.14	8,00	4,19		
	Jul.14	11,70	10,61	4,33	
	Ago.14	14,80	7,50	3,00	
	Set.14	13,74	6,95	5,20	
	Out.14	11,63	13,24	5,15	6,00
	Nov.14	11,00	8,44	9,00	5,00
	Dez.14	9,07	8,07	4,43	4,87
	Jan.15	10,11	8,28	6,42	9,37
	Fev.15	16,63	6,47	6,59	10,59
	Mar.15	10,82	10,35	7,76	10,71
	Abr.15	9,40	7,93	5,79	10,20
Mai.15	6,00	11,16	5,65	11,10	

Sendo conhecida a constituição das equipas e o rendimento teórico de cada uma, é possível determinar a produção mensal que cada trabalhador deveria apresentar (Tabela 3.7).

Tabela 3.7- Rendimento Teórico por trabalhador (m²)

		Empresa			
		MN	CS	RD	FE
Mês	Dez. 13	161,20	250,64		
	Jan.14	238,38	192,97		
	Fev.14	212,61	158,59		
	Mar.14	277,00	184,27		
	Abr.14	218,52	181,46		
	Mai.14	218,52	186,90		
	Jun.14	245,83	312,25		
	Jul.14	168,09	123,31	192,45	
	Ago.14	132,88	174,44	277,78	
	Set.14	143,17	188,13	160,26	
Out.14	169,08	98,83	161,81	200,00	

Nov.14	178,79	154,93	92,59	240,00
Dez.14	216,91	162,09	188,17	246,58
Jan.15	194,51	158,05	129,78	128,09
Fev.15	118,25	202,10	126,44	113,33
Mar.15	181,79	126,44	107,36	112,06
Abr.15	209,22	164,92	144,03	117,65
Mai.15	327,78	117,26	147,49	108,11

Posteriormente, recorrendo aos valores reais produzidos por cada equipa, é possível determinar o valor que em média cada trabalhador produziu (Tabela 3.8).

Tabela 3.8- Rendimento real por trabalhador (m²)

	Empresa			
	MN	CS	RD	FE
Dez. 13	155,90	210,80		
Jan.14	139,73	104,75		
Fev.14	65,76	126,43		
Mar.14	162,84	56,88		
Abr.14	197,33	101,18		
Mai.14	223,33	180,29		
Jun.14	198,00	300,95		
Jul.14	155,81	164,75	181,76	
Ago.14	103,69	230,80	250,70	
Set.14	156,77	121,28	85,21	
Out.14	181,78	117,26	105,99	104,65
Nov.14	145,45	182,41	92,64	127,83
Dez.14	143,25	24,19	123,36	156,38
Jan.15	148,87	135,20	66,19	97,85
Fev.15	120,99	174,91	83,73	89,12
Mar.15	190,59	180,06	81,86	181,84
Abr.15	203,04	157,61	117,84	129,03
Mai.15	102,02	138,54	68,54	63,52

Conhecidas as produções teóricas e reais foi criado um gráfico comparativo com o intuito de perceber qual das equipas tinha uma produção que mais se aproximasse do pretendido.

Gráfico 3.1- Comparação entre rendimento teórico e real - MN

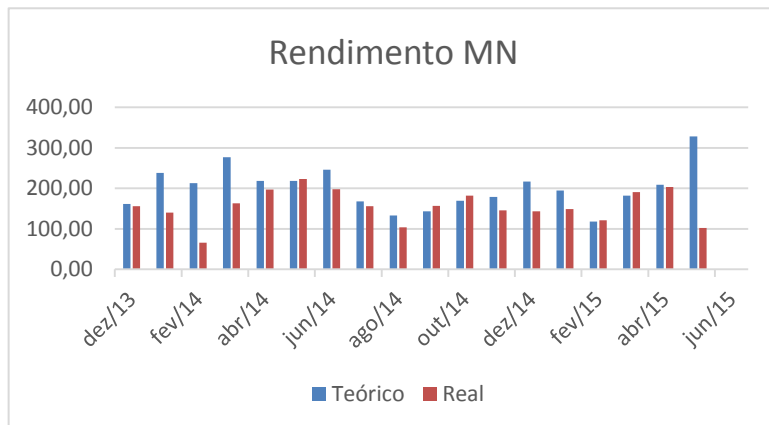


Gráfico 3.2-Comparação entre rendimento teórico e real - CS

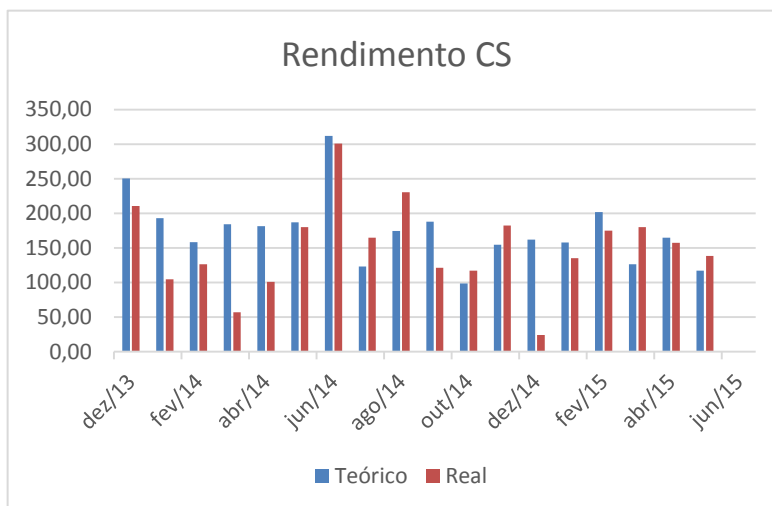


Gráfico 3.3- Comparação entre rendimento teórico e real - RD

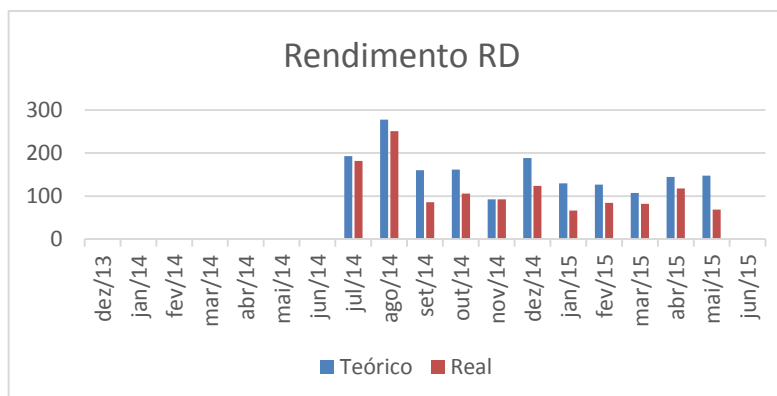
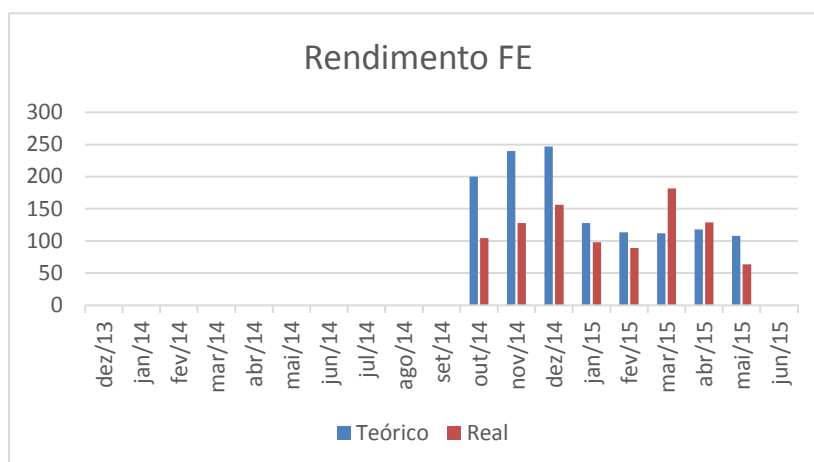


Gráfico 3.4- Comparação entre rendimento teórico e real - FE



Apesar de existirem fatores que influenciam diretamente o rendimento da colocação de ETICS, como as condições meteorológicas, conclui-se com a análise dos gráficos aqui apresentados que a empresa que apresentou um melhor desempenho atendendo ao que foi estipulado, foi a CS, uma vez que, os rendimentos reais se aproximam, em geral, dos rendimentos teóricos. Contudo, através desta análise não é possível perceber a relação que existe entre o número de trabalhadores no ativo e a produtividade total da empresa.

Atendendo ao exposto e com o objetivo de averiguar a produtividade das empresas aqui referenciadas, estipulou-se um valor fixo para a constituição mensal das equipas, deste modo é possível estabelecer uma comparação entre elas. O valor fixado para esta análise foi de 10 homens o que permitiu produzir os dados da Tabela 3.9.

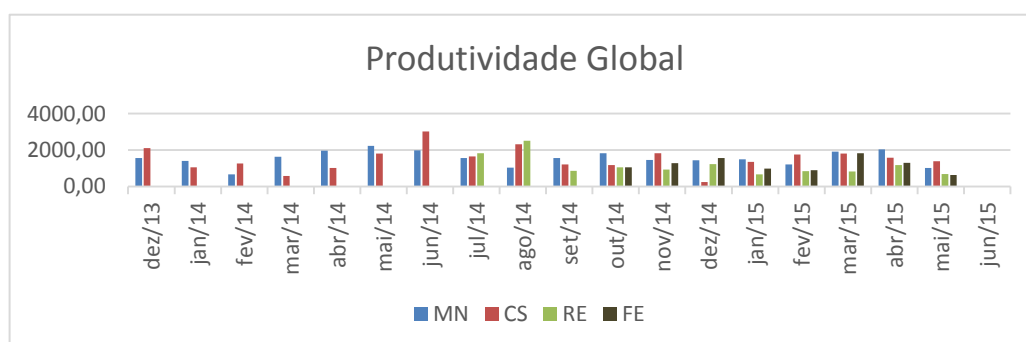
Tabela 3.9- Rendimento das empresas considerando 10 homens (m2)

Mês	Empresa			
	MN	CS	RD	FE
Dez. 13	1559,03	2107,99		
Jan.14	1397,32	1047,51		
Fev.14	657,59	1264,30		
Mar.14	1628,41	568,85		
Abr.14	1973,33	1011,82		
Mai.14	2233,33	1802,86		
Jun.14	1980,00	3009,55		
Jul.14	1558,12	1647,50	1817,55	
Ago.14	1036,89	2308,00	2507,00	

Set.14	1567,74	1212,83	852,13	
Out.14	1817,80	1172,60	1059,92	1046,52
Nov.14	1454,55	1824,12	926,41	1278,34
Dez.14	1432,47	241,89	1233,65	1563,80
Jan.15	1488,69	1352,02	661,95	978,48
Fev.15	1209,89	1749,14	837,27	891,24
Mar.15	1905,90	1800,57	818,56	1818,40
Abr.15	2030,40	1576,13	1178,39	1290,28
Mai.15	1020,18	1385,37	685,40	635,21
Média Global	1552,87	1504,61	1143,48	1187,78

De forma a tornar mais intuitiva a análise dos dados criou-se um gráfico comparativo entre as várias empresas.

Gráfico 3.5- Comparação de Rendimentos das várias empresas considerando 10 homens



Conclui-se com isto que admitindo 10 homens diários de cada empresa e descorando o que foi acordado, a que apresenta melhor produtividade é a MN, uma vez que, a média global é mais elevada.

Apesar disso, é importante referir que tendo em conta as metas estabelecidas, a CS continua a ser a empresa com melhor desempenho.

4. ANÁLISE DE MELHORIAS DE CLASSIFICAÇÃO ENERGÉTICA

4.1 INTRODUÇÃO

Nesta secção é apresentado o cálculo das melhorias de classificação energética que de uma forma geral o sistema ETICS originou em Vila D'Este. Atendendo a esse facto foi usado como elemento de estudo uma habitação de um piso intermédio de cada tipologia construtiva (Figura 4.1), efetuando a sua classificação energética antes e depois da intervenção.



Figura 4.1-Identificação das frações em estudo

Os cálculos foram realizados recorrendo ao Decreto Lei 118/2013 de 20 de Agosto que apresenta o “Regulamento de Desempenho Energético dos Edifícios de Habitação (REH)”. Os fatores referentes aos valores máximos de necessidade energética, à qualidade térmica da envolvente, ao valor mínimo de taxa de renovação de ar, aos sistemas técnicos e aos sistemas para aproveitamento de fontes de energia renováveis foram calculados segundo o Anexo da Portaria nº 349-B/2013 de 29 de Novembro. As necessidades nominais anuais de energia útil para aquecimento e arrefecimento e as necessidades nominais anuais de energia primária foram calculados segundo o Despacho Nº15793-I/2013. O coeficiente global de transferência de calor, de transmissão térmica superficial, de transmissão térmica linear, de absorção da radiação solar, os fatores de utilização de ganhos, a quantificação da inércia térmica, o fator solar de vãos envidraçados, o fator de obstrução da radiação solar, a fração envidraçada, o fator de correção da seletividade angular dos envidraçados, o coeficiente de redução solar e a taxa de renovação de ar foram calculados pelo Despacho Nº15793-K/2013. A determinação da zona climática e dos respetivos parâmetros climáticos foi feita através do Despacho Nº 15793-F/2013. Por fim a quantificação e contabilização do contributo de sistemas para aproveitamento de fontes de energia renováveis seguiu as especificações do Despacho Nº 15793-H/2013.

Por forma a aplicar corretamente o referido regulamento é necessário conhecer as características das habitações. No entanto as habitações apresentam muitas diferenças na sua composição, nomeadamente:

- A orientação das fachadas;
- Caixilharia;
- Varandas;
- Portas para a caixa de escadas;
- Portas para as marquises;
- Paredes exteriores não possuem todas a mesma constituição, existindo zonas em que as paredes são em betão armado e outras em que existe um pano de alvenaria associado.

No decorrer desta análise definir-se-á as características a considerar para cada uma das situações mencionadas.

4.2 DADOS CLIMÁTICOS

A determinação dos dados climáticos pressupõe que seja conhecida a Nomenclatura das Unidades Territoriais Para Fins Estatísticos (NUTS). A NUTS classifica Vila Nova de Gaia como pertencente à zona climática do “Grande Porto”.

Conhecida a zona climática, é necessário conhecer as suas características principais para classificar a estação de aquecimento em I1, I2 ou I3, e a estação de arrefecimento em V1, V2 ou V3

Os dados mais importantes conhecer para a estação de aquecimento são os ganhos a sul (G_{sul}) que assumem o valor de 130 kWh/m², o número de graus dias (GD), a duração da estação de aquecimento (M), a temperatura exterior média do mês mais frio ($\Theta_{ext,i}$).

Os vários parâmetros são calculados recorrendo à seguinte expressão:

$$X = X_{ref} + a * (z - z_{ref}) \quad (4.1)$$

Em que:

- X_{ref}, valor de referência para o parâmetro a calcular;
- a, declive associado aos parâmetro a calcular;
- z, altitude do local onde se situa o edifício: Toma o valor de 200m (Figura 4.2);
- z_{ref}, altitude de referência do Local. Toma o valor de 94m.



Figura 4.2- Altitude Vilar de Andorinho [pt-pt.topographic-map.com-01-10-2015]

Todos os valores necessários ao cálculo encontram-se tabelados, tomando assim os parâmetros os seguintes valores:

- $GD=1419.6 \text{ }^\circ\text{C}$
- $M=6,412 \text{ meses}$
- $\Theta_{\text{ext},i}=9,158 \text{ }^\circ\text{C}$

A classificação para a estação de aquecimento depende do número de graus (GD), classificando-se assim como zona I2.

A zona climática de Verão depende da temperatura exterior média ($\Theta_{\text{ext},v}$), que assume o valor de 20,9, classificando-se assim como zona V2.

4.3 ÁREAS E DIMENSÕES

As habitações possuem peculiaridades na sua envolvente interna, apresentando diferença no valor do pé direito (Pd). Para este cálculo será assumido um valor médio de 2,6m. A área útil de pavimento (A_p) considerada para as diferentes tipologias é a seguinte:

Tabela 4.1- Área útil de Pavimento tipologia Topo

Compartimento	Área (m ²)
Quarto	12,96
Quarto	10,86
Cozinha	9,98
Casa de Banho	3,69
Corredor	4,18
Hall de entrada	4,32
Arrumos	1,27

Lavandaria	3,06
Sala	14,55
Total	64,87

Tabela 4.2- Área útil de Pavimento tipologia Corrente

Compartimento	Área (m²)
Quarto	10,5
Quarto	9,45
Quarto	10,65
Cozinha	11,4
Casa de Banho	1,86
Casa de Banho	3,26
Corredor	3,63
Hall	3,74
Arrumos	1,09
Lavandaria	2,35
Sala	14,1
Total	72,03

Tabela 4.3- Área útil de Pavimento tipologia Ângulo

Compartimento	Área (m²)
Quarto	14,4
Quarto	10,35
Sala	17,85
Cozinha	10,34
Casa de Banho	3,55
Lavandaria	3,05
Hall	9,35
Varanda	3,40
Total	72,29

Os valores das áreas da envolvente, paredes exteriores e vãos envidraçados exteriores são os apresentados na Tabela 4.4, Tabela 4.5 e Tabela 4.6. Neste cálculo é admitido que todas as varandas existentes eram abertas, considerando-se esse espaço como espaço exterior. Com a reabilitação dos edifícios não foi introduzida nenhuma alteração às dimensões dos vários elementos, sendo assim consideradas as mesmas no cálculo anterior e após intervenção.

Tabela 4.4- Áreas da Envolvente Exterior-Tipologia Topo

Compartimento/Orientação	Parede exterior (m ²)	Envidraçado (m ²)
Quarto (Sul)	5,55	1,44
Quarto (Sul)	5,55	1,44
Quarto (Oeste)	9,36	
Casa de Banho (Oeste)	5,49	0,49
Cozinha (Sul)	5,06	1,96

Tabela 4.5- Áreas da Envolvente Exterior-Tipologia Corrente

Compartimento/Orientação	Parede exterior (m ²)	Envidraçado (m ²)
Quarto (Sul)	5,64	1,44
Sala (Sul)	5,58	2,16
Quarto (Norte)	5,58	1,44
Quarto (Norte)	6,36	1,44
Quarto (Oeste)	6,1	
Quarto (Oeste)	9,1	
Casa de Banho (Oeste)	3,12	
Casa de Banho (Oeste)	5,46	

Tabela 4.6- Áreas da Envolvente Exterior-Tipologia Ângulo

Compartimento/Orientação	Parede exterior	Envidraçado
Quarto (Sul)	6,36	1,44
Quarto (Sul)	6,36	1,44
Quarto (Oeste)	8,97	
Casa de Banho (Oeste)	5,2	
Sala (Sul)	5,51	2,16

A Tabela 4.7, Tabela 4.8 e Tabela 4.9 apresentam as dimensões da envolvente interior, e da envolvente para espaços não aquecidos, referente às paredes divisórias, parede para habitação adjacente, parede para lavanderia, parede para caixa de escadas, porta para lavanderia e porta para caixa de escadas.

Tabela 4.7- Áreas da Envolvente Interior- Tipologia Topo

Envolvente	Área
Paredes Divisórias	67,99
Parede para Habitação Adjacente	22,23
Parede para Caixa de Escadas	13,41
Parede para Lavandaria	4,97
Porta para Lavandaria	5,3
Porta para Caixa de Escadas	1,8

Tabela 4.8- Áreas da Envolvente Interior- Tipologia Corrente

Envolvente	Área
Paredes Divisórias	80,86
Parede para Habitação Adjacente	15,00
Parede para Caixa de Escadas	15,86
Parede para Lavandaria	6,63
Porta para Lavandaria	4
Porta para Caixa de Escadas	1,8

Tabela 4.9- Áreas da Envolvente Interior- Tipologia Ângulo

Envolvente	Área
Paredes Divisórias	60,97
Parede para Habitação Adjacente	21,84
Parede para Caixa de Escadas	18,33
Parede para Lavandaria	7,28
Porta para Lavandaria	1,8
Porta para Caixa de Escadas	4

Neste estudo admite-se que as paredes exteriores são todas em betão armado, consideram-se assim como pontes térmicas planas apenas as referentes às caixas de estores (Tabela 4.10):

Tabela 4.10- Dimensões de Pontes Térmicas Planas- Estores

Tipologia	Área
Topo	0,975
Corrente	1,8
Ângulo	1,4

4.4 FATOR DE REDUÇÃO DE PERDAS (B_{TR})

O coeficiente de redução de perdas é utilizado no cálculo das perdas de calor por transmissão em elementos que separam o espaço com condições de referência de espaços com temperatura ambiente diferente do ar exterior. Segundo o Despacho Nº15793-K/2013, sempre que b_{tr} for superior a 0,7, aplicam-se os requisitos mínimos definidos para a envolvente exterior, e sempre que o b_{tr} for igual ou inferior a 0,7 aplicam-se os requisitos mínimos definidos para a envolvente interior.

Segundo o mesmo Despacho, o valor de b_{tr} é calculado tendo em conta os valores da temperatura interior e da temperatura do ambiente exterior. Esses valores não são conhecidos pois não se sabe o uso real dado aos espaços. No entanto o parâmetro pode tomar os valores da Tabela 22 do Despacho, sendo necessário conhecer os seguintes valores:

- Relação A_i/A_u , onde A_i é o somatório das áreas dos elementos que separam o espaço interior do espaço não útil e A_u é o somatório das áreas dos elementos que separam o espaço não útil do ambiente exterior;
- V_{enu} , volume do espaço não útil;
- Características de ventilação. Podendo ser classificado como “F” se o espaço não útil tiver todas as ligações entre elementos bem vedadas, sem aberturas de ventilação permanentemente abertas ou como “F” se o espaço não útil for permeável ao ar devido à presença de ligações e aberturas de ventilação permanentemente abertas

Quando os espaços forem considerados fortemente ventilados b_{tr} assume o valor de 1,0.

Lavandaria

Este espaço será classificado como “F” pois uma parte das janelas possui sistema beta, que permite a circulação de ar.

Os valores finais de b_{tr} e os parâmetros necessários à sua determinação são os apresentados na tabela seguinte (Tabela 4.11):

Tabela 4.11- Determinação de parâmetro btr- Lavandaria

Tipologia	Ai	Au	Ai/Au	V _{enu}	btr
Topo	10,4	7,8	1,33	7,8	0,8
Corrente	8,63	5,98	1,44	5,98	0,8
Ângulo	12,48	7,54	1,66	7,54	0,8

Conclui-se assim que as paredes e portas para a lavandaria, são do tipo envolvente interior com requisitos de exterior.

Caixa de Escadas

Este espaço é considerado “F” porque existem janelas com “sistema beta” que permitem a circulação de ar.

Tabela 4.12- Determinação de parâmetro btr- Caixa de Escadas

Tipologia	Ai	Au	Ai/Au	V _{enu}	btr
Topo	293,93	134,42	2,18	199,5	0,9
Corrente	253,89	112,36	2,26	155,89	0,9
Ângulo	428,61	163,954	2,6	189,63	0,9

Conclui-se assim que as paredes e portas para a caixa de escadas, são do tipo envolvente interior com requisitos de exterior.

As envolventes das habitações são apresentadas na Figura 4.3. A cor vermelha representa a envolvente exterior, a cor azul a envolvente interior sem requisitos e a cor verde a envolvente interior com requisitos de exterior.



Figura 4.3-Identificação das envolventes

4.5 SOLUÇÕES CONSTRUTIVAS E REQUISITOS MÍNIMOS DE QUALIDADE TÉRMICAS

As soluções construtivas influenciam diretamente a classificação energética das habitações, bem como o conforto térmico das mesmas. Aqui são apresentadas as soluções construtivas antes e após intervenção de paredes exteriores, bem como as restantes soluções construtivas. As paredes interiores serão consideradas iguais entre as várias habitações.

Os vãos envidraçados, caixilharias e estores serão considerados todos iguais, quer antes, quer após intervenção. Embora seja conhecido que existem habitações com caixilharia dupla, ou com vidro duplo essas não serão consideradas.

No cálculo do coeficiente de transmissão térmica (U) serão usados os valores de resistência térmica e condutibilidade térmica constantes das fichas técnicas dos materiais, ou quando estas não existam ou não apresentem os dados necessários, serão usados os valores constantes da publicação do LNEC ITE 50.

Coeficiente de Transmissão Térmica (U) Parede Anterior

Como as paredes exteriores existentes em Vila D' Este não possuíam qualquer tipo de isolamento térmico, serão consideradas apenas eram paredes simples em betão armado de 21 cm rebocadas em ambas as faces com 2cm. Não são considerados revestimentos interiores, visto a sua composição ser variável de habitação para habitação, nem se considera a pintura exterior pois esta encontrava-se bastante degradada.

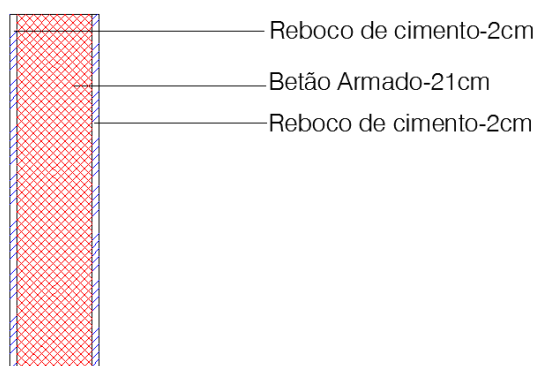


Figura 4.4-Pormenor Construtivo Parede Anterior

Tabela 4.13- Coeficiente de Transmissão Térmica Parede Anterior

Componentes	Espessura	Condutibilidade térmica (W/m°C)	Resistência Térmica (m ² °C/W)
Resistência Superficial Exterior			0,04
Reboco	0,02	1,30	0,015
Betão Armado	0,21	2,0	0,105
Reboco	0,02	1,30	0,015
Resistência Superficial Interior			0,13
Resistência térmica total- Rt (m²°C/W)			0,306
Coeficiente de transmissão térmica (W/m°C)			3,27
Coeficiente de transmissão térmica máximo (W/m°C)			1,60 KO

A parede existente anteriormente não cumpria os requisitos impostos pelo regulamento para o coeficiente de transmissão térmica.

Coeficiente Transmissão Térmica Parede com ETICS

À parede existente foi aplicado um sistema ETICS com 5cm de poliestireno expandido (EPS). Neste cálculo uma vez que a sua espessura é bastante reduzida, são desprezados os contributos dos materiais de colagem e de acabamento na resistência térmica do elemento.

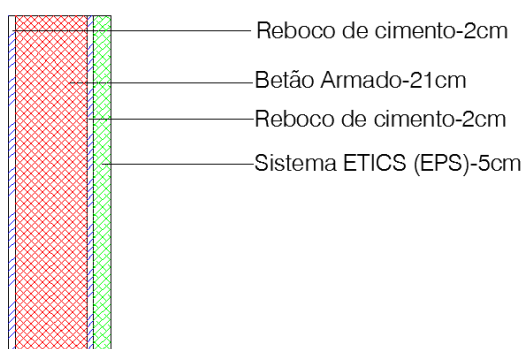


Figura 4.5-Pormenor Construtivo Parede com ETICS

Tabela 4.14- Coeficiente de transmissão térmica Parede com ETICS

Componentes	Espessura (m)	Condutibilidade térmica (W/m°C)	Resistência Térmica (m ² C/W)
Resistência Superficial Exterior			0,04
ETICS (EPS)	0,05	0,037	1,35
Reboco	0,02	1,30	0,015
Betão Armado	0,21	2,0	0,105
Reboco	0,02	1,30	0,015
Resistência Superficial Interior			0,13
Resistência térmica total- Rt (m²C/W)			1,656
Coeficiente de transmissão térmica			0,604
Coeficiente de transmissão térmica máximo			1,60 OK

A aplicação do sistema ETICS permite que as paredes exteriores cumpram os limites regulamentares respeitantes ao coeficiente de transmissão térmica.

Coeficiente de Transmissão Térmica (U) de Parede para Lavandaria, Parede da Caixa de Escadas e Parede Divisória.

A parede para a lavandaria e a parede para a caixa de escadas apresentam a mesma constituição, reboco de cimento de 2 cm em ambas as faces e alvenaria de tijolo furado de 15cm.

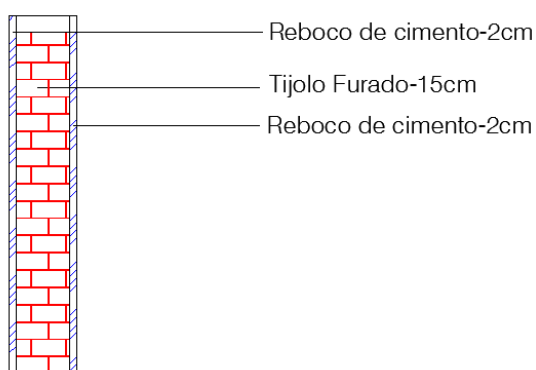


Figura 4.6-Pormenor Construtivo Parede Interior

Tabela 4.15- Coeficiente de transmissão térmica Parede para Lavandaria e Caixa de Escadas

Componentes	Espessura (m)	Condutibilidade térmica (W/m°C)	Resistência Térmica (m ² °C/W)
Resistência Superficial Interior			0,13
Reboco	0,02	1,30	0,015
Tijolo furado	0,15		0,39
Reboco	0,02	1,30	0,015
Resistência Superficial Interior			0,13
Resistência térmica total- Rt (m²°C/W)			0,68
Coeficiente de transmissão térmica			1,47
Coeficiente de transmissão térmica máximo			1,60 Ok

Estas paredes não sofreram qualquer alteração.

Coeficiente de Transmissão Térmica (U) de Porta para Lavandaria e Porta da Caixa de Escadas:

A tipologia destas duas portas é variável de habitação para habitação, definiu-se portanto que o coeficiente de transmissão térmica (U) a admitir para estes elementos deve ser 1,60 W/m²°C, cumprindo assim os requisitos mínimos de qualidade térmica destes elementos.

Coeficiente de Transmissão Térmica (U) de envidraçados Exteriores:

Os envidraçados exteriores considerados são vidros simples, com janela de correr, e admite-se a existência de uma cortina interior opaca, o coeficiente de transmissão térmica (U) a admitir para estes elementos é 3,57 W/m²°C.

Coeficiente de Transmissão Térmica (U) das Pontes Térmicas Planas (Caixa de Estores):

Para questões de cálculo será desprezada a resistência térmica da caixa de estores. O coeficiente de transmissão térmica (U), será calculado atendendo a que na zona da caixa de estores a parede de betão armado apresenta uma espessura de 6cm. Assumindo assim os seguintes valores:

- $U_{ptp} = 4,35 \text{ W/m}^2\text{°C}$ (Parede anterior)
- $U_{ptp} = 0,63 \text{ W/m}^2\text{°C}$ (Parede ETICS)

4.6 FATOR DE OBSTRUÇÃO

Segundo o Despacho nº 15793-I/2013, o fator de obstrução dos vãos envidraçados, F_s , representa a redução na radiação solar que incide nestes devido ao sombreamento permanente causado por diferentes obstáculos. Os obstáculos podem ser exteriores ao edifício como outros edifícios ou vegetação ou criados por elementos do próprio edifício como palas ou varandas.

Deste modo o fator de sombreamento é calculado através da seguinte expressão:

$$F_s = F_h * F_0 * F_f \quad (4.2)$$

Em que:

- F_h -fator de sombreamento do horizonte por obstruções exteriores ao edifício ou por outros elementos do edifício;
- F_0 -fator de sombreamento por elementos horizontais sobrejacentes ao envidraçado, compreendendo palas e varandas;
- F_f -fator de sombreamento por elementos verticais adjacentes ao envidraçado, compreendendo palas verticais, outros corpos ou partes de um edifício.

Para o presente estudo, e uma vez que se pretende uma análise o mais generalizada possível, não serão consideradas quaisquer fatores de sombreamento do horizonte. Isto advém do facto de que, embora existam habitações em que essa obstrução influencia os ganhos, outras há em que esse sombreamento não existe. Deste modo serão considerados os valores gerais apresentados no Despacho, admitindo um ângulo de horizonte de 45º uma vez que se trata de uma zona urbana. Será considerado que todas as fachadas principais dos edifícios se encontram orientadas a sul.

Assim F_h assume os seguintes valores:

Estação de aquecimento:

- $F_h(N)=1$;
- $F_h(S)=0,45$;
- $F_h(W)=0,58$

Estação de arrefecimento:

- $F_h = 1$ (para todas as orientações)

No seguimento do anterior, não serão considerados fatores de sombreamento por elementos horizontais uma vez que, embora existam situações em que foram aplicadas palas de sombreamento, essas situações representam apenas uma pequena parte dos edifícios. Não existem elementos verticais que possam influenciar os ganhos, pelo que não serão considerados quaisquer fatores de sombreamento por elementos verticais.

Deste modo F_0 e F_f assumem o valor de 1 para todas as orientações. No entanto não deve ser desprezado o efeito do sombreamento provocado pelo contorno do vão, sendo que o produto entre os dois fatores ($F_0 \times F_f$) terá que assumir o valor de 0,9.

O fator de obstrução toma assim os seguintes valores finais:

Estação de aquecimento:

- $F_s (N) = 0,9$;
- $F_s (S) = 0,405$;
- $F_s (W) = 0,522$

Estação de arrefecimento:

- $F_s = 0,9$ (para todas as orientações)

4.7 FATOR SOLAR

Entende-se fator solar $g_{\perp,vi}$ como a razão entre a energia solar transmitida para um edifício através dos vão envidraçados face à radiação solar incidente na direção normal do envidraçado.

O fator solar global (g_T) de um determinado vão envidraçado deve ser calculado através da seguinte fórmula:

$$g_T = g_{vi} \times \frac{g_{vc}}{x} \quad (4.3)$$

O Despacho Nº15793-K/2013 de 3 de Dezembro, apresenta, através das suas Tabelas 12 e 13, os valores a considerar para o fator solar de vãos envidraçados para uma incidência normal, sem proteção (g_{vi}), e com proteção (g_{vc}), respetivamente. O parâmetro x assume o valor de 0,85 para vidros simples e 0,75 para vidros duplos.

Os vidros a considerar são simples de 6mm de espessura com persianas de régua plásticas de cor branca. Deste modo:

- g_{vi} toma o valor de 0,85;
- g_{vc} toma o valor de 0,07;
- X toma o valor de 0,85;
- g_T resultante é 0,07

Estação de Aquecimento

O fator solar (g_i) para efeito de cálculo das necessidades de aquecimento resulta do facto de se considerar que na estação de aquecimento os dispositivos de oclusão como estores ou persianas se encontrarem abertos

Na estação de aquecimento g_i é calculado da seguinte maneira:

$$g_i = F_{w,i} \times g_{vi} \quad (4.4)$$

Em que:

- $F_{w,i}$ é o fator de correção da seletividade angular dos envidraçados, e traduz a redução dos ganhos solares causada pela variação das propriedades do vidro com o ângulo de incidência da radiação solar direta. Na estação de aquecimento toma o valor de 0,9

O fator solar de cálculo (g_i) é assim 0,765.

Estação de Arrefecimento

O fator solar (g_v) para efeito de cálculo das necessidades de arrefecimento resulta do facto de se considerar que na estação de arrefecimento os dispositivos de proteção solar estão ativos apenas uma parte do dia.

Na estação de arrefecimento g_v é calculado da seguinte maneira:

$$g_v = F_{mv} \times g_T + (1 - F_{mv}) \times g_{TP} \quad (4.5)$$

Em que:

- $F_{m,v}$ fração de tempo em que os dispositivos de proteção solar móveis se encontram totalmente ativados.
- g_T fator solar global do vão envidraçado com todos os dispositivos de proteção solar, permanentes, ou móveis totalmente ativados
- g_{TP} fator solar global do envidraçado com todos os dispositivos de proteção solar permanentes existentes

O valor de F_{mv} encontra-se tabelado no presente Despacho e está diretamente relacionado com a orientação do vão. Para o presente estudo definiu-se que as habitações têm as suas fachadas orientadas a Sul (S) e a Oeste (W), e para a tipologia corrente é também considerada uma fachada orientada a Norte (N). F_{mv} assumirá portanto os valores de 0,6 para Sul e Oeste e de 0 para Norte.

Na Reabilitação em estudo não existiam nem foram aplicados dispositivos de proteção solar permanentes, então g_{TP} será calculado através da seguinte expressão:

$$g_{TP} = F_{w,v} \times g_{vi} \quad (4.6)$$

$F_{w,v}$ assumirá, segundo a Tabela 21 do presente Despacho, os valores de 0,8 para Sul, 0,9 para Oeste e 0,85 para Norte.

O fator solar de cálculo (g_v) é assim 0,314 para Sul, 0,348 para Oeste e 0,765 para Norte.

Conhecidos os valores dos fatores solares e dos fatores de obstrução é necessário verificar se são cumpridos os valores máximos admissíveis apresentados na Portaria N°349-B/2013. Esta verificação é feita considerando o valor do fator solar global para os dispositivos de proteção 100% ativados e tendo em conta a relação entre a área do envidraçado (A_{env}) e a área de pavimento (A_{pav}) da divisão onde este está instalado, admitindo duas situações distintas:

Se $A_{env} \leq 15\% A_{pav}$ então:

$$g_t \times F_o \times F_f \leq g_{tmax} \quad (4.7)$$

Se $A_{env} > 15\% A_{pav}$ então:

$$g_t \times F_o \times F_f \leq \frac{0,15}{\frac{A_{env}}{A_{pav}}} \quad (4.8)$$

Os valores do fator solar máximo g_{tmax} são definidos dependendo da classe de inércia. Classificou-se a construção como sendo de inércia térmica forte, atendendo às características apresentadas na Tabela 4 do Despacho nº15793-F/2013.

Tabela 4.16- Verificação dos Requisitos da Envolvente Envidraçada-Tipologia Topo

Compartimento	A_{pav}	A_{env}	$\frac{A_{env}}{A_{pav}}$	$F_o \cdot F_f$	g_t	g_{tmax}	$g_t \cdot F_o \cdot F_f$	$g_{tmax} \cdot \frac{0,15}{\frac{A_{env}}{A_{pav}}}$	Verificação
Quarto	12,96	1,44	11%						OK
Quarto	10,86	1,44	13%						OK
Cozinha	9,98	1,96	20%	0,9	0,07	0,56	0,063	0,43	OK
Casa de Banho	3,69	0,49	13%						OK

Tabela 4.17- Verificação dos Requisitos da Envolvente Envidraçada-Tipologia Corrente

Compartimento	A_{pav}	A_{env}	$\frac{A_{env}}{A_{pav}}$	$F_o \cdot F_f$	g_t	g_{tmax}	$g_t \cdot F_o \cdot F_f$	$g_{tmax} \cdot \frac{0,15}{\frac{A_{env}}{A_{pav}}}$	Verificação
Quarto	10,5	1,44	14%						OK
Quarto	10,65	2,16	20%					0,41	OK
Quarto	9,45	1,44	15%	0,9	0,07	0,56	0,063		OK
Sala	14,1	1,44	10%						OK

Tabela 4.18- Verificação dos Requisitos da Envolvente Envidraçada-Tipologia Ângulo

Compartimento	A_{pav}	A_{env}	$\frac{A_{env}}{A_{pav}}$	$F_o \cdot F_f$	g_t	g_{tmax}	$g_t \cdot F_o \cdot F_f$	$g_{tmax} \cdot \frac{0,15}{\frac{A_{env}}{A_{pav}}}$	Verificação
Quarto	14,4	1,44	10%						OK
Quarto	10,35	1,44	14%	0,9	0,07	0,56	0,063		OK
Sala	17,85	2,16	12%						OK

4.8 PONTES TÉRMICAS LINEARES

O presente regulamento quantifica os fluxos de calor através das pontes térmicas lineares como sendo o produto do coeficiente de transmissão térmica linear da ponte térmica pelo respetivo desenvolvimento medido pelo interior. Os valores dos coeficientes de transmissão térmica lineares (ψ) são retirados da Tabela 7 do Despacho nº15793-K/2013. Na análise do presente trabalho são apenas consideradas as pontes térmicas entre fachada e caixilharia, entre duas paredes verticais em ângulo saliente.

Tabela 4.19-Pontes Térmicas Lineares-Tipologia Topo

Tipo de Ligação	B (envolvente interior) (m)	Coeficiente de transmissão térmica linear (ψ) (W/m ² C)
Duas paredes verticais em ângulo saliente	2,6	0,4
Fachada com caixilharia	16,6	0,25
Fachada com caixa de estores	5,6	0,30

Tabela 4.20-Pontes Térmicas Lineares-Tipologia Corrente

Tipo de Ligação	B (envolvente interior) (m)	Coeficiente de transmissão térmica linear (ψ) (W/m ² C)
Duas paredes verticais em ângulo saliente	5,2	0,4
Fachada com caixilharia	21,6	0,25
Fachada com caixa de estores	9,2	0,30

Tabela 4.21-Pontes Térmicas Lineares-Tipologia Ângulo

Tipo de Ligação	B (envolvente interior) m	Coeficiente de transmissão térmica linear (ψ) W/m ² C
Duas paredes verticais em ângulo saliente	5,2	0,4
Fachada com caixilharia	16,6	0,25
Fachada com caixa de estores	5,7	0,30

4.9 TAXA DE RENOVAÇÃO DE AR

A taxa de renovação de ar de um edifício influencia diretamente o conforto de uma habitação. Se por um lado, é necessário limitar as renovações de ar de forma a limitar as perdas na estação de aquecimento, na estação de arrefecimento as renovações de ar podem ser mais elevadas. No presente estudo não são considerados quaisquer mecanismos mecânicos de admissão de ar, considerando-se apenas ventilação natural.

O regulamento define valores diferentes para as duas estações. A taxa de renovação de ar na estação de aquecimento ($R_{ph,i}$) tem um valor limite de 0,4 e a taxa de renovação de ar na estação de arrefecimento ($R_{ph,v}$) tem um valor limite de 0,6.

Os valores são obtidos através da folha de cálculo fornecida pelo Laboratório Nacional de Engenharia Civil (LNEC) (Anexo VI-), sendo necessário fornecer os seguintes dados:

- Número de fachadas expostas ao exterior;
- Tipo de edifício, isto é, se é novo, habitação unifamiliar ou multifamiliar.
- Morfologia do edifício. Pé direito médio, área útil, altura do edifício.
- Área de envidraçado;
- Características quanto à permeabilidade;
- Dados sobre a zona climática (rugosidade, temperatura exterior, região);
- Contabilização da existência ou não de aberturas de admissão de ar na fachada;
- Tipo de ventilação a ser utilizada e condutas de ventilação natural;
- Distância aos edifícios adjacentes.

Os resultados obtidos são os apresentados na Tabela 4.22- Taxa de Renovação de ar

Tabela 4.22- Taxa de Renovação de ar

Tipologia	Aquecimento	Arrefecimento
Topo	0,60	0,60
Corrente	0,60	0,60
Ângulo	0,60	0,60

4.10 NECESSIDADES DE ENERGIA PARA PREPARAÇÃO DE ÁGUA QUENTE SANITÁRIA

As necessidades de energia para aquecimento de águas quentes sanitárias (Q_a) durante um ano são contabilizadas através da seguinte expressão:

$$Q_a = \frac{M_{AQs} \times 4187 \times \Delta T \times N_d}{3600000} \quad (4.9)$$

Em que:

- ΔT (°C)- Aumento de temperatura necessário a preparação das águas quentes sanitárias e que, para efeitos do presente cálculo, tomando o valor de referência de 35°C;
- N_d (dias)- Número anual de dias de consumo de águas quentes sanitárias de edifícios residenciais, que toma o valor de 365 dias.
- M_{aqS} (L)-Consumo médio diário de referência, e deve ser calculado através da seguinte expressão:

$$M_{aqS} = 40 \times n \times f_{eh} \quad (4.10)$$

Em que:

- n - número convencional de ocupantes de cada fração autónoma, definido em função da tipologia da fração. Toma o valor de 3 para as tipologias “Topo” e “Ângulo” e 4 para a tipologia “Corrente”.
- f_{eh} - fator de eficiência hídrica. Este valor toma o valor de 1 para o presente cálculo.

Será considerado, para efeitos de cálculo, que as habitações são dotadas de cilindro elétrico com fator de conversão de energia útil para energia primária (F_{pu}) de 2,5 kWhEp/kWh e um rendimento (η) de 0,95.

Os edifícios não são dotados de quaisquer dispositivos recorrentes a energias renováveis para produção de energia.

Assim sendo Q_a assume os seguintes valores:

- Q_a (Topo e Ângulo) = 1782,96 Kwh/ano
- Q_a (Corrente) = 2377,29 Kwh/ano

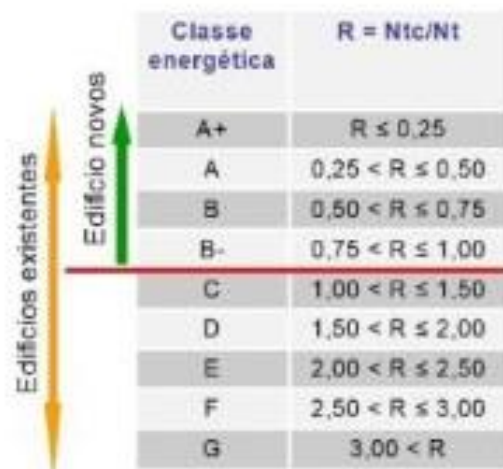
4.11 SISTEMAS DE AQUECIMENTO E ARREFECIMENTO DO AMBIENTE

Nas frações em estudo não são conhecidos as especificações referentes aos meios de aquecimento ou arrefecimento do ambiente, no entanto será considerada a sua existência de um meio de aquecimento.

Admite-se para efeitos de cálculo a existência de uma fonte de aquecimento com um fator de conversão de energia útil para energia primária (Fpu) de 2,5 kWhEp/kWh.

4.12 ANÁLISE DE RESULTADOS

A classificação energética de um edifício é dada pela relação entre as necessidades nominais anuais globais de energia primária (Ntc) e o valor máximo para as necessidades nominais de energia primária (Nt). Segundo o presente regulamento, são 7 as classes energéticas (Figura 4.7), sendo a Classe A+ atribuída aos edifícios com melhor eficiência energética e F aos edifícios com pior eficiência energética.



Classe energética	$R = Ntc/Nt$
A+	$R \leq 0,25$
A	$0,25 < R \leq 0,50$
B	$0,50 < R \leq 0,75$
B-	$0,75 < R \leq 1,00$
C	$1,00 < R \leq 1,50$
D	$1,50 < R \leq 2,00$
E	$2,00 < R \leq 2,50$
F	$2,50 < R \leq 3,00$
G	$3,00 < R$

Figura 4.7- Classes de desempenho energético [www2.adene.pt (10-10-2015)]

A análise efetuada conduziu aos resultados da Tabela 4.23, Tabela 4.24 e Tabela 4.25 em que:

- Ap- área útil do pavimento em m²;
- Rph- número de renovações de ar por hora;
- Nic- necessidades nominais de aquecimento em kWh/m².ano;
- Ni- necessidades nominais de aquecimento máximas em kWh/m².ano;
- Nvc- necessidades nominais de arrefecimento em kWh/m².ano;

- Nv- necessidades nominais de arrefecimento máximas em kWh/m².ano;
- Qa-necessidades de energia para preparação de águas quentes sanitárias em kWh/ano;
- Ntc- necessidades nominais anuais globais de energia primária kWh/m².ano;
- Nt- valor máximo para as necessidades nominais de energia primária kWh/m².ano.

Tabela 4.23- Valores de cálculo da classe de eficiência energética- Topo

	Ap	Rph	Nic	Ni	Nvc	Nv	Qa	Ntc	Nt
Anterior	64,87	0,60	75,03	23,97	30,94	9,13	2377,29	259,90	100,04
Após ETICS	64,87	0,60	30,41	23,97	41,10	9,13	2377,29	148,36	100,04

Tabela 4.24- Valores de cálculo da classe de eficiência energética- Corrente

	Ap	Rph	Nic	Ni	Nvc	Nv	Qa	Ntc	Nt
Anterior	72,03	0,60	102,71	28,62	9,70	9,13	2377,29	343,62	118,07
Após ETICS	72,03	0,60	35,18	27,47	18,00	9,13	2377,29	174,81	115,22

Tabela 4.25- Valores de cálculo da classe de eficiência energética Ângulo

	Ap	Rph	Nic	Ni	Nvc	Nv	Qa	Ntc	Nt
Anterior	72,29	0,60	79,12	25,22	8,33	9,13	1782,96	262,69	99,89
Após ETICS	72,29	0,60	34,38	25,22	12,58	9,13	1782,96	150,86	99,89

Como referido anteriormente é a partir da relação entre Ntc e Nt que se obtém a classe energética. A Tabela 4.26, apresenta essas relações e as respetivas classes.

Tabela 4.26- Classificação energética

Tipologia	Anterior	Atual
Topo	2,60- Classe F	1,48- Classe C
Corrente	2,91- Classe F	1,52- Classe D
Ângulo	2,63- Classe F	1,51- Classe D

Com a análise da tabela é possível perceber que as habitações subiram em média, com a aplicação do sistema, da classe F para a classe D. As melhorias verificaram-se sobretudo na estação de aquecimento em que as necessidades nominais diminuíram para cerca de 50%. A melhoria alcançada já era de alguma forma esperada, uma vez que na estação de aquecimento as perdas pela envolvente exterior apresentam um peso bastante elevado. Diminuindo o coeficiente de transmissão térmica dos elementos, o que é alcançado através da aplicação do painel de isolamento EPS, diminuir-se-á significativamente as necessidades de aquecimento.

Por outro lado, e atendendo a que se está a fazer uma análise energética, no caso de não ser considerado qualquer fonte de aquecimento a classe das habitações seria ainda mais elevada. No

entanto, aumentar o coeficiente de transmissão térmico dos elementos só faz sentido, se se quiser preservar a temperatura de um espaço interior, temperatura esta, que só é atingida se esse espaço for aquecido.

Como aquecer um espaço tem à partida um custo, torna-se importante conhecer a poupança alcançada com a aplicação do sistema. Essa poupança pode ser determinada através da expressão (4.11)

$$Custo = 0,024 \times U \times A \times GD \times C_{e,0} \quad (4.11)$$

Em que:

- A- área a aquecer em m². Utiliza-se valor médio das áreas úteis de pavimento das habitações consideradas nesta análise.
- C_{e,0}- custo de energia em €/kWh

A poupança alcançada com a aplicação do sistema será em média a apresentada na Tabela 4.27.

Tabela 4.27- Redução anual da fatura energética [9]

Parâmetros	Solução anterior	Solução com ETICS
U (W/m²°C)	3,27	0,604
Área (m²)		69,73
Graus-dia		1420
Custo de energia (€/kWh)		0,10
Custo (€)	777,1	143,53
Poupança (€)		633,6

Deste modo se conclui que os benefícios da aplicação do Sistema ETICS, se revelam não só na melhoria da classificação energética, como também numa diminuição considerável do custo associado ao aquecimento.

5. CONDENSAÇÕES

5.1 INTRODUÇÃO

O aparecimento de humidades nas habitações é uma patologia encontrada em grande parte dos edifícios de Vila D'Este. Estas humidades podem ser justificadas com o facto de as paredes exteriores se encontrarem bastante fissuradas, permitindo infiltrações, no entanto, pode ter outras justificações. Neste capítulo tenta-se perceber até que ponto a aplicação do sistema ETICS nas paredes exteriores influencia, ou não, este fenómeno.

Assim, apresenta-se de uma forma simplificada a importância que o coeficiente de transmissão térmica e a permeabilidade ao vapor de água de um elemento construtivo têm no aparecimento de condensações, usando como termo de comparação a composição da parede antes e após intervenção. Para além disso, foi também estudada a influência que parâmetros como a higrometria, as condições climáticas da zona em estudo e a temperatura interior têm nos fenómenos de condensação.

5.2 CONCEITOS GERAIS

Os fenómenos de condensação só são possíveis de perceber se forem conhecidos alguns conceitos fundamentais, nomeadamente:

- Humidade absoluta (H_a): quantidade de vapor de água que uma determinada massa de ar contém. Pode ser expressa em g/m^3 ou Kg/Kg .
- Pressão parcial (P_p): pressão exercida pelo vapor de água. Será tanto maior quanto maior a quantidade de vapor de água existente e é expresso em Pa.
- Limite de saturação (W_s): limite de Humidade absoluta para o qual, uma determinada massa de ar não tem mais capacidade para absorver vapor de água, condensando o excesso. Pode ser expresso em g/m^3 ou Kg/Kg .
- Pressão de saturação (P_s): pressão exercida pelo vapor de água, correspondente ao limite de saturação e é expresso em P_a .
- Humidade relativa (H_r): relação percentual entre a quantidade de vapor de água que existe por unidade de ar e o respetivo limite de saturação, ou a relação equivalente entre a pressão parcial e a pressão de saturação.

$$H_r \equiv \frac{H_a}{W_s} \times 100 = \frac{P_p}{P_s} \times 100 \quad (5.1)$$

O valor de humidade relativa é inversamente proporcional à temperatura, uma vez que o limite de saturação e a pressão de saturação aumentam quando a temperatura aumenta. Deste modo se diz que, sempre que o ar contacta com zonas mais frias dos elementos de construção, o valor da humidade absoluta pode ultrapassar o limite de saturação, ocorrendo condensações. No entanto a determinação da Humidade Relativa é bastante complexa, uma vez que conhecer o valor da Humidade absoluta envolve conhecer parâmetros como:

- Produção de vapor na habitação.

A produção de vapor é variável ao longo do dia, sendo mais elevada nas horas em que, por norma, as habitações têm mais ocupação, como hora de almoço jantar e noite.

- Ventilação.

Este parâmetro embora possa ser controlado com a introdução de mecanismos que ventilem o espaço mecanicamente, é também ele variável, e prende-se com os hábitos dos moradores. Em habitações em que as janelas se encontrem normalmente fechadas, o valor de Humidade Relativa será superior, uma vez que se diminui as renovações do ar.

- Humidade absoluta exterior.

Não está relacionada com a utilização das habitações, mas é também ela variável ao longo do ano e do dia.

- Temperatura interior.

A temperatura interior depende de fatores como, utilização de aparelhos de aquecimento, da produção de calor pelos utilizadores, das soluções construtivas das envolventes e da ventilação. Os espaços pouco ventilados e com paredes com menor coeficiente de transmissão térmica terão tendência a manter a sua temperatura mais elevada.

As relações existentes entre os valores de temperatura, humidade relativa e humidade absoluta são expressas através do “Diagrama Psicométrico” apresentado na Figura 5.1

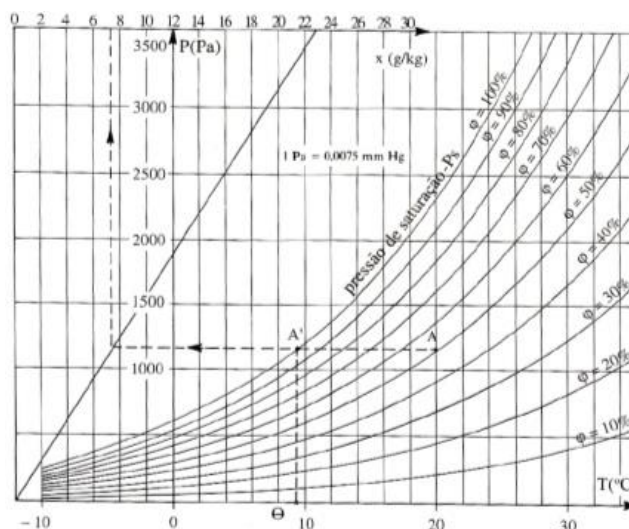


Figura 5.1- Diagrama do Psicométrico [20]

O diagrama apresenta no eixo das abcissas os valores da temperatura do ar (em °C), no eixo das ordenadas os valores de umidade absoluta (em g/cm³) e de pressão de saturação (Pa), sendo que neste estudo se utilizarão os valores pressão em mmHg. O conjunto de curvas representa a Humidade relativa (em %)

5.3 CONDENSAÇÕES SUPERFICIAIS INTERNAS

Simplificadamente pode dizer-se que ocorrem condensações sempre que o ar contacta com superfícies mais frias. As condensações provocam o aparecimento de água nos elementos construtivos, e no caso de condensações superficiais, estas danificam as camadas de revestimento e pintura dos elementos, levando ao aparecimento de manchas negras. As condensações superficiais ocorrem sempre que, para uma determinada humidade relativa, a temperatura de saturação é superior à temperatura da superfície com que contacta.

Pretende-se com este estudo estabelecer uma comparação acerca da possibilidade de ocorrência de condensações superficiais internas, entre a parede com e sem isolamento.

5.3.1 PARÂMETROS DE CÁLCULO

Os parâmetros inerentes à utilização das habitações, como ventilação, produção de vapor de água, temperatura do ar interior e a consequente humidade relativa, não foram possíveis de determinar, uma vez que as habitações não dispunham todas das mesmas condições. Sendo assim foram definidos para o cálculo os seguintes valores:

- Temperatura interior: 15°C, 20°C e 25°C. Não se justificava a utilização de valores mais baixos, uma vez que quanto menor o diferencial de temperatura entre o ar exterior e interior, menor a possibilidade de ocorrerem condensações.
- Humidade relativa: de 50% a 100% em intervalos de 10. Não se justifica a utilização de valores mais baixos, uma vez que quanto menor a humidade relativa menor a possibilidade de ocorrência de condensações.

Os restantes dados necessários são:

- Temperatura atmosférica e Humidade relativa atmosférica: Foram utilizados os valores médios mínimos dos meses de Dezembro (2014), Janeiro (2015), Fevereiro (2015) e Março (2015), referentes a Vila Nova de Gaia¹
- Humidade relativa atmosférica: Foram utilizados os valores médios dos meses de Dezembro (2014), Janeiro (2015), Fevereiro (2015) e Março (2015), referentes a Vila Nova de Gaia²
- Coeficientes de transmissão térmica e as respetivas resistência térmicas. Valores já calculados na Capítulo **Erro! A origem da referência não foi encontrada.**
- Temperatura de saturação para cada valor de humidade relativa. Estes valores foram determinados recorrendo ao Diagrama Psicométrico, e são apresentados na Tabela 5.4.

Primeiramente será avaliada a evolução da temperatura ao longo das paredes, sendo para isso necessário conhecer o fluxo de calor (q). O fluxo de calor é calculado através da lei de FOURIER (5.2), e assume os valores da Tabela 5.1.

$$q = \frac{1}{\sum_j \frac{e_j}{\lambda_j}} \Delta T \quad (5.2)$$

¹ Dados retirados de www.underground.com assumindo o valor de 6 C. Data de consulta: 15-09-2015

² Dados retirados de www.underground.com assumindo o valor de 80%. Data de consulta: 15-09-2015

Em que:

- q- Fluxo de calor por unidade de superfície (W/m²);
- e_j- Espessura da camada j [m];
- λ_j- Coeficiente de condutibilidade térmica da camada j (W/(m°C));
- ΔT- Diferença de temperatura entre o ambiente interior e exterior (°C)

Tabela 5.1- Fluxo de calor

Temperatura Interior	ΔT (°C)	U _{parede anterior} (W/m ² °C)	U _{parede ETICS} (W/m ² °C)	q _{parede anterior} (W/m ²)	q _{parede ETICS} (W/m ²)
15	9			29,43	5,436
20	14	3,27	0,604	45,78	8,456
25	19			62,13	11,476

Conhecidos os fluxos de calor, são calculadas as temperaturas sentidas através dos vários constituintes da parede. As temperaturas são calculadas através da expressão (5.3).

$$T = T_i - q \times \left(\sum \frac{e}{R} + R_i + R_e \right) \quad (5.3)$$

Em que:

- T- Temperatura a calcular (°C);
- q-fluxo de calor (W/m²);
- e- espessura do constituinte (m);
- R- resistência térmica da camada (m².°C/W);
- R_i- resistência térmica interior (m².°C/W). Toma o valor de 0,13
- R_e-resistência térmica exterior (m².°C/W) Toma o valor de 0,04

A Tabela 5.2 e a Tabela 5.3 apresentam a evolução da temperatura ao longo das paredes, sendo juntamente apresentados os gráficos correspondentes.

Tabela 5.2-Evolução de temperatura- Parede anterior

Constituição _{parede anterior}	Evolução de Temperaturas (°C)		
	T _{interior} =25°C	T _{interior} =20°C	T _{interior} =15°C
Temp _{superficial interna}	16,9	14,0	11,2
Reboco (2cm)	16,0	13,3	8,3
Betão Armado (21cm)	9,4	8,5	7,6
Reboco (2cm)	8,5	7,8	7,2
Tempatm	6,0	6,0	6,0

Gráfico 5.1- Evolução de temperatura- Parede anterior

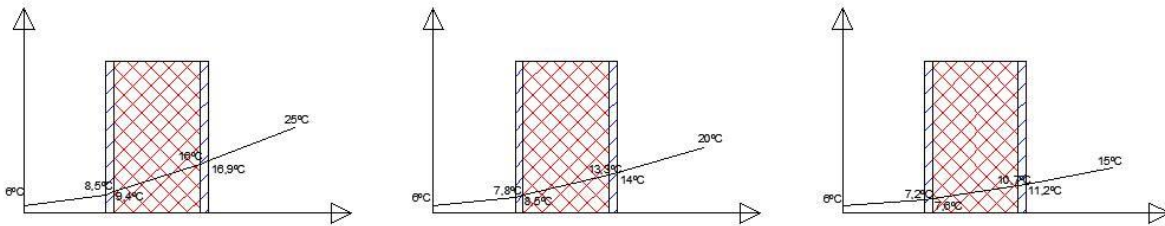
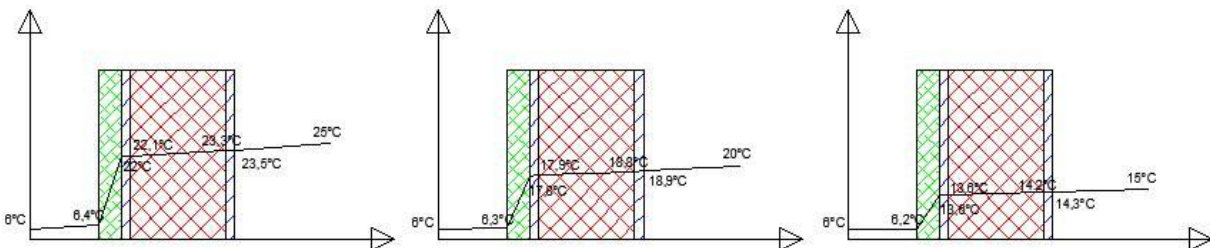


Tabela 5.3- Evolução de temperatura- Parede com ETICS

Constituição _{parede} ETICS	Evolução de Temperaturas (°C)		
	Tinterior =25°C	Tinterior=20°C	Tinterior=15°C
Temp_{superficial} interna	23,2	18,6	14,0
Reboco (2cm)	23,0	18,4	13,9
Betão Armado (21cm)	21,5	17,3	13,0
Reboco (2cm)	21,3	17,1	12,9
EPS (5cm)	2,5	2,4	2,3
Temp_{atm}	2,0	2,0	2,0

Gráfico 5.2-Evolução de temperatura- Parede com ETICS



O desconforto térmico sentido nas habitações pode manifestar-se de várias formas. Estando no interior de um espaço aquecido, ao tocar-se uma parede fria, sentir-se-á desconforto. Da análise dos valores das temperaturas superficiais conclui-se que o desconforto sentido no interior das habitações junto das paredes exteriores foi consideravelmente diminuído, uma vez que a temperatura superficial é substancialmente mais elevada.

Consegue-se assim proceder à comparação entre as temperaturas superficiais interiores e as respetivas temperaturas de saturação. Tabela 5.4 apresenta a vermelho todos os casos em que para os dados utilizados ocorrem condensações interiores. Os valores das temperaturas de saturação foram retirados do diagrama do psicométrico.

Com a análise da referida tabela é possível concluir, atendendo aos parâmetros considerados, que o sistema ETICS elimina por completo a possibilidade de condensações. Embora se verifique que para valores de Hr=100% ocorrem condensações até nas paredes com ETICS, isso não deve ser levado em consideração pois, estas ocorrerão, em qualquer circunstância, sempre que a humidade relativa apresente esses níveis. As paredes anteriores apresentavam possibilidade de condensações superficiais para níveis de Hr=60%. Este valor de humidade relativa embora elevado, era frequente nos edifícios de Vila D' Este, em que as habitações se encontravam muitas vezes sobre-ocupadas e com os espaços fechados, não permitindo a ventilação.

Tabela 5.4- Verificação de Condensações Superficiais

H _{relativa}	Temperatura de Saturação		Temperatura Superficial	
	T _{interior}	T _{saturação}	Parede anterior	Parede ETICS
50	15	5	11,2	14,3
	20	9,2	14,0	18,9
	25	14	16,9	23,5
60	15	7	11,2	14,3
	20	14,2	14,0	18,9
	25	16,8	16,9	23,5
70	15	10	11,2	14,3
	20	14,2	14,0	18,9
	25	18,5	16,9	23,5
80	15	11,5	11,2	14,3
	20	16,2	14,0	18,9
	25	21,5	16,9	23,5
90	15	13,5	11,2	14,3
	20	18,2	14,0	18,9
	25	23,5	16,9	23,5
100	15	15	11,2	14,3
	20	20	14,0	18,9
	25	25	16,9	23,5

5.4 CONDENSAÇÕES INTERNAS

As condensações internas, ao contrário das condensações superficiais em que, para as mesmas condições, o coeficiente de condutibilidade térmica (U) é o aspecto condicionante, para as condensações internas o posicionamento dos vários materiais exerce um papel preponderante. Embora neste estudo o objetivo seja apenas verificar as melhorias impostas pelo sistema ETICS, não existindo portanto uma comparação sobre diferentes posicionamentos dos vários constituintes das paredes, deve-se ressaltar que os materiais com maior coeficiente de difusão de vapor de água (μ), devem ser colocados na zona exterior.

Considere-se, por exemplo, um elemento composto por apenas duas camadas (camada 1 e camada 2) com a mesma resistência à difusão térmica, tendo a camada 1 uma resistência à difusão de vapor mais elevada que a camada 2, como apresentado na Figura 5.2. Se a camada 1 for colocada pelo interior da camada 2, então a “curva” das pressões de saturação terá tendência a afastar-se da “curva” das pressões instaladas. Se, pelo contrário, a camada 1 for colocada pelo exterior da camada 2, então a “curva” das pressões de saturação terá tendência a aproximar-se e a intersectar a “curva” das pressões instaladas, originando condensações. [21]

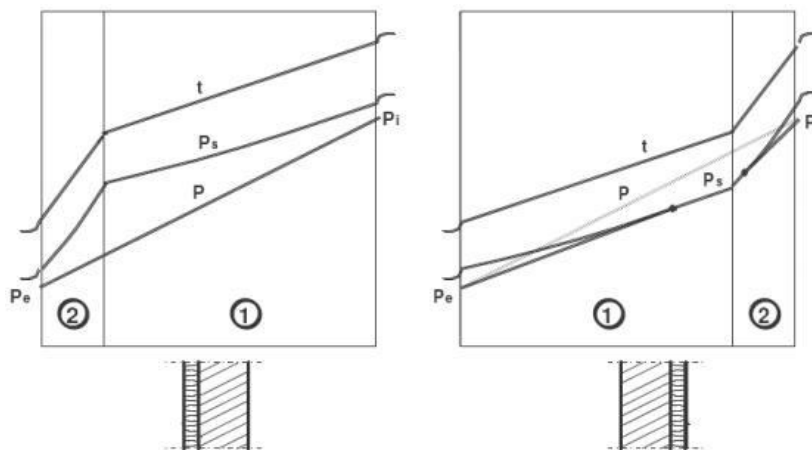


Figura 5.2- Importância das propriedades e posicionamento das camadas nas condensações internas [21]

A avaliação da possibilidade de ocorrerem condensações internas foi executada recorrendo ao método de GLASSER. Este método permite uma análise simplificada deste tipo de fenómenos, pois assume que, se um determinado elemento construtivo estiver sujeito a um gradiente de pressões e temperaturas, então, a pressão de saturação será variável de ponto para ponto. Assim, calculando as pressões instaladas e comparando a respetiva curva com a curva das pressões de saturação é possível chegar às conclusões pretendidas.

A aplicação do método de GLASSER pressupõe o conhecimento dos seguintes parâmetros:

- Condições climáticas interiores e exteriores (t_i , P_i , t_e , P_e);
- Propriedades dos materiais que constituem as diferentes camadas e respectivas espessuras (λ_j , δ_j , e_j);
- Resistências térmicas superficiais (R_{si} , R_{se}).
- Fluxo de vapor de água (g), calculado através da seguinte expressão:

$$g = \frac{1}{\sum_j \frac{e_j}{\delta_j}} \times \Delta P \quad (5.4)$$

Em que:

- g - Fluxo de difusão de vapor de água por unidade de superfície ($g/(m^2 \cdot h)$);
- δ_j - coeficiente de permeabilidade ao vapor de água da camada j ($g/m \cdot h \cdot mm \text{ Hg}$);
- e_j - espessura da camada (m);
- ΔP - diferença de pressões entre o interior e o exterior ($mm \cdot Hg$).

Os valores das pressões são retirados do Diagrama Psicométrico. A análise considerou as mesmas condições anteriores, no entanto serão aqui apresentados apenas os valores referentes a uma Humidade Relativa interior de 70%, e todas as restantes tabelas e respetivos gráficos serão apresentados em Anexo VIII- .

Os valores das diferenças de pressão para um valor de $Hr=70\%$ são os apresentados na Tabela 5.5.

Tabela 5.5- Pressões - $Hr_{interior}=70\%$

Hr (%)	Ti (°C)	Pi (mm.Hg)	Pe (mm.Hg)	ΔP (mm.Hg)
70%	15	9,0	5,6	3,4
	20	12,3	5,6	6,7
	25	16,9	5,6	11,3

Os valores das pressões de saturação foram determinados, usando o Diagrama Psicométrico e atendendo às temperaturas calculadas anteriormente. Para esta análise não foram considerados os contributos da massa de colagem nem de acabamento do sistema ETICS.

Os coeficientes de permeabilidade ao vapor de água considerados foram [23]:

- Reboco- 300 g/m.h.mm Hg) x 10⁻⁵³
- Betão- 300 g/m.h.mm Hg) x 10⁻⁵⁴
- Eps- 300 g/m.h.mm Hg) x 10⁻⁵⁵

As pressões instaladas para a parede anterior tomam assim os valores da Tabela 5.6, Tabela 5.7 e da Tabela 5.8.

Tabela 5.6- Pressões de Saturação e Pressões Instaladas (Hr_{interior}=70% e Tint=25 C)- Parede Anterior

Temp 25 C	Pressão de Saturação (mmHg)	Resistência à difusão de vapor	Pressões Instaladas (mmHg)
25,00	24,00	Rreboco 16,67	Pint 16,88
16,90	14,40	Rbetão 70,00	P1 15,06
16,00	13,50	Rreboco 16,67	P2 7,44
9,40	9,53	Σ 103,33	P3 5,63
8,50	8,10		
6,00	6,98		

Tabela 5.7- Pressões de Saturação e Pressões Instaladas (Hr_{interior}=70% e Tint=20 C)- Parede Anterior

Temp 20 C	Pressão de Saturação (mmHg)	Resistência à difusão de vapor	Pressões Instaladas (mmHg)
20,00	17,25	Rreboco 16,67	Pint 12,30
14,00	12,00	Rbetão 70,00	P1 11,22
13,30	11,33	Rreboco 16,67	P2 6,70
8,50	8,03	Σ 103,33	P3 5,63
7,80	7,80		
6,00	6,98		

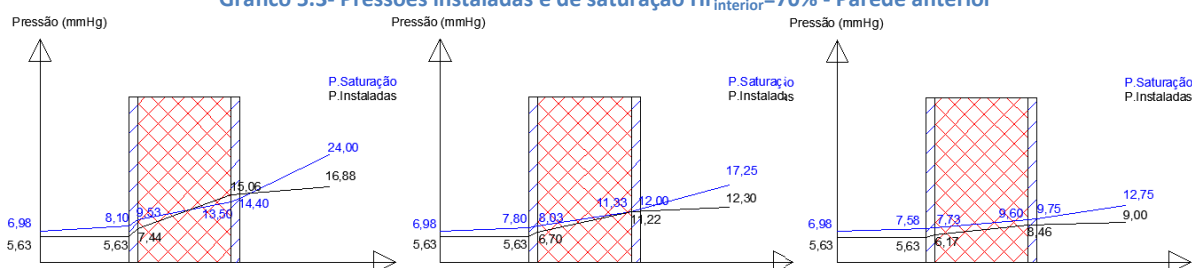
³ Valores retirados dos apontamentos da unidade curricular Conforto Térmico e Acústico dos Edifícios, ISEP, 2014

⁴ Valores retirados dos apontamentos da unidade curricular Conforto Térmico e Acústico dos Edifícios, ISEP, 2014

⁵ Valores retirados dos apontamentos da unidade curricular Conforto Térmico e Acústico dos Edifícios, ISEP, 2014

Tabela 5.8- Pressões de Saturação e Pressões Instaladas ($H_{r_{interior}}=70\%$ e $T_{int}=15\text{ C}$)- Parede Anterior

Temp 20 C	Pressão de Saturação (mmHg)	Resistência à difusão de vapor		Pressões Instaladas (mmHg)	
15,00	12,75	Rreboco	16,67	Pint	9,00
11,20	9,75	Rbetão	70,00	P1	8,46
10,70	9,60	Rreboco	16,67	P2	6,17
7,60	7,73	Σ	103,33	P3	5,63
7,20	7,58				
6,00	6,98				

Gráfico 5.3- Pressões instaladas e de saturação $H_{r_{interior}}=70\%$ - Parede anterior

As pressões instaladas para a parede anterior tomam assim os valores da Tabela 5.9, da Tabela 5.10 e da Tabela 5.11

Tabela 5.9- Pressões de Saturação e Pressões Instaladas ($H_{r_{interior}}=70\%$ e $T_{int}=25\text{ C}$)-Parede ETICS

Temp 25 C	Pressão de Saturação (mmHg)	Resistência à difusão de vapor		Pressões Instaladas (mmHg)	
25,00	24,00	Rreboco	16,67	Pint	16,88
23,50	21,30	Rbetão	70,00	P1	15,31
23,30	21,15	Rreboco	16,67	P2	8,75
22,10	19,65	Reps	16,67	P3	7,19
22,00	19,58	Σ	120,00	P4	5,63
6,40	7,13				
6,00	6,98				

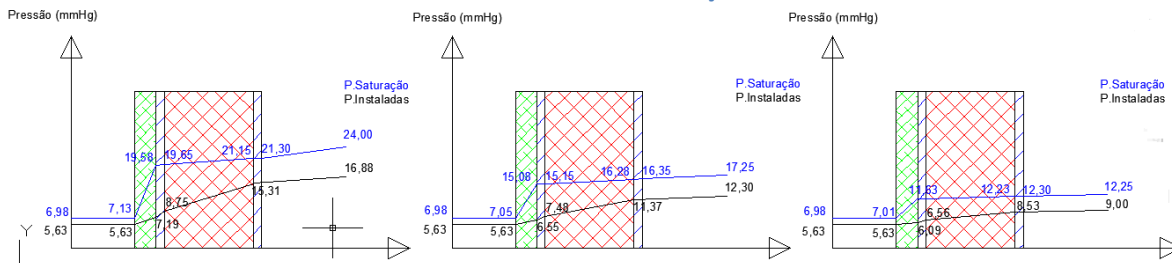
Tabela 5.10- Pressões de Saturação e Pressões Instaladas ($H_{r_{interior}}=70\%$ e $T_{int}=20\text{ C}$)-Parede ETICS

Temp 20 C	Pressão de Saturação (mmHg)	Resistência à difusão de vapor		Pressões Instaladas (mmHg)	
20,00	17,25	Rreboco	16,67	Pint	12,30
18,90	16,35	Rbetão	70,00	P1	11,37
18,80	16,28	Rreboco	16,67	P2	7,48
17,90	15,15	Reps	16,67	P3	6,55
17,80	15,08	Σ	120,00	P4	5,63
6,30	7,05				
6,00	6,98				

Tabela 5.11- Pressões de Saturação e Pressões Instaladas (Hr=70% e Tint=15 C)-Parede ETICS

Temp 15 C	Pressão de Saturação (mmHg)	Resistência à difusão de vapor	Pressões Instaladas (mmHg)
15,00	12,75	Rreboco	Pint
14,30	12,30	Rbetão	P1
14,20	12,23	Rreboco	P2
13,60	11,63	Reps	P3
13,60	11,63	Σ	P4
6,20	7,01		
6,00	6,98		

Gráfico 5.4- Pressões Instaladas e de Saturação- Parede com ETICS



Com a análise dos dados obtidos é possível constatar que no caso da parede anterior, a curva das pressões instaladas intercepta a curva das pressões de saturação para valores de Humidade Relativa iguais ou superiores a 70%. No caso da parede com sistema ETICS não existe interceção das duas curvas para qualquer valor de Humidade Relativa.

Deste modo é possível concluir que a aplicação do Sistema ETICS diminui a possibilidade de ocorrerem condensações internas.

O estudo aqui efetuado foi bastante simplista, mas é importante ter em conta que para fim de projeto que o contributo da camada de acabamento deve ser tido em consideração, uma vez que no caso de estes apresentarem valores de resistência à difusão de vapor elevados podem colocar em causa o correto funcionamento do sistema.

6. CONCLUSÕES

A reabilitação em Portugal tem vindo a aumentar circunstancialmente nos últimos anos. Preservar o edificado, conferindo-lhe ao mesmo tempo características de conforto que outrora não possuíam, tornam a reabilitação um instrumento importante na melhoria da qualidade de vida da população, que diretamente se reflete na sua produtividade.

O edificado mais antigo, nomeadamente os bairros sociais, apresenta na sua maioria carências de conforto, principalmente a nível térmico. As paredes, geralmente não possuem na sua constituição qualquer tipo de isolamento. Os habitantes não têm a possibilidade de manter os sistemas de aquecimento ou arrefecimento permanentemente ativos, ficando sujeitos a grandes variações de temperatura.

Torna-se imperativo melhorar termicamente as soluções das fachadas, conferindo-lhes isolamento térmico. Deste modo, o Sistema de isolamento pelo exterior do tipo ETICS em que, o reboco delgado armado com fibra de vidro se aplica diretamente sobre o isolamento, permite colmatar grande parte desses problemas. Do estudo aqui efetuado verificou-se que a aplicação deste sistema permite uma melhoria em termos de classificação energética significativa, ao mesmo tempo que permite uma poupança em termos de aquecimento bastante significativa.

A falta de consciencialização das populações para a necessidade de ventilarem os espaços interiores das habitações, a falta de sistemas de exaustão, e/ou a falta de sistema que renovem mecanicamente o ar interior, levam a que ocorram várias vezes condensações nas paredes, que se refletem normalmente em manchas negras de humidade.

Com as soluções corretas, esses problemas podem ser diminuídos. O estudo efetuado neste relatório demonstrou que aplicando isolamento pelo exterior (ETICS), se diminui/anula a possibilidade de ocorrerem este tipo de problemas.

Conclui-se deste modo que a aplicação do Sistema ETICS, em obras de reabilitação, permite melhorar significativamente as condições de habitabilidade dos edifícios. No entanto, as melhorias impostas pelo sistema só são alcançadas se as especificações referentes à sua aplicação foram respeitadas. Este sistema apresenta vários pontos frágeis, é imperativo que a sua execução seja realizada de forma cuidada, garantindo que são devidamente protegidos, uma vez que, basta que o sistema seja danificado num ponto, para que, a longo prazo o funcionamento do sistema seja colocado em causa.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] <http://www.dstsgps.com> Data da consulta: 05-01-2015
- [2] <http://www.cari.pt> Data da consulta: 05-01-2015
- [3] Gaiurb, urbanismo e habitação, EEM. A Nova Vila D' Este. Gaia, 2009.
- [4] Rodrigues, J.- Análise de Tecnologias de Impermeabilização e Isolamento em Reabilitação da Envolvente de Edifícios. Dissertação de Mestrado, Porto: ISEP 2011
- [5] Abrantes, V.; Abrantes, N.- Reabilitação casos de referência- Vila D' este: Reabilitação e Requalificação Arquitectónica Vila Nova de Gaia. Jornadas da Construção em cimento. Lisboa, 2013
- [6] Requalificação dos Edifícios Vila De Este – Fase II. O sistema ETICS na reabilitação em Portugal. (Fornecido pela empresa), 2012
- [7] Ferreira V.-Paredes. Apontamentos de Tecnologia de Construção de Edifícios, Lisboa: IST 2008
- [8] TEIXEIRA, A- Características e Patologias de Soluções de Revestimento Térmico Exterior de Fachadas (ETICS). Dissertação de Mestrado, Lisboa: IST 2006.
- [9] Freitas, V- Patologias de Sistema de Isolamento Térmico Pelo Exterior do tipo ETICS. Apresentação APFAC, Porto. FEUP 2015
- [10] Moreira, N.- Patologias de Sistema de Isolamento Térmico Pelo Exterior do tipo ETICS, Recomendações para Decisores. Apresentação APFAC, Porto: FEUP 2015
- [11] European Guideline for the Application of ETICS, 2011
- [12] Primo, A.- Estudo da Durabilidade de Materiais e Sistemas Construtivos (Sistema ETICS). Porto: FEUP, 2008
- [13] Ximenes, S -Previsão da vida útil de ETICS em paredes exteriores- Dissertação de Mestrado, Lisboa: IST, 2012
- [14] Ladeira, João 2011- Avaliação em Serviço de Sistemas de Isolamento Térmico pelo exterior em fachadas. Dissertação de Mestrado em Engenharia Civil, Instituto Superior Técnico, Lisboa, 116p.
- [15] Freitas, V; Silva, P.: Permabilidade ao vapor de materiais de construção-Condensações Internas. Nota de informação técnica-NIT-LFC 1998
- [16] Veiga, R; Pina dos Santos, C.A.- Avaliação da aptidão do uso de sistemas de isolamento térmico para paredes do tipo ETICS. LNEC, QIC2006

- [17] APFAC-Patologias de sistemas de isolamento térmico pelo exterior do tipo ETICS- Relatório LFC. Porto, 2014
- [18] Saraiva, D. (2011)- Tecnologias e reabilitação de ETICS em paredes. Dissertação de Mestrado em Engenharia Civil, Instituto Superior Técnico, Lisboa.
- [19] Freitas, V.; Miranda, A.- Fichas de patologias dos sistemas ETICS- FEUP/APFAC, Porto 2015
- [20] Freitas, V.; Gonçalves, P.; Isolamento térmico de fachadas pelo exterior. Reboco delgado armado sobre poliestireno expandido. FEUP, Formação Contínua, 21 de Outubro de 2005
- [21] Freitas,V.; Pinto, P. Permeabilidade ao Vapor de Materiais de Construção – Condensações Internas. Nota de Informação Técnica – NIT_002. LFC/FEUP, Porto, 1998.
- [22] Sebentas d'Obra Ciclo de construção, do projecto à obra; Reabilitação da Envolvente Exterior dos Edifícios – Vila d'Este, Vila Nova de Gaia, Porto, # 01, Março de 2011
- [23] Características e Patologias de Soluções de Revestimento Térmico de Construção de Edifícios. Departamento de Engenharia Civil, Instituto Superior Técnico, Universidade Técnica de Lisboa, Lisboa, Portugal.
- [23] ETAG-004

ANEXOS

ANEXO I- AUTO DE VISTORIA

BLOCO 8 (L64 A L72) LOTE 72		%	54,69%
Art.	Vistoria para efeitos de receção	Anomalias	Observações
	Descrição	Ponto de situação	
1	Telas Finais	Falta	
2	Elaboração de compilação técnica	Falta	
3	REABILITAÇÃO DE FACHADAS		
3.1	ETICS	Anomalia	Deficiência na reparação de alguns buracos de fixação dos andaimes principalmente no L71. Reparar vários locais no remate com o GRC - geral
3.2	Revestimento cx de escada	Ok	
3.3	Peças de ocultação do reguado - resguardos	Ok	
3.4	Palas entrada	Anomalia	falta pintar
3.5	Palas de sombreamento	N.A.	
3.6	GRC	Anomalia	falta reparar o GRC em vários locais. Falta aplicar várias peças de GRC em vários p. Limpeza geral
3.7	Remate muretes devido ao GRC	Ok	
3.8	Portinhola gás	Anomalia	falta colocar
3.9	Torneira de rega	Anomalia	está colocada, mas não está acessível - reparar
3.10	Ombreiras e padieiras dos vãos (entrada e arrumos)	Anomalia	pintar zona da porta de entrada e falta substituir soleira partida L72
4	REABILITAÇÃO DE COBERTURAS		
4.1	Cobertura do recuado		
4.1.1	Tratamento de chaminés e respiros	Anomalia	falta abrir respiros nas chaminés
4.1.2	Eólicos	Ok	
4.1.3	Chapa de cobertura/Tela	Anomalia	retirar e limpar plásticos de proteção das chapas e limpeza geral.
4.1.4	Caleira em zinco/Tela	Anomalia	fazer limpeza
4.1.5	Platibandas	Ok	
4.1.6	Capacetes	Ok	
4.1.7	Antena	Anomalia	não está colocada antena no L71 e L72, apesar de estarem colocados os apoios.
4.1.8	Trop-leins; tubos de queda; capitéis	Ok	
4.2	Cobertura dos 7ºs - recuado		
	Cobertura inclinada		
4.2.1	Tratamento de chaminés e respiros	Ok	
4.2.2	Eólicos	Anomalia	falta colocar um eólico no L72
4.2.3	Chapa de cobertura	Anomalia	Limpar as chapas - geral. Falta rematar etics do murete com a chapa do lado do compartimento novo. Rematar com silicone - geral
4.2.4	Caleira em zinco	Anomalia	limpeza geral
4.2.5	Platibandas	Ok	
4.2.6	Capacetes	Ok	
4.2.7	Trop-leins; tubos de queda; capitéis	Ok	
	Cobertura em terraço		
4.2.8	Tratamento de chaminés e respiros	Ok	
4.2.9	Eólicos	Ok	
4.2.10	Terraço (F e T)	Anomalia	limpeza de argamassas
4.2.11	Caleira em tela (F e T)	Ok	
4.2.12	Platibandas	Anomalia	reparar buracos no etics, na zona perimetral - geral
4.2.13	Muretes	Ok	Rematar etics na zona perimetral do terraço do compartimento novo, do lado do L71
4.2.14	Capacetes	Anomalia	limpar capacetes
4.2.15	Trop-leins; tubos de queda; capitéis	Anomalia	falta fazer buraco trop-lein terraço do compartimento novo, e rematar ligação do tubo que liga ao tubo de queda. Rever os remates de todos os trop-leins.
4.2.16	Guarda inox	Ok	

5	RECUADO		
5.1	Soleiras / Remate por baixo soleira	Anomalia	tratar escoriação na soleira do compartimento novo. Falta parafusos na caixilharia da porta desse compartimento.
5.2	Peitoris	Ok	
5.3	Compartimento novo	Anomalia	(não está acabado)
5.6	Pontos de luz	Anomalia	falta vedar
5.7	Torneira e esgoto	Anomalia	falta vedar
5.8	Outros	Anomalia	faltam os estores do recuado
6	REABILITAÇÃO DOS VÃOS ENVIDRAÇADOS		
6.1	Marquises	Ok	
6.2	Portas de entrada	Anomalia	pintar ombreiras e padieira, e substituir soleira
6.3	Estores	Ok	faltam no recuado - ver ainda lista dos estores entregues
6.4	Vidros em habitações	Anomalia	faltam vidros (betas) na caixa de escadas no patamar 1º/2º e 2º/3º do L65 e no patamar do 8º do L72. falta siliconar soleiras das caixas de escadas do L72, pelo lado das betas (exterior) - geral
6.5	Vidros arrumos	Anomalia	faltam betas de alumínio e soleiras no L64
6.6	Grades arrumos	Anomalia	Apertar parafusos e substituir as grades curtas para os vãos no L64
6.7	Portões de garagem	Anomalia	reparar padieira e pintar no L65
6.8	Portões metálicos e grelhas de ventilação	Ok	
7	REABILITAÇÃO DO SISTEMA DE DRENAGEM DE ÁGUAS PLUVIAIS		
7.1	Tubos de queda, caixas de areia na sua base, e ligações às caixas de visita exteriores.	Ok	
7.2	Coletor enterrado	Ok	
7.3	Bainha metálica de proteção na base dos tubos de queda	Anomalia	Ainda faltam bainhas, e falta fazer a ligação dos tubos de queda às bainhas
8	REABILITAÇÃO DOS SISTEMAS DE COMBATE A INCÊNDIO		
8.1	Ramal de ligação (contador, nicho de contador)	Ok	
8.2	Rede de Incêndio Armada	Anomalia	retocar pintura do tubo no patamar r/c - 1º andar
8.3	Bocas de incêndio em patamares de piso alternados (1º, 3º, 5º e 7º)	Ok	
8.4	Extintores de incêndio em patamares de todos os pisos	Anomalia	Falta sinalética
8.5	Pavimentações em betonilha das valas abertas	Ok	
9	REABILITAÇÃO DOS SISTEMAS DE DRENAGEM DE ÁGUAS RESIDUAIS DOMÉSTICAS		
9.1	Colectores	Ok	
9.2	Ramais de descarga da rede de drenagem e o restabelecimento das ligações às caixas visitáveis	Ok	
10	REABILITAÇÃO DAS PINTURAS		
10.1	Pinturas em paredes interiores das caixas de escadas	Anomalia	Corrigir e pintar a parede no 6.º/7.º, por baixo da janela (tinta impolada), 5º dt junto ao elevador e 4º dt
10.2	Pinturas em tectos interiores das caixas de escadas	Anomalia	rematar tetos na zona dos carotes e pintar
11	INTERVENÇÕES DIVERSAS		
11.2	Recolocação de elementos retirados das fachadas e cobertura, incluindo fornecimento e montagem de gradeamentos para os estabelecimentos comerciais novos	Anomalia	
11.3	Blocos de campainhas e apliques de iluminação	Ok	
11.3	OUTROS		

ANEXO II- ESTADO DE FUNCIONAMENTO DOS BLOCOS DE CAMPAINHA

Levantamento do condôminio

Apartamento	Toca	Não toca	Ouve-se bem	Não se ouve	Volume Baixo	Com ruído	Porta abre	Porta não abre
1º Dir.	X		X				X	
1º Esq.	X		X				X	
2º Dir.	X		X				X	
2º Esq.	X		X				X	
3º Dir.	X		X				X	
3º Esq.								
4º Dir.	X		X				X	
4º Esq.	X		X				X	
5º Dir.								
5º Esq.	X		X				X	
6º Dir.	X		X				X	
6º Esq.	X		X				X	
7º Dir.	X		X				X	
7º Esq.	X		X				X	
8º Andar	X		X				X	

Levantamento do técnico

Apartamento	Toca	Não toca	Audio	Com ruído	Porta abre	Porta não abre	Teste feito com o inquilino	Controle de qualidade som
1º Dir.	X						Ninguém abriu	
1º Esq.	X						Ninguém abriu	
2º Dir.	X			X	X		Abriu	Com ruído
2º Esq.	X				X		Abriu	Ouve-se
3º Dir.	X						Ninguém abriu	
3º Esq.	X		Não se ouve		X		Abriu	Não se ouve
4º Dir.	X						Ninguém abriu	
4º Esq.	X						Ninguém abriu	
5º Dir.	X			X			Abriu	Ouve-se
5º Esq.	X			X	X		Abriu	Ouve-se
6º Dir.	X			X	X		Abriu	Ouve-se
6º Esq.	X				X		Abriu	Ouve-se
7º Dir.	X		Baixo	X	X		Abriu	Baixo
7º Esq.	X		Muito baixo na habitação	X	X		Abriu	Muito baixo na habitação
8º Andar	X						Ninguém abriu	

Estado de funcionamento após intervenção

Apartamento	Toca	Não toca	Audio	Com ruído	Porta abre	Porta não abre	Teste feito com o inquilino	Controle de qualidade som
1º Dir.	X						Ninguém abriu	
1º Esq.	X						Ninguém abriu	
2º Dir.	X			X	X		Abriu	Com algum ruído
2º Esq.	X				X		Abriu	Ouve-se
3º Dir.	X						Ninguém abriu	
3º Esq.	X		Não se ouve		X		Abriu	Não se ouve
4º Dir.	X						Ninguém abriu	
4º Esq.	X						Ninguém abriu	
5º Dir.	X						Ninguém abriu	
5º Esq.	X			X	X		Abriu	Ouve-se
6º Dir.	X			X	X		Abriu	Ouve-se
6º Esq.	X				X		Abriu	Ouve-se
7º Dir.	X		Baixo	X	X		Abriu	Baixo
7º Esq.	X						Ninguém abriu	
8º Andar	X						Ninguém abriu	

Bloco	Lotes	Diâmetro Nominal (mm)	Acessórios	Volume de escavação real (m3)	Comprimento de tubagem real (m)	Data Início	Data Fim	Profundidade (m)	Comprimento		
18	20	90	Um Tê de diâmetro 75 mm PVC flangeada de abocardar	21,824	17,6	23/03/2015	26/03/2015	0,5			
	21			14,672	13,1	23/03/2015	26/03/2015	0,5			
	22			16,128	14,4	16/03/2015	18/03/2015	0,5			
	23			15,800	15,8	16/03/2015	18/03/2015	0,5			
	24			24,480	18	16/03/2015	18/03/2015	0,5			
3	88		90	Uma válvula de diâmetro 75 mm de abocardar PN 16	9,894	9,7	08/04/2015	09/04/2015	0,5		
	89				9,700	9,7	08/04/2015	09/04/2015	0,5		
	90				17,072	9,7	08/04/2015	09/04/2015	0,5		
4	91			90	Uma junta multimateriais diâmetro 75 mm PVC PN 16	16,988	13,7	09/04/2015	09/04/2015	0,5	
	61					8,448	6,6	29/04/2015	30/04/2015	0,5	
	62	28,548				18,3	29/04/2015	30/04/2015	0,5		
5	63	125			Uma cabeça móvel triangular	15,400	11	02/06/2015	03/06/2015	0,5	
	104					18,480	12	20/04/2015	22/04/2015	0,5	
	105					14,352	9,2	20/04/2015	24/04/2015	0,5	
	106					18,200	13	20/04/2015	24/04/2015	0,5	
	107		17,024			13,3	20/04/2015	24/04/2015	0,5		
6	100		125		Duas juntas multimateriais referente ao diâmetro do Tê em tubo PVC diâmetro 75 mm PN 16	12,728	8,6	04/05/2015	06/05/2015	0,5	
	101					12,384	8,6	04/05/2015	06/05/2015	0,5	
	102			8,418		6,1	05/05/2015	06/05/2015	0,5		
	103			6,832		6,1	05/05/2015	06/05/2015	0,5		
1	108			160	Uma abraçadeira de diâmetro referente a PVC 75 mm flangeada	14,472	13,4	28/04/2015	29/04/2015	0,5	
	109	16,240				14,5	28/04/2015	29/04/2015	0,5		
	110	17,250				12,5	27/04/2015	28/04/2015	0,5		
	111	21,156				12,9	27/04/2015	28/04/2015	0,5		
	112	17,292				13,1	23/04/2015	24/04/2015	0,5		
13	113	160			Uma válvula de diâmetro 75 mm flangeada PN 16	20,436	13,1	27/04/2015	28/04/2015	0,5	
	45		8,470			12,1	11/05/2015	11/05/2015	0,5		
	46		8,360			11	07/05/2015	08/05/2015	0,5		
	47		9,964			10,6	07/05/2015	08/05/2015	0,5		
	48		12,096			10,8	07/05/2015	08/05/2015	0,5		
	11		49	160	Um ligador de flange adaptado diâmetro 75 mm PVC PN 16	12,508	10,6	16/04/2015	16/04/2015	0,5	
			50			16,120	13	16/04/2015	16/04/2015	0,5	
			51			13,000	13	15/04/2015	16/04/2015	0,5	
			52			14,820	13	15/04/2015	16/04/2015	0,5	
			53			18,144	16,2	18/05/2015	20/05/2015	0,5	
8		54	200		16 parafusos M-16x70	13,260	13	18/05/2015	20/05/2015	0,5	
		55				13,300	13,3	18/05/2015	20/05/2015	0,5	
		56				16,764	12,7	19/05/2015	20/05/2015	0,5	
		57				12,100	11	19/05/2015	20/05/2015	0,5	
		58				9,660	7	15/06/2015	16/06/2015	0,5	
	12	59		250	Uma junta multimateriais diâmetro 75 mm PVC	16,250	12,5	15/06/2015	16/06/2015	0,5	
		60				20,088	18,6	17/06/2015	18/06/2015	0,5	
		66				7,192	5,8	04/06/2015	05/05/2015	0,5	
		67				11,520	9	08/06/2015	09/06/2015	0,5	
		68				13,462	12,7	08/06/2015	09/06/2015	0,5	
7		69	250		Uma cabeça móvel triangular	18,600	15,5	08/06/2015	09/06/2015	0,5	
		70				11,200	10	10/06/2015	11/06/2015	0,5	
		71				12,600	10	10/06/2015	11/06/2015	0,5	
		72				15,488	12,1	15/06/2015	16/06/2015	0,5	
		64				20,224	15,8	02/06/2015	03/06/2015	0,5	
	12	65		250	730 metros lineares de tubo PVC diâmetro 75 mm PN 16	14,732	12,7	04/06/2015	05/05/2015	0,5	
		81				17,732	14,3	26/03/2015	07/04/2015	0,5	
		82				14,036	12,1	26/03/2015	07/04/2015	0,5	
		83				14,616	12,6	26/03/2015	02/04/2015	0,5	
		84				10,560	13,2	25/03/2015	02/04/2015	0,5	
7		85	250		Uma cabeça móvel triangular	21,172	15,8	25/03/2015	30/03/2015	0,5	
		86				18,032	16,1	24/03/2015	30/03/2015	0,5	
		87				21,204	17,1	24/03/2015	30/03/2015	0,5	
		74				20,328	15,4	25/05/2015	26/05/2015	0,5	
		75				29,680	26,5	21/05/2015	22/05/2015	0,5	
	7	76		250	730 metros lineares de tubo PVC diâmetro 75 mm PN 16	31,372	25,3	21/05/2015	22/05/2015	0,5	
		77				29,700	27,5	27/05/2015	28/05/2015	0,5	
		78				36,360	30,3	27/05/2015	28/05/2015	0,5	
		79				40,950	31,5	29/05/2015	01/06/2015	0,5	
		80				48,422	34,1	29/05/2015	01/06/2015	0,5	
7		95	250		730 metros lineares de tubo PVC diâmetro 75 mm PN 16	23,184	13,8	12/05/2015	13/05/2015	0,5	
		96				28,830	15,5	12/05/2015	13/05/2015	0,5	
		97				26,112	12,8	13/05/2015	13/05/2015	0,5	
		98				18,240	12	26/05/2015	27/05/2015	0,5	
7		99				250	730 metros lineares de tubo PVC diâmetro 75 mm PN 16	10,680	8,9	26/05/2015	27/05/2015
	92	21,228		12,2	10/04/2015			13/04/2015	0,5		
	93	19,662		11,3	13/04/2015			13/04/2015	0,5		
	94	29,376		14,4	14/04/2015			14/04/2015	0,5		

ANEXO IV- REPORTAGEM FOTOGRÁFICA





















ANEXO V- MAPA DE CONTROLO DE APLICAÇÃO DE GRC

Data	15-04-2015	16-04-2015	17-04-2015	20-04-2015	21-04-2015	22-04-2015	23-04-2015	24-04-2015	27-04-2015
Nº Homens	3	3	3	3	5	5	5	3	5
Área de GRC aplicada (m2)	14,19	3,09	12,7	16,38	7,79	10,4	12,88	16,47	35,02
Área de GRC aplicada/homem (m2)	4,73	1,03	4,23	5,46	1,56	2,08	2,58	5,49	7,00
Área Total de GRC aplicada (m2)	3576,79	3579,88	3592,58	3608,96	3616,75	3627,15	3640,03	3656,5	3691,52
Área de GRC por aplicar (m2)	-2684,80	-2681,71	-2669,01	-2652,63	-2644,84	-2634,44	-2621,56	-2605,09	-2570,07
CASHFLOW (€)	-12,22	-134,08	-28,58	11,82	-194,48	-165,83	-138,60	12,81	104,45
CASHFLOW ACUMULADO (€)	-12,22	-146,30	-174,87	-163,05	-357,53	-523,36	-661,96	-649,15	-544,70

Data	04-05-2015	05-05-2015	06-05-2015	07-05-2015	08-05-2015	11-05-2015	12-05-2015	13-05-2015	14-05-2015
Nº Homens	6	6	6	6	6	6	6	6	6
Área de GRC aplicada (m2)	40,51	30,75	48,3	42,27	52	61,03	68,43	36,46	32,35
Área de GRC aplicada/homem (m2)	6,75	5,13	8,05	7,05	8,67	10,17	11,41	6,08	5,39
Área Total de GRC aplicada (m2)	3788,87	3819,62	3867,92	3910,19	3962,19	4023,22	4091,65	4128,11	4160,46
Área de GRC por aplicar (m2)	-2472,72	-2441,97	-2393,67	-2351,4	-2299,4	-2238,37	-2169,94	-2133,48	-2101,13
CASHFLOW (€)	108,73	1,58	194,24	128,05	234,86	334,00	415,24	64,26	19,14
CASHFLOW ACUMULADO (€)	-539,97	-538,39	-344,15	-216,10	18,76	352,76	767,99	832,26	851,40

Data	20-05-2015	21-05-2015	22-05-2015	25-05-2015	26-05-2015	27-05-2015	28-05-2015	29-05-2015	01-06-2015
Nº Homens	6	6	6	6	6	6	6	6	6
Área de GRC aplicada (m2)	40,053	52,832	30,097	31,058	35,386	31,413	37,692	25,85	10,78
Área de GRC aplicada/homem (m2)	6,68	8,81	5,02	5,18	5,90	5,24	6,28	4,31	1,80
Área Total de GRC aplicada (m2)	4277,955	4330,787	4360,884	4391,942	4427,328	4458,741	4496,433	4522,283	4533,063
Área de GRC por aplicar (m2)	-1983,635	-1930,803	-1900,706	-1869,648	-1834,262	-1802,849	-1765,157	-1739,307	-1728,527
CASHFLOW (€)	103,71	244,00	-5,59	4,96	52,47	8,86	77,79	-52,21	-217,66
CASHFLOW ACUMULADO (€)	797,28	1041,28	1035,69	1040,64	1093,12	1101,97	1179,76	1127,55	909,89


Data	05-06-2015	08-06-2015	09-06-2015	11-06-2015	12-06-2015	15-06-2015	16-06-2015	17-06-2015	18-06-2015
Nº Homens	6	6	6	6	6	6	4	9	9
Área de GRC aplicada (m2)	33,824	44,3	28,072	24,5912	12,03	58,134	12,7	47,288	31,0358
Área de GRC aplicada/homem (m2)	5,64	7,38	4,68	4,10	2,01	9,69	3,18	5,25	3,45
Área Total de GRC aplicada (m2)	4661,787	4706,087	4734,159	4758,7502	4770,7802	4828,9142	4841,6142	4888,9022	4919,938
Área de GRC por aplicar (m2)	-1599,803	-1555,503	-1527,431	-1502,8398	-1490,8098	-1432,6758	-1419,9758	-1372,6878	-1341,652
CASHFLOW (€)	35,33	150,33	-27,82	-66,03	-203,93	302,20	-84,58	15,13	-163,28
CASHFLOW ACUMULADO (€)	979,04	1129,38	1101,56	1035,52	831,59	1133,79	1049,22	1064,35	901,07

Data	25-06-2015	26-06-2015	29-06-2015	30-06-2015	01-07-2015	02-07-2015	03-07-2015	06-07-2015	07-07-2015
Nº Homens	9	9	9	9	9	9	9	9	9
Área de GRC aplicada (m2)	1,535	53,843	17,188	25,6	45,832	32,924	4,534	10,16	14,87
Área de GRC aplicada/homem (m2)	0,17	5,98	1,91	2,84	5,09	3,66	0,50	1,13	1,65
Área Total de GRC aplicada (m2)	5041,165	5095,0078	5112,1958	5137,7958	5183,6278	5216,5518	5221,0858	5231,2458	5246,1158
Área de GRC por aplicar (m2)	-1220,425	-1166,5822	-1149,3942	-1123,7942	-1077,9622	-1045,0382	-1040,5042	-1030,3442	-1015,4742
CASHFLOW (€)	-487,15	87,09	-315,31	-222,96	-0,85	-142,56	-454,23	-392,46	-340,75
CASHFLOW ACUMULADO (€)	215,92	303,01	-12,30	-235,26	-236,11	-378,66	-832,89	-1225,35	-1566,10


Data	13-07-2015	14-07-2015	15-07-2015	16-07-2015	17-07-2015	20-07-2015	21-07-2015	22-07-2015	23-07-2015
Nº Homens	9	9	9	9	9	9	7	7	7
Área de GRC aplicada (m2)	46,378	73,293	21,08	84,216	24,457	68,601	40,14	35,89	44,06
Área de GRC aplicada/homem (m2)	5,15	8,14	2,34	9,36	2,72	7,62	5,73	5,13	6,29
Área Total de GRC aplicada (m2)	5347,8238	5421,1168	5442,1968	5526,4128	5550,8698	5619,4708	5659,6108	5695,5008	5739,5608
Área de GRC por aplicar (m2)	-913,7662	-840,4732	-819,3932	-735,1772	-710,7202	-642,1192	-601,9792	-566,0892	-522,0292
CASHFLOW (€)	5,14	300,62	-272,58	420,54	-235,51	249,11	48,66	2,01	91,70
CASHFLOW ACUMULADO (€)	-2465,54	-2164,92	-2437,50	-2016,96	-2252,47	-2003,35	-1954,69	-1952,69	-1860,99

ANEXO VI- TAXA DE RENOVAÇÃO DE AR-LNEC


TIPOLOGIA TOPO

 LABORATÓRIO NACIONAL DE ENGENHARIA CIVIL		Aplicação LNEC Ventilação REH e RECS		Aplicação desenvolvida por: Armando Pinto, apinto@lnecc.pt Ferramenta de cálculo citada no n.º3, do ponto 12.1, do despacho n.º 15793-K/2013.	
Pinto, A. - Aplicação LNEC para Ventilação no âmbito do REH e RECS. Lisboa, LNEC, 2014. v1.0c, 2014-01-06					
1. Enquadramento do edifício					
Tipo de edifício	Habituação existente	Área útil (m ²):	64,9		
Local (município)	VILA NOVA DE GAIA	Pd (m):	2,60		
Região	A	N.º de pisos da fração	1		
Rugosidade	I	Velocidade vento	Defeito REH		
Altitude do local (m)	200	Vento (u10REH: 3,6) (m/s)			
Número de fachadas expostas ao exterior (Nfach)	2 ou mais	Vol (m ³):	169		
Existem edifícios/obstáculos à frente das fachadas?	Não	Exterior (°C)	9,4		
Altura do edifício (H _{edif}) em m	24	Zref (m)	94		
Altura da fração (H _{Fa}) em m	15	AenVAu:	8%		
		Proteção do edifício:	Desprotegido		
		Zona da fachada:	Inferior		
2. Permeabilidade ao ar da envolvente					
Foi medido valor n50	Não				
Para cada Janela ou grupo de janelas:					
Área dos vãos envidraçados (m ²)	5,33				
Classe de permeabilidade ao ar das janelas	Sem classificação				
Caixa de estore - permeabilidade	Perm. Baixa				
3. Aberturas de admissão de ar na fachada					
Tem aberturas de admissão de ar na fachada	Não				
Tipo de abertura					
Área livre das aberturas fixas (cm ²) /					
Caudal Nominal aberturas auto-reguláveis (m ³ /h)					
4. Condutas de ventilação natural, condutas com exaustores/ventax que não obturam o escoamento de ar pela conduta					
Condutas de ventilação natural sem obstruções significativas (por exemplo, consideram-se obstruções significativas exaustores com filtros que anulam escoamento de ar natural para a conduta)	Sim	Não	Não	Não	
Escoamento de ar	Exaustão				
Perda de carga	Alta				
Altura da conduta (m)	12				
Cobertura	Inclinada (10 a 30°)				
Número de condutas semelhantes	1				
5. Exaustão ou insuflação por meios mecânicos de funcionamento prolongado					
Existem meios mecânicos (excluindo exaustores ou ventax)	Não				
Escoamento de ar					
Caudal nominal (m ³ /h)					
Conhece Pressão total do ventilador e rendimento					
Pressão total (Pa)					
Rendimento total do ventilador(%)					
Tem sistema de recuperação de calor					
Rendimento da recuperação de calor (%)					
6. Exaustão ou insuflação por meios híbridos de baixa pressão (< 20 Pa)					
Existem meios híbridos	Não				
Escoamento de ar					
Caudal nominal (m ³ /h)					
Conhece Pressão total do ventilador e rendimento					
Pressão total (Pa)					
Rendimento total do ventilador(%)					
7. Verão - Recuperador de calor					
Existe by-pass ao recuperador de calor no verão					
8. Resultados					
8.1 - Balanço de Energia - Edifício					
R _{ph,i} (h-1) - Aquecimento					
R _{ph,v} (h-1) - Arrefecimento	0,60				
W _{vm} (kWh)					
8.2 - Balanço de Energia - Edifício de Referência					
R _{ph,i,REF} (h-1)					
8.3 - Caudal mínimo de ventilação					
R _{ph} estimada em condições nominais (h-1)					
Requisito mínimo de ventilação Edif. Novos (h-1)	0,40				
Critério R _{ph} mínimo					
Nota: No Cálculo de R _{ph} min em edifícios novos e grandes reabilitações não é considerado o efeito de janelas sem classificação, da classe 1 e 2 e a existência de caixas de estore.					
				Técnico: José Gomes Data: 09/10/2015	

TIPOLOGIA CORRENTE

 LABORATÓRIO NACIONAL DE ENGENHARIA CIVIL	Aplicação LNEC Ventilação REH e RECS	Aplicação desenvolvida por: Armando Pinto. apinto@lnecc.pt Ferramenta de cálculo citada no n.º3, do ponto 12.1, do despacho n.º 15793-K/2013. Pinto, A. - Aplicação LNEC para Ventilação no âmbito do REH e RECS. Lisboa, LNEC, 2014. v1.0c, 2014-01-06																																														
1. Enquadramento do edifício																																																
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td>Tipo de edifício</td><td>Habitação existente</td></tr> <tr><td>Local (município)</td><td>VILA NOVA DE GAIA</td></tr> <tr><td>Região</td><td>A</td></tr> <tr><td>Rugosidade</td><td>I</td></tr> <tr><td>Altitude do local (m)</td><td>200</td></tr> <tr><td>Número de fachadas expostas ao exterior (Nfach)</td><td>2 ou mais</td></tr> <tr><td>Existem edifícios/obstáculos à frente das fachadas?</td><td>Não</td></tr> <tr><td>Altura do edifício (H_{edif}) em m</td><td>24</td></tr> <tr><td>Altura da fração (H_{fra}) em m</td><td>15</td></tr> <tr><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td></tr> </table>	Tipo de edifício	Habitação existente	Local (município)	VILA NOVA DE GAIA	Região	A	Rugosidade	I	Altitude do local (m)	200	Número de fachadas expostas ao exterior (Nfach)	2 ou mais	Existem edifícios/obstáculos à frente das fachadas?	Não	Altura do edifício (H _{edif}) em m	24	Altura da fração (H _{fra}) em m	15								<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td>Área útil (m²):</td><td>72,0</td></tr> <tr><td>Pd (m):</td><td>2,60</td></tr> <tr><td>N.º de pisos da fração</td><td>1</td></tr> <tr><td>Velocidade vento</td><td>Defeito REH</td></tr> <tr><td>Vento (u10REH: 3,6) (m/s)</td><td> </td></tr> <tr><td>Vol (m³):</td><td>187</td></tr> <tr><td>Texterior (°C)</td><td>9,4</td></tr> <tr><td>Zref (m)</td><td>94</td></tr> <tr><td>Aenv/Au:</td><td>9%</td></tr> <tr><td>Proteção do edifício:</td><td>Desprotegido</td></tr> <tr><td>Zona da fachada:</td><td>Inferior</td></tr> </table>	Área útil (m ²):	72,0	Pd (m):	2,60	N.º de pisos da fração	1	Velocidade vento	Defeito REH	Vento (u10REH: 3,6) (m/s)		Vol (m ³):	187	Texterior (°C)	9,4	Zref (m)	94	Aenv/Au:	9%	Proteção do edifício:	Desprotegido	Zona da fachada:	Inferior
Tipo de edifício	Habitação existente																																															
Local (município)	VILA NOVA DE GAIA																																															
Região	A																																															
Rugosidade	I																																															
Altitude do local (m)	200																																															
Número de fachadas expostas ao exterior (Nfach)	2 ou mais																																															
Existem edifícios/obstáculos à frente das fachadas?	Não																																															
Altura do edifício (H _{edif}) em m	24																																															
Altura da fração (H _{fra}) em m	15																																															
Área útil (m ²):	72,0																																															
Pd (m):	2,60																																															
N.º de pisos da fração	1																																															
Velocidade vento	Defeito REH																																															
Vento (u10REH: 3,6) (m/s)																																																
Vol (m ³):	187																																															
Texterior (°C)	9,4																																															
Zref (m)	94																																															
Aenv/Au:	9%																																															
Proteção do edifício:	Desprotegido																																															
Zona da fachada:	Inferior																																															
2. Permeabilidade ao ar da envolvente																																																
Foi medido valor n50	Não																																															
Para cada Janela ou grupo de janelas:																																																
Área dos vãos envidraçados (m ²)	6,48																																															
Classe de permeabilidade ao ar das janelas	Sem classificação																																															
Caixa de estore - permeabilidade	Perm. Baixa																																															
3. Aberturas de admissão de ar na fachada																																																
Tem aberturas de admissão de ar na fachada	Não																																															
Tipo de abertura																																																
Área livre das aberturas fixas (cm ²) / Caudal Nominal aberturas auto-reguláveis (m ³ /h)																																																
4. Condutas de ventilação natural, condutas com exaustores/ventax que não obturam o escoamento de ar pela conduta																																																
Condutas de ventilação natural sem obstruções significativas (por exemplo, consideram-se obstruções significativas exaustores com filtros que anulam escoamento de ar natural para a conduta)	Sim	Não	Não	Não																																												
Escoamento de ar	Exaustão																																															
Perda de carga	Alta																																															
Altura da conduta (m)	12																																															
Cobertura	Inclinada (10 a 30°)																																															
Número de condutas semelhantes	1																																															
5. Exaustão ou insuflação por meios mecânicos de funcionamento prolongado																																																
Existem meios mecânicos (excluindo exaustores ou ventax)	Não																																															
Escoamento de ar																																																
Caudal nominal (m ³ /h)																																																
Conhece Pressão total do ventilador e rendimento																																																
Pressão total (Pa)																																																
Rendimento total do ventilador(%)																																																
Tem sistema de recuperação de calor																																																
Rendimento da recuperação de calor (%)																																																
6. Exaustão ou insuflação por meios híbridos de baixa pressão (< 20 Pa)																																																
Existem meios híbridos	Não																																															
Escoamento de ar																																																
Caudal nominal (m ³ /h)																																																
Conhece Pressão total do ventilador e rendimento																																																
Pressão total (Pa)																																																
Rendimento total do ventilador(%)																																																
7. Verão - Recuperador de calor																																																
Existe by-pass ao recuperador de calor no verão																																																
8. Resultados																																																
8.1 - Balanço de Energia - Edifício																																																
R _{ph,i} (h-1) - Aquecimento			<i>Selecione Calcular</i>																																													
R _{ph,v} (h-1) - Arrefecimento	0,60																																															
W _m (kWh)																																																
8.2 - Balanço de Energia - Edifício de Referência																																																
R _{ph,i REF} (h-1)																																																
8.3 - Caudal mínimo de ventilação																																																
R _{ph} estimada em condições nominais (h-1)																																																
Requisito mínimo de ventilação Edif. Novos (h-1)	0,40																																															
Critério R _{ph} mínimo																																																
Nota: No Cálculo de R _{ph} min em edifícios novos e grandes reabilitações não é considerado o efeito de janelas sem classificação, da classe 1 e 2 e a existência de caixas de estore.																																																
			Técnico: José Gomes																																													
			Data: 09/10/2015																																													

TIPOLOGIA ÂNGULO

 LABORATÓRIO NACIONAL DE ENGENHARIA CIVIL	Aplicação LNEC Ventilação REH e RECS	Aplicação desenvolvida por: Armando Pinto. apinto@lnecc.pt Ferramenta de cálculo citada no n.º3, do ponto 12.1, do despacho n.º 15793-K/2013.																																												
Pinto, A. - Aplicação LNEC para Ventilação no âmbito do REH e RECS. Lisboa, LNEC, 2014. v1.0c, 2014-01-06																																														
1. Enquadramento do edifício																																														
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td>Tipo de edifício</td><td>Habitação existente</td></tr> <tr><td>Local (município)</td><td>VILA NOVA DE GAIA</td></tr> <tr><td>Região</td><td>A</td></tr> <tr><td>Rugosidade</td><td>1</td></tr> <tr><td>Altitude do local (m)</td><td>200</td></tr> <tr><td>Número de fachadas expostas ao exterior (Nfach)</td><td>2 ou mais</td></tr> <tr><td>Existem edifícios/obstáculos à frente das fachadas?</td><td>Não</td></tr> <tr><td>Altura do edifício (H_{edif}) em m</td><td>24</td></tr> <tr><td>Altura da fração (H_{Fa}) em m</td><td>15</td></tr> <tr><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td></tr> </table>	Tipo de edifício	Habitação existente	Local (município)	VILA NOVA DE GAIA	Região	A	Rugosidade	1	Altitude do local (m)	200	Número de fachadas expostas ao exterior (Nfach)	2 ou mais	Existem edifícios/obstáculos à frente das fachadas?	Não	Altura do edifício (H _{edif}) em m	24	Altura da fração (H _{Fa}) em m	15					<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td>Área útil (m²):</td><td>72,3</td></tr> <tr><td>Pd (m):</td><td>2,60</td></tr> <tr><td>N.º de pisos da fração</td><td>1</td></tr> <tr><td>Velocidade vento</td><td>Defeito REH</td></tr> <tr><td>Vento (u10REH: 3,6) (m/s)</td><td> </td></tr> <tr><td>Vol (m³):</td><td>188</td></tr> <tr><td>Exterior (°C)</td><td>9,4</td></tr> <tr><td>Zref (m)</td><td>94</td></tr> <tr><td>Aenv/Au:</td><td>7%</td></tr> <tr><td>Proteção do edifício:</td><td>Desprotegido</td></tr> <tr><td>Zona da fachada:</td><td>Inferior</td></tr> </table>	Área útil (m ²):	72,3	Pd (m):	2,60	N.º de pisos da fração	1	Velocidade vento	Defeito REH	Vento (u10REH: 3,6) (m/s)		Vol (m ³):	188	Exterior (°C)	9,4	Zref (m)	94	Aenv/Au:	7%	Proteção do edifício:	Desprotegido	Zona da fachada:	Inferior	
Tipo de edifício	Habitação existente																																													
Local (município)	VILA NOVA DE GAIA																																													
Região	A																																													
Rugosidade	1																																													
Altitude do local (m)	200																																													
Número de fachadas expostas ao exterior (Nfach)	2 ou mais																																													
Existem edifícios/obstáculos à frente das fachadas?	Não																																													
Altura do edifício (H _{edif}) em m	24																																													
Altura da fração (H _{Fa}) em m	15																																													
Área útil (m ²):	72,3																																													
Pd (m):	2,60																																													
N.º de pisos da fração	1																																													
Velocidade vento	Defeito REH																																													
Vento (u10REH: 3,6) (m/s)																																														
Vol (m ³):	188																																													
Exterior (°C)	9,4																																													
Zref (m)	94																																													
Aenv/Au:	7%																																													
Proteção do edifício:	Desprotegido																																													
Zona da fachada:	Inferior																																													
2. Permeabilidade ao ar da envolvente																																														
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td>Foi medido valor n50</td><td>Não</td></tr> <tr><td> </td><td> </td></tr> <tr><td>Para cada janela ou grupo de janelas:</td><td> </td></tr> <tr><td>Área dos vãos envidraçados (m²)</td><td>5,04</td></tr> <tr><td>Classe de permeabilidade ao ar das janelas</td><td>Sem classificação</td></tr> <tr><td>Caixa de estore - permeabilidade</td><td>Perm. Baixa</td></tr> </table>	Foi medido valor n50	Não			Para cada janela ou grupo de janelas:		Área dos vãos envidraçados (m ²)	5,04	Classe de permeabilidade ao ar das janelas	Sem classificação	Caixa de estore - permeabilidade	Perm. Baixa																																		
Foi medido valor n50	Não																																													
Para cada janela ou grupo de janelas:																																														
Área dos vãos envidraçados (m ²)	5,04																																													
Classe de permeabilidade ao ar das janelas	Sem classificação																																													
Caixa de estore - permeabilidade	Perm. Baixa																																													
3. Aberturas de admissão de ar na fachada																																														
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td>Tem aberturas de admissão de ar na fachada</td><td>Não</td></tr> <tr><td>Tipo de abertura</td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td></tr> <tr><td>Área livre das aberturas fixas (cm²) / Caudal Nominal aberturas auto-reguláveis (m³/h)</td><td> </td></tr> </table>	Tem aberturas de admissão de ar na fachada	Não	Tipo de abertura				Área livre das aberturas fixas (cm ²) / Caudal Nominal aberturas auto-reguláveis (m ³ /h)																																							
Tem aberturas de admissão de ar na fachada	Não																																													
Tipo de abertura																																														
Área livre das aberturas fixas (cm ²) / Caudal Nominal aberturas auto-reguláveis (m ³ /h)																																														
4. Condutas de ventilação natural, condutas com exaustores/ventax que não obturam o escoamento de ar pela conduta																																														
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td>Condutas de ventilação natural sem obstruções significativas (por exemplo, consideram-se obstruções significativas exaustores com filtros que anulam escoamento de ar natural para a conduta)</td><td>Sim</td><td>Não</td><td>Não</td><td>Não</td></tr> <tr><td>Escoamento de ar</td><td>Exaustão</td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td>Perda de carga</td><td>Alta</td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td>Altura da conduta (m)</td><td>12</td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td>Cobertura</td><td>Inclinada (10 a 30°)</td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td>Número de condutas semelhantes</td><td>1</td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> </table>	Condutas de ventilação natural sem obstruções significativas (por exemplo, consideram-se obstruções significativas exaustores com filtros que anulam escoamento de ar natural para a conduta)	Sim	Não	Não	Não	Escoamento de ar	Exaustão				Perda de carga	Alta				Altura da conduta (m)	12				Cobertura	Inclinada (10 a 30°)				Número de condutas semelhantes	1																			
Condutas de ventilação natural sem obstruções significativas (por exemplo, consideram-se obstruções significativas exaustores com filtros que anulam escoamento de ar natural para a conduta)	Sim	Não	Não	Não																																										
Escoamento de ar	Exaustão																																													
Perda de carga	Alta																																													
Altura da conduta (m)	12																																													
Cobertura	Inclinada (10 a 30°)																																													
Número de condutas semelhantes	1																																													
5. Exaustão ou insuflação por meios mecânicos de funcionamento prolongado																																														
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td>Existem meios mecânicos (excluindo exaustores ou ventax)</td><td>Não</td></tr> <tr><td>Escoamento de ar</td><td> </td></tr> <tr><td>Caudal nominal (m³/h)</td><td> </td></tr> <tr><td>Conhece Pressão total do ventilador e rendimento</td><td> </td></tr> <tr><td>Pressão total (Pa)</td><td> </td></tr> <tr><td>Rendimento total do ventilador(%)</td><td> </td></tr> <tr><td>Tem sistema de recuperação de calor</td><td> </td></tr> <tr><td>Rendimento da recuperação de calor (%)</td><td> </td></tr> </table>	Existem meios mecânicos (excluindo exaustores ou ventax)	Não	Escoamento de ar		Caudal nominal (m ³ /h)		Conhece Pressão total do ventilador e rendimento		Pressão total (Pa)		Rendimento total do ventilador(%)		Tem sistema de recuperação de calor		Rendimento da recuperação de calor (%)																															
Existem meios mecânicos (excluindo exaustores ou ventax)	Não																																													
Escoamento de ar																																														
Caudal nominal (m ³ /h)																																														
Conhece Pressão total do ventilador e rendimento																																														
Pressão total (Pa)																																														
Rendimento total do ventilador(%)																																														
Tem sistema de recuperação de calor																																														
Rendimento da recuperação de calor (%)																																														
6. Exaustão ou insuflação por meios híbridos de baixa pressão (< 20 Pa)																																														
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td>Existem meios híbridos</td><td>Não</td></tr> <tr><td>Escoamento de ar</td><td> </td></tr> <tr><td>Caudal nominal (m³/h)</td><td> </td></tr> <tr><td>Conhece Pressão total do ventilador e rendimento</td><td> </td></tr> <tr><td>Pressão total (Pa)</td><td> </td></tr> <tr><td>Rendimento total do ventilador(%)</td><td> </td></tr> </table>	Existem meios híbridos	Não	Escoamento de ar		Caudal nominal (m ³ /h)		Conhece Pressão total do ventilador e rendimento		Pressão total (Pa)		Rendimento total do ventilador(%)																																			
Existem meios híbridos	Não																																													
Escoamento de ar																																														
Caudal nominal (m ³ /h)																																														
Conhece Pressão total do ventilador e rendimento																																														
Pressão total (Pa)																																														
Rendimento total do ventilador(%)																																														
7. Verão - Recuperador de calor																																														
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td>Existe by-pass ao recuperador de calor no verão</td><td> </td></tr> </table>	Existe by-pass ao recuperador de calor no verão																																													
Existe by-pass ao recuperador de calor no verão																																														
8. Resultados																																														
8.1 - Balanço de Energia - Edifício																																														
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td>R_{ph,i} (h-1) - Aquecimento</td><td> </td></tr> <tr><td>R_{ph,v} (h-1) - Arrefecimento</td><td>0,60</td></tr> <tr><td>W_m (kWh)</td><td> </td></tr> </table>	R _{ph,i} (h-1) - Aquecimento		R _{ph,v} (h-1) - Arrefecimento	0,60	W _m (kWh)			Seleccione Calcular																																						
R _{ph,i} (h-1) - Aquecimento																																														
R _{ph,v} (h-1) - Arrefecimento	0,60																																													
W _m (kWh)																																														
8.2 - Balanço de Energia - Edifício de Referência																																														
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td>R_{ph,i,REF} (h-1)</td><td> </td></tr> </table>	R _{ph,i,REF} (h-1)																																													
R _{ph,i,REF} (h-1)																																														
8.3 - Caudal mínimo de ventilação																																														
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td>R_{ph} estimada em condições nominais (h-1)</td><td> </td></tr> <tr><td>Requisito mínimo de ventilação Edif. Novos (h-1)</td><td>0,40</td></tr> <tr><td>Critério R_{ph} mínimo</td><td> </td></tr> </table>	R _{ph} estimada em condições nominais (h-1)		Requisito mínimo de ventilação Edif. Novos (h-1)	0,40	Critério R _{ph} mínimo																																									
R _{ph} estimada em condições nominais (h-1)																																														
Requisito mínimo de ventilação Edif. Novos (h-1)	0,40																																													
Critério R _{ph} mínimo																																														
Nota: No Cálculo de R _{ph} min em edifícios novos e grandes reabilitações não é considerado o efeito de janelas sem classificação, da classe 1 e 2 e a existência de caixas de estore.																																														
		Técnico: José Gomes Data: 09/10/2015																																												

ANEXO VII – FOLHAS DE CÁLCULO REH
TIPOLOGIA TOPO – ANTES DA INTERVENÇÃO

Dados Climáticos

Localização: altitude m

Zona climática:
Inverno

Zref m

Dados climáticos de inverno

Mref meses a M meses

Gdref °C.dia a GD °C.dia

Gsul kWh/m2/mês

Dados climáticos de verão

text,v ref °C a text,v °C

Isol kWh/m2

N <input type="text" value="220"/>	NE <input type="text" value="350"/>	E <input type="text" value="490"/>	SE <input type="text" value="490"/>	S <input type="text" value="425"/>
SW <input type="text" value="490"/>	W <input type="text" value="490"/>	NW <input type="text" value="350"/>	HOR <input type="text" value="800"/>	

Perdas associadas à Envolvente Exterior e em Contacto com o Solo

Paredes Exteriores	Área (m ²)	U (W/m ² .°C)	U.A (W/°C)
Quarto	5,55	3,27	18,15
Quarto	5,55	3,27	18,15
Quarto	9,36	3,27	30,61
Casa de Banho	5,49	3,27	17,95
Cozinha	5,06	3,27	16,55
Caixa de estores	0,98	4,35	4,24
	31,985	TOTAL	105,64

Pavimentos Exteriores	Área (m ²)	U (W/m ² .°C)	U.A (W/°C)
	0	0	0,00
			0,00
			0,00
	0	TOTAL	0,00

Coberturas Exteriores	Área (m ²)	U (W/m ² .°C)	U.A (W/°C)
	0	TOTAL	0,00

Vãos envidraçados exteriores	Área (m ²)	U (W/m ² .°C)	U.A (W/°C)
Verticais:			0,00
Quarto	1,44	3,57	5,14
Quarto	1,44	3,57	5,14
Casa de Banho	0,49	3,57	1,75
Cozinha	1,96	3,57	7,00
Horizontais:			0,00
			0,00
			0,00
	5,33	TOTAL	19,03

Pontes térmicas lineares	Comp. B (m)	ψ (W/m.°C)	ψ.B (W/°C)
Ligações entre:			
Fachada com os pavimentos térreos			0,00
Fachada com os pavimentos ext ou sobre ENU			0,00
Fachada com pavimentos intermédios			0,00
Fachada com cobertura inclinada ou terraço			0,00
Fachada com varanda			0,00
Duas paredes verticais	2,60	0,4	1,04
Fachada com caixa de estores	5,60	0,3	1,68
Fachada com caixilharia	16,60	0,25	4,15
Outras			0,00
	24,80	TOTAL	6,87

Hext- Coeficiente de transferência de calor pela envolvente exterior da Fracção Autónoma (W/°C) **TOTAL 131,54**

Pavimentos em contacto com o solo	Área (m ²)	U _{bf} (W/m ² .°C)	U _{bf} .A (W/°C)
pav. Enterrado			
pav. Térreo			
	0	TOTAL	0,00

Paredes em contacto com o solo	Z (m)	P (m)	Área (m ²)	U _{bw} (W/m ² .°C)	U _{bw} .A (W/°C)
parede enterrada					
pilar enterrado					
			0,00	TOTAL	0,00

Perdas associadas à Envolvente para ENU e edifícios adjacentes

Paredes em contacto com espaços não-úteis ou edifícios adjacentes	Área (m²)	U (W/m².°C)	btr (-)	btr.U.A (W/°C)
parede para lavandaria	4,97	1,47	0,8	5,84
porta para lavandaria	5,30	1,60	0,8	6,78
parede para c. esc	13,41	1,47	0,9	17,74
porta para c.esc	1,80	1,60	0,9	2,59
	25,48		TOTAL	32,96

Pavimentos sobre espaços não-úteis	Área (m²)	U (W/m².°C)	btr (-)	btr.U.A (W/°C)
	0	0	0	0,00
	0	0	0	0,00
				0,00
	0		TOTAL	0,00

Coberturas Interiores (tectos sob espaços não-úteis)	Área (m²)	U (W/m².°C)	btr (-)	btr.U.A (W/°C)
				0,00
				0,00
				0,00
	0		TOTAL	0,00

Vãos envidraçados em contacto com espaços não-úteis	Área (m²)	U (W/m².°C)	btr (-)	btr.U.A (W/°C)
				0,00
				0,00
				0,00
	0		TOTAL	0,00

Pontes térmicas (apenas para paredes de separação para espaços não-úteis com btr>0,7)	Comp. B (m)	ψ (W/m.°C)	btr (-)	btr.ψ.B (W/°C)
				0,00
				0,00
				0,00
				0,00
				0,00
				0,00
	0		TOTAL	0,00

Henu+Hadj - Coeficiente de transferência de calor para ENU e edifícios adjacentes da Fração Autónoma

(W/°C) TOTAL 32,96

Perdas associadas à Renovação de Ar

Área Útil de Pavimento	64,87	(m ²)
Pé-direito médio	2,6	(m)
	=	
Volume interior (V)	168,66	(m ³)

Volume	168,66	
	x	
Taxa de Renovação Nominal	0,6	Calcular
	x	
	1	(1-bve)
	x	
	0,34	
Hve- Coeficiente de transferência de calor por ven	=	
da Fração Autónoma TOTAL	34,41	(W/°C)

Ganhos Úteis na Estação de Aquecimento (Inverno)

Ganhos Solares:

Orientação do vão envidraçado	Tipo (simples ou duplo)	Área A (m ²)	Factor de orientação X (-)	Factor Solar do vidro g (-)	Factor de Obstrução Fs (-) Fh.Fo.Ff	Fracção Envidraçada Fg (-)	Factor de Sel. Angular Fw (-)	Área Efectiva Ae (m ²)
Quarto - S	S	1,44	1	0,765	0,405	0,6	0,9	0,24
Quarto - S	S	1,44	1	0,765	0,405	0,6	0,9	0,24
Casa de Banho - W	S	0,49	0,56	0,765	0,522	0,6	0,9	0,06
Cozinha - S	S	1,96	1	0,765	0,405	0,6	0,9	0,33
								0,00
								0,00
								0,00
								0,00
		5,33						

Área efectiva total equivalente na orientação Sul (m ²)	0,87
	x
Radiação incidente num envidraçado a Sul (Gsul) na zona 12 do Quadro III. 8 (Anexo III) - (kWh/m ² .mês)	130
	x
Duração da estação de aquecimento - do Quadro III.1 (meses)	6,4
	=
Gsol -Ganhos Solares Brutos (kWh/ano)	722,95

Ganhos Internos

Ganhos internos médios (Quadro IV.3)	4	(W/m ²)
	x	
Duração da Estação de Aquecimento M	6,4	(meses)
	x	
Área Útil de pavimento	64,87	(m ²)
	x	
	0,72	
	=	
Gint - Ganhos Internos Brutos	1195,68	(kWh/ano)

Ganhos Úteis Totais:

$\gamma = \frac{\text{Ganhos Solares Brutos} + \text{Ganhos Internos Brutos}}{\text{Necessidades Brutas de Aquecimento (da FC IV.2)}}$	1918,63	
	6778,82	
Inércia do edifício: forte	a = 4,200	$\gamma =$ 0,283
<i>(In. Fraca=1; In. Média=2; In. Forte=3)</i>		
Factor de Utilização dos Ganhos Térmicos (η)	0,996	
	x	
Ganhos Solares Brutos + Ganhos Internos Brutos	1918,63	
	=	
Ganhos Úteis Totais (kWh/ano)	1911,77	

Valor Máximo das Necessidades de Aquecimento (Ni)

Perdas por transmissão pela envolvente exterior e ECS				
	Uref (W/m ² .°C)		A m ²	Uref.A (W/°C)
Paredes exteriores	0,4	0	31,985	12,79
Coberturas exteriores			0	0,00
Pavimentos exteriores			0	0,00
Envidraçados exteriores Aenv	> 0,2*Ap	0,7	5,33	3,73
	5,33	12,974		
Paredes + Pav. ECS		2,6		0,00
			TOTAL	16,53
Pontes térmicas lineares				
	Ψref (W/m.°C)		B (m)	Ψref.B (W/°C)
Fachada /pav.térreo + pav sobre ext ou ENU + cob + pav int + varanda	0,5		0,00	0
2 Paredes Verticais	0,4		2,60	1,04
Fachada com caixilharia e caixa de estore	0,2		22,20	4,44
			TOTAL	5,48
(Hext+Hecs)ref- Coeficiente de transferência de calor para EXT e ECS da Fracção Autónoma				TOTAL
		(W/°C)		22,01

Perdas por transmissão pela envolvente interior				
Paredes	Área (m ²)	Uref (W/m ² .°C)	btr (-)	btr.U.A (W/°C)
parede para lavandaria	4,97	0,80	0,8	3,18
porta para lavandaria	5,30	0,80	0,8	3,39
parede para c. esc	13,41	0,70	0,9	8,45
porta para c.esc	1,80	0,40	0,9	0,65
	0			
	25,48		TOTAL	15,67
Pavimentos sobre espaços não-úteis				
	0		0	0,00
	0		0	0,00
				0,00
	0		TOTAL	0,00
Coberturas Interiores				
				0,00
				0,00
				0,00
	0		TOTAL	0,00
Vãos envidraçados em contacto				
	0	0	0	0,00
				0,00
				0,00
	0		TOTAL	0,00
Pontes térmicas (paredes para ENU com btr>0,7)				
	Comp. B (m)	ψref (W/m.°C)	btr (-)	btr.ψ.B (W/°C)
parede com pav térreo e nível in termédio	0,00		0	0,00
	0,00		0	0,00
	0	0,00	0	0,00
	0	0,00	0	0,00
	0	0,00	0	0,00
	0		TOTAL	0,00
(Henu+Hadj)ref- Coeficiente de transferência de calor para ENU e edifícios adjacentes da Fracção Autónoma				TOTAL
		(W/°C)		15,67

Perdas por renovação de ar			
Hvent =	0,6	< 0,6	168,66
			34,41

Graus-dias no local (°C.dia) 1420

Qtr,i,ref	Htr,i.ref	37,67	$0,024 \times \text{GD} \times \text{Htr,i.ref}$	1283,93
Qve,i,ref			$0,024 \times \text{GD} \times \text{Hve,i,ref}$	1172,59
Qint			$0,72 \times 4 \times M \times \text{Ap}$	1195,68
Qgsol			$0,2\text{Ap} \times 0,182 \times \text{Gsol}$	306,96
Qgu,i,ref			$n_i (\text{Qint} + \text{Qsol})$	901,59

Nec. Nom. de Aquec. Máximas - Ni (kWh/m2.ano) 23,97

Cálculo do Indicador Nic

Perdas térmicas associadas a:	(W/°C)
Hext (de FCIV.1a)	131,54
Hecs (de FCIV.1b)	0,00
Henu + Hadj (de FCIV.1b)	32,96

	=
Htr -Coeficiente Global de Perdas por transmissão(W/°C)	164,50
	+
Hve- Coeficiente de transferência de calor por ventilação	34,41
	=
H - Coeficiente global de perdas	198,91
	x
Graus-dias no Local (°C.dia)	1420,00
	x
	0,024
	=
Necessidades Brutas de Aquecimento (kWh/ano)	6778,82
	-
Ganhos Totais Úteis (kWh/ano) (de FCIV.1e)	1911,77
	=
Necessidades de Aquecimento (kWh/ano)	4867,05
	/
Área Útil de Pavimento (m2)	64,87
	=
Nec. Nominais de Aquecimento - Nic (kWh/m2.ano)	75,03
	≤
Nec. Nominais de Aquec. Máximas - Ni (kWh/m2.ano)	23,97

Não verifica

K.O.

Nic/Ni = 313,01%

Perdas

Perdas associadas às paredes exteriores (U.A)	(FCIV.1a)	105,64	(W/°C)
		+	
Perdas associadas aos pavimentos exteriores (U.A)	(FCIV.1a)	0,00	(W/°C)
		+	
Perdas associadas às coberturas exteriores (U.A)	(FCV.1a)	0,00	(W/°C)
		+	
Perdas associadas aos envidraçados exteriores (U.A)	(FCV.1a)	19,03	(W/°C)
		+	
Perdas térmicas lineares associadas à parede ext (ψ ,B)	(FCV.1a)	6,87	(W/°C)
Hext- Coeficiente de transferência de calor pela envolvente exterior da Fração Autónoma		TOTAL	131,54 (W/°C)
Hext- Coeficiente de transferência de calor pela envolvente ECS da Fração Autónoma		TOTAL	0,00 (W/°C)
Perdas associadas às paredes para ENU (U.A.btr)	(FCIV.1b)	32,96	(W/°C)
		+	
Perdas associadas aos pavimentos para ENU (U.A.btr)	(FCIV.1b)	0,00	(W/°C)
		+	
Perdas associadas às coberturas para ENU (U.A.btr)	(FCV.1b)	0,00	(W/°C)
		+	
Perdas associadas aos envidraçados para ENU (U.A.btr)	(FCIV.1b)	0,00	(W/°C)
		+	
Perdas térmicas lineares associadas à parede para ENU(ψ ,B.btr)	(FCIV.1b)	0,00	(W/°C)
Henu- Coeficiente de transferência de calor pela envolvente interior da Fração Autónoma		TOTAL	32,96 (W/°C)
H - Coeficiente global de perdas por transmissão da FA		TOTAL	164,50 (W/°C)
Hve - Coeficiente de perdas por ventilação da FA	(FCIV.1d)	TOTAL	34,41 (W/°C)
		=	
Perdas específicas totais	(Q1a)	198,91	(W/°C)

Temperatura interior de referência		25	(°C)
		-	
Temperatura média do ar exterior na estação de arrefecimento (Quadro III.9)		20,9	(°C)
		=	
Diferença de temperatura interior-exterior		4,1	
		x	
Perdas específicas totais	(Q1a)	198,91	(W/°C)
		x	
		2,928	
		=	
Perdas térmicas totais	(Q1b)	2387,89	(kWh)

Perdas associadas a Coberturas e Envidraçados Exteriores (Verão)

Perdas associadas às coberturas exteriores

Coberturas exteriores	Área (m ²)	U (W/m ² °C)	U.A (W/°C)
Cobertura			0,00
			0,00
			0,00
		TOTAL	0,00

Perdas associadas aos envidraçados exteriores

Envidraçados Exteriores	Área (m ²)	U (W/m ² °C)	U.A (W/°C)
Verticais:			0,00
Quarto	5,55	3,57	19,81
Quarto	5,55	3,57	33,42
Quarto	9,36	3,57	19,60
Casa de Banho	5,49	3,57	18,06
Cozinha	5,06	3,57	0,00
			0,00
Horizontais:			0,00
			0,00
			0,00
			0,00
			0,00
			0,00
		TOTAL	90,89

Ganhos Solares pela Envolvente Opaca exterior

POR ORIENTAÇÃO E HORIZONTAL (inclui paredes e cobertura)

Orientação	Quarto S	Quarto S	Quarto W	WC W	Cozinha S				
Área, A (m ²)	5,55	5,55	9,36	5,49	5,06	0	0	0	
	x	x	x	x	x	x	x	x	
U (W/m ² °C)	3,27	3,27	3,27	3,27	3,27	0	0	0	
	x	x	x	x	x	x	x	x	
Coefficiente de absorção, α (Quadro V.5)	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4				
	x	x	x	x	x	x	x	x	
Int. de rad. solar na estação de arrefec. (kWh/m ²) (Quadro III.9)	350	350	490	350	350				
	x	x	x	x	x	x	x	x	
	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0
	x	x	x	x	x	x	x	x	
Factor de sombreamento - opcional	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1
	=	=	=	=	=	=	=	=	
Ganhos Solares pela Envolvente Opaca Exterior	101,63	101,63	239,96	100,53	92,66	0,00	0,00	0,00	0

Ganhos Solares pelos Envidraçados Exteriores

POR ORIENTAÇÃO E HORIZONTAL

Orientação	Quarto S	Quarto S	Quarto W	WC W	Cozinha S	0
Área, A (m ²)	5,55	5,55	9,36	5,49	5,06	0
	x	x	x	x	x	x
Factor solar do vão envidraçado	0,314	0,314	0,348	0,314	0,314	0
	x	x	x	x	x	x
Fracção envidraçada, Fg (Quadro IV.5)	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0
	x	x	x	x	x	x
Factor de obstrução, Fs	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0
	x	x	x	x	x	x
Int. de rad. solar na estação de arrefec. (kWh/m ²) (Quadro III.9)	425	425	490	490	425	0
	=	=	=	=	=	=
Ganhos Solares pelos Vãos Envidraçados Exteriores	399,95	399,95	861,88	456,13	364,64	0

Ganhos Internos

Ganhos Internos médios (W/m ²) (Quadro IV.3)	4	
	x	
Área Útil de Pavimento (m ²)	64,87	
	x	
	2,928	
	=	
Ganhos internos Totais	759,76	(KWh)

Ganhos Totais na estação de arrefecimento (verão)

Ganhos Solares pelos Vãos Envidraçados Exteriores (FCV.1d)	2482,55	(KWh)
	+	
Ganhos Solares pela Envolvente Opaca Exterior (FCV.1c)	636,42	(KWh)
	+	
Ganhos internos (FCV.1e)	759,76	(KWh)
	=	
Ganhos Térmicos Totais	3878,72	(KWh)

Valor das Necessidades Nominais de Arrefecimento (Nvc)

Ganhos Térmicos Totais (FCV.1f)		<input type="text" value="3878,72"/>	(kWh)
	/		
Perdas Térmicas Totais (FCV.1a)		<input type="text" value="2387,89"/>	(kWh)
	=		
Relação Ganhos-Perdas	γ	<input type="text" value="1,624"/>	
Inércia do edifício (In. Fraca=1; In. Média=2; In. Forte=3)		<input type="text" value="forte"/>	
a=	a =	<input type="text" value="4,200"/>	

Cálculo intermédio:

	a =	1,8
$\gamma = 1$	$\eta =$	0,642857
$\gamma \neq 1$	$\eta =$	0,482616

	<input type="text" value="1"/>	
	-	
Factor de utilização dos ganhos, η (Gráfico IV.1)	<input type="text" value="0,483"/>	
	=	
	<input type="text" value="0,517"/>	
	x	
Ganhos Térmicos Totais (FCV.1f)	<input type="text" value="3878,72"/>	(kWh)
	=	
Necessidades Brutas de Arrefecimento	<input type="text" value="2006,79"/>	(kWh/ano)
	/	
Área Útil de Pavimento (m ²)	<input type="text" value="64,87"/>	
	=	
Necessidades Nominais de Arrefecimento - Nvc	<input type="text" value="30,94"/>	(kWh/m ² .ano)
	≤	
Necessidades Nominais de Arref. Máximas - Nv (Nº2 do Artigo 15º)	<input type="text" value="9,13"/>	(kWh/m ² .ano)

Factor de utilização dos ganhos, η (Gráfico IV.1)
Ganhos Térmicos Totais (FCV.1f)
Necessidades Brutas de Arrefecimento
Área Útil de Pavimento (m ²)
Necessidades Nominais de Arrefecimento - Nvc

Não verifica **K.O.**
 Nvc/Nv (%) = 338,75

Cálculo das necessidades de energia para preparação de água quente s

Nº de ocupantes (Quadro VI.1)	3
Consumo médio diário de referência de AQS (M_{AQS}) (edifícios residenciais - 40 litros/ocupante)	120,0
Aumento de temperatura necessário (ΔT) (considerar igual a 35°C)	35
Número anual de dias de consumo (n_d) (Quadro VI.2)	365
Energia despendida com sistemas convencionais (Q_a)	1782,9

Ntc

Nic=	75,03	Fpu=	2,5	n=	1
Nvc=	30,94	Fpu=	0	n=	2,8
Qa=	1782,96	Fpu=	2,5	n=	0,95
Wvm=		Fpu=		n=	
Eren=		Fpu=			

δ 1

Nt

Ni=	23,97
Nv=	9,13
Qa=	1782,96

$$\begin{aligned}
 \mathbf{Ntc} = & \mathbf{Nic.Fpu/n} + \mathbf{Nvc.Fpu/n} + \mathbf{Qa/Ap.Fpu/n} + \mathbf{Wvm/Ap*Fpu} - \mathbf{Eren.Fpu/Ap} \\
 \mathbf{Ntc} = & 187,57 + 0,00 + 72,33 + 0,00 - 0,00 =
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \mathbf{Nt} = & \mathbf{Ni.Fpu/n} + \mathbf{Nv.Fpu/n} + \mathbf{Qa/Ap.Fpu/n} \\
 \mathbf{Nt} = & 59,93 + 8,15 + 31,96 =
 \end{aligned}$$

$$\mathbf{R} = \mathbf{Ntc / Nt} = 2,60$$

TIPOLOGIA TOPO – APÓS INTERVENÇÃO

Dados Climáticos

Localização: altitude m

Zona climática: Inverno

Zref m

Dados climáticos de inverno

Mref meses a M meses

Gdref °C.dia a GD °C.dia

Gsul kWh/m2/mês

Dados climáticos de verão

text,v ref °C a text,v °C

Isol kWh/m2

N

NE

E

SE

S

SW

W

NW

HOR

Perdas associadas à Envolvente Exterior e em Contacto com o Solo

Paredes Exteriores	Área (m ²)	U (W/m ² .°C)	U.A (W/°C)
Quarto	5,55	0,60	3,35
Quarto	5,55	0,60	3,35
Quarto	9,36	0,60	5,65
Casa de Banho	5,49	0,60	3,32
Cozinha	5,06	0,60	3,06
Caixa de estores	0,98	0,63	0,61
	31,985	TOTAL	19,34

Pavimentos Exteriores	Área (m ²)	U (W/m ² .°C)	U.A (W/°C)
	0	0	0,00
			0,00
			0,00
	0	TOTAL	0,00

Coberturas Exteriores	Área (m ²)	U (W/m ² .°C)	U.A (W/°C)
	0	TOTAL	0,00

Vãos envidraçados exteriores	Área (m ²)	U (W/m ² .°C)	U.A (W/°C)
Verticais:			0,00
Quarto	1,44	3,57	5,14
Quarto	1,44	3,57	5,14
Casa de Banho	0,49	3,57	1,75
Cozinha	1,96	3,57	7,00
Horizontais:			0,00
			0,00
			0,00
	5,33	TOTAL	19,03

Pontes térmicas lineares	Comp. B (m)	ψ (W/m.°C)	ψ.B (W/°C)
Ligações entre:			
Fachada com os pavimentos térreos			0,00
Fachada com os pavimentos ext ou sobre ENU			0,00
Fachada com pavimentos intermédios			0,00
Fachada com cobertura inclinada ou terraço			0,00
Fachada com varanda			0,00
Doas paredes verticais	2,60	0,4	1,04
Fachada com caixa de estores	5,60	0,3	1,68
Fachada com caixilharia	16,60	0,25	4,15
Outras			0,00
	24,80	TOTAL	6,87

Hext- Coeficiente de transferência de calor pela envolvente exterior

da Fração Autónoma (W/°C) **TOTAL 45,24**

Pavimentos em contacto com o solo	Área (m ²)	U _{bf} (W/m ² .°C)	U _{bf} .A (W/°C)
pav. Enterrado			
pav. Térreo			
	0	TOTAL	0,00

Paredes em contacto com o solo	Z (m)	P (m)	Área (m ²)	U _{bw} (W/m ² .°C)	U _{bw} .A (W/°C)
parede enterrada					
pilar enterrado					
			0,00	TOTAL	0,00

Hecs - Coeficiente de transferência de calor pela envolvente em contacto com o solo

da Fração Autónoma (W/°C) **TOTAL 0,00**

Perdas associadas à Envolvente para ENU e edifícios adjacentes

Paredes em contacto com espaços não-úteis ou edifícios adjacentes	Área (m²)	U (W/m².°C)	btr (-)	btr.U.A (W/°C)
parede para lavandaria	4,97	1,47	0,8	5,84
porta para lavandaria	5,30	1,60	0,8	6,78
parede para c. esc	13,41	1,47	0,9	17,74
porta para c.esc	1,80	1,60	0,9	2,59
	25,48		TOTAL	32,96

Pavimentos sobre espaços não-úteis	Área (m²)	U (W/m².°C)	btr (-)	btr.U.A (W/°C)
	0	0	0	0,00
	0	0	0	0,00
				0,00
	0		TOTAL	0,00

Coberturas Interiores (tectos sob espaços não-úteis)	Área (m²)	U (W/m².°C)	btr (-)	btr.U.A (W/°C)
				0,00
				0,00
				0,00
	0		TOTAL	0,00

Vãos envidraçados em contacto com espaços não-úteis	Área (m²)	U (W/m².°C)	btr (-)	btr.U.A (W/°C)
				0,00
				0,00
				0,00
	0		TOTAL	0,00

Pontes térmicas (apenas para paredes de separação para espaços não-úteis com btr>0,7)	Comp. B (m)	ψ (W/m.°C)	btr (-)	btr.ψ.B (W/°C)
				0,00
				0,00
				0,00
				0,00
				0,00
				0,00
	0		TOTAL	0,00

Henu+Hadj - Coeficiente de transferência de calor para ENU e edifícios adjacentes da Fração Autónoma

(W/°C) TOTAL 32,96

Perdas associadas à Renovação de Ar

Área Útil de Pavimento	<input type="text" value="64,87"/>	(m ²)
Pé-direito médio	<input type="text" value="2,6"/>	(m)
	=	
Volume interior (V)	<input type="text" value="168,66"/>	(m ³)

Volume	<input type="text" value="168,66"/>	
	x	
Taxa de Renovação Nominal	<input type="text" value="0,6"/>	Calcular
	x	
	<input type="text" value="1"/>	(1-bve)
	x	
	<input type="text" value="0,34"/>	
Hve- Coeficiente de transferência de calor por ven	=	
da Fração Autónoma	<input type="text" value="34,41"/>	(W/°C)
TOTAL		

Ganhos Úteis na Estação de Aquecimento (Inverno)

Ganhos Solares:

Orientação do vão envidraçado	Tipo (simples ou duplo)	Área A (m ²)	Factor de orientação X (-)	Factor Solar do vidro g (-)	Factor de Obstrução Fs (-) Fh.Fo.Ff	Fracção Envidraçada Fg (-)	Factor de Sel. Angular Fw (-)	Área Efectiva Ae (m ²)
Quarto - S	S	1,44	1	0,765	0,405	0,6	0,9	0,24
Quarto - S	S	1,44	1	0,765	0,405	0,6	0,9	0,24
Casa de Banho - W	S	0,49	0,56	0,765	0,522	0,6	0,9	0,06
Cozinha - S	S	1,96	1	0,765	0,405	0,6	0,9	0,33
								0,00
								0,00
								0,00
								0,00
		5,33						

Área efectiva total equivalente na orientação Sul (m ²)	0,87
	x
Radiação incidente num envidraçado a Sul (Gsul) na zona 12 do Quadro III. 8 (Anexo III) - (kWh/m ² .mês)	130
	x
Duração da estação de aquecimento - do Quadro III.1 (meses)	6,4
	=
Gsol -Ganhos Solares Brutos (kWh/ano)	722,95

Ganhos Internos

Ganhos internos médios (Quadro IV.3)	4	(W/m ²)
	x	
Duração da Estação de Aquecimento M	6,4	(meses)
	x	
Área Útil de pavimento	64,87	(m ²)
	x	
	0,72	
	=	
Gint - Ganhos Internos Brutos	1195,68	(kWh/ano)

Ganhos Úteis Totais:

$\gamma = \frac{\text{Ganhos Solares Brutos} + \text{Ganhos Internos Brutos}}{\text{Necessidades Brutas de Aquecimento (da FC IV.2)}}$	1918,63	
	3837,72	
Inércia do edifício: forte	a = 4,200	$\gamma =$ 0,500
(In. Fraca=1; In. Média=2; In. Forte=3)		
Factor de Utilização dos Ganhos Térmicos (η)	0,972	
	x	
Ganhos Solares Brutos + Ganhos Internos Brutos	1918,63	
	=	
Ganhos Úteis Totais (kWh/ano)	1865,00	

Valor Máximo das Necessidades de Aquecimento (Ni)

Perdas por transmissão pela envolvente exterior e ECS				
	Uref (W/m ² .°C)		A m ²	Uref.A (W/°C)
Paredes exteriores	0,4	0	31,985	12,79
Coberturas exteriores			0	0,00
Pavimentos exteriores			0	0,00
Envidraçados exteriores Aenv	> 0,2*Ap	0,7	5,33	3,73
	5,33	12,974		
Paredes + Pav. ECS		0		
		2,6		0,00
				0,00
			TOTAL	16,53
Pontes térmicas lineares				
	Ψref (W/m.°C)		B (m)	Ψref.B (W/°C)
Fachada /pav.térreo + pav sobre ext ou ENU + cob + pav int + varanda	0,5		0,00	0
2 Paredes Verticais	0,4		2,60	1,04
Fachada com caixilharia e caixa de estore	0,2		22,20	4,44
			TOTAL	5,48
(Hext+Hecs)ref- Coeficiente de transferência de calor para EXT e ECS da Fracção Autónoma				(W/°C) TOTAL 22,01

Perdas por transmissão pela envolvente interior				
Paredes	Área (m ²)	Uref (W/m ² .°C)	btr (-)	btr.U.A (W/°C)
parede para lavandaria	4,97	0,80	0,8	3,18
porta para lavandaria	5,30	0,80	0,8	3,39
parede para c. esc	13,41	0,70	0,9	8,45
porta para c.esc	1,80	0,40	0,9	0,65
	0			
	25,48		TOTAL	15,67
Pavimentos sobre espaços não-úteis				
	0		0	0,00
	0		0	0,00
				0,00
	0		TOTAL	0,00
Coberturas Interiores				
				0,00
				0,00
				0,00
	0		TOTAL	0,00
Vãos envidraçados em contacto				
	0	0	0	0,00
				0,00
				0,00
	0		TOTAL	0,00
Pontes térmicas				
(paredes para ENU com btr>0,7)	Comp. B (m)	ψref (W/m.°C)	btr (-)	btr.ψ.B (W/°C)
parede com pav térreo e nível in termédio	0,00		0	0,00
	0,00		0	0,00
	0	0,00	0	0,00
	0	0,00	0	0,00
	0	0,00	0	0,00
	0		TOTAL	0,00
(Henu+Hadj)ref- Coeficiente de transferência de calor para ENU e edifícios adjacentes da Fracção Autónoma				(W/°C) TOTAL 15,67

Perdas por renovação de ar

Hvent =

0,6

< 0,6

168,66

34,41

Graus-dias no local (°C.dia)

1420

Qtr,i,ref	Htr,i,ref	37,67	$0,024 \times \text{GD} \times \text{Htr,i,ref}$	1283,93
Qve,i,ref			$0,024 \times \text{GD} \times \text{Hve,i,ref}$	1172,59
Qint			$0,72 \times 4 \times M \times \text{Ap}$	1195,68
Qgsol			$0,2\text{Ap} \times 0,182 \times \text{Gsul}$	306,96
Qgu,i,ref			$n_i (\text{Qint} + \text{Qsol})$	901,59

Nec. Nom. de Aquec. Máximas - Ni (kWh/m2.ano)**23,97**

Cálculo do Indicador Nic

Perdas térmicas associadas a:	(W/°C)
Hext (de FCIV.1a)	45,24
Hechs (de FCIV.1b)	0,00
Henu + Hadj (de FCIV.1b)	32,96

	=	
Htr - Coeficiente Global de Perdas por transmissão(W/°C)	78,20	
	+	
Hve- Coeficiente de transferência de calor por ventilação	34,41	
	=	
H - Coeficiente global de perdas	112,61	
	x	
Graus-dias no Local (°C.dia)	1420,00	
	x	
	0,024	
	=	
Necessidades Brutas de Aquecimento (kWh/ano)	3837,72	
	-	
Ganhos Totais Úteis (kWh/ano) (de FCIV.1e)	1865,00	
	=	
Necessidades de Aquecimento (kWh/ano)	1972,72	
	/	
Área Útil de Pavimento (m2)	64,87	
	=	
Nec. Nominais de Aquecimento - Nic (kWh/m2.ano)	30,41	
	≤	
Nec. Nominais de Aquec. Máximas - Ni (kWh/m2.ano)	23,97	

Não verifica

K.O.

Nic/Ni = 126,87%

Perdas

Perdas associadas às paredes exteriores (U.A)	(FCIV.1a)	19,34	(W/°C)
		+	
Perdas associadas aos pavimentos exteriores (U.A)	(FCIV.1a)	0,00	(W/°C)
		+	
Perdas associadas às coberturas exteriores (U.A)	(FCV.1a)	0,00	(W/°C)
		+	
Perdas associadas aos envidraçados exteriores (U.A)	(FCV.1a)	19,03	(W/°C)
		+	
Perdas térmicas lineares associadas à parede ext (ψ ,B)	(FCV.1a)	6,87	(W/°C)
Hext- Coeficiente de transferência de calor pela envolvente exterior da Fração Autónoma		TOTAL	45,24 (W/°C)
Hext- Coeficiente de transferência de calor pela envolvente ECS da Fração Autónoma		TOTAL	0,00 (W/°C)
Perdas associadas às paredes para ENU (U.A.btr)	(FCIV.1b)	32,96	(W/°C)
		+	
Perdas associadas aos pavimentos para ENU (U.A.btr)	(FCIV.1b)	0,00	(W/°C)
		+	
Perdas associadas às coberturas para ENU (U.A.btr)	(FCV.1b)	0,00	(W/°C)
		+	
Perdas associadas aos envidraçados para ENU (U.A.btr)	(FCIV.1b)	0,00	(W/°C)
		+	
Perdas térmicas lineares associadas à parede para ENU(ψ ,B.btr)	(FCIV.1b)	0,00	(W/°C)
Henu- Coeficiente de transferência de calor pela envolvente interior da Fração Autónoma		TOTAL	32,96 (W/°C)
H - Coeficiente global de perdas por transmissão da FA		TOTAL	78,20 (W/°C)
Hve - Coeficiente de perdas por ventilação da FA		TOTAL	34,41 (W/°C)
		=	
Perdas específicas totais	(Q1a)	112,61	(W/°C)

Temperatura interior de referência		25	(°C)
		-	
Temperatura média do ar exterior na estação de arrefecimento (Quadro III.9)		20,9	(°C)
		=	
Diferença de temperatura interior-exterior		4,1	
		x	
Perdas específicas totais	(Q1a)	112,61	(W/°C)
		x	
		2,928	
		=	
Perdas térmicas totais	(Q1b)	1351,88	(kWh)

Perdas associadas a Coberturas e Envidraçados Exteriores (Verão)

Perdas associadas às coberturas exteriores

Coberturas exteriores	Área (m ²)	U (W/m ² °C)	U.A (W/°C)
Cobertura			0,00
			0,00
			0,00
TOTAL			0,00

Perdas associadas aos envidraçados exteriores

Envidraçados Exteriores	Área (m ²)	U (W/m ² °C)	U.A (W/°C)
Verticais:			0,00
Quarto	5,55	3,57	19,81
Quarto	5,55	3,57	33,42
Quarto	9,36	3,57	19,60
Casa de Banho	5,49	3,57	18,06
Cozinha	5,06	3,57	0,00
			0,00
Horizontais:			0,00
			0,00
			0,00
			0,00
			0,00
			0,00
TOTAL			90,89

Ganhos Solares pela Envolvente Opaca exterior

POR ORIENTAÇÃO E HORIZONTAL (inclui paredes e cobertura)

	Quarto S	Quarto S	Quarto W	WC W	Cozinha S				
Orientação									
Área, A (m ²)	5,55	5,55	9,36	5,49	5,06	0	0	0	
	x	x	x	x	x	x	x	x	
U (W/m ² °C)	3,27	3,27	3,27	3,27	3,27	0	0	0	
	x	x	x	x	x	x	x	x	
Coefficiente de absorção, α (Quadro V.5)	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4				
	x	x	x	x	x	x	x	x	
Int. de rad. solar na estação de arrefec. (kWh/m ²) (Quadro III.9)	350	350	490	350	350				
	x	x	x	x	x	x	x	x	
	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0
	x	x	x	x	x	x	x	x	
Factor de sombreamento - opcional	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1
	=	=	=	=	=	=	=	=	
Ganhos Solares pela Envolvente Opaca Exterior	101,63	101,63	239,96	100,53	92,66	0,00	0,00	0,00	0

Ganhos Solares pelos Envidraçados Exteriores

	POR ORIENTAÇÃO E HORIZONTAL					
Orientação	Quarto S	Quarto S	Quarto W	WC W	Cozinha S	
Área, A (m ²)	5,55	5,55	9,36	5,49	5,06	
	x	x	x	x	x	
Factor solar do vão envidraçado	0,314	0,314	0,348	0,314	0,314	
	x	x	x	x	x	
Fracção envidraçada, Fg (Quadro IV.5)	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	
	x	x	x	x	x	
Factor de obstrução, Fs	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	
	x	x	x	x	x	
Int. de rad. solar na estação de arrefec. (kWh/m ²) (Quadro III.9)	425	425	490	490	425	
	=	=	=	=	=	
Ganhos Solares pelos Vãos Envidraçados Exteriores	399,95	399,95	861,88	456,13	364,64	0

Ganhos Internos

Ganhos Internos médios (W/m ²) (Quadro IV.3)	4	
	x	
Área Útil de Pavimento (m ²)	64,87	
	x	
	2,928	
	=	
Ganhos internos Totais	759,76	(KWh)

Ganhos Totais na estação de arrefecimento (verão)

Ganhos Solares pelos Vãos Envidraçados Exteriores (FCV.1d)	2482,55	(KWh)
	+	
Ganhos Solares pela Envolvente Opaca Exterior (FCV.1c)	636,42	(KWh)
	+	
Ganhos internos (FCV.1e)	759,76	(KWh)
	=	
Ganhos Térmicos Totais	3878,72	(KWh)

Valor das Necessidades Nominais de Arrefecimento (Nvc)

Ganhos Térmicos Totais (FCV.1f)		3878,72	(kWh)
		/	
Perdas Térmicas Totais (FCV.1a)		1351,88	(kWh)
		=	
Relação Ganhos-Perdas	γ	2,869	
Inércia do edifício	(In. Fraca=1; In. Média=2; In. Forte=3)	forte	
a=		a = 4,200	

Cálculo intermédio:

a = 1,8
 $\gamma = 1$ $\eta = 0,642857$
 $\gamma \neq 1$ $\eta = 0,312603$

		1	
		-	
Factor de utilização dos ganhos, η (Gráfico IV.1)		0,313	
		=	
		0,687	
		x	
Ganhos Térmicos Totais (FCV.1f)		3878,72	(kWh)
		=	
Necessidades Brutas de Arrefecimento		2666,22	(kWh/ano)
		/	
Área Útil de Pavimento (m²)		64,87	
		=	
Necessidades Nominais de Arrefecimento - Nvc		41,10	(kWh/m ² .ano)
		≤	
Necessidades Nominais de Arref. Máximas - Nv (Nº2 do Artigo 15º)		9,13	(kWh/m ² .ano)

Factor de utilização dos ganhos, η (Gráfico IV.1)			
Ganhos Térmicos Totais (FCV.1f)			
Necessidades Brutas de Arrefecimento			
Área Útil de Pavimento (m²)			
Necessidades Nominais de Arrefecimento - Nvc			

Não verifica **K.O.**
 Nvc/Nv (%) = 450,06

Cálculo das necessidades de energia para preparação de água quente

Nº de ocupantes (Quadro VI.1)	3
Consumo médio diário de referência de AQS (M_{AQS}) (edifícios residenciais - 40 litros/ocupante)	120,00
Aumento de temperatura necessário (ΔT) (considerar igual a 35°C)	35
Número anual de dias de consumo (n_d) (Quadro VI.2)	365
Energia despendida com sistemas convencionais (Q_a)	1782,90

Ntc

Nic=	30,41	Fpu=	2,5	n=	1
Nvc=	41,10	Fpu=	0	n=	2,8
Qa=	1782,96	Fpu=	2,5	n=	0,95
Wvm=		Fpu=		n=	
Eren=		Fpu=			

δ | 1

Nt

Ni=	23,97
Nv=	9,13
Qa=	1782,96

$$\begin{array}{r}
 \text{Ntc} = \text{Nic.Fpu/n} + \text{Nvc.Fpu/n} + \text{Qa/Ap.Fpu/n} + \text{Wvm/Ap}^*\text{Fpu} - \text{Eren.Fpu/Ap} \\
 \text{Ntc} = 76,03 + 0,00 + 72,33 + 0,00 - 0,00 =
 \end{array}$$

$$\begin{array}{r}
 \text{Nt} = \text{Ni.Fpu/n} + \text{Nv.Fpu/n} + \text{Qa/Ap.Fpu/n} \\
 \text{Nt} = 59,93 + 8,15 + 31,96 =
 \end{array}$$

$$R = \text{Ntc} / \text{Nt} = 1,48$$

TIPOLOGIA CORRENTE – ANTES DA INTERVENÇÃO

Dados Climáticos

Localização: altitude m

Zona climática: Inverno

Zref m

Dados climáticos de inverno

Mref meses a M meses

Gdref °C.dia a GD °C.dia

Gsul kWh/m2/mês

Dados climáticos de verão

text,v ref °C a text,v °C

Isol kWh/m2

N

NE

E

SE

S

SW

W

NW

HOR

Perdas associadas à Envolvente Exterior e em Contacto com o Solo

Paredes Exteriores	Área (m ²)	U (W/m ² .°C)	U.A (W/°C)
Quarto	14,74	3,27	48,20
Quarto	5,68	3,27	18,57
Quarto	12,46	3,27	40,74
Casa de Banho	8,58	3,27	28,06
Sala	5,68	3,27	18,57
Caixa de estores	1,62	4,25	6,89
	48,76	TOTAL	161,03

Pavimentos Exteriores	Área (m ²)	U (W/m ² .°C)	U.A (W/°C)
	0	0	0,00
			0,00
			0,00
	0	TOTAL	0,00

Coberturas Exteriores	Área (m ²)	U (W/m ² .°C)	U.A (W/°C)
	0	TOTAL	0,00

Vãos envidraçados exteriores	Área (m ²)	U (W/m ² .°C)	U.A (W/°C)
Verticais:			0,00
Quarto	1,44	3,57	5,14
Quarto	1,44	3,57	5,14
Casa de Banho	0,49	3,57	1,75
Cozinha	1,96	3,57	7,00
Lavandária	3,45	3,57	12,32
Horizontais:			0,00
			0,00
			0,00
	8,78	TOTAL	31,34

Pontes térmicas lineares	Comp. B (m)	ψ (W/m.°C)	ψ.B (W/°C)
Ligações entre:			
Fachada com os pavimentos térreos			0,00
Fachada com os pavimentos ext ou sobre ENU			0,00
Fachada com pavimentos intermédios			0,00
Fachada com cobertura inclinada ou terraço			0,00
Fachada com varanda			0,00
Duas paredes verticais	5,20	0,4	2,08
Fachada com caixa de estores	9,20	0,3	2,76
Fachada com caixilharia	23,20	0,25	5,80
Outras			0,00
	37,60	TOTAL	10,64

Hext - Coeficiente de transferência de calor pela envolvente exterior

da Fração Autónoma

(W/°C) **TOTAL 203,02**

Pavimentos em contacto com o solo	Área (m ²)	U _{bf} (W/m ² .°C)	U _{bf} .A (W/°C)
pav. Enterrado			
pav. Térreo			
	0	TOTAL	0,00

Paredes em contacto com o solo	Z (m)	P (m)	Área (m ²)	U _{bw} (W/m ² .°C)	U _{bw} .A (W/°C)
parede enterrada					
pilar enterrado					
			0,00	TOTAL	0,00

Hecs - Coeficiente de transferência de calor pela envolvente em contacto com o solo

da Fração Autónoma

(W/°C) **TOTAL 0,00**

Perdas associadas à Envolvente para ENU e edifícios adjacentes

Paredes em contacto com espaços não-úteis ou edifícios adjacentes	Área (m²)	U (W/m².°C)	btr (-)	btr.U.A (W/°C)
parede para lavandaria	6,63	1,47	0,8	7,80
porta para lavandaria	4,00	1,60	0,8	5,12
parede para c. esc	15,86	1,47	0,9	20,98
porta para c.esc	1,80	1,60	0,9	2,59
	28,29		TOTAL	36,49

Pavimentos sobre espaços não-úteis	Área (m²)	U (W/m².°C)	btr (-)	btr.U.A (W/°C)
	0	0	0	0,00
	0	0	0	0,00
				0,00
	0		TOTAL	0,00

Coberturas Interiores (tectos sob espaços não-úteis)	Área (m²)	U (W/m².°C)	btr (-)	btr.U.A (W/°C)
				0,00
				0,00
				0,00
	0		TOTAL	0,00

Vãos envidraçados em contacto com espaços não-úteis	Área (m²)	U (W/m².°C)	btr (-)	btr.U.A (W/°C)
				0,00
				0,00
				0,00
	0		TOTAL	0,00

Pontes térmicas (apenas para paredes de separação para espaços não-úteis com btr>0,7)	Comp. B (m)	ψ (W/m.°C)	btr (-)	btr.ψ.B (W/°C)
				0,00
				0,00
				0,00
				0,00
				0,00
				0,00
	0		TOTAL	0,00

Henu+Hadj - Coeficiente de transferência de calor para ENU e edifícios adjacentes da Fração Autónoma

(W/°C) TOTAL 36,49

Perdas associadas à Renovação de Ar

Área Útil de Pavimento	<input type="text" value="72,03"/>	(m ²)
Pé-direito médio	<input type="text" value="2,6"/>	(m)
	=	
Volume interior (V)	<input type="text" value="187,28"/>	(m ³)

Volume	<input type="text" value="187,28"/>	
	x	
Taxa de Renovação Nominal	<input type="text" value="0,6"/>	Calcular
	x	
	<input type="text" value="1"/>	(1-bve)
	x	
	<input type="text" value="0,34"/>	
Hve- Coeficiente de transferência de calor por ven da Fração Autónoma	=	
TOTAL	<input type="text" value="38,20"/>	(W/°C)

Ganhos Úteis na Estação de Aquecimento (Inverno)

Ganhos Solares:

Orientação do vão envidraçado	Tipo (simples ou duplo)	Área A (m ²)	Factor de orientação X (-)	Factor Solar do vidro g (-)	Factor de Obstrução Fs (-) Fh.Fo.Ff	Fracção Envidraçada Fg (-)	Factor de Sel. Angular Fw (-)	Área Efectiva Ae (m ²)
Quarto-S	S	1,44	1	0,765	0,405	0,6	0,9	0,24
Sala-S	S	2,16	1	0,765	0,405	0,6	0,9	0,36
Quarto-N	S	1,44	0,27	0,765	0,9	0,6	0,9	0,14
Quarto-N	S	1,44	0,27	0,765	0,9	0,6	0,9	0,14
								0,00
								0,00
								0,00
								0,00

6,48

Área efectiva total equivalente na orientação Sul (m²)

0,89

x

Radiação incidente num envidraçado a Sul (Gsol)

na zona **12** do Quadro III. 8 (Anexo III) - (kWh/m².mês)

130

x

Duração da estação de aquecimento - do Quadro III.1 (meses)

6,4

=

Gsol -Ganhos Solares Brutos (kWh/ano)

741,65

Ganhos Internos

Ganhos internos médios (Quadro IV.3)	4 (W/m ²)
	x
Duração da Estação de Aquecimento M	6,4 (meses)
	x
Área Útil de pavimento	72,03 (m ²)
	x
	0,72
	=
Gint - Ganhos Internos Brutos	1327,66 (kWh/ano)

Ganhos Úteis Totais:

$$\gamma = \frac{\text{Ganhos Solares Brutos} + \text{Ganhos Internos Brutos}}{\text{Necessidades Brutas de Aquecimento (da FC IV.2)}} = \frac{2069,30}{9464,59}$$

Inércia do edifício:

forte

a = **4,200**

$\gamma =$ **0,219**

(In. Fraca=1; In. Média=2; In. Forte=3)

Factor de Utilização dos Ganhos Térmicos

(η)

0,999

x

Ganhos Solares Brutos + Ganhos Internos Brutos

2069,30

=

Ganhos Úteis Totais (kWh/ano)

2066,58

Valor Máximo das Necessidades de Aquecimento (Ni)

Perdas por transmissão pela envolvente exterior e ECS						
	Uref (W/m ² .°C)		A m ²	Uref.A (W/°C)		
Paredes exteriores	0,4	0	48,76	19,50		
Coberturas exteriores			0	0,00		
Pavimentos exteriores			0	0,00		
Envidraçados exteriores Aenv	> 0,2*Ap	0,7	8,78	6,15		
	8,78	14,406				
Paredes + Pav. ECS		2,6		0,00		0,00
			TOTAL	25,65		
Pontes térmicas lineares						
	Ψref (W/m.°C)		B (m)	Ψref.B (W/°C)		
Fachada /pav.térreo + pav sobre ext ou ENU + cob + pav int + varanda	0,5		0,00	0		
2 Paredes Verticais	0,4		5,20	2,08		
Fachada com caixilharia e caixa de estore	0,2		32,40	6,48		
			TOTAL	8,56		
(Hext+Hecs)ref- Coeficiente de transferência de calor para EXT e ECS da Fracção Autónoma						TOTAL 34,21

Perdas por transmissão pela envolvente interior				
	Área (m ²)	Uref (W/m ² .°C)	btr (-)	btr.U.A (W/°C)
Paredes				
parede para lavandaria	6,63	0,80	0,8	4,24
porta para lavandaria	4,00	0,80	0,8	2,56
parede para c. esc	15,86	0,70	0,9	9,99
porta para c.esc	1,80	0,40	0,9	0,65
	0			
	28,29		TOTAL	17,44
Pavimentos sobre espaços não-úteis				
	0		0	0,00
	0		0	0,00
				0,00
	0		TOTAL	0,00
Coberturas Interiores				
				0,00
				0,00
				0,00
	0		TOTAL	0,00
Vãos envidraçados em contacto				
	0	0	0	0,00
				0,00
				0,00
	0		TOTAL	0,00
Pontes térmicas (paredes para ENU com btr>0,7)	Comp. B (m)	ψref (W/m.°C)	btr (-)	btr.ψ.B (W/°C)
parede com pav térreo e nível in termédio	0,00		0	0,00
	0,00		0	0,00
	0	0,00	0	0,00
	0	0,00	0	0,00
	0	0,00	0	0,00
	0		TOTAL	0,00
(Henu+Hadj)ref- Coeficiente de transferência de calor para ENU e edifícios adjacentes da Fracção Autónoma				TOTAL 17,44

Perdas por renovação de ar			
Hvent =	0,6	< 0,6	187,28
			38,20

Graus-dias no local (°C.dia) 1420

Qtr,i,ref	Htr,i.ref	51,65	$0,024 \times \text{GD} \times \text{Htr,i.ref}$	1760,33
Qve,i,ref			$0,024 \times \text{GD} \times \text{Hve,i,ref}$	1302,02
Qint			$0,72 \times 4 \times M \times \text{Ap}$	1327,66
Qgsol			$0,2\text{Ap} \times 0,182 \times \text{Gsol}$	340,85
Qgu,i,ref			$n_i (\text{Qint} + \text{Qsol})$	1001,10

Nec. Nom. de Aquec. Máximas - Ni (kWh/m2.ano) 28,62

Cálculo do Indicador Nic

Perdas térmicas associadas a:	(W/°C)
Hext (de FCIV.1a)	203,02
Heccs (de FCIV.1b)	0,00
Henu + Hadj (de FCIV.1b)	36,49

	=
Htr -Coeficiente Global de Perdas por transmissão(W/°C)	239,51
	+
Hve- Coeficiente de transferência de calor por ventilação	38,20
	=
H - Coeficiente global de perdas	277,72
	x
Graus-dias no Local (°C.dia)	1420,00
	x
	0,024
	=
Necessidades Brutas de Aquecimento (kWh/ano)	9464,59
	-
Ganhos Totais Úteis (kWh/ano) (de FCIV.1e)	2066,58
	=
Necessidades de Aquecimento (kWh/ano)	7398,01
	/
Área Útil de Pavimento (m2)	72,03
	=
Nec. Nominais de Aquecimento - Nic (kWh/m2.ano)	102,71
	≤
Nec. Nominais de Aquec. Máximas - Ni (kWh/m2.ano)	28,62

Não verifica

K.O.

Nic/Ni = 358,91%

Perdas

Perdas associadas às paredes exteriores (U.A)	(FCIV.1a)	161,03	(W/°C)
		+	
Perdas associadas aos pavimentos exteriores (U.A)	(FCIV.1a)	0,00	(W/°C)
		+	
Perdas associadas às coberturas exteriores (U.A)	(FCV.1a)	0,00	(W/°C)
		+	
Perdas associadas aos envidraçados exteriores (U.A)	(FCV.1a)	31,34	(W/°C)
		+	
Perdas térmicas lineares associadas à parede ext (ψ ,B)	(FCV.1a)	10,64	(W/°C)
Hext- Coeficiente de transferência de calor pela envolvente exterior da Fração Autónoma			
		TOTAL	203,02 (W/°C)
Hext- Coeficiente de transferência de calor pela envolvente ECS da Fração Autónoma			
		TOTAL	0,00 (W/°C)
Perdas associadas às paredes para ENU (U.A.btr)	(FCIV.1b)	36,49	(W/°C)
		+	
Perdas associadas aos pavimentos para ENU (U.A.btr)	(FCIV.1b)	0,00	(W/°C)
		+	
Perdas associadas às coberturas para ENU (U.A.btr)	(FCV.1b)	0,00	(W/°C)
		+	
Perdas associadas aos envidraçados para ENU (U.A.btr)	(FCIV.1b)	0,00	(W/°C)
		+	
Perdas térmicas lineares associadas à parede para ENU(ψ ,B.btr)	(FCIV.1b)	0,00	(W/°C)
Henu- Coeficiente de transferência de calor pela envolvente interior da Fração Autónoma			
		TOTAL	36,49 (W/°C)
H - Coeficiente global de perdas por transmissão da FA			
		TOTAL	239,51 (W/°C)
Hve - Coeficiente de perdas por ventilação da FA			
		TOTAL	38,20 (W/°C)
=			
Perdas específicas totais	(Q1a)	277,71	(W/°C)

Temperatura interior de referência		25	(°C)
		-	
Temperatura média do ar exterior na estação de arrefecimento (Quadro III.9)		20,9	(°C)
		=	
Diferença de temperatura interior-exterior		4,1	
		x	
Perdas específicas totais	(Q1a)	277,71	(W/°C)
		x	
		2,928	
		=	
Perdas térmicas totais	(Q1b)	3333,90	(kWh)

Perdas associadas a Coberturas e Envidraçados Exteriores (Verão)

Perdas associadas às coberturas exteriores

Coberturas exteriores	Área (m ²)	U (W/m ² °C)	U.A (W/°C)
Cobertura			0,00
			0,00
			0,00
TOTAL			0,00

Perdas associadas aos envidraçados exteriores

Envidraçados Exteriores	Área (m ²)	U (W/m ² °C)	U.A (W/°C)
Verticais:			0,00
Quarto	1,44	3,57	5,14
Quarto	1,44	3,57	5,14
Quarto	1,44	3,57	7,71
Sala	2,16	3,57	7,71
			0,00
Horizontais:			0,00
			0,00
			0,00
			0,00
			0,00
			0,00
TOTAL			25,70

Ganhos Solares pela Envolvente Opaca exterior

POR ORIENTAÇÃO E HORIZONTAL (inclui paredes e cobertura)

Orientação	Quarto- Sul	Sala-Sul	Quarto-Norte	Quarto- Norte	Quarto-W	Quarto-W	Casa de Banho-W	
Área, A (m ²)	5,64	5,68	5,58	6,36	6,1	9,1	8,58	0
	x	x	x	x	x	x	x	x
U (W/m ² °C)	3,27	3,27	3,27	3,27	3,27	3,27	3,27	0
	x	x	x	x	x	x	x	x
Coefficiente de absorção, α (Quadro V.5)	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	
	x	x	x	x	x	x	x	x
Int. de rad. solar na estação de arrefec. (kWh/m ²) (Quadro III.9)	425	425	220	220	490	490	490	
	x	x	x	x	x	x	x	x
	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04
	x	x	x	x	x	x	x	x
Factor de sombreamento - opcional	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
	=	=	=	=	=	=	=	=
Ganhos Solares pela Envolvente Opaca Exterior	125,41	126,30	64,23	73,21	156,38	233,29	219,96	0,00

Ganhos Solares pelos Envidraçados Exteriores						
POR ORIENTAÇÃO E HORIZONTAL						
Orientação	Quarto-S	Sala-S	Quarto-N	Quarto-N		
Área, A (m ²)	1,44	2,16	1,44	3,45		
	x	x	x	x	x	x
Factor solar do vão envidraçado	0,314	0,314	0,765	0,765		
	x	x	x	x	x	x
Fracção envidraçada, Fg (Quadro IV.5)	0,6	0,6	0,6	0,6		
	x	x	x	x	x	x
Factor de obstrução, Fs	0,9	0,9	0,9	0,9		
	x	x	x	x	x	x
Int. de rad. solar na estação de arrefec. (kWh/m ²) (Quadro III.9)	425	425	220	220		
	=	=	=	=	=	=
Ganhos Solares pelos Vãos Envidraçados Exteriores	103,77	155,66	130,87	313,54	0,00	0,00

Ganhos Internos

Ganhos Internos médios (W/m ²) (Quadro IV.3)	4	
	x	
Área Útil de Pavimento (m ²)	72,03	
	x	
	2,928	
	=	
Ganhos internos Totais	843,62	(KWh)

Ganhos Totais na estação de arrefecimento (verão)

Ganhos Solares pelos Vãos Envidraçados Exteriores (FCV.1d)	703,84	(KWh)
	+	
Ganhos Solares pela Envolvente Opaca Exterior (FCV.1c)	998,79	(KWh)
	+	
Ganhos internos (FCV.1e)	843,62	(KWh)
	=	
Ganhos Térmicos Totais	2546,24	(KWh)

Valor das Necessidades Nominais de Arrefecimento (Nvc)

Ganhos Térmicos Totais (FCV.1f)		2546,24	(kWh)
		/	
Perdas Térmicas Totais (FCV.1a)		3333,90	(kWh)
		=	
Relação Ganhos-Perdas	γ	0,764	
Inércia do edifício (In. Fraca=1; In. Média=2; In. Forte=3)		forte	
a=	a =	4,200	

Cálculo intermédio:

a =	1,8
$\gamma = 1$	$\eta = 0,642857$
$\gamma \neq 1$	$\eta = 0,725494$

		1	
		-	
Factor de utilização dos ganhos, η (Gráfico IV.1)		0,725	
		=	
		0,275	
		x	
Ganhos Térmicos Totais (FCV.1f)		2546,24	(kWh)
		=	
Necessidades Brutas de Arrefecimento		698,96	(kWh/ano)
		/	
Área Útil de Pavimento (m ²)		72,03	
		=	
Necessidades Nominais de Arrefecimento - Nvc		9,70	(kWh/m ² .ano)
		≤	
Necessidades Nominais de Arref. Máximas - Nv (Nº2 do Artigo 15º)		9,13	(kWh/m ² .ano)

Factor de utilização dos ganhos (Gráfico IV.1)
Ganhos Térmicos Totais (FCV.1f)
Necessidades Brutas de Arrefecimento
Área Útil de Pavimento (m ²)
Necessidades Nominais de Arrefecimento - Nvc

Não verifica

K.O.

Cálculo das necessidades de energia para preparação de água quente

Nº de ocupantes (Quadro VI.1)	4
Consumo médio diário de referência de AQS (M_{AQS}) (edifícios residenciais - 40 litros/ocupante)	160
Aumento de temperatura necessário (ΔT) (considerar igual a 35°C)	35
Número anual de dias de consumo (n_d) (Quadro VI.2)	36
Energia despendida com sistemas convencionais (Q_a)	2377

Ntc

Nic=	102,71	Fpu=	2,5	n=	1
Nvc=	9,70	Fpu=	0	n=	2,8
Qa=	2377,29	Fpu=	2,5	n=	0,95
Wvm=		Fpu=		n=	
Eren=		Fpu=			

δ | 1

Nt

Ni=	28,62
Nv=	9,13
Qa=	2377,29

$$Ntc = \frac{Nic \cdot Fpu}{n} + \frac{Nvc \cdot Fpu}{n} + \frac{Qa}{Ap \cdot Fpu} + \frac{Wvm}{Ap \cdot Fpu} - \frac{Eren \cdot Fpu}{Ap}$$

Ntc = 256,77 + 0,00 + 86,85 + 0,00 - 0,00 =

$$Nt = \frac{Ni \cdot Fpu}{n} + \frac{Nv \cdot Fpu}{n} + \frac{Qa}{Ap \cdot Fpu}$$

Nt = 71,54 + 8,15 + 38,38 =

$$R = \frac{Ntc}{Nt} = 2,91$$

TIPOLOGIA CORRENTE- APÓS INTERVENÇÃO

Dados Climáticos

Localização: altitude m

Zona climática: Inverno

Zref m

Dados climáticos de inverno

Mref meses a M meses

Gdref °C.dia a GD °C.dia

Gsul kWh/m2/mês

Dados climáticos de verão

text, v ref °C a text, v °C

Isol kWh/m2

N NE E SE S

SW W NW HOR

Perdas associadas à Envolvente Exterior e em Contacto com o Solo

Paredes Exteriores	Área (m ²)	U (W/m ² .°C)	U.A (W/°C)
Quarto	14,74	0,60	8,90
Quarto	5,68	0,60	3,43
Quarto	12,46	0,60	7,53
Casa de Banho	8,58	0,60	5,18
Sala	5,68	0,60	3,43
Caixa de estores	1,62	0,63	1,02
	48,76	TOTAL	29,49

Pavimentos Exteriores	Área (m ²)	U (W/m ² .°C)	U.A (W/°C)
	0	0	0,00
			0,00
			0,00
	0	TOTAL	0,00

Coberturas Exteriores	Área (m ²)	U (W/m ² .°C)	U.A (W/°C)
	0	TOTAL	0,00

Vãos envidraçados exteriores	Área (m ²)	U (W/m ² .°C)	U.A (W/°C)
Verticais:			0,00
Quarto	1,44	3,57	5,14
Quarto	1,44	3,57	5,14
Casa de Banho	0,49	3,57	1,75
Cozinha	1,96	3,57	7,00
Horizontais:			0,00
			0,00
			0,00
	5,33	TOTAL	19,03

Pontes térmicas lineares	Comp. B (m)	ψ (W/m.°C)	ψ.B (W/°C)
Ligações entre:			
Fachada com os pavimentos térreos			0,00
Fachada com os pavimentos ext ou sobre ENU			0,00
Fachada com pavimentos intermédios			0,00
Fachada com cobertura inclinada ou terraço			0,00
Fachada com varanda			0,00
Duas paredes verticais	5,20	0,4	2,08
Fachada com caixa de estores	9,20	0,3	2,76
Fachada com caixilharia	23,20	0,25	5,80
Outras			0,00
	37,60	TOTAL	10,64

Hext- Coeficiente de transferência de calor pela envolvente exterior

da Fracção Autónoma (W/°C) **TOTAL 59,16**

Pavimentos em contacto com o solo	Área (m ²)	U _{bf} (W/m ² .°C)	U _{bf} .A (W/°C)
pav. Enterrado			
pav. Térreo			
	0	TOTAL	0,00

Paredes em contacto com o solo	Z (m)	P (m)	Área (m ²)	U _{bw} (W/m ² .°C)	U _{bw} .A (W/°C)
parede enterrada					
pilar enterrado					
			0,00	TOTAL	0,00

Hecs - Coeficiente de transferência de calor pela envolvente em contacto com o solo

da Fracção Autónoma (W/°C) **TOTAL 0,00**

Perdas associadas à Envolvente para ENU e edifícios adjacentes

Paredes em contacto com espaços não-úteis ou edifícios adjacentes	Área (m²)	U (W/m².°C)	btr (-)	btr.U.A (W/°C)
parede para lavandaria	6,63	1,47	0,8	7,80
porta para lavandaria	4,00	1,60	0,8	5,12
parede para c. esc	15,86	1,47	0,9	20,98
porta para c.esc	1,80	1,60	0,9	2,59
	28,29		TOTAL	36,49

Pavimentos sobre espaços não-úteis	Área (m²)	U (W/m².°C)	btr (-)	btr.U.A (W/°C)
	0	0	0	0,00
	0	0	0	0,00
				0,00
	0		TOTAL	0,00

Coberturas Interiores (tectos sob espaços não-úteis)	Área (m²)	U (W/m².°C)	btr (-)	btr.U.A (W/°C)
				0,00
				0,00
				0,00
	0		TOTAL	0,00

Vãos envidraçados em contacto com espaços não-úteis	Área (m²)	U (W/m².°C)	btr (-)	btr.U.A (W/°C)
				0,00
				0,00
				0,00
	0		TOTAL	0,00

Pontes térmicas (apenas para paredes de separação para espaços não-úteis com btr>0,7)	Comp. B (m)	ψ (W/m.°C)	btr (-)	btr.ψ.B (W/°C)
				0,00
				0,00
				0,00
				0,00
				0,00
				0,00
	0		TOTAL	0,00

Henu+Hadj - Coeficiente de transferência de calor para ENU e edifícios adjacentes da Fracção Autónoma

(W/°C)

TOTAL 36,49

Perdas associadas à Renovação de Ar

Área Útil de Pavimento	<input style="width: 80%;" type="text" value="72,03"/>	(m ²)
Pé-direito médio	<input style="width: 80%;" type="text" value="2,6"/>	(m)
	=	
Volume interior (V)	<input style="width: 80%;" type="text" value="187,28"/>	(m ³)

Volume	<input style="width: 80%;" type="text" value="187,28"/>	
	x	
Taxa de Renovação Nominal	<input style="width: 80%;" type="text" value="0,6"/>	Calcular
	x	
	<input style="width: 80%;" type="text" value="1"/>	(1-bve)
	x	
	<input style="width: 80%;" type="text" value="0,34"/>	
Hve- Coeficiente de transferência de calor por ven da Fracção Autónoma	=	
TOTAL	<input style="width: 80%;" type="text" value="38,20"/>	(W/°C)

Ganhos Úteis na Estação de Aquecimento (Inverno)

Ganhos Solares:

Orientação do vão envidraçado	Tipo (simples ou duplo)	Área A (m ²)	Factor de orientação X (-)	Factor Solar do vidro g (-)	Factor de Obstrução Fs (-) Fh.Fo.Ff	Fracção Envidraçada Fg (-)	Factor de Sel. Angular Fw (-)	Área Efectiva Ae (m ²)
Quarto-S	S	1,44	1	0,765	0,405	0,6	0,9	0,24
Sala-S	S	2,16	1	0,765	0,405	0,6	0,9	0,36
Quarto-N	S	1,44	0,27	0,765	0,9	0,6	0,9	0,14
Quarto-N	S	1,44	0,27	0,765	0,9	0,6	0,9	0,14
								0,00
								0,00
								0,00
								0,00
		6,48						

Área efectiva total equivalente na orientação Sul (m ²)	0,89
	x
Radiação incidente num envidraçado a Sul (G _{sul}) na zona 12 do Quadro III. 8 (Anexo III) - (kWh/m ² .mês)	130
	x
Duração da estação de aquecimento - do Quadro III.1 (meses)	6,4
	=
Gsol -Ganhos Solares Brutos (kWh/ano)	741,65

Ganhos Internos

Ganhos internos médios (Quadro IV.3)	4	(W/m ²)
	x	
Duração da Estação de Aquecimento M	6,4	(meses)
	x	
Área Útil de pavimento	72,03	(m ²)
	x	
	0,72	
	=	
Gint - Ganhos Internos Brutos	1327,66	(kWh/ano)

Ganhos Úteis Totais:

$\gamma = \frac{\text{Ganhos Solares Brutos} + \text{Ganhos Internos Brutos}}{\text{Necessidades Brutas de Aquecimento (da FC IV.2)}}$	2069,30	
	4561,84	
Inércia do edifício: forte	a = 4,200	$\gamma =$ 0,454
<i>(In. Fraca=1; In. Média=2; In. Forte=3)</i>		
Factor de Utilização dos Ganhos Térmicos (η)	0,980	
	x	
Ganhos Solares Brutos + Ganhos Internos Brutos	2069,30	
	=	
Ganhos Úteis Totais (kWh/ano)	2027,75	

Valor Máximo das Necessidades de Aquecimento (Ni)

Perdas por transmissão pela envolvente exterior e ECS				
	Uref (W/m ² .°C)		A m ²	Uref.A (W/°C)
Paredes exteriores	0,4	0	48,76	19,50
Coberturas exteriores			0	0,00
Pavimentos exteriores			0	0,00
Envidraçados exteriores Aenv	> 0,2*Ap	0,7	5,33	3,73
	5,33	14,406		
Paredes + Pav. ECS		2,6		0,00
			TOTAL	23,24
	Ψref (W/m.°C)		B (m)	Ψref.B (W/°C)
Pontes térmicas lineares				
Fachada /pav.térreo + pav sobre ext ou ENU + cob + pav int + varanda	0,5		0,00	0
2 Paredes Verticais	0,4		5,20	2,08
Fachada com caixilharia e caixa de estore	0,2		32,40	6,48
			TOTAL	8,56
(Hext+Hecs)ref- Coeficiente de transferência de calor para EXT e ECS da Fracção Autónoma				TOTAL 31,80

Perdas por transmissão pela envolvente interior				
	Área (m ²)	Uref (W/m ² .°C)	btr (-)	btr.U.A (W/°C)
Paredes				
parede para lavandaria	6,63	0,80	0,8	4,24
porta para lavandaria	4,00	0,80	0,8	2,56
parede para c. esc	15,86	0,70	0,9	9,99
porta para c.esc	1,80	0,40	0,9	0,65
	0			
	28,29		TOTAL	17,44
Pavimentos sobre espaços não-úteis				
	0		0	0,00
	0		0	0,00
				0,00
	0		TOTAL	0,00
Coberturas Interiores				
				0,00
				0,00
				0,00
	0		TOTAL	0,00
Vãos envidraçados em contacto				
	0	0	0	0,00
				0,00
				0,00
	0		TOTAL	0,00
Pontes térmicas (paredes para ENU com btr>0,7)	Comp. B (m)	ψref (W/m.°C)	btr (-)	btr.ψ.B (W/°C)
parede com pav térreo e nível in termédio	0,00		0	0,00
	0,00		0	0,00
	0	0,00	0	0,00
	0	0,00	0	0,00
	0	0,00	0	0,00
	0		TOTAL	0,00
(Henu+Hadj)ref- Coeficiente de transferência de calor para ENU e edifícios adjacentes da Fracção Autónoma				TOTAL 17,44

Perdas por renovação de ar			
Hvent =	0,6	< 0,6	187,28
			38,20

Graus-dias no local (°C.dia) 1420

Qtr,i,ref	Htr,i.ref	49,24	$0,024 \times \text{GD} \times \text{Htr,i.ref}$	1678,03
Qve,i,ref			$0,024 \times \text{GD} \times \text{Hve,i,ref}$	1302,02
Qint			$0,72 \times 4 \times M \times \text{Ap}$	1327,66
Qgsol			$0,2\text{Ap} \times 0,182 \times \text{Gsul}$	340,85
Qgu,i,ref			$n_i (\text{Qint} + \text{Qsol})$	1001,10

Nec. Nom. de Aquec. Máximas - Ni (kWh/m2.ano) 27,47

Cálculo do Indicador Nic

Perdas térmicas associadas a:	(W/°C)
Hext (de FCIV.1a)	59,16
Hechs (de FCIV.1b)	0,00
Henu + Hadj (de FCIV.1b)	36,49

	=	
Htr -Coeficiente Global de Perdas por transmissão(W/°C)	95,65	
	+	
Hve- Coeficiente de transferência de calor por ventilação	38,20	
	=	
H - Coeficiente global de perdas	133,86	
	x	
Graus-dias no Local (°C.dia)	1420,00	
	x	
	0,024	
	=	
Necessidades Brutas de Aquecimento (kWh/ano)	4561,84	
	-	
Ganhos Totais Úteis (kWh/ano) (de FCIV.1e)	2027,75	
	=	
Necessidades de Aquecimento (kWh/ano)	2534,08	
	/	
Área Útil de Pavimento (m2)	72,03	
	=	
Nec. Nominais de Aquecimento - Nic (kWh/m2.ano)	35,18	
	≤	
Nec. Nominais de Aquec. Máximas - Ni (kWh/m2.ano)	27,47	

Não verifica

K.O.

Nic/Ni = 128,05%

Perdas

Perdas associadas às paredes exteriores (U.A)	(FCIV.1a)	29,49	(W/°C)
		+	
Perdas associadas aos pavimentos exteriores (U.A)	(FCIV.1a)	0,00	(W/°C)
		+	
Perdas associadas às coberturas exteriores (U.A)	(FCV.1a)	0,00	(W/°C)
		+	
Perdas associadas aos envidraçados exteriores (U.A)	(FCV.1a)	19,03	(W/°C)
		+	
Perdas térmicas lineares associadas à parede ext (ψ ,B)	(FCV.1a)	10,64	(W/°C)
Hext- Coeficiente de transferência de calor pela envolvente exterior da Fração Autónoma			
		TOTAL	59,16 (W/°C)
Hext- Coeficiente de transferência de calor pela envolvente ECS da Fração Autónoma			
		TOTAL	0,00 (W/°C)
Perdas associadas às paredes para ENU (U.A.btr)	(FCIV.1b)	36,49	(W/°C)
		+	
Perdas associadas aos pavimentos para ENU (U.A.btr)	(FCIV.1b)	0,00	(W/°C)
		+	
Perdas associadas às coberturas para ENU (U.A.btr)	(FCV.1b)	0,00	(W/°C)
		+	
Perdas associadas aos envidraçados para ENU (U.A.btr)	(FCIV.1b)	0,00	(W/°C)
		+	
Perdas térmicas lineares associadas à parede para ENU(ψ ,B.btr)	(FCIV.1b)	0,00	(W/°C)
Henu- Coeficiente de transferência de calor pela envolvente interior da Fração Autónoma			
		TOTAL	36,49 (W/°C)
H - Coeficiente global de perdas por transmissão da FA			
		TOTAL	95,65 (W/°C)
Hve - Coeficiente de perdas por ventilação da FA			
		TOTAL	38,20 (W/°C)
=			
Perdas específicas totais	(Q1a)	133,86	(W/°C)

Temperatura interior de referência		25	(°C)
		-	
Temperatura média do ar exterior na estação de arrefecimento (Quadro III.9)		20,9	(°C)
		=	
Diferença de temperatura interior-exterior		4,1	
		x	
Perdas específicas totais	(Q1a)	133,86	(W/°C)
		x	
		2,928	
		=	
Perdas térmicas totais	(Q1b)	1606,93	(kWh)

Perdas associadas a Coberturas e Envidraçados Exteriores (Verão)

Perdas associadas às coberturas exteriores

Coberturas exteriores	Área (m ²)	U (W/m ² °C)	U.A (W/°C)
Cobertura			0,00
			0,00
			0,00
TOTAL			0,00

Perdas associadas aos envidraçados exteriores

Envidraçados Exteriores	Área (m ²)	U (W/m ² °C)	U.A (W/°C)
Verticais:			0,00
Quarto	1,44	3,57	5,14
Quarto	1,44	3,57	5,14
Quarto	1,44	3,57	7,71
Sala	2,16	3,57	7,71
			0,00
Horizontais:			0,00
			0,00
			0,00
			0,00
			0,00
			0,00
TOTAL			25,70

Ganhos Solares pela Envolvente Opaca exterior

POR ORIENTAÇÃO E HORIZONTAL (inclui paredes e cobertura)

Orientação	Quarto- Sul	Sala-Sul	Quarto-Norte	Quarto- Norte	Quarto-W	Quarto-W	Casa de Banho-W	
Área, A (m ²)	5,64	5,68	5,58	6,36	6,1	9,1	8,58	0
	x	x	x	x	x	x	x	x
U (W/m ² °C)	3,27	3,27	3,27	3,27	3,27	3,27	3,27	0
	x	x	x	x	x	x	x	x
Coefficiente de absorção, α (Quadro V.5)	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	
	x	x	x	x	x	x	x	x
Int. de rad. solar na estação de arrefec. (kWh/m ²) (Quadro III.9)	425	425	220	220	490	490	490	
	x	x	x	x	x	x	x	x
	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04
	x	x	x	x	x	x	x	x
Factor de sombreamento - opcional	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
	=	=	=	=	=	=	=	=
Ganhos Solares pela Envolvente Opaca Exterior	125,41	126,30	64,23	73,21	156,38	233,29	219,96	0,00

Ganhos Solares pelos Envidraçados Exteriores

POR ORIENTAÇÃO E HORIZONTAL

Orientação	Quarto-S	Sala-S	Quarto-N	Quarto-N		
Área, A (m ²)	1,44	2,16	1,44	3,45		
	x	x	x	x	x	x
Factor solar do vão envidraçado	0,314	0,314	0,765	0,765		
	x	x	x	x	x	x
Fracção envidraçada, Fg (Quadro IV.5)	0,6	0,6	0,6	0,6		
	x	x	x	x	x	x
Factor de obstrução, Fs	0,9	0,9	0,9	0,9		
	x	x	x	x	x	x
Int. de rad. solar na estação de arrefec. (kWh/m ²) (Quadro III.9)	425	425	220	220		
	=	=	=	=	=	=
Ganhos Solares pelos Vãos Envidraçados Exteriores	103,77	155,66	130,87	313,54	0,00	0,00

Ganhos Internos

Ganhos Internos médios (W/m ²) (Quadro IV.3)	4	
	x	
Área Útil de Pavimento (m ²)	72,03	
	x	
	2,928	
	=	
Ganhos internos Totais	843,62	(KWh)

Ganhos Totais na estação de arrefecimento (verão)

Ganhos Solares pelos Vãos Envidraçados Exteriores (FCV.1d)	703,84	(KWh)
	+	
Ganhos Solares pela Envolvente Opaca Exterior (FCV.1c)	998,79	(KWh)
	+	
Ganhos internos (FCV.1e)	843,62	(KWh)
	=	
Ganhos Térmicos Totais	2546,24	(KWh)

Valor das Necessidades Nominais de Arrefecimento (Nvc)

Ganhos Térmicos Totais (FCV.1f)		2546,24	(kWh)
		/	
Perdas Térmicas Totais (FCV.1a)		1606,93	(kWh)
		=	
Relação Ganhos-Perdas	γ	1,585	
Inércia do edifício (In. Fraca=1; In. Média=2; In. Forte=3)		forte	
a=		a = 4,200	

Cálculo intermédio:

	a =	1,8
$\gamma = 1$	$\eta =$	0,642857
$\gamma \neq 1$	$\eta =$	0,490753

		1	
		-	
Factor de utilização dos ganhos, η (Gráfico IV.1)		0,491	
		=	
		0,509	
		x	
Ganhos Térmicos Totais (FCV.1f)		2546,24	(kWh)
		=	
Necessidades Brutas de Arrefecimento		1296,67	(kWh/ano)
		/	
Área Útil de Pavimento (m²)		72,03	
		=	
Necessidades Nominais de Arrefecimento - Nvc		18,00	(kWh/m ² .ano)
		≤	
Necessidades Nominais de Arref. Máximas - Nv (Nº2 do Artigo 15º)		9,13	(kWh/m ² .ano)

Factor de utilização dos ganhos (Gráfico IV.1)			
Ganhos Térmicos Totais (FCV.1f)			
Necessidades Brutas de Arrefecimento			
Área Útil de Pavimento (m²)			
Necessidades Nominais de Arrefecimento - Nvc			

Não verifica **K.O.**
Nvc/Nv (%) = 197,12

Cálculo das necessidades de energia para preparação de água quente

Nº de ocupantes (Quadro VI.1)	4
Consumo médio diário de referência de AQS (M_{AQS}) <i>(edifícios residenciais - 40 litros/ocupante)</i>	160
Aumento de temperatura necessário (ΔT) <i>(considerar igual a 35°C)</i>	35
Número anual de dias de consumo (n_d) <i>(Quadro VI.2)</i>	36
Energia despendida com sistemas convencionais (Q_a)	2377

Ntc

Nic= 35,18	Fpu= 2,5	n= 1
Nvc= 18,00	Fpu= 0	n= 2,8
Qa= 2377,29	Fpu= 2,5	n= 0,95
Wvm=	Fpu=	n=
Eren=	Fpu=	

δ | 1

Nt

Ni= 27,47
Nv= 9,13
Qa= 2377,29

$$Ntc = \frac{Nic \cdot Fpu}{n} + \frac{Nvc \cdot Fpu}{n} + \frac{Qa}{Ap \cdot Fpu} + \frac{Wvm}{Ap \cdot Fpu} - \frac{Eren \cdot Fpu}{Ap}$$

Ntc = 87,95 + 0,00 + 86,85 + 0,00 - 0,00 =

$$Nt = \frac{Ni \cdot Fpu}{n} + \frac{Nv \cdot Fpu}{n} + \frac{Qa}{Ap \cdot Fpu}$$

Nt = 68,68 + 8,15 + 38,38 =

$$R = \frac{Ntc}{Nt} = 1,52$$

TIPOLOGIA ÂNGULO- ANTES DE INTERVENÇÃO

Dados Climáticos

Localização: altitude m

Zona climática:
Inverno

Zref m

Dados climáticos de inverno

Mref meses a M meses

Gdref °C.dia a GD °C.dia

Gsol kWh/m2/mês

Dados climáticos de verão

text,v ref °C a text,v °C

Isol kWh/m2

N

NE

E

SE

S

SW

W

NW

HOR

Perdas associadas à Envolvente Exterior e em Contacto com o Solo

Paredes Exteriores	Área (m ²)	U (W/m ² .°C)	U.A (W/°C)
Quarto	15,33	3,27	50,13
Quarto	6,36	3,27	20,80
Sala	5,51	3,27	18,02
Casa de Banho	5,20	3,27	17,00
Caixa de estores	2,53	4,35	11,01
	34,93	TOTAL	116,95

Pavimentos Exteriores	Área (m ²)	U (W/m ² .°C)	U.A (W/°C)
	0	0	0,00
			0,00
			0,00
	0	TOTAL	0,00

Coberturas Exteriores	Área (m ²)	U (W/m ² .°C)	U.A (W/°C)
	0	TOTAL	0,00

Vãos envidraçados exteriores	Área (m ²)	U (W/m ² .°C)	U.A (W/°C)
Verticais:			0,00
Quarto	1,44	3,57	5,14
Quarto	1,44	3,57	5,14
Sala	2,16	3,57	7,71
Horizontais:			0,00
			0,00
			0,00
	5,04	TOTAL	17,99

Pontes térmicas lineares	Comp. B (m)	ψ (W/m.°C)	ψ.B (W/°C)
Ligações entre:			
Fachada com os pavimentos térreos			0,00
Fachada com os pavimentos ext ou sobre ENU			0,00
Fachada com pavimentos intermédios			0,00
Fachada com cobertura inclinada ou terraço			0,00
Fachada com varanda			0,00
Dois paredes verticais	5,20	0,4	2,08
Fachada com caixa de estores	7,10	0,3	2,13
Fachada com caixilharia	24,20	0,25	6,05
Outras			0,00
	36,50	TOTAL	10,26

Hext- Coeficiente de transferência de calor pela envolvente exterior

da Fracção Autónoma (W/°C) **TOTAL 145,21**

Pavimentos em contacto com o solo	Área (m ²)	U _{bf} (W/m ² .°C)	U _{bf} .A (W/°C)
pav. Enterrado			
pav. Térreo			
	0	TOTAL	0,00

Paredes em contacto com o solo	Z (m)	P (m)	Área (m ²)	U _{bw} (W/m ² .°C)	U _{bw} .A (W/°C)
parede enterrada					
pilar enterrado					
			0,00	TOTAL	0,00

Hecs - Coeficiente de transferência de calor pela envolvente em contacto com o solo

da Fracção Autónoma (W/°C) **TOTAL 0,00**

Perdas associadas à Envolvente para ENU e edifícios adjacentes

Paredes em contacto com espaços não-úteis ou edifícios adjacentes	Área (m²)	U (W/m².°C)	btr (-)	btr.U.A (W/°C)
parede para lavandaria	7,28	1,47	0,8	8,56
porta para lavandaria	1,80	1,60	0,8	2,30
parede para c. esc	18,33	1,47	0,9	24,25
porta para c.esc	4,00	1,60	0,9	5,76
	31,41		TOTAL	40,88

Pavimentos sobre espaços não-úteis	Área (m²)	U (W/m².°C)	btr (-)	btr.U.A (W/°C)
	0	0	0	0,00
	0	0	0	0,00
				0,00
	0		TOTAL	0,00

Coberturas Interiores (tectos sob espaços não-úteis)	Área (m²)	U (W/m².°C)	btr (-)	btr.U.A (W/°C)
				0,00
				0,00
				0,00
	0		TOTAL	0,00

Vãos envidraçados em contacto com espaços não-úteis	Área (m²)	U (W/m².°C)	btr (-)	btr.U.A (W/°C)
				0,00
				0,00
				0,00
	0		TOTAL	0,00

Pontes térmicas (apenas para paredes de separação para espaços não-úteis com btr>0,7)	Comp. B (m)	ψ (W/m.°C)	btr (-)	btr.ψ.B (W/°C)
				0,00
				0,00
				0,00
				0,00
				0,00
				0,00
	0		TOTAL	0,00

Henu+Hadj - Coeficiente de transferência de calor para ENU e edifícios adjacentes da Fração Autónoma

(W/°C)

TOTAL 40,88

Perdas associadas à Renovação de Ar

Área Útil de Pavimento	<input type="text" value="72,29"/>	(m ²)
Pé-direito médio	<input type="text" value="2,6"/>	(m)
	=	
Volume interior (V)	<input type="text" value="187,95"/>	(m ³)

Volume	<input type="text" value="187,95"/>	
	x	
Taxa de Renovação Nominal	<input type="text" value="0,6"/>	Calcular
	x	
	<input type="text" value="1"/>	(1-bve)
	x	
	<input type="text" value="0,34"/>	
	=	
Hve- Coeficiente de transferência de calor por ven da Fração Autónoma	<input type="text" value="38,34"/>	(W/°C)
TOTAL		

Valor Máximo das Necessidades de Aquecimento (Ni)

Perdas por transmissão pela envolvente exterior e ECS				
	Uref (W/m ² .°C)		A m ²	Uref.A (W/°C)
Paredes exteriores	0,4	0	34,93	13,97
Coberturas exteriores			0	0,00
Pavimentos exteriores			0	0,00
Envidraçados exteriores Aenv	> 0,2*Ap	0,7	5,04	3,53
	5,04	14,458	0	
Paredes + Pav. ECS	2,6		0,00	0,00
			TOTAL	17,50
Pontes térmicas lineares				
	Ψref (W/m.°C)		B (m)	Ψref.B (W/°C)
Fachada /pav.térreo + pav sobre ext ou ENU + cob + pav int + varanda	0,5		0,00	0
2 Paredes Verticais	0,4		5,20	2,08
Fachada com caixilharia e caixa de estore	0,2		31,30	6,26
			TOTAL	8,34
(Hext+Hecs)ref- Coeficiente de transferência de calor para EXT e ECS da Fracção Autónoma			(W/°C)	TOTAL 25,84

Perdas por transmissão pela envolvente interior				
	Área (m ²)	Uref (W/m ² .°C)	btr (-)	btr.U.A (W/°C)
Paredes				
parede para lavandaria	7,28	0,80	0,8	4,66
porta para lavandaria	1,80	0,80	0,8	1,15
parede para c. esc	18,33	0,70	0,9	11,55
porta para c.esc	4,00	0,40	0,9	1,44
	0			
	31,41		TOTAL	18,80
Pavimentos sobre espaços não-úteis				
	0		0	0,00
	0		0	0,00
				0,00
	0		TOTAL	0,00
Coberturas Interiores				
				0,00
				0,00
				0,00
	0		TOTAL	0,00
Vãos envidraçados em contacto				
	0	0	0	0,00
				0,00
				0,00
	0		TOTAL	0,00
Pontes térmicas				
(paredes para ENU com btr>0,7)	Comp. B (m)	ψref (W/m.°C)	btr (-)	btr.ψ.B (W/°C)
parede com pav térreo e nível in termédio	0,00		0	0,00
	0,00		0	0,00
	0	0,00	0	0,00
	0	0,00	0	0,00
	0	0,00	0	0,00
	0		TOTAL	0,00
(Henu+Hadj)ref- Coeficiente de transferência de calor para ENU e edifícios adjacentes da Fracção Autónoma			(W/°C)	TOTAL 18,80

Perdas por renovação de ar			
Hvent =	0,6	< 0,6	187,95
			38,34

Graus-dias no local (°C.dia) 1420

Qtr,i,ref	Htr,i,ref	44,64	$0,024 \times \text{GD} \times \text{Htr,i,ref}$	1521,30
Qve,i,ref			$0,024 \times \text{GD} \times \text{Hve,i,ref}$	1306,72
Qint			$0,72 \times 4 \times M \times \text{Ap}$	1332,45
Qgsol			$0,2\text{Ap} \times 0,182 \times \text{Gsol}$	342,08
Qgu,i,ref			$n_i (\text{Qint} + \text{Qsol})$	1004,72

Nec. Nom. de Aquec. Máximas - Ni (kWh/m2.ano) 25,22

Cálculo do Indicador Nic

Perdas térmicas associadas a:	(W/°C)
Hext (de FCIV.1a)	145,21
Hecs (de FCIV.1b)	0,00
Henu + Hadj (de FCIV.1b)	40,88

	=	
Htr - Coeficiente Global de Perdas por transmissão(W/°C)		186,09
	+	
Hve- Coeficiente de transferência de calor por ventilação		38,34
	=	
H - Coeficiente global de perdas		224,43
	x	
Graus-dias no Local (°C.dia)		1420,00
	x	
		0,024
	=	
Necessidades Brutas de Aquecimento (kWh/ano)		7648,53
	-	
Ganhos Totais Úteis (kWh/ano) (de FCIV.1e)		1929,30
	=	
Necessidades de Aquecimento (kWh/ano)		5719,23
	/	
Área Útil de Pavimento (m2)		72,29
	=	
Nec. Nominais de Aquecimento - Nic (kWh/m2.ano)		79,12
	≤	
Nec. Nominais de Aquec. Máximas - Ni (kWh/m2.ano)		25,22

Não verifica

K.O.

Nic/Ni = 313,67%

Perdas

Perdas associadas às paredes exteriores (U.A)	(FCIV.1a)	116,95	(W/°C)
		+	
Perdas associadas aos pavimentos exteriores (U.A)	(FCIV.1a)	0,00	(W/°C)
		+	
Perdas associadas às coberturas exteriores (U.A)	(FCV.1a)	0,00	(W/°C)
		+	
Perdas associadas aos envidraçados exteriores (U.A)	(FCV.1a)	17,99	(W/°C)
		+	
Perdas térmicas lineares associadas à parede ext (ψ ,B)	(FCV.1a)	10,26	(W/°C)
Hext- Coeficiente de transferência de calor pela envolvente exterior da Fracção Autónoma		TOTAL	145,21 (W/°C)
Hext- Coeficiente de transferência de calor pela envolvente ECS da Fracção Autónoma		TOTAL	0,00 (W/°C)
Perdas associadas às paredes para ENU (U.A.btr)	(FCIV.1b)	40,88	(W/°C)
		+	
Perdas associadas aos pavimentos para ENU (U.A.btr)	(FCIV.1b)	0,00	(W/°C)
		+	
Perdas associadas às coberturas para ENU (U.A.btr)	(FCV.1b)	0,00	(W/°C)
		+	
Perdas associadas aos envidraçados para ENU (U.A.btr)	(FCIV.1b)	0,00	(W/°C)
		+	
Perdas térmicas lineares associadas à parede para ENU(ψ ,B.btr)	(FCIV.1b)	0,00	(W/°C)
Henu- Coeficiente de transferência de calor pela envolvente interior da Fracção Autónoma		TOTAL	40,88 (W/°C)
H - Coeficiente global de perdas por transmissão da FA		TOTAL	186,08 (W/°C)
Hve - Coeficiente de perdas por ventilação da FA	(FCIV.1d)	TOTAL	38,34 (W/°C)
		=	
Perdas específicas totais	(Q1a)	224,42	(W/°C)

Temperatura interior de referência		25	(°C)
		-	
Temperatura média do ar exterior na estação de arrefecimento (Quadro III.9)		20,9	(°C)
		=	
Diferença de temperatura interior-exterior		4,1	
		x	
Perdas específicas totais	(Q1a)	224,42	(W/°C)
		x	
		2,928	
		=	
Perdas térmicas totais	(Q1b)	2694,17	(kWh)

Perdas associadas a Coberturas e Envidraçados Exteriores (Verão)

Perdas associadas às coberturas exteriores

Coberturas exteriores	Área (m ²)	U (W/m ² °C)	U.A (W/°C)
Cobertura			0,00
			0,00
			0,00
TOTAL			0,00

Perdas associadas aos envidraçados exteriores

Envidraçados Exteriores	Área (m ²)	U (W/m ² °C)	U.A (W/°C)
Verticais:			0,00
Quarto	1,44	3,57	5,14
Quarto	1,44	3,57	5,14
Sala	1,44	3,57	0,00
			0,00
			0,00
			0,00
Horizontais:			0,00
			0,00
			0,00
			0,00
			0,00
			0,00
TOTAL			10,28

Ganhos Solares pela Envolvente Opaca exterior

POR ORIENTAÇÃO E HORIZONTAL (inclui paredes e cobertura)

Orientação	Quarto-S	Quarto-S	Lavandaria-S	Sala-S	Quarto-W	Casa de banho-W			
Área, A (m ²)	6,36	6,36	4,09	5,51	8,97	5,2			
	x	x	x	x	x	x	x	x	
U (W/m ² °C)	3,57	3,27	3,27	3,27	3,27	3,27			
	x	x	x	x	x	x	x	x	
Coefficiente de absorção, α (Quadro V.5)	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4			
	x	x	x	x	x	x	x	x	
Int. de rad. solar na estação de arrefec. (kWh/m ²) (Quadro III.9)	425	425	425	425	490	490			
	x	x	x	x	x	x	x	x	
	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0
	x	x	x	x	x	x	x	x	
Factor de sombreamento - opcional	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1
	=	=	=	=	=	=	=	=	
Ganhos Solares pela Envolvente Opaca Exterior	154,40	141,42	90,95	122,52	229,96	133,31	0,00	0,00	0

Ganhos Solares pelos Envidraçados Exteriores

POR ORIENTAÇÃO E HORIZONTAL

Orientação	Quarto-S	Quarto-S	Sala-S			
Área, A (m ²)	1,44	1,44	2,16			
	x	x	x	x	x	x
Factor solar do vão envidraçado	0,314	0,314	0,765			
	x	x	x	x	x	x
Fracção envidraçada, Fg (Quadro IV.5)	0,6	0,6	0,6			
	x	x	x	x	x	x
Factor de obstrução, Fs	0,9	0,9	0,9			
	x	x	x	x	x	x
Int. de rad. solar na estação de arrefec. (kWh/m ²) (Quadro III.9)	425	425	220			
	=	=	=	=	=	=
Ganhos Solares pelos Vãos Envidraçados Exteriores	103,77	103,77	196,31	0,00	0,00	0,00

Ganhos Internos

Ganhos Internos médios (W/m ²) (Quadro IV.3)	4	
	x	
Área Útil de Pavimento (m ²)	72,29	
	x	
	2,928	
	=	
Ganhos internos Totais	846,66	(KWh)

Ganhos Totais na estação de arrefecimento (verão)

Ganhos Solares pelos Vãos Envidraçados Exteriores (FCV.1d)	403,85	(KWh)
	+	
Ganhos Solares pela Envolvente Opaca Exterior (FCV.1c)	872,56	(KWh)
	+	
Ganhos internos (FCV.1e)	846,66	(KWh)
	=	
Ganhos Térmicos Totais	2123,06	(KWh)

Valor das Necessidades Nominais de Arrefecimento (Nvc)

Ganhos Térmicos Totais (FCV.1f)		<input type="text" value="2123,06"/>	(kWh)
	/		
Perdas Térmicas Totais (FCV.1a)		<input type="text" value="2694,17"/>	(kWh)
	=		
Relação Ganhos-Perdas	γ	<input type="text" value="0,788"/>	
Inércia do edifício (In. Fraca=1; In. Média=2; In. Forte=3)		<input type="text" value="forte"/>	
a=	a =	<input type="text" value="4,200"/>	

Cálculo intermédio:

	a =	1,8
$\gamma = 1$	$\eta =$	0,642857
$\gamma \neq 1$	$\eta =$	0,716385

		<input type="text" value="1"/>	
	-		
Factor de utilização dos ganhos, η (Gráfico IV.1)		<input type="text" value="0,716"/>	
	=		
		<input type="text" value="0,284"/>	
	x		
Ganhos Térmicos Totais (FCV.1f)		<input type="text" value="2123,06"/>	(kWh)
	=		
Necessidades Brutas de Arrefecimento		<input type="text" value="602,13"/>	(kWh/ano)
	/		
Área Útil de Pavimento (m²)		<input type="text" value="72,29"/>	
	=		
Necessidades Nominais de Arrefecimento - Nvc		<input type="text" value="8,33"/>	(kWh/m ² .ano)
	≤		
Necessidades Nominais de Arref. Máximas - Nv (N ^o 2 do Artigo 15 ^o)		<input type="text" value="9,13"/>	(kWh/m ² .ano)

		<input type="text" value="1"/>	
	-		
Factor de utilização dos ganhos, η (Gráfico IV.1)		<input type="text" value="0,716"/>	
	=		
		<input type="text" value="0,284"/>	
	x		
Ganhos Térmicos Totais (FCV.1f)		<input type="text" value="2123,06"/>	(kWh)
	=		
Necessidades Brutas de Arrefecimento		<input type="text" value="602,13"/>	(kWh/ano)
	/		
Área Útil de Pavimento (m²)		<input type="text" value="72,29"/>	
	=		
Necessidades Nominais de Arrefecimento - Nvc		<input type="text" value="8,33"/>	(kWh/m ² .ano)
	≤		
Necessidades Nominais de Arref. Máximas - Nv (N ^o 2 do Artigo 15 ^o)		<input type="text" value="9,13"/>	(kWh/m ² .ano)

Verifica **O.K.**
Nvc/Nv (%) = 91,21

Cálculo das necessidades de energia para preparação de água quente

Nº de ocupantes (Quadro VI.1)	3
Consumo médio diário de referência de AQS (M_{AQS}) (edifícios residenciais - 40 litros/ocupante)	120
Aumento de temperatura necessário (ΔT) (considerar igual a 35°C)	35
Número anual de dias de consumo (n_d) (Quadro VI.2)	36
Energia despendida com sistemas convencionais (Q_a)	1782

Ntc

Nic= 79,12	Fpu= 2,5	n= 1
Nvc= 8,33	Fpu= 0	n= 2,8
Qa= 1782,96	Fpu= 2,5	n= 0,95
Wvm=	Fpu=	n=
Eren=	Fpu=	

δ | 1

Nt

Ni= 25,22
Nv= 9,13
Qa= 1782,96

$$\begin{array}{r}
 \mathbf{Ntc} = \mathbf{Nic.Fpu/n} + \mathbf{Nvc.Fpu/n} + \mathbf{Qa/Ap.Fpu/n} + \mathbf{Wvm/Ap \cdot Fpu} - \mathbf{Eren.Fpu/Ap} \\
 \mathbf{Ntc} = 197,79 + 0,00 + 64,91 + 0,00 - 0,00 =
 \end{array}$$

$$\begin{array}{r}
 \mathbf{Nt} = \mathbf{Ni.Fpu/n} + \mathbf{Nv.Fpu/n} + \mathbf{Qa/Ap.Fpu/n} \\
 \mathbf{Nt} = 63,06 + 8,15 + 28,68 =
 \end{array}$$

$$\mathbf{R} = \mathbf{Ntc / Nt} = 2,63$$

TIPOLOGIA ÂNGULO – APÓS INTERVENÇÃO

Dados Climáticos

Localização: altitude m

Zona climática: Inverno

Zref m

Dados climáticos de inverno

Mref meses a M meses

Gdref °C.dia a GD °C.dia

Gsul kWh/m²/mês

Dados climáticos de verão

text,v ref °C a text,v °C

Isol kWh/m²

N NE E SE S

SW W NW HOR

Perdas associadas à Envolvente Exterior e em Contacto com o Solo

Paredes Exteriores	Área (m ²)	U (W/m ² .°C)	U.A (W/°C)
Quarto	15,33	0,60	9,26
Quarto	6,36	0,60	3,84
Sala	5,51	0,60	3,33
Casa de Banho	5,20	0,60	3,14
Caixa de estores	2,53	0,63	1,59
	34,93	TOTAL	21,16

Pavimentos Exteriores	Área (m ²)	U (W/m ² .°C)	U.A (W/°C)
	0	0	0,00
			0,00
			0,00
	0	TOTAL	0,00

Coberturas Exteriores	Área (m ²)	U (W/m ² .°C)	U.A (W/°C)
	0	TOTAL	0,00

Vãos envidraçados exteriores	Área (m ²)	U (W/m ² .°C)	U.A (W/°C)
Verticais:			0,00
Quarto	1,44	3,57	5,14
Quarto	1,44	3,57	5,14
Sala	2,16	3,57	7,71
Horizontais:			0,00
			0,00
			0,00
	5,04	TOTAL	17,99

Pontes térmicas lineares	Comp. B (m)	ψ (W/m.°C)	ψ.B (W/°C)
Ligações entre:			
Fachada com os pavimentos térreos			0,00
Fachada com os pavimentos ext ou sobre ENU			0,00
Fachada com pavimentos intermédios			0,00
Fachada com cobertura inclinada ou terraço			0,00
Fachada com varanda			0,00
Dois paredes verticais	5,20	0,4	2,08
Fachada com caixa de estores	7,10	0,3	2,13
Fachada com caixilharia	24,20	0,25	6,05
Outras			0,00
	36,50	TOTAL	10,26

Hext- Coeficiente de transferência de calor pela envolvente exterior da Fração Autónoma (W/°C) **TOTAL 49,42**

Pavimentos em contacto com o solo	Área (m ²)	U _{bf} (W/m ² .°C)	U _{bf} .A (W/°C)
pav. Enterrado			
pav. Térreo			
	0	TOTAL	0,00

Paredes em contacto com o solo	Z (m)	P (m)	Área (m ²)	U _{bw} (W/m ² .°C)	U _{bw} .A (W/°C)
parede enterrada					
pilar enterrado					
				0,00	TOTAL 0,00

Heccs - Coeficiente de transferência de calor pela envolvente em contacto com o solo da Fração Autónoma (W/°C) **TOTAL 0,00**

Perdas associadas à Envolvente para ENU e edifícios adjacentes

Paredes em contacto com espaços não-úteis ou edifícios adjacentes	Área (m²)	U (W/m².°C)	btr (-)	btr.U.A (W/°C)
parede para lavandaria	7,28	1,47	0,8	8,56
porta para lavandaria	1,80	1,60	0,8	2,30
parede para c. esc	18,33	1,47	0,9	24,25
porta para c.esc	4,00	1,60	0,9	5,76
	31,41		TOTAL	40,88

Pavimentos sobre espaços não-úteis	Área (m²)	U (W/m².°C)	btr (-)	btr.U.A (W/°C)
	0	0	0	0,00
	0	0	0	0,00
				0,00
	0		TOTAL	0,00

Coberturas Interiores (tectos sob espaços não-úteis)	Área (m²)	U (W/m².°C)	btr (-)	btr.U.A (W/°C)
				0,00
				0,00
				0,00
	0		TOTAL	0,00

Vãos envidraçados em contacto com espaços não-úteis	Área (m²)	U (W/m².°C)	btr (-)	btr.U.A (W/°C)
				0,00
				0,00
				0,00
	0		TOTAL	0,00

Pontes térmicas (apenas para paredes de separação para espaços não-úteis com btr>0,7)	Comp. B (m)	ψ (W/m.°C)	btr (-)	btr.ψ.B (W/°C)
				0,00
				0,00
				0,00
				0,00
				0,00
				0,00
	0		TOTAL	0,00

Henu+Hadj - Coeficiente de transferência de calor para ENU e edifícios adjacentes da Fração Autónoma (W/°C) **TOTAL 40,88**

Perdas associadas à Renovação de Ar

Área Útil de Pavimento	<input type="text" value="72,29"/>	(m ²)
Pé-direito médio	<input type="text" value="2,6"/>	(m)
	=	
Volume interior (V)	<input type="text" value="187,95"/>	(m ³)

Volume	<input type="text" value="187,95"/>	
	x	
Taxa de Renovação Nominal	<input type="text" value="0,6"/>	Calcular
	x	
	<input type="text" value="1"/>	(1-bve)
	x	
	<input type="text" value="0,34"/>	
Hve- Coeficiente de transferência de calor por ven da Fração Autónoma	=	
TOTAL	<input type="text" value="38,34"/>	(W/°C)

Ganhos Úteis na Estação de Aquecimento (Inverno)

Ganhos Solares:

Orientação do vão envidraçado	Tipo (simples ou duplo)	Área A (m ²)	Factor de orientação X (-)	Factor Solar do vidro g (-)	Factor de Obstrução Fs (-) Fh.Fo.Ff	Fracção Envidraçada Fg (-)	Factor de Sel. Angular Fw (-)	Área Efectiva Ae (m ²)
Quarto-S	S	1,44	1	0,765	0,405	0,6	0,9	0,24
Quarto-S	S	1,44	1	0,765	0,405	0,6	0,9	0,24
Sala-S	S	1,44	1	0,765	0,405	0,6	0,9	0,24
								0,00
								0,00
								0,00
								0,00
								0,00
								0,00

4,32

Área efectiva total equivalente na orientação Sul (m²)

0,72

x

Radiação incidente num envidraçado a Sul (Gsol)

na zona **I2** do Quadro III. 8 (Anexo III) - (kWh/m².mês)

130

x

Duração da estação de aquecimento - do Quadro III.1 (meses)

6,4

=

Gsol -Ganhos Solares Brutos (kWh/ano)

601,34

Ganhos Internos

Ganhos internos médios (Quadro IV.3)	4 (W/m ²)
	x
Duração da Estação de Aquecimento M	6,4 (meses)
	x
Área Útil de pavimento	72,29 (m ²)
	x
	0,72
	=
Gint - Ganhos Internos Brutos	1332,45 (kWh/ano)

Ganhos Úteis Totais:

$$\gamma = \frac{\text{Ganhos Solares Brutos} + \text{Ganhos Internos Brutos}}{\text{Necessidades Brutas de Aquecimento (da FC IV.2)}} = \frac{1933,79}{4384,00}$$

Inércia do edifício:

forte

a = **4,200**

$\gamma =$ **0,441**

(In. Fraca=1; In. Média=2; In. Forte=3)

Factor de Utilização dos Ganhos Térmicos

(η)

0,982

x

Ganhos Solares Brutos + Ganhos Internos Brutos

1933,79

=

Ganhos Úteis Totais (kWh/ano)

1898,55

Valor Máximo das Necessidades de Aquecimento (Ni)

Perdas por transmissão pela envolvente exterior e ECS				
	Uref (W/m ² .°C)		A m ²	Uref.A (W/°C)
Paredes exteriores	0,4	0	34,93	13,97
Coberturas exteriores			0	0,00
Pavimentos exteriores			0	0,00
Envidraçados exteriores Aenv	> 0,2*Ap	0,7	5,04	3,53
	5,04	14,458		
Paredes + Pav. ECS	2,6		0,00	0,00
			TOTAL	17,50
Pontes térmicas lineares				
	Ψref (W/m.°C)		B (m)	Ψref.B (W/°C)
Fachada /pav.térreo + pav sobre ext ou ENU + cob + pav int + varanda	0,5		0,00	0
2 Paredes Verticais	0,4		5,20	2,08
Fachada com caixilharia e caixa de estore	0,2		31,30	6,26
			TOTAL	8,34
(Hext+Hecs)ref- Coeficiente de transferência de calor para EXT e ECS da Fracção Autónoma			(W/°C)	TOTAL
				25,84

Perdas por transmissão pela envolvente interior				
	Área (m ²)	Uref (W/m ² .°C)	btr (-)	btr.U.A (W/°C)
Paredes				
parede para lavandaria	7,28	0,80	0,8	4,66
porta para lavandaria	1,80	0,80	0,8	1,15
parede para c. esc	18,33	0,70	0,9	11,55
porta para c.esc	4,00	0,40	0,9	1,44
	0			
	31,41		TOTAL	18,80
Pavimentos sobre espaços não-úteis				
	0		0	0,00
	0		0	0,00
				0,00
	0		TOTAL	0,00
Coberturas Interiores				
				0,00
				0,00
				0,00
	0		TOTAL	0,00
Vãos envidraçados em contacto				
	0	0	0	0,00
				0,00
				0,00
	0		TOTAL	0,00
Pontes térmicas				
(paredes para ENU com btr>0,7)	Comp. B (m)	ψref (W/m.°C)	btr (-)	btr.ψ.B (W/°C)
parede com pav térreo e nível in médio	0,00		0	0,00
	0,00		0	0,00
	0	0,00	0	0,00
	0	0,00	0	0,00
	0	0,00	0	0,00
	0		TOTAL	0,00
(Henu+Hadj)ref- Coeficiente de transferência de calor para ENU e edifícios adjacentes da Fracção Autónoma			(W/°C)	TOTAL
				18,80

Perdas por renovação de ar				
Hvent =	0,6	< 0,6	187,95	38,34

Graus-dias no local (°C.dia) 1420

Qtr,i,ref	Htr,i.ref	44,64	$0,024 \times \text{GD} \times \text{Htr,i.ref}$	1521,30
Qve,i,ref			$0,024 \times \text{GD} \times \text{Hve,i,ref}$	1306,72
Qint			$0,72 \times 4 \times M \times \text{Ap}$	1332,45
Qgsol			$0,2\text{Ap} \times 0,182 \times \text{Gsol}$	342,08
Qgu,i,ref			$n_i (\text{Qint} + \text{Qsol})$	1004,72

Nec. Nom. de Aquec. Máximas - Ni (kWh/m2.ano) 25,22

Cálculo do Indicador Nic

Perdas térmicas associadas a:	(W/°C)
Hext (de FCIV.1a)	49,42
Heccs (de FCIV.1b)	0,00
Henu + Hadj (de FCIV.1b)	40,88

	=
Htr -Coeficiente Global de Perdas por transmissão(W/°C)	90,30
	+
Hve- Coeficiente de transferência de calor por ventilação	38,34
	=
H - Coeficiente global de perdas	128,64
	x
Graus-dias no Local (°C.dia)	1420,00
	x
	0,024
	=
Necessidades Brutas de Aquecimento (kWh/ano)	4384,00
	-
Ganhos Totais Úteis (kWh/ano) (de FCIV.1e)	1898,55
	=
Necessidades de Aquecimento (kWh/ano)	2485,46
	/
Área Útil de Pavimento (m2)	72,29
	=
Nec. Nominais de Aquecimento - Nic (kWh/m2.ano)	34,38
	≤
Nec. Nominais de Aquec. Máximas - Ni (kWh/m2.ano)	25,22

Não verifica

K.O.

Nic/Ni = 136,32%

Perdas

Perdas associadas às paredes exteriores (U.A)	(FCIV.1a)	21,16	(W/°C)
		+	
Perdas associadas aos pavimentos exteriores (U.A)	(FCIV.1a)	0,00	(W/°C)
		+	
Perdas associadas às coberturas exteriores (U.A)	(FCV.1a)	0,00	(W/°C)
		+	
Perdas associadas aos envidraçados exteriores (U.A)	(FCV.1a)	17,99	(W/°C)
		+	
Perdas térmicas lineares associadas à parede ext (ψ ,B)	(FCV.1a)	10,26	(W/°C)
Hext- Coeficiente de transferência de calor pela envolvente exterior da Fração Autónoma		TOTAL	49,42 (W/°C)
Hext- Coeficiente de transferência de calor pela envolvente ECS da Fração Autónoma		TOTAL	0,00 (W/°C)
Perdas associadas às paredes para ENU (U.A.btr)	(FCIV.1b)	40,88	(W/°C)
		+	
Perdas associadas aos pavimentos para ENU (U.A.btr)	(FCIV.1b)	0,00	(W/°C)
		+	
Perdas associadas às coberturas para ENU (U.A.btr)	(FCV.1b)	0,00	(W/°C)
		+	
Perdas associadas aos envidraçados para ENU (U.A.btr)	(FCIV.1b)	0,00	(W/°C)
		+	
Perdas térmicas lineares associadas à parede para ENU(ψ ,B.btr)	(FCIV.1b)	0,00	(W/°C)
Henu- Coeficiente de transferência de calor pela envolvente interior da Fração Autónoma		TOTAL	40,88 (W/°C)
H - Coeficiente global de perdas por transmissão da FA		TOTAL	90,29 (W/°C)
Hve - Coeficiente de perdas por ventilação da FA		TOTAL	38,34 (W/°C)
		=	
Perdas específicas totais	(Q1a)	128,63	(W/°C)

Temperatura interior de referência		25	(°C)
		-	
Temperatura média do ar exterior na estação de arrefecimento (Quadro III.9)		20,9	(°C)
		=	
Diferença de temperatura interior-exterior		4,1	
		x	
Perdas específicas totais	(Q1a)	128,63	(W/°C)
		x	
		2,928	
		=	
Perdas térmicas totais	(Q1b)	1544,23	(kWh)

Perdas associadas a Coberturas e Envidraçados Exteriores (Verão)

Perdas associadas às coberturas exteriores

Coberturas exteriores	Área (m ²)	U (W/m ² °C)	U.A (W/°C)
Cobertura			0,00
			0,00
			0,00
		TOTAL	0,00

Perdas associadas aos envidraçados exteriores

Envidraçados Exteriores	Área (m ²)	U (W/m ² °C)	U.A (W/°C)
Verticais:			0,00
Quarto	1,44	3,57	5,14
Quarto	1,44	3,57	5,14
Sala	1,44	3,57	5,14
			0,00
			0,00
			0,00
Horizontais:			0,00
			0,00
			0,00
			0,00
			0,00
			0,00
		TOTAL	15,42

Ganhos Solares pela Envolvente Opaca exterior

POR ORIENTAÇÃO E HORIZONTAL (inclui paredes e cobertura)

Orientação	Quarto-S	Quarto-S	Sala-S	Quarto-W	Casa de banho-W			
Área, A (m ²)	6,36	6,36	5,51	8,97	5,2			0
	x	x	x	x	x	x	x	x
U (W/m ² °C)	3,57	3,27	3,27	3,27	3,27			0
	x	x	x	x	x	x	x	x
Coefficiente de absorção, α (Quadro V.5)	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4			
	x	x	x	x	x	x	x	x
Int. de rad. solar na estação de arrefec. (kWh/m ²) (Quadro III.9)	425	425	425	490	490			
	x	x	x	x	x	x	x	x
	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04
	x	x	x	x	x	x	x	x
Factor de sombreamento - opcional	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
	=	=	=	=	=	=	=	=
Ganhos Solares pela Envolvente Opaca Exterior	154,40	141,42	122,52	229,96	133,31	0,00	0,00	0,00

Ganhos Solares pelos Envidraçados Exteriores						
POR ORIENTAÇÃO E HORIZONTAL						
Orientação	Quarto-S	Quarto-S	Sala-S			
Área, A (m ²)	1,44	1,44	2,16			
	x	x	x	x	x	x
Factor solar do vão envidraçado	0,314	0,314	0,765			
	x	x	x	x	x	x
Fracção envidraçada, Fg (Quadro IV.5)	0,6	0,6	0,6			
	x	x	x	x	x	x
Factor de obstrução, Fs	0,9	0,9	0,9			
	x	x	x	x	x	x
Int. de rad. solar na estação de arrefec. (kWh/m ²) (Quadro III.9)	425	425	220			
	=	=	=	=	=	=
Ganhos Solares pelos Vãos Envidraçados Exteriores	103,77	103,77	196,31	0,00	0,00	0,00

Ganhos Internos

Ganhos Internos médios (W/m ²) (Quadro IV.3)	4	
	x	
Área Útil de Pavimento (m ²)	72,29	
	x	
	2,928	
	=	
Ganhos internos Totais	846,66	(KWh)

Ganhos Totais na estação de arrefecimento (verão)

Ganhos Solares pelos Vãos Envidraçados Exteriores (FCV.1d)	403,85	(KWh)
	+	
Ganhos Solares pela Envolvente Opaca Exterior (FCV.1c)	781,61	(KWh)
	+	
Ganhos internos (FCV.1e)	846,66	(KWh)
	=	
Ganhos Térmicos Totais	2032,12	(KWh)

Valor das Necessidades Nominais de Arrefecimento (Nvc)

Ganhos Térmicos Totais (FCV.1f)		2032,12	(kWh)
		/	
Perdas Térmicas Totais (FCV.1a)		1544,23	(kWh)
		=	
Relação Ganhos-Perdas	γ	1,316	
Inércia do edifício <i>(In. Fraca=1; In. Média=2; In. Forte=3)</i>		forte	
a=	a =	4,200	

Cálculo intermédio:

$a = 1,8$
 $\gamma = 1 \quad \eta = 0,642857$
 $\gamma \neq 1 \quad \eta = 0,552415$

		1	
		-	
Factor de utilização dos ganhos, η (Gráfico IV.1)		0,552	
		=	
		0,448	
		x	
Ganhos Térmicos Totais (FCV.1f)		2032,12	(kWh)
		=	
Necessidades Brutas de Arrefecimento		909,54	(kWh/ano)
		/	
Área Útil de Pavimento (m²)		72,29	
		=	
Necessidades Nominais de Arrefecimento - Nvc		12,58	(kWh/m ² .ano)
		≤	
Necessidades Nominais de Arref. Máximas - Nv <i>(Nº2 do Artigo 15º)</i>		9,13	(kWh/m ² .ano)

Factor de utilização dos ganhos, η_{ref} (Gráfico IV.1)			
Ganhos Térmicos Totais (FCV.1f)			
Necessidades Brutas de Arrefecimento			
Área Útil de Pavimento (m²)			
Necessidades Nominais de Arref. Máximas - Nv			

Cálculo das necessidades de energia para preparação de água quente

Nº de ocupantes (Quadro VI.1)	3
Consumo médio diário de referência de AQS (M_{AQS}) (edifícios residenciais - 40 litros/ocupante)	120
Aumento de temperatura necessário (ΔT) (considerar igual a 35°C)	35
Número anual de dias de consumo (n_d) (Quadro VI.2)	36
Energia despendida com sistemas convencionais (Q_a)	1782

Ntc

Nic=	34,38	Fpu=	2,5	n=	1
Nvc=	12,58	Fpu=	0	n=	2,8
Qa=	1782,96	Fpu=	2,5	n=	0,95
Wvm=		Fpu=		n=	
Eren=		Fpu=			

δ 1

Nt

Ni=	25,22	Fp
Nv=	9,13	Fp
Qa=	1782,96	Fp

$$Ntc = Nic \cdot Fpu/n + Nvc \cdot Fpu/n + Qa/Ap \cdot Fpu/n + Wvm/Ap \cdot Fpu - Eren \cdot Fpu/Ap = 150,8$$

$$Nt = Ni \cdot Fpu/n + Nv \cdot Fpu/n + Qa/Ap \cdot Fpu/n = 99,8$$

$$R = Ntc / Nt = 1,51$$

ANEXO VIII- CONDENSAÇÕES INTERNAS

PAREDE ANTERIOR

Parede Anterior				Hr= 50%		Hr= 60%	
Pressões de Saturação		Resistência à Difusão de Vapor		Pressões Instaladas (mmHg)		Pressões Instaladas (mmHg)	
Temp 25 (°C)	Pressão de Saturação (mmHg)	Rreboco		Pint		Pint	
25	24	Rbetão	16,67	P1	11,85	P1	14,25
16,9	14,40	Rreboco	70,00	P2	10,85	P2	12,86
16,0	13,50		16,67	P3	6,63	P3	7,02
9,4	9,53	Σ	103,33		5,63		5,63
8,5	8,10						
6,0	6,98						

Temp 20 (°C)	Pressão de Saturação (mmHg)	Resistência à Difusão de Vapor		Pressões Instaladas (mmHg)		Pressões Instaladas (mmHg)	
20	17,25	Rreboco	16,67	Pint	8,70	Pint	10,35
14,0	12,00	Rbetão	70,00	P1	8,20	P1	9,59
13,3	11,33	Rreboco	16,67	P2	6,12	P2	6,39
8,5	8,03	Σ	103,33	P3	5,63	P3	5,63
7,8	7,80						
6,0	6,98						

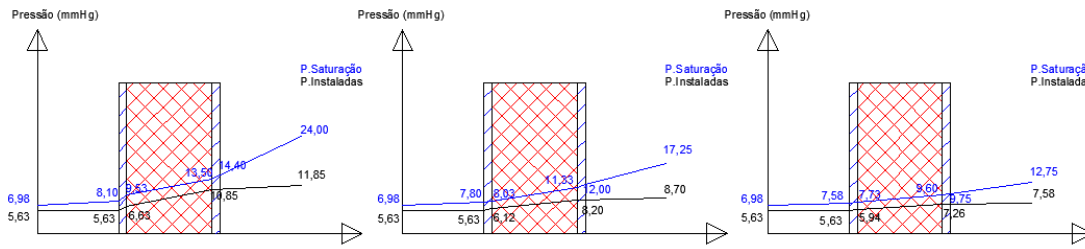
Temp 15 (°C)	Pressão de Saturação (mmHg)	Resistência à Difusão de Vapor		Pressões Instaladas (mmHg)		Pressões Instaladas (mmHg)	
15	12,75	Rreboco	16,67	Pint	7,58	Pint	7,65
11,2	9,75	Rbetão	70,00	P1	7,26	P1	7,32
10,7	9,60	Rreboco	16,67	P2	5,94	P2	5,95
7,6	7,73	Σ	103,33	P3	5,63	P3	5,63
7,2	7,58						
6,0	6,98						

Parede Anterior		Hr= 80%		Hr= 90%		Hr= 100%	
Pressões de Saturação		Pressões Instaladas (mmHg)		Pressões Instaladas (mmHg)		Pressões Instaladas (mmHg)	
Temp 25 (°C)	Pressão de Saturação (mmHg)	Pint		Pint		Pint	
25	24	P1	19,13	P1	21,60	P1	24,00
16,9	14,40	P2	16,95	P2	19,02	P2	21,04
16,0	13,50	P3	7,80	P3	8,20	P3	8,59
9,4	9,53		5,63		5,63		5,63
8,5	8,10						
6,0	6,98						

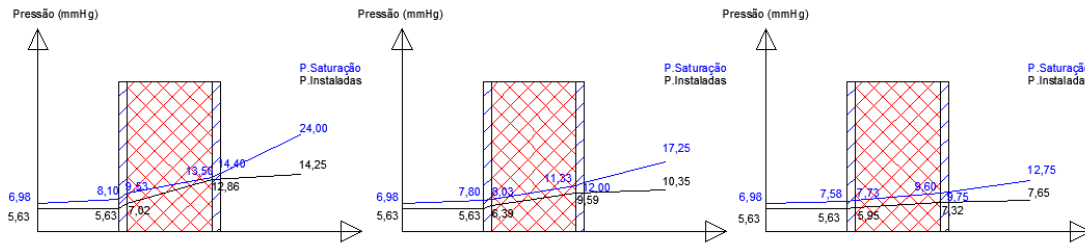
Temp 20 (°C)	Pressão de Saturação (mmHg)	Pressões Instaladas (mmHg)		Pressões Instaladas (mmHg)		Pressões Instaladas (mmHg)	
20	17,25	Pint	13,95	Pint	15,75	Pint	17,25
14,0	12,00	P1	12,61	P1	14,12	P1	15,38
13,3	11,33	P2	6,97	P2	7,26	P2	7,50
8,5	8,03	P3	5,63	P3	5,63	P3	5,63
7,8	7,80						
6,0	6,98						

Temp 15 (°C)	Pressão de Saturação (mmHg)	Pressões Instaladas (mmHg)		Pressões Instaladas (mmHg)		Pressões Instaladas (mmHg)	
15	12,75	Pint	10,28	Pint	11,40	Pint	12,75
11,2	9,75	P1	9,53	P1	10,47	P1	11,60
10,7	9,60	P2	6,38	P2	6,56	P2	6,77
7,6	7,73	P3	5,63	P3	5,63	P3	5,63
7,2	7,58						
6,0	6,98						

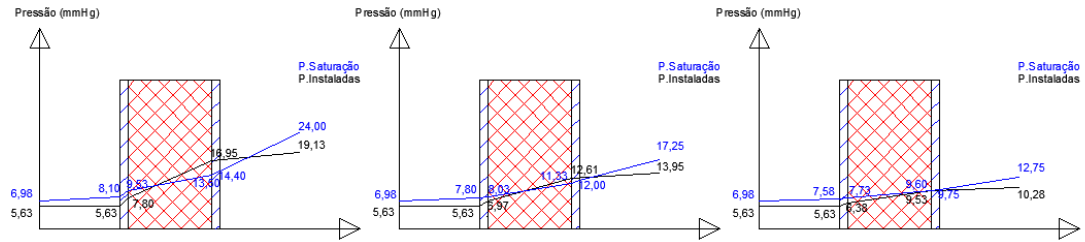
Hr= 50%



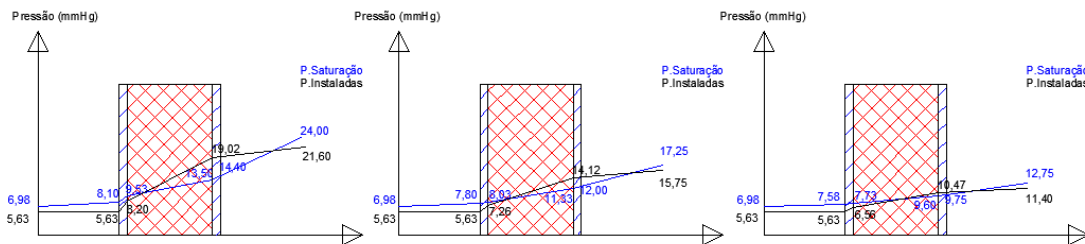
Hr= 60%



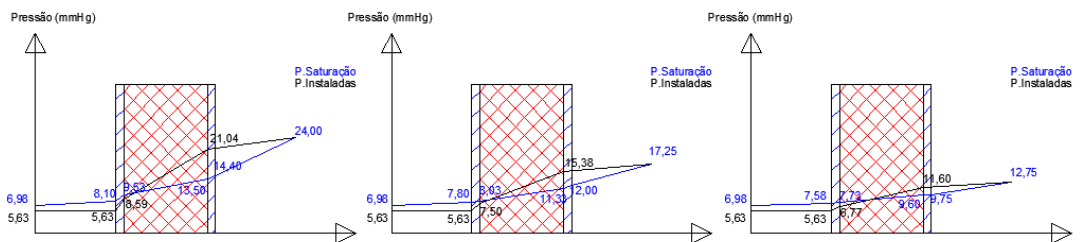
Hr= 80%



Hr= 90%



Hr= 100%



PAREDE COM ETICS

Parede ETICS		Resistência à Difusão de Vapor		Hr= 50%		Hr= 60%	
Pressões de Saturação				Pressões Instaladas (mmHg)		Pressões Instaladas (mmHg)	
Temp 25 (°C)	Pressão de Saturação (mmHg)	Rreboco		Pint		Pint	
25	24	Rbetão	16,67	P1	11,85	P1	14,25
23,5	21,30	Rreboco	70,00	P2	10,99	P2	13,05
23,3	21,15	Reps	16,67	P3	7,35	P3	8,02
22,1	19,65	Σ	120,00	P4	6,49	P4	6,82
22,0	19,58				5,63		5,63
6,4	7,13						
6,0	6,98						

Temp 20 (°C)	Pressão de Saturação (mmHg)	Resistência à Difusão de Vapor	Pressões Instaladas (mmHg)	Pressões Instaladas (mmHg)
20	17,25	Rreboco	16,67	Pint
18,9	16,35	Rbetão	70,00	P1
18,8	16,28	Rreboco	16,67	P2
17,9	15,15	Reps	16,67	P3
17,8	15,08	Σ	120,00	P4
6,3	7,05			
6,0	6,98			

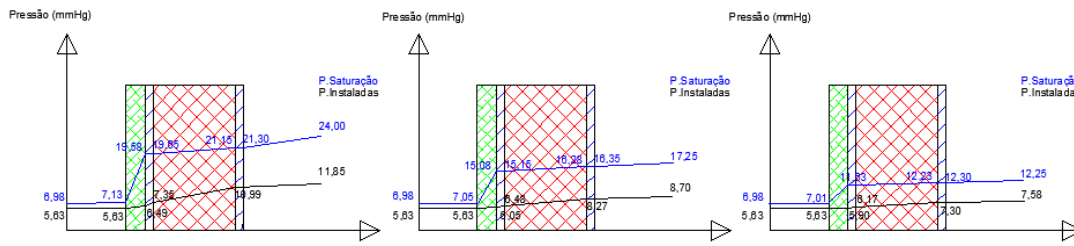
Temp 15 (°C)	Pressão de Saturação (mmHg)	Resistência à Difusão de Vapor	Pressões Instaladas (mmHg)	Pressões Instaladas (mmHg)
15	12,75	Rreboco	16,67	Pint
14,3	12,30	Rbetão	70,00	P1
14,2	12,23	Rreboco	16,67	P2
13,6	11,63	Reps	16,67	P3
13,6	11,63	Σ	120,00	P4
6,2	7,01			
6,0	6,98			

Parede ETICS		Hr= 80%		Hr= 90%		Hr= 100%	
Pressões de Saturação		Pressões Instaladas (mmHg)		Pressões Instaladas (mmHg)		Pressões Instaladas (mmHg)	
Temp 25 (°C)	Pressão de Saturação (mmHg)	Pint		Pint		Pint	
25	24	P1	19,13	P1	21,60	P1	24,00
23,5	21,30	P2	17,25	P2	19,38	P2	21,45
23,3	21,15	P3	9,38	P3	10,06	P3	10,73
22,1	19,65	P4	7,50	P4	7,84	P4	8,18
22,0	19,58		5,63		5,63		5,63
6,4	7,13						
6,0	6,98						

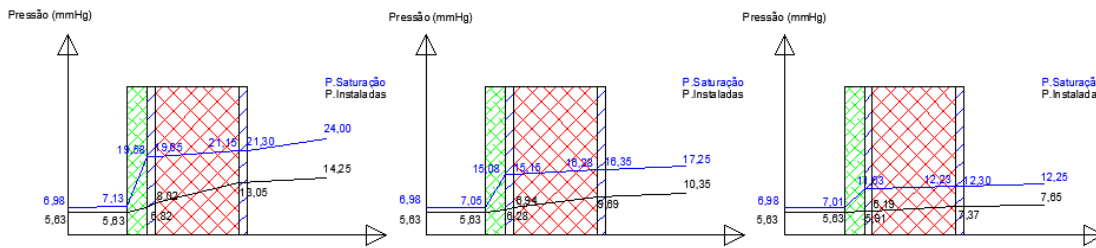
Temp 20 (°C)	Pressão de Saturação (mmHg)	Pressões Instaladas (mmHg)	Pressões Instaladas (mmHg)	Pressões Instaladas (mmHg)
20	17,25	Pint	13,95	Pint
18,9	16,35	P1	12,79	P1
18,8	16,28	P2	15,75	P2
17,9	15,15	P3	14,34	P3
17,8	15,08	P4	7,94	P4
6,3	7,05		8,44	
6,0	6,98		7,03	

Temp 15 (°C)	Pressão de Saturação (mmHg)	Pressões Instaladas (mmHg)	Pressões Instaladas (mmHg)	Pressões Instaladas (mmHg)
15	12,75	Pint	10,28	Pint
14,3	12,30	P1	11,40	P1
14,2	12,23	P2	10,60	P2
13,6	11,63	P3	9,63	P3
13,6	11,63	P4	7,23	P4
6,2	7,01		6,43	
6,0	6,98		5,63	

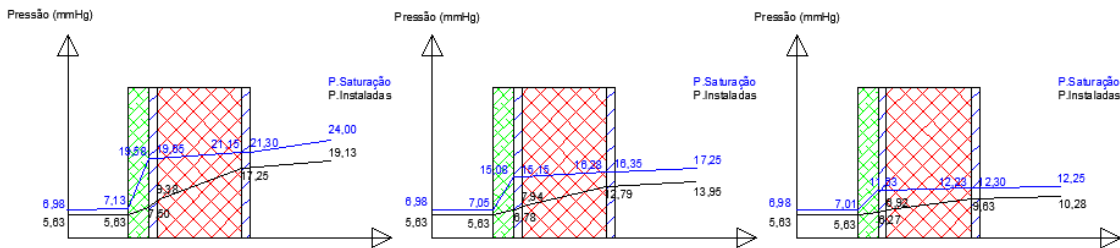
Hr= 50%



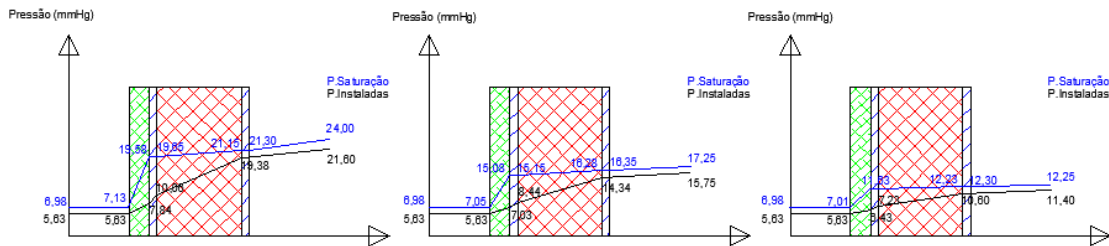
Hr= 60%



Hr= 80%



Hr= 90%



Hr= 100%

