

CAPÍTULO 6

APLICAÇÃO DA REGULAMENTAÇÃO E ATRIBUIÇÃO DE NÍVEIS DE QUALIDADE TÉRMICA A EDIFÍCIOS EXISTENTES

ÍNDICE

6. APLICAÇÃO DA REGULAMENTAÇÃO E ATRIBUIÇÃO DE NÍVEIS DE QUALIDADE TÉRMICA A EDIFÍCIOS EXISTENTES.....	47
6.1. DESCRIÇÃO DOS EDIFÍCIOS.....	48
6.2. CARACTERIZAÇÃO DOS ELEMENTOS DA ENVOLVENTE E ATRIBUIÇÃO DE NÍVEIS DE QUALIDADE.....	58
6.3. APLICAÇÃO DA REGULAMENTAÇÃO EXISTENTE.....	69
6.4. REABILITAÇÃO ENERGÉTICA ATENDENDO A NÍVEIS DE QUALIDADE TÉRMICA	71
6.4.1. SOLUÇÃO DE REABILITAÇÃO A ADOPTADAS.....	72
6.4.2. DISCUSSÃO DOS RESULTADOS OBTIDOS	84
6.4.3. ESTUDO ECONÓMICO DE SOLUÇÕES	87

6. APLICAÇÃO DA REGULAMENTAÇÃO E ATRIBUIÇÃO DE NÍVEIS DE QUALIDADE TÉRMICA A EDIFÍCIOS EXISTENTES

Como referido anteriormente o presente estudo pretende-se analisar o modelo de atribuição de níveis de qualidade térmica aos elementos da envolvente e as condições de aplicação do RCCTE em edifícios já construídos e em épocas de construção distintas. Para uma aplicação correcta do Regulamento é indispensável ter em conta a caracterização do edifício:

- Descrição geral e localização do edifício;
- Características dos elementos construtivos;
- Envolvente exterior e interior do edifício;
- Pontes térmicas, área útil de pavimento e pé-direito.

Seleccionou-se um grupo de edifícios construídos antes da primeira publicação do RCCTE e outro grupo de edifícios construídos entre as duas publicações. Os edifícios pertencem ao município de Vagos, distrito de Aveiro e cujas características são definidas nos Quadros seguintes (6 a 15).

De acordo com o regulamento, os dados climáticos de referência do conselho de Vagos são os seguintes:

- Zona climática de Inverno: I1
- Zona climática de Verão: V1
- N.º de Graus-dias de aquecimento (base de 20°C), GD = 1470 [°C.dia]
- Duração da estação de aquecimento, M = 6,7 [meses]
- Temperatura exterior de projecto de Verão, $T_e = 29$ [°C]
- Amplitude térmica média diária do mês mais quente, $\Delta T = 10$ [°C]
- Energia solar média incidente numa superfície vertical orientada a Sul, $G_{sul} = 108$ [kWh/(m².mês)]
- Valor médio da temp. do ar exterior na estação convencional de Verão, $\theta_m = 19$ [°C]

6.1. DESCRIÇÃO DOS EDIFÍCIOS

Quadro 6 – Descrição do edifício A

EDIFÍCIO A	DESCRIÇÃO	
	Localização:	Lombomeão – Freguesia de Vagos
	Cota de implantação:	13m (fonte: Google Earth)
	Ano de Construção:	1940
	Tipologia:	Moradia isolada, T3

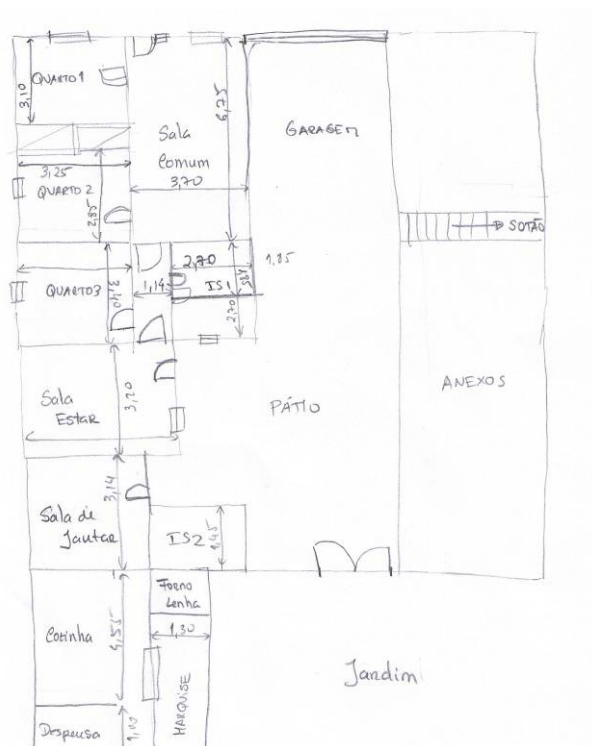


Figura 16 – Levantamento dimensional do Edifício A

Quadro 7 – Descrição do edifício B

EDIFÍCIO B	DESCRIÇÃO	
	Localização:	Lombomeão – Freguesia de Vagos
	Cota de implantação:	13m (fonte: Google Earth)
	Ano de Construção:	1970
	Tipologia:	Moradia isolada, T4

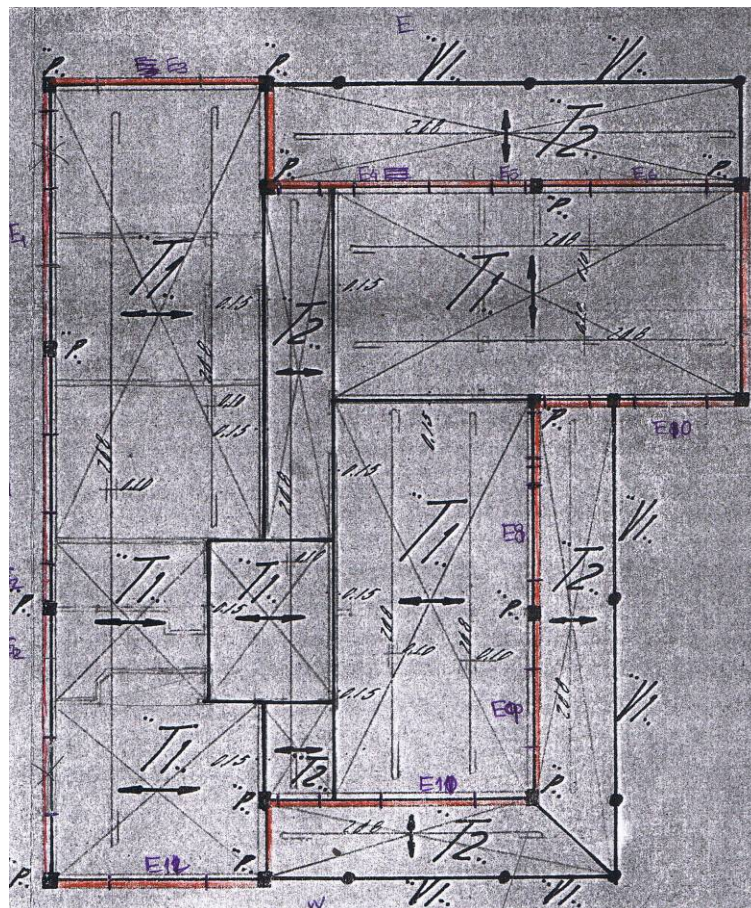


Figura 17 – Planta de distribuição, projecto de estabilidade do Edifício B

Quadro 8 – Descrição do edifício C

EDIFÍCIO C		DESCRIÇÃO	
	Localização:	Lombomeão – Freguesia de Vagos	
	Cota de implantação:	9m (fonte: Google Earth)	
	Ano de Construção:	1982	
	Tipologia:	Moradia isolada, T3	

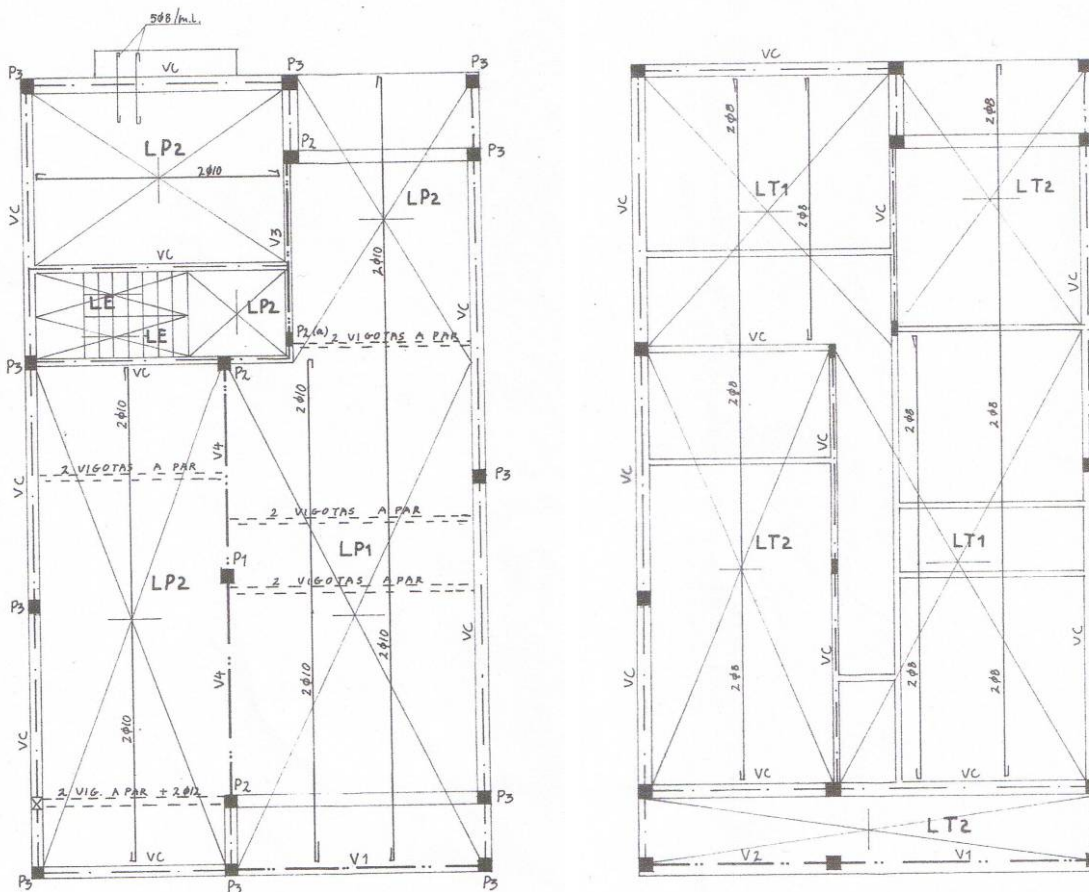


Figura 18 e 19 – Planta de distribuição do R/C e 1º Andar, projecto de estabilidade do Edifício C

Quadro 9 – Descrição do edifício D

EDIFÍCIO D	DESCRIÇÃO	
	Localização:	Lombomeão – Freguesia de Vagos
	Cota de implantação:	13m (fonte: Google Earth)
	Ano de Construção:	1988
	Tipologia:	Moradia isolada, T3

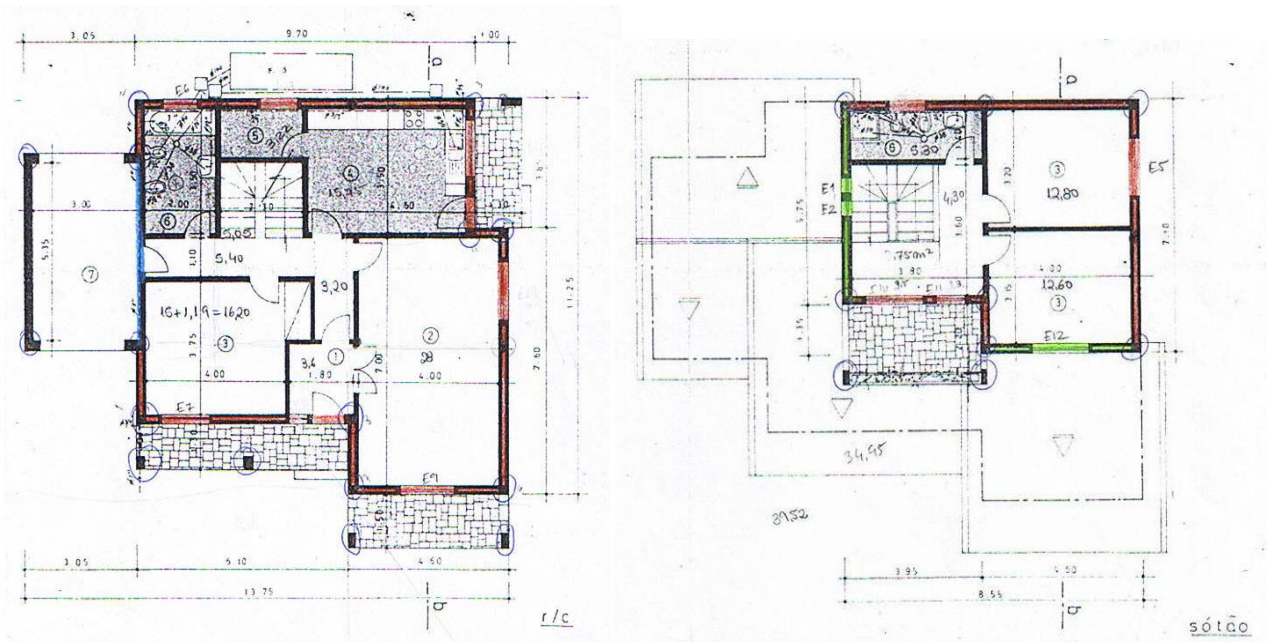


Figura 20 e 21 – Planta de do R/C, 1º Andar, projecto de arquitectura do Edifício D

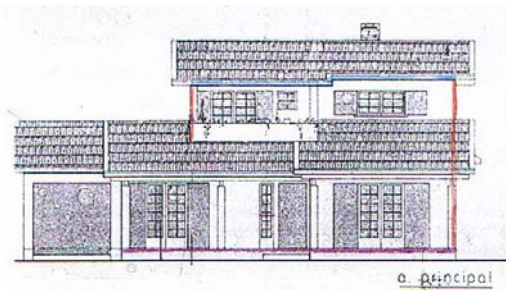


Figura 22 – Alçado Principal, projecto de arquitectura do Edifício D

Quadro 10 – Descrição do edifício E

EDIFÍCIO E	DESCRIÇÃO	
	Localização:	Lombomeão – Freguesia de Vagos
	Cota de implantação:	13m (fonte: Google Earth)
	Ano de Construção:	1991
	Tipologia:	Moradia isolada, T3

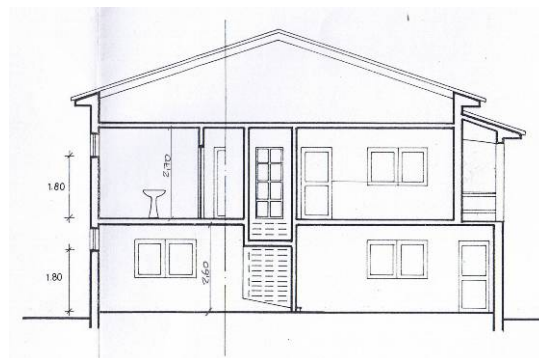
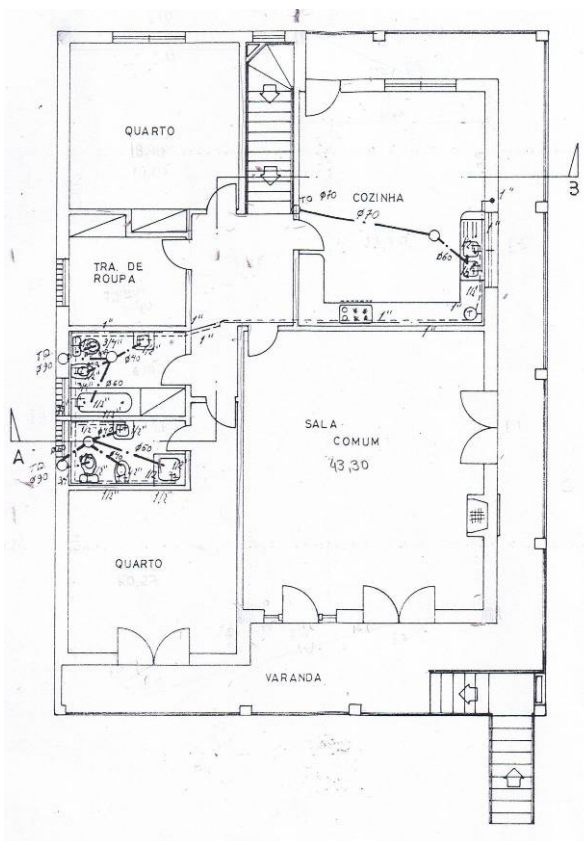


Figura 23 e 24 – Planta do 1º Andar e Corte, projecto de arquitectura do Edifício E

Quadro 11 – Descrição do edifício F

EDIFÍCIO F	DESCRIÇÃO	
	Localização:	Vagos – Freguesia de Vagos
	Cota de implantação:	13m (fonte: Google Earth)
	Ano de Construção:	1993
	Tipologia:	Moradia isolada, T3

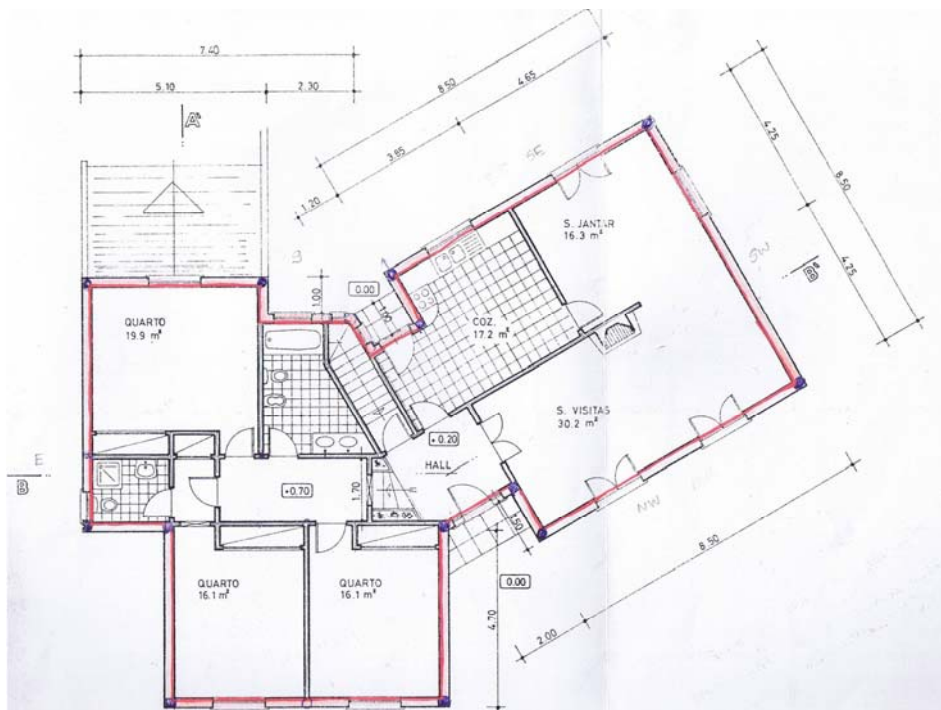


Figura 25 – Planta de do R/C, projecto de arquitectura do Edifício F

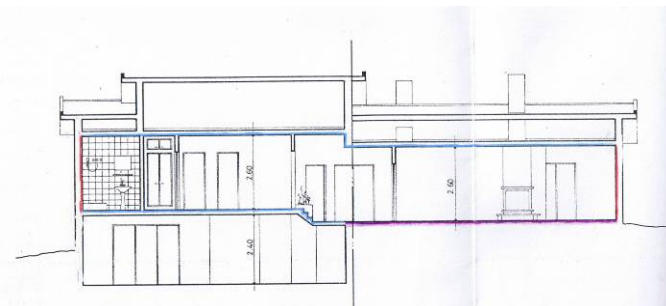


Figura 26 – Corte, projecto de arquitectura do Edifício F

Quadro 12 – Descrição do edifício G

EDIFÍCIO G	DESCRIÇÃO	
	Localização:	Lombomeão – Freguesia de Vagos
	Cota de implantação:	13m (fonte: Google Earth)
	Ano de Construção:	1993
	Tipologia:	Moradia isolada, T3

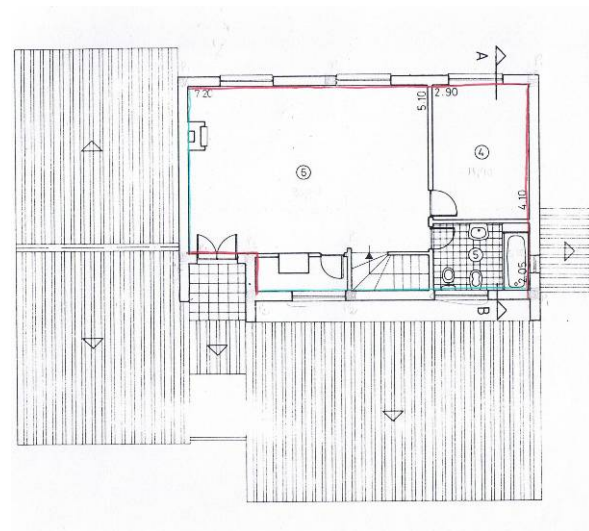
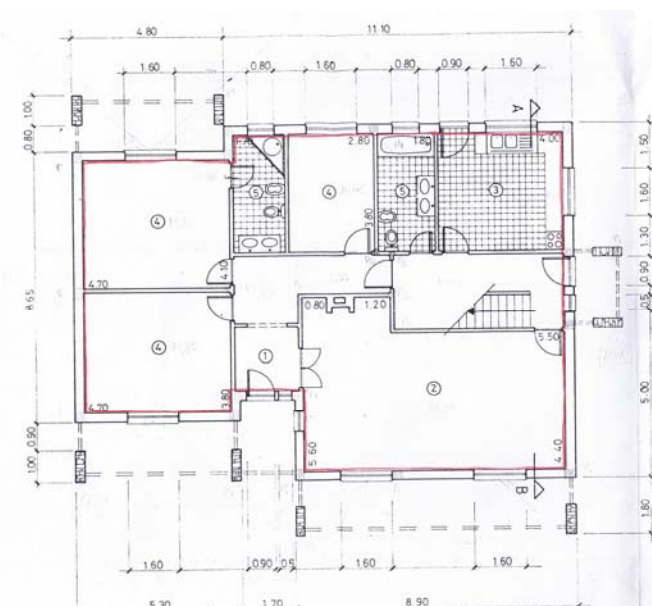


Figura 27 e 28 – Planta de do R/C e 1º Andar, projecto de arquitectura do Edifício G



Figura 29 – Corte, projecto de arquitectura do Edifício G

Quadro 13 – Descrição do edifício H

EDIFÍCIO H	DESCRIÇÃO	
	Localização:	Lombomeão – Freguesia de Vagos
	Cota de implantação:	12m (fonte: Google Earth)
	Ano de Construção:	1994
	Tipologia:	Moradia isolada, T3

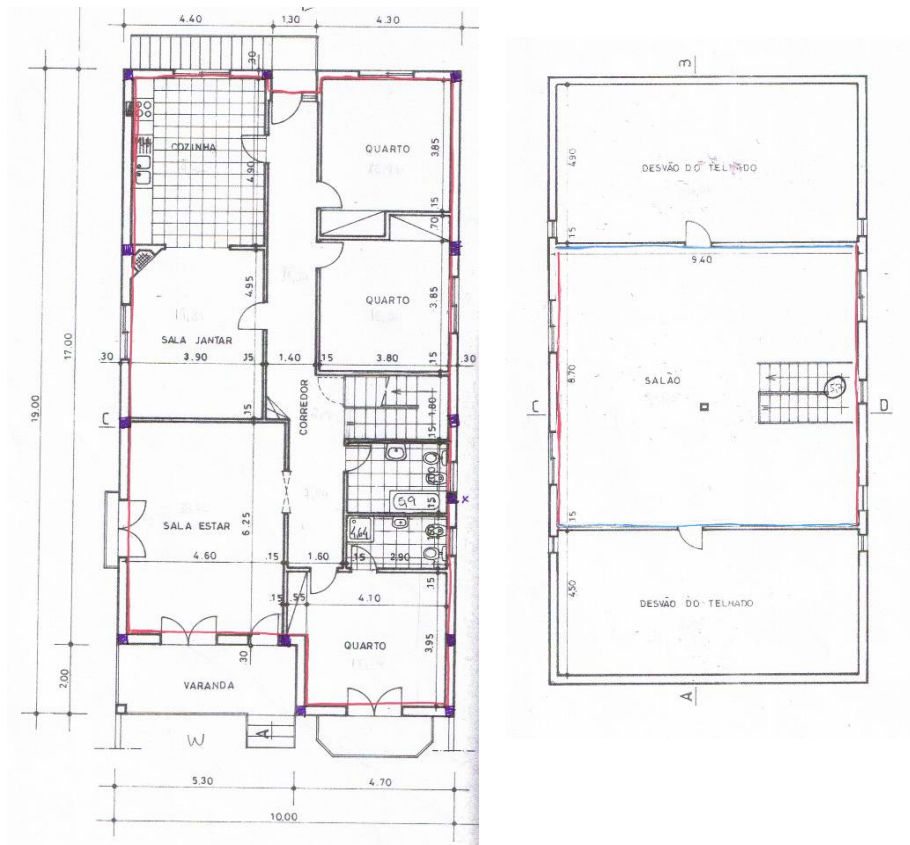


Figura 30 e 31 – Planta de do 1º Andar e Sótão, projecto de arquitectura do Edifício H

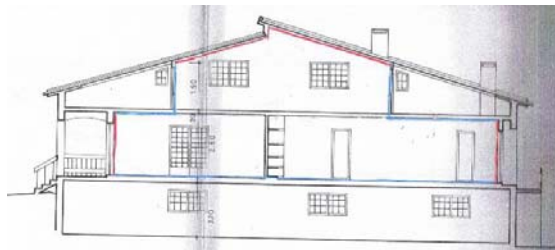


Figura 32 – Corte, projecto de arquitectura do Edifício H

Quadro 14 – Descrição do edifício I

EDIFÍCIO I	DESCRIÇÃO	
	Localização:	Lombomeão – Freguesia de Vagos
	Cota de implantação:	11m (fonte: Google Earth)
	Ano de Construção:	1994
	Tipologia:	Moradia isolada, T3

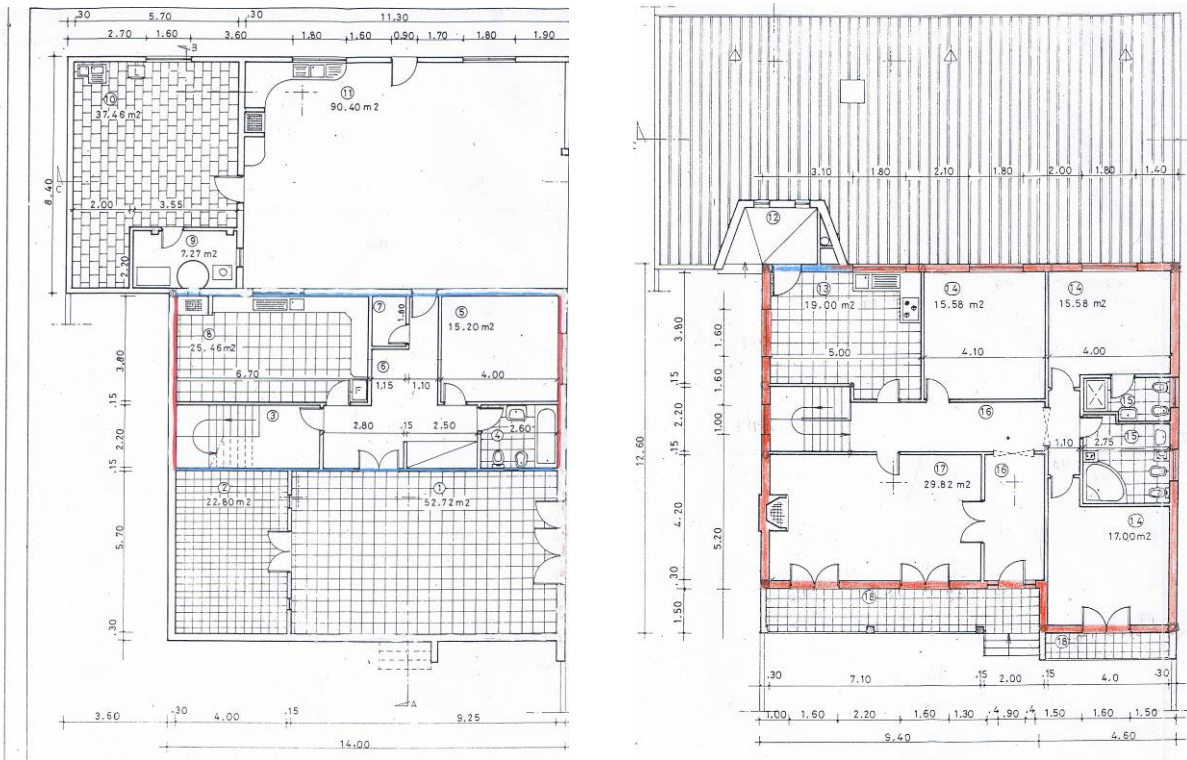


Figura 33 e 34 – Planta de do R/C e 1º Andar, projecto de arquitectura do Edifício I



Figura 35 – Corte, projecto de arquitectura do Edifício I

Quadro 15 – Descrição do edifício J

EDIFÍCIO J	DESCRIÇÃO	
	Localização:	Lombomeão – Freguesia de Vagos
	Cota de implantação:	13m (fonte: Google Earth)
	Ano de Construção:	2000
	Tipologia:	Moradia isolada, T3

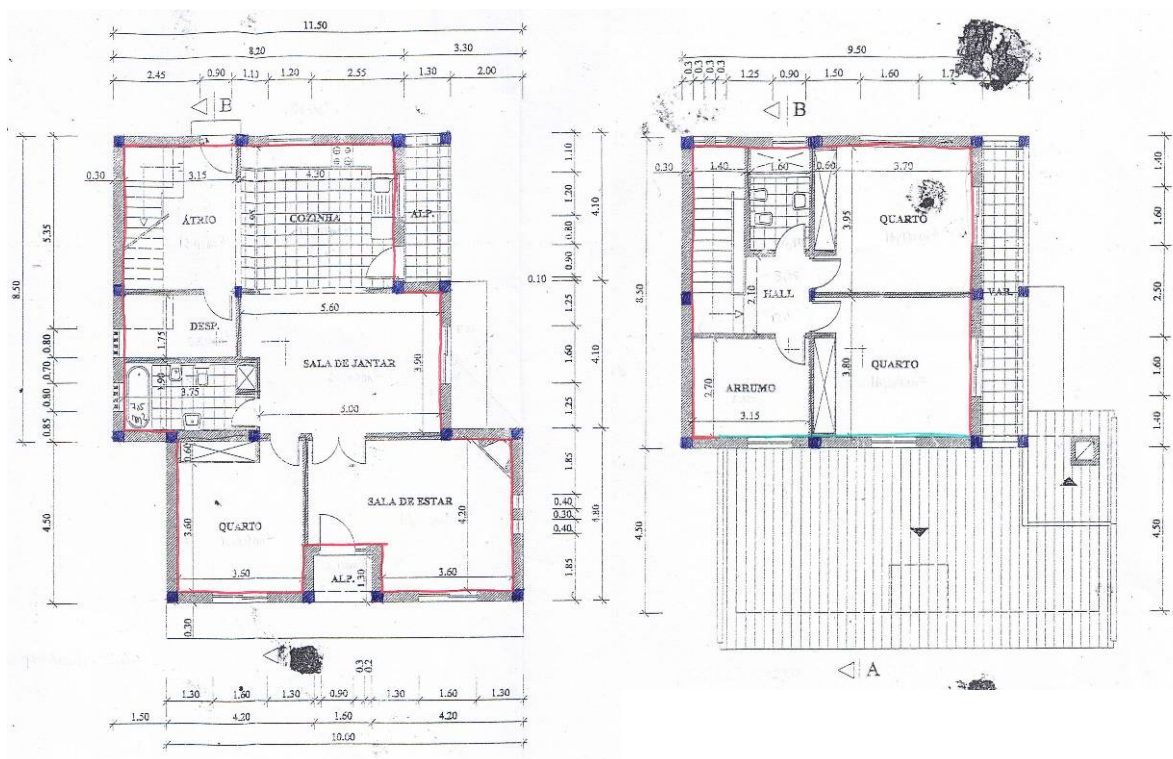


Figura 36 e 37 – Planta de do R/C e 1º Andar, projecto de arquitectura do Edifício J

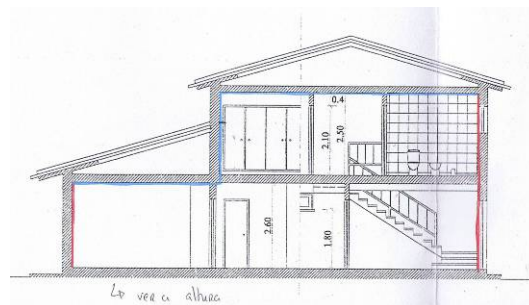


Figura 38 – Corte, projecto de arquitectura do Edifício J

6.2. CARACTERIZAÇÃO DOS ELEMENTOS DA ENVOLVENTE E ATRIBUIÇÃO DE NÍVEIS DE QUALIDADE


Atendendo à classificação proposta para os níveis de qualidade térmica atribuiu-se a cada elemento da envolvente um nível correspondente ao coeficiente de transmissão térmica, obtido em função da composição de cada um desses elementos. Os valores dos coeficientes de transmissão térmica superficial dos elementos da envolvente de cada moradia, foram obtidos com base nos valores de condutibilidade térmica e resistência térmica dos materiais existentes na publicação ITE50 do LNEC. Esta classificação permite avaliar de um modo geral quais os elementos que menos contribuem na eficiência energética do edifício. O Quadro 16 apresenta o resumo dos resultados obtidos. Para as envolventes que possuem mais do que um elemento construtivo distinto considerou-se a classificação do elemento mais desfavorável.

Quadro 16 – Níveis de Qualidade obtidos para os elementos da envolvente dos edifícios


	Envolvente Exterior		Envolvente Interior			Envidraçados
	Parede	Cobertura	Paredes	Cobertura	Pavimentos	
A	1	--	1	-5	--	-2
B	1	--	--	-5	-2	4
C	1	--	--	-5	-2	5
D	1	-5	0	-5	--	4
E	1	--	--	-5	-2	5
F	3	--	--	-5	-2	5
G	1	--	4	-5	--	4
H	1	-5	0	-5	-2	5
I	1	--	0	-5	-2	5
J	1	--	4	-5	-2	5

Como se pode constatar facilmente no Quadro 16 há elementos que obtiveram uma classificação negativa. De acordo com a nossa proposta, serão estes os elementos em que a intervenção de reabilitação térmica é prioritária de modo a obter uma classificação admissível. Nos quadros seguintes (17 a 26) podem-se consultar os valores dos coeficientes de transmissão térmica e o respectivo nível de qualidade atribuído a cada elemento da envolvente. Temos assim uma informação de grande utilidade com vista a implementação de medidas construtivas na reabilitação térmica.


Quadro 17 – Níveis de Qualidade dos Elementos da Envolvente do Edifício A

Níveis de Qualidade dos Elementos da Envolvente					
Edifício		Moradia A			
					
	ELEMENTO	DESCRIÇÃO DA CAMADA	COEFICIENTE DE TRANSMISSÃO TÉRMICA	NÍVEL DE QUALIDADE	
ENVOLVENTE EXTERIOR	Paredes	Reboco de Tradicional	1,21	N1	
		Blocos de adobe			
Caixa-de-ar com 5cm de espessura					
Alvenaria de tijolo com 11cm de espessura					
		Reboco Tradicional			
	Envidraçados	Vão envidraçado com vidro simples, caixilharia em alumínio e persiana exterior metálica	4,80	N-2	
ENVOLVENTE INTERIOR	Paredes	Revestimento cerâmico	1,46	N1	
		Alvenaria de tijolo com 11cm de espessura			
		Reboco tradicional			
		Pavimentos em contacto com espaços não úteis			
	Coberturas	Laje aligeira com vigotas pré-esforçadas e abobadilhas cerâmicas	2,74	N-5	
		Reboco tradicional			
PONTES TÉRMICAS PLANAS	Paredes				
	Coberturas				


Quadro 18 – Níveis de Qualidade dos Elementos da Envolvente do Edifício B

Níveis de Qualidade dos Elementos da Envolvente				
Edifício		Moradia B		
				
	ELEMENTO	DESCRIÇÃO DA CAMADA	COEFICIENTE DE TRANSMISSÃO TÉRMICA	NÍVEL DE QUALIDADE
ENVOLVENTE EXTERIOR	Paredes	Estuque Tradicional	1,11	N1
		Alvenaria de tijolo com 11cm de espessura		
Espaço de ar não ventilado				
Alvenaria de tijolo com 11cm de espessura				
		Revestimento cerâmico		
	Envidraçados	Vão envidraçado com vidro simples, caixilharia em madeira e persiana exterior metálica	3,9	N3
ENVOLVENTE INTERIOR	Paredes			
	Pavimentos em contacto com espaços não úteis	Laje aligeira com vigotas pré-esforçadas e abobadilhas cerâmicas	1,93	N-2
		Revestimento cerâmico		
Coberturas	Laje aligeira com vigotas pré-esforçadas e abobadilhas cerâmicas	2,74	N-5	
	Reboco tradicional			
PONTES TÉRMICAS PLANAS	Pilares	Revestimento cerâmico	2,74	N0
		Betão armado		
		Estuque		
	Vigas	Revestimento cerâmico	2,74	N0
		Betão armado		
Revestimento cerâmico				


Quadro 19 – Níveis de Qualidade dos Elementos da Envolvente do Edifício C

Níveis de Qualidade dos Elementos da Envolvente				
Edifício		Moradia C		
				
	ELEMENTO	DESCRIÇÃO DA CAMADA	COEFICIENTE DE TRANSMISSÃO TÉRMICA	NÍVEL DE QUALIDADE
ENVOLVENTE EXTERIOR	Paredes	Reboco de Tradicional	1,08	N1
		Alvenaria de tijolo com 11cm de espessura		
Espaço de ar não ventilado				
Alvenaria de tijolo com 11cm de espessura				
Estuque Tradicional				
Envidraçados	Vão envidraçado com vidro simples, caixilharia em alumínio e persiana exterior metálica	2,6	N5	
ENVOLVENTE INTERIOR	Paredes			
	Pavimentos em contacto com espaços não úteis	Revestimento cerâmico	1,80	N-2
		Laje aligeira com vigotas pré-esforçadas e abobadilhas cerâmicas		
		Reboco tradicional		
Coberturas	Revestimento cerâmico	2,52	N-5	
	Laje aligeira com vigotas pré-esforçadas e abobadilhas cerâmicas			
	Reboco tradicional			
PONTES TÉRMICAS PLANAS	Pilares	Reboco tradicional	2,68	N0
		Betão armado		
		Estuque		
	Vigas	Reboco tradicional	2,68	N0
		Betão armado		
		Revestimento cerâmico		


Quadro 20 – Níveis de Qualidade dos Elementos da Envoltente do Edifício D

Níveis de Qualidade dos Elementos da Envoltente				
Edifício		Moradia D		
				
	ELEMENTO	DESCRIÇÃO DA CAMADA	COEFICIENTE DE TRANSMISSÃO TÉRMICA	NÍVEL DE QUALIDADE
ENVOLVENTE EXTERIOR	Paredes	Reboco de Tradicional	1,08	N1
		Alvenaria de tijolo com 11cm de espessura		
		Espaço de ar não ventilado		
		Alvenaria de tijolo com 11cm de espessura		
		Estuque Tradicional		
	Cobertura (Varanda)	Revestimento cerâmico	3,61	N-5
Laje aligeirada com vigotas pré-esforçadas e abobadilhas cerâmicas				
Estuque Tradicional				
Envidraçados	Vão envidraçado com vidro simples, caixilharia em alumínio e persiana exterior metálica	3,9	N3	
ENVOLVENTE INTERIOR	Paredes	Revestimento cerâmico	1,81	N0
		Alvenaria de tijolo com 11cm de espessura		
		Reboco tradicional		
	Pavimentos em contacto com espaços não úteis			
	Coberturas	Laje aligeirada com vigotas pré-esforçadas e abobadilhas cerâmicas	2,58	N-5
		Estuque tradicional		
PONTES TÉRMICAS PLANAS	Pilares	Reboco tradicional	2,68	N0
		Betão armado		
		Estuque		
	Vigas	Reboco tradicional	2,68	N0
		Betão armado		
Revestimento cerâmico				


Quadro 21 – Níveis de Qualidade dos Elementos da Envolvente do Edifício E

Níveis de Qualidade dos Elementos da Envolvente				
Edifício		Moradia E		
				
	ELEMENTO	DESCRIÇÃO DA CAMADA	COEFICIENTE DE TRANSMISSÃO TÉRMICA	NÍVEL DE QUALIDADE
ENVOLVENTE EXTERIOR	Paredes	Reboco de Tradicional	1,08	N1
		Alvenaria de tijolo com 11cm de espessura		
Espaço de ar não ventilado				
Alvenaria de tijolo com 11cm de espessura				
Estuque Tradicional				
Envidraçados	Vão envidraçado com vidro simples, caixilharia em alumínio e persiana exterior metálica	2,6	N5	
ENVOLVENTE INTERIOR	Paredes			
	Pavimentos em contacto com espaços não úteis	Revestimento cerâmico	1,87	N-2
		Laje aligeira com vigotas pré-esforçadas e abobadilhas cerâmicas		
Coberturas	Reboco Tradicional	2,58	N-5	
	Laje aligeira com vigotas pré-esforçadas e abobadilhas cerâmicas			
	Estuque Tradicional			
PONTES TÉRMICAS PLANAS	Pilares	Reboco tradicional	2,68	N0
		Betão armado		
		Estuque		
	Vigas	Reboco tradicional	2,68	N0
		Betão armado		
		Revestimento cerâmico		


Quadro 22 – Níveis de Qualidade dos Elementos da Envolvente do Edifício F

Níveis de Qualidade dos Elementos da Envolvente				
Edifício		Moradia F		
				
	ELEMENTO	DESCRIÇÃO DA CAMADA	COEFICIENTE DE TRANSMISSÃO TÉRMICA	NÍVEL DE QUALIDADE
ENVOLVENTE EXTERIOR	Paredes	Reboco de Tradicional	0,56	N3
		Alvenaria de tijolo com 11cm de espessura		
Isolamento térmico XPS				
Espaço de ar não ventilado				
Alvenaria de tijolo com 11cm de espessura				
Estuque Tradicional				
Envidraçados	Vão envidraçado com vidro simples, caixilharia em alumínio e persiana exterior metálica	2,10	N5	
ENVOLVENTE INTERIOR	Paredes			
	Pavimentos em contacto com espaços não úteis	Revestimento cerâmico	1,87	N-2
		Laje aligeira com vigotas pré-esforçadas e abobadilhas cerâmicas		
Coberturas	Reboco Tradicional	2,58	N-5	
	Laje aligeira com vigotas pré-esforçadas e abobadilhas cerâmicas			
	Estuque Tradicional			
PONTES TÉRMICAS PLANAS	Pilares	Reboco tradicional	2,28	N1
		Tijolo cerâmico		
		Betão armado		
		Estuque		
	Vigas	Reboco tradicional	2,68	N0
		Betão armado		
		Revestimento cerâmico		


Quadro23 – Níveis de Qualidade dos Elementos da Envolvente do Edifício G

Níveis de Qualidade dos Elementos da Envolvente				
Edifício		Moradia G		
				
	ELEMENTO	DESCRIÇÃO DA CAMADA	COEFICIENTE DE TRANSMISSÃO TÉRMICA	NÍVEL DE QUALIDADE
ENVOLVENTE EXTERIOR	Paredes	Reboco de Tradicional	1,08	N1
		Alvenaria de tijolo com 11cm de espessura		
Espaço de ar não ventilado				
Alvenaria de tijolo com 11cm de espessura				
Estuque Tradicional				
Envidraçados	Vão envidraçado com vidro simples, caixilharia em alumínio e persiana exterior metálica	3,9	N3	
ENVOLVENTE INTERIOR	Paredes	Reboco de Tradicional	0,95	N4
		Alvenaria de tijolo com 11cm de espessura		
		Espaço de ar não ventilado		
		Alvenaria de tijolo com 11cm de espessura		
		Estuque Tradicional		
		Reboco de Tradicional		
	Pavimentos em contacto com espaços não úteis			
	Coberturas	Laje aligeira com vigotas pré-esforçadas e abobadilhas cerâmicas	2,58	N-5
Estuque Tradicional				
PONTES TÉRMICAS PLANAS	Pilares	Reboco tradicional	2,68	N0
		Betão armado		
		Estuque		
	Vigas	Reboco tradicional	2,68	N0
		Betão armado		
		Revestimento cerâmico		


Quadro 24 – Níveis de Qualidade dos Elementos da Envolvente do Edifício H

Níveis de Qualidade dos Elementos da Envolvente				
Edifício		Moradia H		
				
	ELEMENTO	DESCRIÇÃO DA CAMADA	COEFICIENTE DE TRANSMISSÃO TÉRMICA	NÍVEL DE QUALIDADE
ENVOLVENTE EXTERIOR	Paredes	Reboco de Tradicional	1,08	N1
		Alvenaria de tijolo com 11cm de espessura		
		Espaço de ar não ventilado		
Alvenaria de tijolo com 11cm de espessura				
Estuque Tradicional				
Cobertura Inclinada	Revestimento cerâmico	2,74	N-5	
	Laje aligeira com vigotas pré-esforçadas e abobadilhas cerâmicas			
	Reboco Tradicional			
Envidraçados	Vão envidraçado com vidro simples, caixilharia em alumínio e persiana exterior metálica	2,6	N5	
ENVOLVENTE INTERIOR	Paredes	Revestimento cerâmico	1,65	N1
		Alvenaria de tijolo com 11cm de espessura		
		Reboco tradicional		
	Pavimentos em contacto com espaços não úteis	Revestimento cerâmico	1,87	N-2
		Laje aligeira com vigotas pré-esforçadas e abobadilhas cerâmicas		
Reboco Tradicional				
Coberturas	Laje aligeira com vigotas pré-esforçadas e abobadilhas cerâmicas	2,58	N-5	
	Estuque Tradicional			
PONTES TÉRMICAS PLANAS	Pilares	Reboco tradicional	2,68	N0
		Betão armado		
		Estuque		
	Vigas	Reboco tradicional	2,68	N0
		Betão armado		
Revestimento cerâmico				

Quadro 25 – Níveis de Qualidade dos Elementos da Envolvente do Edifício I

Níveis de Qualidade dos Elementos da Envolvente				
Edifício		Moradia I		
				
	ELEMENTO	DESCRIÇÃO DA CAMADA	COEFICIENTE DE TRANSMISSÃO TÉRMICA	NÍVEL DE QUALIDADE
ENVOLVENTE EXTERIOR	Paredes	Reboco de Tradicional	0,96	N1
		Alvenaria de tijolo com 15cm de espessura		
Espaço de ar não ventilado				
Alvenaria de tijolo com 11cm de espessura				
Estuque Tradicional				
Envidraçados	Vão envidraçado com vidro simples, caixilharia em alumínio e persiana exterior metálica	2,6	N5	
ENVOLVENTE INTERIOR	Paredes	Revestimento cerâmico	1,78	N0
		Alvenaria de tijolo com 11cm de espessura		
		Reboco tradicional		
	Pavimentos em contacto com espaços não úteis	Revestimento cerâmico	1,87	N-2
		Laje aligeira com vigotas pré-esforçadas e abobadilhas cerâmicas		
		Reboco Tradicional		
	Coberturas	Laje aligeira com vigotas pré-esforçadas e abobadilhas cerâmicas	2,58	N-5
		Estuque Tradicional		
PONTES TÉRMICAS PLANAS	Pilares	Reboco tradicional	2,68	N0
		Betão armado		
		Estuque		
	Vigas	Reboco tradicional	2,68	N0
		Betão armado		
		Revestimento cerâmico		

Quadro 26 – Níveis de Qualidade dos Elementos da Envolvente do Edifício J

Níveis de Qualidade dos Elementos da Envolvente				
Edifício		Moradia J		
				
	ELEMENTO	DESCRIÇÃO DA CAMADA	COEFICIENTE DE TRANSMISSÃO TÉRMICA	NÍVEL DE QUALIDADE
ENVOLVENTE EXTERIOR	Paredes	Reboco de Tradicional	1,08	N1
		Alvenaria de tijolo com 11cm de espessura		
Espaço de ar não ventilado				
Alvenaria de tijolo com 11cm de espessura				
Estuque Tradicional				
Envidraçados	Vão envidraçado com vidro simples, caixilharia em alumínio e persiana exterior metálica	2,60	N5	
ENVOLVENTE INTERIOR	Paredes	Revestimento cerâmico		
		Alvenaria de tijolo com 11cm de espessura		
		Reboco tradicional		
	Pavimentos em contacto com espaços não úteis	Revestimento cerâmico	1,93	N-2
		Laje aligeira com vigotas pré-esforçadas e abobadilhas cerâmicas		
		Reboco Tradicional		
Coberturas	Laje aligeira com vigotas pré-esforçadas e abobadilhas cerâmicas	2,58	N-5	
	Estuque Tradicional			
PONTES TÉRMICAS PLANAS	Pilares	Reboco tradicional	2,68	N0
		Betão armado		
		Estuque		
	Vigas	Reboco tradicional	2,67	N0
		Betão armado		
		Revestimento cerâmico		

6.3. APLICAÇÃO DA REGULAMENTAÇÃO EXISTENTE

Para aplicar o RCCTE recolheu-se a informação disponível de cada moradia, peças desenhadas, peças escritas e fotografias. Em alguns casos, só foi possível utilizar as peças desenhadas de uma das especialidades e num outro caso elaborar um levantamento dimensional da arquitectura uma vez que, por se tratar de uma construção antiga, da década de 40, não possuía qualquer informação.

A informação recolhida, na maioria das moradias, foi suficiente para quantificar os valores das necessidades nominais anuais de energia útil para aquecimento (N_{ic}), das necessidades nominais de energia útil (N_{tc}), das necessidades nominais anuais de energia para produção de águas quentes sanitárias (N_{ac}) e das necessidades globais de energia primaria (N_{tc}). No entanto, na moradia A, foi necessário admitir algumas simplificações para obter os parâmetros de caracterização, que devido à inexistência de peças desenhadas e escritas, seria complicado obter.

Estes parâmetros foram definidos de acordo com as regras simplificadas estabelecidas pela ADENE [xxx]. As pontes térmicas planas – PTP foram contabilizadas no coeficiente de transmissão térmica da zona corrente ao majorar este em 35%; o coeficiente de redução de perdas toma o valor convencional de 0,75 a todos os espaços não úteis e os ganhos térmicos associados ao aproveitamento da radiação solar pelos vãos envidraçados são estimados ao adoptar os valores propostos no Quadro VI e VII, da Nota Técnica.

Nos edifícios que não apresentavam sistemas de aquecimento ou arrefecimento, considerou-se para efeito de cálculo, aquecedores eléctricos e máquina frigorífica, respectivamente. Adoptaram-se os valores dos rendimentos dos sistemas de climatização e produção de águas quentes sanitárias indicados no Quadro XII do Anexo VIII, da Nota Técnica. Em relação ao valor da contribuição de sistemas de colectores solares Esolar, este foi obtido utilizando a metodologia sugerida no Anexo VII da Nota Técnica.

Uma vez que foi necessário utilizar as regras de simplificação para uma moradia, efectuou-se o mesmo procedimento de análise para os restantes casos, de modo a tirar conclusões mais concretas relativamente à influência das simplificações propostas na Nota Técnica. Efectuou-se o cálculo das necessidades nominais anuais da energia útil para aquecimento para a fracção autónoma, com folhas de calculo distintas, uma a base de calculo é de acordo com o método simplificado (FC1) e a outra com o método rigoroso (FC2). O Quadro 6 mostra os resultados obtidos:

Quadro 27 – Comparação dos índices térmicos para a estação de aquecimento através das duas metodologias de cálculo

Edifícios		NI		Nic	
		2C1	FC2	FC1	FC2
		A	76,36	74,60	227,86
B	80,27	82,53	179,84	187,97	
C	88,85	88,86	187,29	188,40	
D	79,42	78,11	192,03	197,40	
E	83,15	85,46	171,00	184,80	
F	85,64	85,40	164,94	166,21	
G	70,01	70,60	158,07	152,80	
H	95,54	98,55	210,45	234,65	
I	71,79	70,40	135,00	132,54	
J	81,92	81,54	155,01	161,72	

Após a análise do Quadro 27, verifica-se que existem pequenas diferenças nos valores obtidos das necessidades de aquecimento máximas, Ni, e das necessidades nominais anuais de energia útil para aquecimento, Nic. Estas discrepâncias podem estar relacionadas com as regras de simplificação a aplicar em edifícios existentes, nomeadamente, desprezar as pontes térmicas lineares das ligações de fachada com caixa de estore, padieira, ombreira ou peitoril e as ligações entre duas paredes verticais e adoptar valores convencionais para o coeficiente de redução de perdas e para os ganhos térmicos associados ao aproveitamento da radiação solar pelos vãos envidraçados. Os valores das necessidades nominais anuais de energia útil para aquecimento, Nic, são muito superiores ao valor máximo admissível, concluindo que nenhum dos edifícios estudados verifica as exigências de conforto térmico, uma vez que não verifica as condições regulamentares.

É possível identificar qual o edifício com maior necessidade nominal de aquecimento, em função dos seus elementos construtivos que o compõe, ou seja, o edifício A. Verifica-se que este resultado se deve à fraca resistência térmica dos seus elementos, o que provoca maiores perdas e conseqüente necessidade de aquecimento.

De maneira a verificar a influência dos sistemas dos equipamentos de climatização e de produção de águas quentes sanitárias, equipararam-se todos os sistemas utilizados a aquecedores eléctricos e esquentadores, tendo em atenção que os rendimentos dos equipamentos devem ser iguais. Fazendo determinação dos parâmetros das necessidades nominais anuais globais e energia primaria (Ntc) e do valor máximo admissível das necessidades nominais anuais globais de energia primaria (Nt) e do cálculo da razão entre ambos foi possível determinar a nova classe energética dos edifícios, que se apresenta no Quadro 28.

Quadro 28 – Razão entre as necessidades nominais anuais globais e energia primária (Ntc) e o valor máximo admissível (Nt), assim como a respectiva classe energética

		INICIAL		SISTEMAS DE CLIMATIZAÇÃO E AQS IGUAIS	
		Ntc/Nt (%)	CLASSE ENERGÉTICA	Ntc/Nt (%)	CLASSE ENERGÉTICA
Edifícios	A	85	B ⁻	190	D
	B	153	D	192	D
	C	92	B ⁻	195	D
	D	86	B ⁻	186	D
	E	110	C	210	E
	F	87	B ⁻	181	D
	G	181	D	181	D
	H	150	D	214	E
	I	84	B ⁻	172	D
	J	178	D	178	D

Por análise do Quadro 28, verifica-se que os sistemas de climatização e produção de águas quentes influenciam significativamente a eficiência energética de um edifício, podendo esta diferença chegar a ser de duas classes energéticas.

Os edifícios E e H, são os que apresentam pior classificação energética, tal pode dever-se ao tipo de envolvente apresentada, ou seja, cave, rés-do-chão e sótão/espço não acessível. Contudo, o que possui melhor relação percentual de Ntc/Nt é o edifício G, apesar de o edifício F possuir isolamento térmico na envolvente opaca vertical e melhor nível de qualidade para os vãos envidraçados.

6.4. REABILITAÇÃO ENERGÉTICA ATENDENDO A NÍVEIS DE QUALIDADE TÉRMICA

Na sequência dos resultados obtidos na classificação dos níveis de qualidade e do cálculo do RCCTE, recomenda-se a reabilitação energética em todos os edifícios estudados. Torna-se então necessário efectuar uma intervenção nos elementos com classificação inferior de modo a obter um nível de qualidade no mínimo superior N0. O Quadro 29 lista as intervenções propostas em cada um dos edifícios.

Quadro 19 – Intervenções a efectuar nos edifícios

	Envolvente Exterior		Envolvente Interior			Envidraçados
	Parede	Cobertura	Paredes	Cobertura	Pavimentos	
A				X		X
B				X	X	
C				X	X	
D		X		X		
E				X	X	
F				X	X	
G				X		
H		X		X	X	
I				X	X	
J				X	X	

6.4.1. SOLUÇÕES DE REABILITAÇÃO ADOPTADAS

Edifício A – Aplicação de isolamento térmico na cobertura interior na parte exterior do elemento e na envolvente exterior envidraçada a colocação de caixilharia em alumínio com vidro duplo.

Edifício B – Aplicação de isolamento térmico na cobertura interior na parte exterior do elemento.

Edifício C – Aplicação de isolamento térmico na cobertura interior e no pavimento em contacto com espaços não úteis na parte exterior dos elementos.

Edifício D – Aplicação de isolamento térmico na cobertura interior na parte interior e na cobertura plana exterior (varanda) pelo exterior.

Edifício F – Aplicação de isolamento térmico na cobertura interior na parte interior e no pavimento em contacto com espaços não úteis na parte exterior.

Edifício G – Aplicação de isolamento térmico na cobertura interior na parte exterior do elemento e na envolvente exterior envidraçada a colocação de caixilharia em alumínio com vidro duplo.

Edifício H – Aplicação de isolamento térmico na cobertura interior na parte interior e no pavimento em contacto com espaços não úteis na parte exterior.

Edifício I – Aplicação de isolamento térmico na cobertura interior na parte interior e no pavimento em contacto com espaços não úteis na parte exterior.

Edifício J – Aplicação de isolamento térmico na cobertura interior na parte interior e no pavimento em contacto com espaços não úteis na parte exterior.

O Quadro 30 apresenta a classificação obtida após intervenção.


Quadro 30 – Níveis de Qualidade térmica para os elementos da envolvente dos edifícios após a reabilitação

	Envolvente Exterior		Envolvente Interior			Envidraçados
	Parede	Cobertura	Paredes	Cobertura	Pavimentos	
A	1	--	0	3	--	5
B	1	--	--	3	-2	3
C	1	--	--	3	4	5
D	1	1	0	3	--	3
E	1	--	--	3	4	5
F	3	--	--	3	4	5
G	1	--	4	3	--	3
H	1	1	1	3	4	5
I	1	--	0	3	4	5
J	1	--	4	3	-2	5


Nos quadros seguintes pode-se consultar em maior detalhe os valores dos coeficientes de transmissão térmica e o respectivo nível de qualidade atribuído a cada elemento da envolvente após as intervenções de reabilitação.

Conclui-se que a proposta apresentada permitiu, de uma forma prática identificar e interferir nos elementos com comportamento térmico mais deficiente obtendo-se um melhor comportamento térmico dos mesmos.


Quadro 31 – Níveis de Qualidade dos Elementos da Envolvente do Edifício A

Níveis de Qualidade dos Elementos da Envolvente					
Edifício		Moradia A			
					
	ELEMENTO	DESCRIÇÃO DA CAMADA	COEFICIENTE DE TRANSMISSÃO TÉRMICA	NÍVEL DE QUALIDADE	
ENVOLVENTE EXTERIOR	Paredes	Reboco de Tradicional	1,21	N1	
		Blocos de adobe			
Caixa-de-ar com 5cm de espessura					
Alvenaria de tijolo com 11cm de espessura					
		Reboco Tradicional			
	Envidraçados	Vão envidraçado com vidro duplo, caixilharia em alumínio e persiana exterior metálica	2,3	N5	
ENVOLVENTE INTERIOR	Paredes	Revestimento cerâmico	1,46	N1	
		Alvenaria de tijolo com 11cm de espessura			
		Reboco tradicional			
		Pavimentos em contacto com espaços não úteis			
COBERTURAS	Coberturas	Argamassa	0,71	N3	
		Placa de isolamento térmico			
		Laje aligeira com vigotas pré-esforçadas e abobadilhas cerâmicas			
		Reboco tradicional			
PONTES TÉRMICAS PLANAS	Pilar				
	Viga				


Quadro 32 – Níveis de Qualidade dos Elementos da Envolvente do Edifício B

Níveis de Qualidade dos Elementos da Envolvente				
Edifício		Moradia B		
				
	ELEMENTO	DESCRIÇÃO DA CAMADA	COEFICIENTE DE TRANSMISSÃO TÉRMICA	NÍVEL DE QUALIDADE
ENVOLVENTE EXTERIOR	Paredes	Estuque Tradicional	1,11	N1
		Alvenaria de tijolo com 11cm de espessura		
Espaço de ar não ventilado				
Alvenaria de tijolo com 11cm de espessura				
Revestimento cerâmico				
Envidraçados	Vão envidraçado com vidro simples, caixilharia em madeira e persiana exterior metálica	3,9	N3	
ENVOLVENTE INTERIOR	Paredes			
	Pavimentos em contacto com espaços não úteis	Laje aligeira com vigotas pré-esforçadas e abobadilhas cerâmicas	1,93	N-2
		Revestimento cerâmico		
Coberturas	Argamassa	0,71	N3	
	Placa de isolamento térmico			
	Laje aligeira com vigotas pré-esforçadas e abobadilhas cerâmicas			
	Reboco tradicional			
PONTES TÉRMICAS PLANAS	Pilares	Revestimento cerâmico	2,69	N0
		Betão armado		
		Estuque		
	Vigas	Revestimento cerâmico	2,74	N0
		Betão armado		
		Revestimento cerâmico		


Quadro 33 – Níveis de Qualidade dos Elementos da Envoltente do Edifício C

Níveis de Qualidade dos Elementos da Envoltente				
Edifício		Moradia C		
				
	ELEMENTO	DESCRIÇÃO DA CAMADA	COEFICIENTE DE TRANSMISSÃO TÉRMICA	NÍVEL DE QUALIDADE
ENVOLVENTE EXTERIOR	Paredes	Reboco de Tradicional	1,08	N1
		Alvenaria de tijolo com 11cm de espessura		
Espaço de ar não ventilado				
Alvenaria de tijolo com 11cm de espessura				
Estuque Tradicional				
Envidraçados	Vão envidraçado com vidro simples, caixilharia em alumínio e persiana exterior metálica	2,6	N5	
ENVOLVENTE INTERIOR	Paredes			
	Pavimentos em contacto com espaços não úteis	Revestimento cerâmico	0,63	N3
		Laje aligeira com vigotas pré-esforçadas e abobadilhas cerâmicas		
		Placa de isolamento térmico		
Coberturas	Placa de gesso cartonado	0,71	N3	
	Revestimento cerâmico			
	Placa de isolamento térmico			
	Laje aligeira com vigotas pré-esforçadas e abobadilhas cerâmicas			
PONTES TÉRMICAS PLANAS	Pilares	Reboco tradicional	2,68	N0
		Betão armado		
		Estuque		
	Vigas	Reboco tradicional	2,68	N0
		Betão armado		
		Revestimento cerâmico		


Quadro 34 – Níveis de Qualidade dos Elementos da Envolvente do Edifício D

Níveis de Qualidade dos Elementos da Envolvente				
Edifício		Moradia D		
				
	ELEMENTO	DESCRIÇÃO DA CAMADA	COEFICIENTE DE TRANSMISSÃO TÉRMICA	NÍVEL DE QUALIDADE
ENVOLVENTE EXTERIOR	Paredes	Reboco de Tradicional	1,08	N1
		Alvenaria de tijolo com 11cm de espessura		
		Espaço de ar não ventilado		
		Alvenaria de tijolo com 11cm de espessura		
		Estuque Tradicional		
	Cobertura (Varanda)	Revestimento cerâmico	0,74	N1
Placa de isolamento térmico				
Laje aligeirada com vigotas pré-esforçadas e abobadilhas cerâmicas				
Estuque Tradicional				
Envidraçados	Vão envidraçado com vidro simples, caixilharia em alumínio e persiana exterior metálica	3,9	N3	
ENVOLVENTE INTERIOR	Paredes	Revestimento cerâmico	1,87	N0
		Alvenaria de tijolo com 11cm de espessura		
		Reboco tradicional		
	Pavimentos em contacto com espaços não úteis			
	Coberturas	Laje aligeirada com vigotas pré-esforçadas e abobadilhas cerâmicas	0,71	N3
		Placa de isolamento térmico		
Placa de gesso cartonado				
PONTES TÉRMICAS PLANAS	Pilares	Reboco tradicional	2,68	N0
		Betão armado		
		Estuque		
	Vigas	Reboco tradicional	2,68	N0
		Betão armado		
Revestimento cerâmico				


Quadro 35 – Níveis de Qualidade dos Elementos da Envolvente do Edifício E

Níveis de Qualidade dos Elementos da Envolvente				
Edifício		Moradia E		
				
	ELEMENTO	DESCRIÇÃO DA CAMADA	COEFICIENTE DE TRANSMISSÃO TÉRMICA	NÍVEL DE QUALIDADE
ENVOLVENTE EXTERIOR	Paredes	Reboco de Tradicional	1,08	N1
		Alvenaria de tijolo com 11cm de espessura		
Espaço de ar não ventilado				
Alvenaria de tijolo com 11cm de espessura				
Estuque Tradicional				
Envidraçados	Vão envidraçado com vidro simples, caixilharia em alumínio e persiana exterior metálica	2,6	N5	
ENVOLVENTE INTERIOR	Paredes			
	Pavimentos em contacto com espaços não úteis	Revestimento cerâmico	0,63	N4
		Laje aligeira com vigotas pré-esforçadas e abobadilhas cerâmicas		
		Placa de isolamento térmico		
Coberturas	Placa de gesso cartonado	0,71	N4	
	Laje aligeirada com vigotas pré-esforçadas e abobadilhas cerâmicas			
	Placa de isolamento térmico			
PONTES TÉRMICAS PLANAS	Pilares	Reboco tradicional	2,68	N0
		Betão armado		
		Estuque		
	Vigas	Reboco tradicional	2,68	N0
		Betão armado		
		Revestimento cerâmico		


Quadro 36 – Níveis de Qualidade dos Elementos da Envolvente do Edifício F

Níveis de Qualidade dos Elementos da Envolvente				
Edifício		Moradia F		
				
	ELEMENTO	DESCRIÇÃO DA CAMADA	COEFICIENTE DE TRANSMISSÃO TÉRMICA	NÍVEL DE QUALIDADE
ENVOLVENTE EXTERIOR	Paredes	Reboco de Tradicional	0,56	N3
		Alvenaria de tijolo com 11cm de espessura		
Isolamento térmico XPS				
Espaço de ar não ventilado				
Alvenaria de tijolo com 11cm de espessura				
Estuque Tradicional				
Envidraçados	Vão envidraçado com vidro simples, caixilharia em alumínio e persiana exterior metálica	2,10	N5	
ENVOLVENTE INTERIOR	Paredes			
	Pavimentos em contacto com espaços não úteis	Revestimento cerâmico	0,63	N4
		Laje aligeira com vigotas pré-esforçadas e abobadilhas cerâmicas		
Placa de isolamento térmico				
Coberturas	Placa de gesso cartonado	0,71	N3	
	Laje aligeirada com vigotas pré-esforçadas e abobadilhas cerâmicas			
	Placa de isolamento térmico			
	Placa de gesso cartonado			
PONTES TÉRMICAS PLANAS	Pilares	Reboco tradicional	2,28	N1
		Tijolo cerâmico		
		Betão armado		
		Estuque		
	Vigas	Reboco tradicional	2,68	N0
		Betão armado		
		Revestimento cerâmico		


Quadro 37 – Níveis de Qualidade dos Elementos da Envolvente do Edifício G

Níveis de Qualidade dos Elementos da Envolvente				
Edifício		Moradia G		
				
	ELEMENTO	DESCRIÇÃO DA CAMADA	COEFICIENTE DE TRANSMISSÃO TÉRMICA	NÍVEL DE QUALIDADE
ENVOLVENTE EXTERIOR	Paredes	Reboco de Tradicional	1,08	N1
		Alvenaria de tijolo com 11cm de espessura		
Espaço de ar não ventilado				
Alvenaria de tijolo com 11cm de espessura				
Estuque Tradicional				
Envidraçados	Vão envidraçado com vidro simples, caixilharia em alumínio e persiana exterior metálica	3,9	N3	
ENVOLVENTE INTERIOR	Paredes	Revestimento cerâmico		
		Alvenaria de tijolo com 11cm de espessura		
		Reboco tradicional		
	Pavimentos em contacto com espaços não úteis			
	Coberturas	Laje aligeira com vigotas pré-esforçadas e abobadilhas cerâmicas	0,71	N3
		Placa de isolamento térmico		
Placa de gesso cartonado				
PONTES TÉRMICAS PLANAS	Pilares	Reboco tradicional	2,68	N0
		Betão armado		
		Estuque		
	Vigas	Reboco tradicional	2,68	N0
		Betão armado		
		Revestimento cerâmico		


Quadro 38 – Níveis de Qualidade dos Elementos da Envolvente do Edifício H

Níveis de Qualidade dos Elementos da Envolvente				
Edifício		Moradia H		
				
	ELEMENTO	DESCRIÇÃO DA CAMADA	COEFICIENTE DE TRANSMISSÃO TÉRMICA	NÍVEL DE QUALIDADE
ENVOLVENTE EXTERIOR	Paredes	Reboco de Tradicional	1,08	N1
		Alvenaria de tijolo com 11cm de espessura		
		Espaço de ar não ventilado		
		Alvenaria de tijolo com 11cm de espessura		
		Estuque Tradicional		
	Cobertura Inclinada	Revestimento cerâmico	0,78	N1
Laje aligeira com vigotas pré-esforçadas e abobadilhas cerâmicas				
Reboco Tradicional				
Envidraçados	Vão envidraçado com vidro simples, caixilharia em alumínio e persiana exterior metálica	2,6	N5	
ENVOLVENTE INTERIOR	Paredes	Revestimento cerâmico	1,65	N1
		Alvenaria de tijolo com 11cm de espessura		
		Reboco tradicional		
	Pavimentos em contacto com espaços não úteis	Revestimento cerâmico	0,63	N4
		Laje aligeira com vigotas pré-esforçadas e abobadilhas cerâmicas		
		Placa de isolamento térmico		
		Placa de gesso cartonado		
	Coberturas	Isolamento térmico	0,71	N3
Laje aligeira com vigotas pré-esforçadas e abobadilhas cerâmicas				
Estuque Tradicional				
PONTES TÉRMICAS PLANAS	Pilares	Reboco tradicional	2,68	N0
		Betão armado		
		Estuque		
	Vigas	Reboco tradicional	2,68	N0
		Betão armado		
		Revestimento cerâmico		

Quadro 39 – Níveis de Qualidade dos Elementos da Envoltente do Edifício I

Níveis de Qualidade dos Elementos da Envoltente				
Edifício		Moradia I		
				
	ELEMENTO	DESCRIÇÃO DA CAMADA	COEFICIENTE DE TRANSMISSÃO TÉRMICA	NÍVEL DE QUALIDADE
ENVOLVENTE EXTERIOR	Paredes	Reboco de Tradicional	0,96	N1
		Alvenaria de tijolo com 15cm de espessura		
Espaço de ar não ventilado				
Alvenaria de tijolo com 11cm de espessura				
Estuque Tradicional				
Envidraçados	Vão envidraçado com vidro simples, caixilharia em alumínio e persiana exterior metálica	3,6	N2	
ENVOLVENTE INTERIOR	Paredes	Revestimento cerâmico	1,78	N0
		Alvenaria de tijolo com 11cm de espessura		
		Reboco tradicional		
	Pavimentos em contacto com espaços não úteis	Revestimento cerâmico	0,63	N4
		Laje aligeira com vigotas pré-esforçadas e abobadilhas cerâmicas		
		Placa de isolamento térmico		
		Placa de gesso cartonado		
	Coberturas	Laje aligeira com vigotas pré-esforçadas e abobadilhas cerâmicas	0,71	N3
Placa de isolamento térmico				
Placa de gesso cartonado				
PONTES TÉRMICAS PLANAS	Pilares	Reboco tradicional	2,68	N0
		Betão armado		
		Estuque		
	Vigas	Reboco tradicional	2,68	N0
		Betão armado		
		Revestimento cerâmico		

Quadro 40 – Níveis de Qualidade dos Elementos da Envolvente do Edifício J

Níveis de Qualidade dos Elementos da Envolvente				
Edifício		Moradia J		
				
	ELEMENTO	DESCRIÇÃO DA CAMADA	COEFICIENTE DE TRANSMISSÃO TÉRMICA	NÍVEL DE QUALIDADE
ENVOLVENTE EXTERIOR	Paredes	Reboco de Tradicional	1,08	N1
		Alvenaria de tijolo com 11cm de espessura		
Espaço de ar não ventilado				
Alvenaria de tijolo com 11cm de espessura				
Estuque Tradicional				
Envidraçados	Vão envidraçado com vidro simples, caixilharia em alumínio e persiana exterior metálica	2,60	N5	
ENVOLVENTE INTERIOR	Paredes	Revestimento cerâmico		
		Alvenaria de tijolo com 11cm de espessura		
		Reboco tradicional		
	Pavimentos em contacto com espaços não úteis	Revestimento cerâmico	1,93	N-2
		Laje aligeira com vigotas pré-esforçadas e abobadilhas cerâmicas		
		Reboco Tradicional		
	Coberturas	Laje aligeira com vigotas pré-esforçadas e abobadilhas cerâmicas	0,71	N3
Placa de isolamento térmico				
Placa de gesso cartonado				
PONTES TÉRMICAS PLANAS	Pilares	Reboco tradicional	2,68	N0
		Betão armado		
		Estuque		
	Vigas	Reboco tradicional	2,68	N0
		Betão armado		
		Revestimento cerâmico		

6.4.2. DISCUSSÃO DOS RESULTADOS OBTIDOS

Para a proposta de intervenção é necessário verificar se os edifícios asseguram as exigências globais de conforto térmico exigido pelo RCCTE.

Quadro 41 – Índices térmicos e respectiva classe energética relativos à intervenção proposta

		Ni	Nic	NTC/NT	CLASSE ENERGÉTICA
Edifícios	A	74,60	164,03	72	B
	B	82,53	134,37	124	C
	C	88,86	107,44	73	B
	D	78,11	144,65	76	B ⁻
	E	85,46	103,76	83	B ⁻
	F	85,40	103,58	73	B
	G	70,60	117,41	160	D
	H	98,55	125,80	120	C
	I	70,40	93,04	74	B
	J	81,54	123,59	156	D

A melhoria dos níveis de qualidade dos elementos com classificação negativa permitiu, em alguns casos, melhoria da classe energética. Apesar de alguns edifícios possuírem uma classe energética razoável, não significa que estes cumpram todas as condições do regulamento. Como se pode verificar no Quadro 41, as necessidades nominais de energia útil continuam a obter valores muito superiores ao valor máximo admitido para cada edifício. Os edifícios que obtiveram uma classe energética inferior a B⁻, podem ser penalizados por estes possuírem sistemas de produção de águas quentes sanitárias e/ou climatização não são tão eficientes em relação aos que obtiveram uma classificação satisfatória.

O Quadro 42 apresenta os valores de cálculo da razão entre Ntc e Nt, assim como a respectiva classe energética para as seguintes situações:

- Inicial;
- Melhorar dos equipamentos de climatização e produção de águas quentes sanitárias;
- Melhorar a envolvente;
- As duas situações em simultâneo.

Quadro 42 – Síntese dos valores obtidos para as diferentes situações

Edifícios		INICIAL		AQS E CLIMATIZAÇÃO		ENVOLVENTE		FINAL	
		NTC/NT	CLASSE	NTC/NT	CLASSE	NTC/NT	CLASSE	NTC/NT	CLASSE
		A	85	B ⁻	73	B	72	B	63
B	153	D	91	B ⁻	124	C	79	B ⁻	
C	92	B ⁻	92	B ⁻	73	B	74	B	
D	86	B ⁻	98	B ⁻	76	B ⁻	76	B ⁻	
E	110	C	95	B ⁻	83	B ⁻	74	B ⁻	
F	87	B ⁻	87	B ⁻	73	B	73	B	
G	181	D	85	B ⁻	160	D	79	B ⁻	
H	150	C	97	B ⁻	120	C	76	B ⁻	
I	84	B ⁻	84	B ⁻	74	B	74	B	
J	178	D	82	B ⁻	156	D	74	B	

Após a análise do Quadro 42, constata-se que a alteração dos sistemas de climatização para caldeira a combustível líquido e dos sistemas de produção de águas quentes sanitárias para caldeira mural, melhora o desempenho energético do edifício e, conseqüentemente, a sua classe energética.

Em relação à reabilitação da envolvente, em alguns casos, não houve melhorias da classe energética, uma vez que as necessidades nominais de aquecimento, Nic, são superiores ao valor máximo admissível. De modo a tirar conclusões mais concretas em relação à diminuição das necessidades nominais de aquecimento após a intervenção, efectuou-se o cálculo da razão entre Nic e Ni, antes e depois da reabilitação.

Quadro 43 – Índices térmicos relativos às necessidades de aquecimento

Edifícios		INICIAL			MELHORIA DA ENVOLVENTE			
		Nic	Ni	Nic/Ni (%)	Nic	Ni	Nic/Ni (%)	
		A	223,03	74,60	299	164,03	74,60	
B	187,97	82,53	228	134,37	82,53	163	65	
C	188,40	88,86	212	107,44	88,86	121	91	
D	197,40	78,11	253	144,65	78,11	185	68	
E	184,80	85,46	216	103,76	85,46	121	95	
F	166,21	85,40	195	103,58	85,40	121	74	
G	152,80	70,60	216	117,41	70,60	166	50	
H	234,65	98,55	238	125,80	98,55	128	110	
I	132,54	70,40	188	93,04	70,40	132	56	
J	161,72	81,54	198	123,59	81,54	152	46	

No Quadro 43 apresentam-se os resultados obtidos com as acções de melhorias implementadas. A intervenção nos elementos da envolvente com níveis de qualidade negativos apresenta melhorias significativas, podendo ser superiores a 100%. Para obter

conclusões mais precisas, melhorou-se os elementos de forma a obter uma classificação de N5, tal como mostra o Quadro 44.

Quadro 44 – Índices térmicos relativos às necessidades de aquecimento

		INICIAL			MELHORIA DA ENVOLVENTE			
		Nic	Ni	Nic/Ni (%)	Nic	Ni	Nic/Ni (%)	
Edifícios	A	223,03	74,60	299	158,88	74,60	213	86
	B	187,97	82,53	228	128,82	82,53	156	72
	C	188,40	88,86	212	98,02	88,86	110	102
	D	197,40	78,11	253	139,61	78,11	179	74
	E	184,80	85,46	216	94,94	85,46	111	105
	F	166,21	85,40	195	96,59	85,40	113	82
	G	152,80	70,60	216	113,44	70,60	161	55
	H	234,65	98,55	238	118,27	98,55	120	118
	I	132,54	70,40	188	88,63	70,40	126	62
	J	161,72	81,54	198	119,32	81,54	146	52

A alteração efectuada nos elementos de forma a obter um nível de qualidade de N5 permite uma descida significativa das necessidades nominais de aquecimento Nic. Em alguns casos, E e F, este valor fica próximo do valor máximo admissível. Conclui-se assim que a proposta de níveis de qualidade é válida e coerente, apesar de alteração sugerida não verificar algumas condições exigidas no regulamento. O não cumprimento do regulamento deve-se ao facto de não se corrigirem as pontes térmicas e alguns elementos continuam a ter uma classificação baixa, nomeadamente os pavimentos em contactos com espaços não úteis e não acessíveis.

6.4.3. ESTUDO ECONÓMICO DE SOLUÇÕES

Para as intervenções propostas efectuou-se uma estimativa dos custos que podem ser consultados no Quadro 45.

Quadro 45 – Custos das intervenções aos elementos da envolvente

MORADIA	INTERVENÇÃO	CUSTO [€]
A	Substituição dos vãos envidraçados Colocação de isolamento térmico na cobertura	2677
B	Colocação de isolamento térmico na cobertura	1120
C	Colocação de isolamento térmico na cobertura e nos pavimentos sobre espaços não úteis	5890
D	Colocação de isolamento térmico na cobertura e nos pavimentos sobre espaços não úteis	1845
E	Colocação de isolamento térmico na cobertura e nos pavimentos sobre espaços não úteis	6900
F	Colocação de isolamento térmico na cobertura e nos pavimentos sobre espaços não úteis	5360
G	Colocação de isolamento térmico na cobertura	3445
H	Colocação de isolamento térmico na cobertura e nos pavimentos sobre espaços não úteis	5505
I	Colocação de isolamento térmico na cobertura e nos pavimentos sobre espaços não úteis	4675
J	Colocação de isolamento térmico na cobertura	2875

Em alguns casos a intervenção proposta apresenta um custo elevado, no entanto estimou-se o período de retorno de forma a verificar se este investimento é vantajoso, Quadro 46.

Quadro 46 – Período de retorno dos custos das intervenções aos elementos da envolvente

		Nic (I)	Nic (F)	REDUÇÃO DE NIC	AP [m ²]	REDUÇÃO DO CONSUMO [€/ANO]	PERÍODO DE RETORNO EM ANOS
Edifícios	A	223,03	164,03	59	109,43	483	5,5
	B	187,97	134,37	54	180,49	1170	1,0
	C	188,40	107,44	81	116,03	846	7,0
	D	197,40	144,65	53	126,17	602	3,1
	E	184,80	103,76	81	142,88	1042	6,6
	F	166,21	103,58	63	147,70	837	6,4
	G	152,80	117,41	34	196,00	800	4,3
	H	234,65	125,80	109	148,49	1462	3,8
	I	132,54	93,04	40	207,46	747	7,6
	J	161,72	123,59	38	151,92	693	4,1

A reabilitação dos elementos da envolvente é um investimento facilmente recuperável, como se pode verificar no Quadro 46. A implementação destas medidas de intervenção para melhorar o desempenho energético do edifício conduz a poupanças energéticas consideráveis.

