

CAPÍTULO 4

REGULAMENTAÇÃO E INDICADORES DE QUALIDADE TÉRMICA

4. REGULAMENTAÇÃO E INDICADORES DE QUALIDADE TÉRMICA

4.1. – APLICAÇÃO DO SCE, EM ESPECIAL O RCCTE

4.2. – DEFINIÇÃO DOS INDICADORES DE QUALIDADE TÉRMICA DA ENVOLVENTE DOS EDIFÍCIOS DE HABITAÇÃO LOCALIZADOS NA ILHA DO PICO

4.3. – APLICAÇÃO DOS INDICADORES A UM CONJUNTO DE EDIFÍCIOS DE CONSTRUÇÃO TRADICIONAL E SUA CLASSIFICAÇÃO

4.1. – APLICAÇÃO DO SCE, EM ESPECIAL O RCCTE

4.1.1. – CONTEXTUALIZAÇÃO HISTÓRICA, EUROPEIA E PORTUGUESA

As crises petrolíferas registadas na Europa durante a década de 70 levaram à criação de um conjunto de medidas com vista à redução da dependência da energia fóssil, baseada numa redução dos consumos energéticos. De entre estas medidas destacam-se as Resoluções do Conselho de 9 de Julho de 1980 e de 15 de Janeiro de 1985, com o objectivo de aumentar os esforços para economizar energia e reduzir o consumo e as importações de petróleo na Comunidade Europeia, para além de recomendar aos estados membros, um conjunto de princípios de um programa de base para economizar energia, que teve materialização nos seguintes diplomas:

- A Recomendação da CE, de 29 de Julho de 1980 relativa à Utilização Racional da Energia nas empresas industriais;
- A Recomendação do Conselho, de 28 de Julho de 1982, relativa ao estímulo aos investimentos, no âmbito da utilização racional de energia;
- A Resolução do Conselho, de 15 de Setembro de 1986, relativa à melhoria da eficácia energética das empresas industriais.

O crescente aumento do efeito de estufa, associado ao aumento das emissões de CO₂, levaram ao contínuo aparecer de novas medidas e resoluções com vista a combater estes aumentos, nomeadamente a Directiva Europeia 93/76/CE de 13 de Setembro de 1993, e a Directiva Europeia 94/3093 de 15 de Setembro de 1994.

Como forma de continuar a consciencialização relativa às problemáticas ambientais, surge no final de 1997 o Protocolo de Quioto, documento assinado por vários países, com o objectivo de reduzir as emissões totais de gases causadores do efeito de estufa nos países industrializados, no período de 2008 - 2012. No seguimento deste protocolo a União Europeia lança em 2002 a directiva 2002/91/CE, aprovada a 16 de Dezembro de 2002, com o objectivo de aumentar a eficiência energética dos edifícios, diminuir a emissão de gases com efeito de estufa e a dependência energética externa da União Europeia.

De um modo simplificado a Directiva 2002/91/CE propõe:

- Enquadramento geral para uma metodologia de cálculo do desempenho energético dos edifícios a definir por cada país;
- Estabelecimento de um Índice de Eficiência Energética (IEE) mínimo para os novos edifícios;
- Estabelecimento de um IEE mínimo para a reabilitação de edifícios com área superior a 1000 m²;
- Certificação obrigatória em edifícios;
- Auditoria obrigatória a caldeiras e sistemas de aquecimento com mais de 1 KW, e a sistemas de ar condicionado com potência superior a 12 KW;
- Qualificação de técnicos para execução de certificação e auditoria.

Várias têm sido as iniciativas tomadas pela União Europeia até à data, com o intuito de proporcionar a todos um ambiente mais seguro e sustentável, havendo muita pressão e coimas para os países não cumpridores da legislação ambiental.

Em Portugal a crise petrolífera da década de 70, tornou bastante visível a sua dependência externa do petróleo, o que fez com que, em 1982, surgisse o Regulamento de Gestão do Consumo de Energia (RGCE), ainda hoje em vigor, e que obriga os grandes consumidores de energia a realizar auditorias energéticas e a cumprir planos de racionalização energética.

Em 1990, surge em Portugal a primeira legislação com imposição de cumprimento de requisitos térmicos em edifícios, através do Decreto – Lei 40/90, de 6 de Fevereiro, que implementou o Regulamento das Características de Comportamento Térmico dos Edifícios (RCCTE).

Com a aprovação da Directiva Europeia 2002/91/CE surge a necessidade de revisão do RCCTE, apoiada na necessidade de melhorar a metodologia de cálculo e verificação, com o objectivo de uma maior eficiência energética e menores consumos dos sistemas de climatização. A revisão do RCCTE surge publicada a 4 de Abril de 2006 pelo Decreto-Lei 80/2006 de 4 de Abril, em simultâneo com o novo Regulamento dos Sistemas Energéticos e Climatização dos Edifícios (RSECE), publicado pelo Decreto-Lei 79/2006 de 4 de Abril, e o Sistema Nacional de Certificação Energética e da Qualidade do Ar Interior (SCE), publicado pelo Decreto-Lei 78/2006 de 4 de Abril.

O novo RCCTE apresenta maiores exigências de qualidade térmica para a envolvente dos edifícios, estabelecendo níveis limites para as necessidades nominais de energia de aquecimento e arrefecimento, impondo deste modo, limites aos consumos dos sistemas de aquecimento e de arrefecimento. Outras exigências prendem-se com a necessidade de assegurar a renovação adequada do ar interior, a limitação das necessidades de energia para aquecimento de águas quentes sanitárias, pela instalação obrigatória de sistemas colectores solares e a limitação das necessidades anuais totais de energia primária, que tem por referência o “mix” energético nacional.

A entrada em vigor dos regulamentos apresentados foi feita de forma progressiva, em função da tipologia dos edifícios e sua utilização.

De acordo com a ADENE – Agencia para a Energia, no período decorrido entre o dia 1 de Julho de 2007 e o dia 30 de Abril de 2010, foram emitidos em Portugal 269 996 certificados energéticos, divididos entre DCR – Declaração de Conformidade Regulamentar, CE – Certificado Energético e de Qualidade do Ar Interior, e CE após DCR – Certificado Energético e de Qualidade do Ar Interior após Declaração de Conformidade Regulamentar.



Fig. 4.1.1.1. – Esquema da implementação do SCE em Portugal. [14]

O RCCTE aplica-se a:

- Edifícios de habitação;
- Edifícios de serviços com área útil inferior a 1000 m² e sem sistemas mecânicos de climatização, ou com sistemas de climatização de potência inferior a 25 Kw;

- Grandes intervenções de remodelação ou alteração da envolvente, ou nas instalações de águas quentes sanitárias;
- Ampliações de edifícios existentes, exclusivamente na nova área construída.

É aplicado a cada fracção do edifício que:

- Seja dotada de contador individual de consumo de energia;
- Esteja separada do resto do edifício por uma barreira física continua e cujo direito de propriedade ou uso seja transmissível autonomamente.

As exigências regulamentares aplicam-se aos espaços úteis dos edifícios, fracção autónoma ou ampliação, para os quais são exigidas condições de conforto interior, sendo estes espaços delimitados por elementos construtivos que definem:

- Envolvente exterior, quando definem a fronteira entre espaço interior útil e ambiente exterior;
- Envolvente interior, quando definem a fronteira entre espaço interior útil e outros espaços interiores que não são climatizados.

A aplicação do RCCTE é feita em duas fases:

- Licenciamento – necessidade de cumprimento do RCCTE, termo de responsabilidade do projectista e Declaração de Conformidade Regulamentar realizada por um perito qualificado no âmbito do SCE;
- Conclusão da obra – termo de responsabilidade do director técnico em relação à conformidade com o projecto e Declaração de Conformidade Regulamentar realizada por um perito qualificado no âmbito do SCE.

O regulamento tem a seguinte constituição:

- I – Objecto e âmbito de aplicação
- II – Definições e parâmetros de caracterização
- III – Requisitos energéticos
- IV – Licenciamento

V – Definições finais e transitórias

Anexos:

I – Espaços com requisitos de conforto térmico

II – Definições

III – Zonamento climático

IV – Método de cálculo das necessidades de aquecimento

V – Método de cálculo das necessidades de arrefecimento

VI – Método de cálculo das necessidades de energia para preparação de água quente sanitária

VII – Quantificação dos parâmetros térmicos

VIII – Fichas para licenciamento ou autorização

IX – Requisitos mínimos de qualidade térmica para a envolvente dos edifícios

O RCCTE apresenta uma classificação de eficiência energética quantitativa, numa escala de classes energéticas que vai de G até A+.

Para os edifícios novos a classificação mínima exigida é B, enquanto para os existentes não existe uma classificação mínima regulamentada.

No caso dos edifícios existentes a certificação energética só é exigida aquando da realização de contratos de venda ou arrendamento do edifício ou fracção. O processo de certificação dos edifícios existentes, apesar de mais simples, visto não necessitar de projecto, somente de certificado, é por vezes bastante ingrato para os peritos, dada a escassez de dados sobre constituintes da envolvente dos edifícios a certificar, que na maioria das vezes nem projecto possuem. Para tentar minimizar estes problemas a ADENE desenvolveu, através da Nota Técnica SCE-01, uma metodologia que permite uma mais fácil e expedita análise das situações existentes.

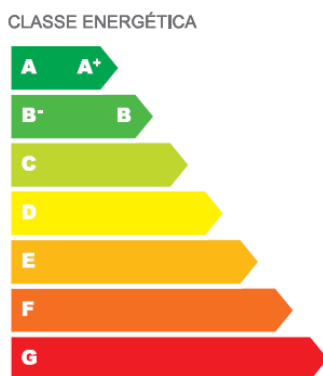


Fig. 4.1.1.2. – Classes de eficiência energética. [20]

4.1.2. – APLICAÇÃO AO ARQUIPÉLAGO DOS AÇORES

Como já referido, a transposição da Directiva n.º 2002/91/CE do Parlamento do Conselho de 16 de Dezembro, foi levada a cabo através de três diplomas, o Decreto-Lei n.º78/2006 de 4 de Abril, no que respeita à certificação energética, o Decreto-Lei 79/2006 de 4 de Abril, relativamente aos sistemas energéticos de climatização em edifícios e o Decreto-Lei n.º80/2006 de 4 de Abril, quanto às regras de conservação de edifícios a observar no projecto de todos os edifícios de habitação e dos edifícios de serviços, sem sistemas de climatização centralizados. Estes diplomas são nacionais e aplicam-se a todo o território nacional, prevendo à partida, particularidades na sua aplicação às regiões autónomas, em função do seu clima e tipologias construtivas características. No entanto, e referindo em concreto o caso dos Açores, apercebeu-se que o arquipélago não estava preparado para a implementação destas medidas de acordo com os prazos definidos pelo sistema de certificação energética nacional, nomeadamente, devido à elevada escassez de peritos qualificados para efectuarem a certificação no âmbito do SCE. Esta situação foi contornada, com a suspensão das datas de aplicação do sistema de certificação energética nacional à região dos Açores, de modo a dar mais tempo ao Governo Regional para promover acções de formação, no sentido de dotar a região de técnicos certificados suficientes.

A calendarização da aplicação do sistema de certificação energética nacional na Região Autónoma dos Açores foi definida pela Portaria 14/2009 de 2 de Março, que estabelece que estão abrangidos pelo Sistema de Certificação Energética e da Qualidade do Ar Interior (SCE) os seguintes edifícios, nos seguintes prazos:

- a) Todos os edifícios novos, independentemente da sua área ou fim, cujos pedidos de licenciamento ou autorização de edificação sejam apresentados à entidade competente a partir de 1 de Janeiro de 2010;

- b) Os edifícios existentes, para habitação e para serviços, nos casos previstos nas alíneas b) e c) do n.º 1 do artigo 3.º do Decreto-Lei n.º 78/2006, de 4 de Abril, a partir de 1 de Julho de 2010.

Apesar da própria legislação nacional já fazer distinção entre a aplicação ao território continental e aos arquipélagos, entendeu-se por bem, de modo a simplificar, e rever algumas características dessa aplicação, criar um documento regional que resumisse a aplicação do SCE ao Arquipélago dos Açores.

O Decreto Legislativo Regional n.º16/2009/A de 13 de Outubro, estabelece as normas relativas ao desempenho energético dos edifícios e à qualidade do ar interior, na Região Autónoma dos Açores, transpondo deste modo para o ordenamento jurídico regional a Directiva n.º 2002/91/CE Parlamento Europeu e do Conselho, de 16 de Dezembro.

Desde o dia 1 de Janeiro de 2010 e até ao mês de Abril, foram emitidos nos Açores 68 certificados energéticos, dos quais, 51 são de edifícios de São Miguel, 5 da Terceira, 3 do Faial, 2 em São Jorge e no Pico, e 2 na Graciosa. [21]

Existem actualmente 23 peritos certificados nos Açores. [21]

A aplicação do SCE aos Açores contempla, como já referido, algumas adaptações, principalmente de carácter técnico, fruto das particularidades do arquipélago, das quais se destacam:

- eliminação da obrigatoriedade da existência de instalações de gás, regulando, no entanto, que a existir, terá que haver obrigatoriamente comprovação da conformidade dos projectos e inspecções às instalações de gás;

- as isenções de aplicação contemplam adegas e edifícios residenciais destinados a serem utilizados por períodos inferiores a 4 meses por ano;

- o zonamento climático é feito em função da altitude de implantação do edifício, não sendo apresentada uma tabela com o zonamento em função da localidade. Para locais situados acima de 600 m – Zona I1, dos 600 a 1000 m – Zona I2 e acima dos 1000 m – Zona I3;

- o número médio de graus-dias de aquecimento é calculado em função da altitude, tendo por base a seguinte fórmula: $GD_{20} = 1,5 z + 650$;

- a duração média da estação convencional de aquecimento é também ela definida em função da altitude:

$$z \leq 100 \text{ m} - 4 \text{ meses}$$

$$100 < z \leq 500 \text{ m} - 3 + 0,1 z$$

$$z > 500 \text{ m} - 8 \text{ meses};$$

- a temperatura exterior de projecto de Verão é definida do seguinte modo:

$$z \leq 600 \text{ m} - 25 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$z > 600 \text{ m} - 24 \text{ }^\circ\text{C};$$

- a amplitude térmica diária do mês mais quente é dada por:

$$z \leq 600 \text{ m} - 6 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$z > 600 \text{ m} - 9 \text{ }^\circ\text{C};$$

- o valor de referência da energia solar média mensal incidente numa superfície vertical orientada a sul na estação de aquecimento é dado por:

$$z \leq 600 \text{ m (zona I1)} - 70 \text{ kWh/m}^2\text{.mês}$$

$$z > 600 \text{ m (zona I2)} - 50 \text{ kWh/m}^2\text{.mês};$$

- o valor de referência da temperatura do ar exterior durante a estação convencional de arrefecimento (Junho a Setembro) é de 21 °C, considerando-se todo o território regional como integrado na zona climática de Verão VI;

- os valores médios de referência da intensidade média da radiação solar durante a estação convencional de arrefecimento (Junho a Setembro), em função da orientação das fachadas, são os seguintes:

$$\text{N.} - 190 \text{ kWh/m}^2$$

$$\text{N.E. e N.W.} - 270 \text{ kWh/m}^2$$

$$\text{E. e W.} - 360 \text{ kWh/m}^2$$

$$\text{S.E. e S.W.} - 370 \text{ kWh/m}^2$$

$$\text{S.} - 340 \text{ kWh/m}^2$$

$$\text{Exposição a todo o horizonte} - 640 \text{ kWh/m}^2;$$

- nenhum elemento da envolvente exterior, de qualquer edifício, pode ter um coeficiente de transmissão térmica em zona corrente (U) superior a $1,6 \text{ W/m}^2\text{°C}$ em zonas opacas verticais e $1 \text{ W/m}^2\text{°C}$ em zonas opacas horizontais;

- nenhum elemento da envolvente interior confinante com outro edifício ou com ambientes normalmente não climatizados, incluindo com zonas anexas não úteis, pode ter um coeficiente de transmissão térmica em zona corrente (U) superior a $2 \text{ W/m}^2\text{°C}$ em zonas opacas verticais e $1,3 \text{ W/m}^2\text{°C}$ em zonas opacas horizontais;

- os novos edifícios de habitação com área útil inferior a 50 m^2 , apesar de dispensados do cumprimento dos requisitos gerais, devem demonstrar, por declaração do técnico responsável pela respectiva arquitectura, mesmo que não seja qualificado no âmbito do SCE, que satisfazem as seguintes características:

- os coeficientes de transmissão térmica em zona corrente (U) dos elementos da envolvente não podem exceder $1,6 \text{ W/m}^2\text{°C}$ em zonas opacas verticais e $1 \text{ W/m}^2\text{°C}$ em zonas opacas horizontais, não podendo apresentar zonas de ponte térmica plana com coeficiente de transmissão térmica calculado de forma unidireccional na direcção normal à envolvente que exceda $2 \text{ W/m}^2\text{°C}$;

- a inércia térmica do edifício tem de ser média ou forte;

- os vãos envidraçados com mais de 5 % de área útil de espaço que servem e não orientados nos quadrantes nordeste a noroeste devem ter factores solares que não excedam 0,20.

4.2. – DEFINIÇÃO DOS INDICADORES DE QUALIDADE TÉRMICA DA ENVOLVENTE DOS EDIFÍCIOS DE HABITAÇÃO LOCALIZADOS NA ILHA DO PICO

4.2.1. – CONCEITO DE AVALIAÇÃO EXIGENCIAL

A ideia inicial associada a um edifício é a de que este é capaz de servir como local de abrigo e protecção aos elementos exteriores, como a chuva, o vento, o frio, o calor, entre outros, ou seja, à partida, e de uma forma quase geral, antes de se considerar aspectos estéticos, ou de funcionalidade interior. Procura-se acima de tudo que o edifício seja capaz de permitir um conforto interior, independentemente das condições climatéricas existentes no exterior. Esta característica dos edifícios é assegurada especialmente pela envolvente exterior dos mesmos, que funciona como elemento de separação entre os dois ambientes, interior e exterior, sendo deste modo o principal e fundamental interveniente para a existência de conforto no interior do edifício.

O facto de ser a primeira componente do edifício a ter contacto com os elementos agressivos exteriores, faz com que se torne ao mesmo tempo, aquela que está mais sujeita a perder as suas características iniciais, não só a nível visual, como também a nível funcional, sendo assim uma componente do edifício que deverá ser alvo de uma atenção muito especial, de modo a assegurar o correcto desempenho das suas funções.

Este grau de importância reconhecido à envolvente exterior dos edifícios, foi já anteriormente atribuído por vários autores, assim como o conceito de avaliação exigencial. No documento “Reabilitação de Edifícios – Metodologia de Diagnostico e Intervenção” [15] o autor propôs a atribuição de níveis de qualidade para as várias exigências, de forma a satisfazer o conceito de avaliação exigencial dos elementos que constituem a envolvente exterior. Esta proposta baseava-se numa apreciação dos elementos construtivos que tem por base o comprimento dos valores de referência dos valores regulamentares, excluindo à partida a possível classificação dos elementos construtivos de edifícios construídos anteriormente e que não podem cumprir os requisitos regulamentares de referência, que têm vindo a ser actualizados periodicamente. Por esta razão, o autor entendeu como necessário estabelecer uma proposta de avaliação exigencial de qualidade, mais concretamente, de qualidade térmica, que permita classificar, não só os edifícios novos, como também os edifícios

mais antigos, e à partida, “não cumpridores” da regulamentação mais recente. Esta nova proposta é apresentada no documento “Proposta de Indicadores de Avaliação da Qualidade Térmica da Envolvente de Edifícios de Habitação” [16].

Neste trabalho, a avaliação a realizar prende-se com o cumprimento das exigências de eficiência térmica da envolvente de edifícios de habitação.

4.2.2. – ATRIBUIÇÃO DE NÍVEIS DE QUALIDADE AOS ELEMENTOS CONSTRUTIVOS

A atribuição de níveis de qualidade aos elementos construtivos, de uma forma geral, e de níveis de qualidade térmica de uma forma mais específica, foi algo já proposto por vários autores. No que respeita à atribuição de níveis de qualidade térmica e consequente atribuição de uma escala de classificação qualitativa de caracterização dos vários elementos construtivos da envolvente, esta tem vindo a ser proposta em vários documentos, nomeadamente,

- “Apreciação da Qualidade Térmica de Projectos de Habitação” [17]

- “O Isolamento Térmico da Envolvente dos Edifícios Face ao Novo Regulamento” [18]

- “Metodologia para a Definição Exigencial de Isolantes Térmicos” [19]

e ,mais recentemente,

- “Proposta de Indicadores de Avaliação da Qualidade Térmica da Envolvente de Edifícios de Habitação” [16]

Esta qualificação permite otimizar o processo de reabilitação dos edifícios, uma vez que permite uma identificação do contributo em termos de eficiência térmica de cada um dos elementos da envolvente, de uma forma específica, permitindo actuar, mais precisamente, nos elementos mais débeis.

Nesta proposta, os autores apresentam uma análise de todos os elementos da envolvente exterior do edifício, nomeadamente, paredes exteriores, paredes interiores, zona opaca horizontal, zona opaca horizontal interior e envidraçados.

Tabela.4.2.2.1. – Níveis de Qualidade Térmica para cada elemento da envolvente. [16]

	ELEMENTOS EXTERIORES EM ZONA CORRENTE						ELEMENTOS INTERIORES EM ZONA CORRENTE						ENVIDRAÇADOS		
	Paredes			Zona Opaca Horizontal			Paredes			Zona Opaca Horizontal			I1	I2	I3
	I1	I2	I3	I1	I2	I3	I1	I2	I3	I1	I2	I3			
N 5	0,35	0,30	0,25	0,25	0,23	0,20	0,70	0,60	0,50	0,50	0,45	0,40	3,01	2,31	3,31
N 4	0,35	0,30	0,25	0,25	0,23	0,20	0,70	0,60	0,50	0,50	0,45	0,40	3,01	2,31	3,31
	0,49	0,42	0,35	0,35	0,32	0,28	0,98	0,84	0,7	0,7	0,63	0,56	3,66	2,81	2,81
N 3	0,49	0,42	0,35	0,35	0,32	0,28	0,98	0,84	0,7	0,7	0,63	0,56	3,66	2,81	2,81
	0,63	0,54	0,45	0,45	0,41	0,36	1,26	1,08	0,9	0,9	0,81	0,72	4,09	3,14	3,14
N 2	0,63	0,54	0,45	0,45	0,41	0,36	1,26	1,08	0,9	0,9	0,81	0,72	4,09	3,14	3,14
	0,70	0,60	0,50	0,50	0,45	0,40	1,40	1,20	1,00	1,00	0,90	0,80	4,30	3,30	3,30
N 1	0,70	0,60	0,50	0,50	0,45	0,40	1,40	1,20	1,00	1,00	0,90	0,80	4,30	3,30	3,30
	1,25	1,10	0,98	0,88	0,73	0,65	1,70	1,60	1,45	1,33	1,10	1,00	4,25	3,75	3,75
N 0	1,25	1,10	0,98	0,88	0,73	0,65	1,70	1,60	1,45	1,33	1,10	1,00	4,25	3,75	3,75
	1,80	1,60	1,45	1,25	1,00	0,90	2,00	2,00	1,90	1,65	1,30	1,10	4,20	4,20	4,20
N -	1,80	1,60	1,45	1,25	1,00	0,90	2,00	2,00	1,90	1,65	1,30	1,10	4,20	4,20	4,20
1	1,98	1,76	1,60	1,38	1,10	0,99	2,20	2,20	2,09	1,82	1,43	1,32	4,41	4,41	4,41
	1,98	1,76	1,60	1,38	1,10	0,99	2,20	2,20	2,09	1,82	1,43	1,32	4,41	4,41	4,41
2	2,16	1,92	1,74	1,50	1,20	1,08	2,40	2,40	2,28	1,98	1,56	1,44	4,83	5,46	5,46
	2,16	1,92	1,74	1,50	1,20	1,08	2,40	2,40	2,28	1,98	1,56	1,44	4,83	5,46	5,46
3	2,34	2,08	1,89	1,63	1,30	1,17	2,60	2,60	2,47	2,15	1,69	1,56	4,83	5,46	5,46
	2,34	2,08	1,89	1,63	1,30	1,17	2,60	2,60	2,47	2,15	1,69	1,56	4,83	5,46	5,46
4	2,52	2,24	2,03	1,75	1,40	1,26	2,80	2,80	2,66	2,31	1,82	1,68	5,04	5,04	5,04
	2,52	2,24	2,03	1,75	1,40	1,26	2,80	2,80	2,66	2,31	1,82	1,68	5,04	5,04	5,04
N -	2,52	2,24	2,03	1,75	1,40	1,26	2,80	2,80	2,66	2,31	1,82	1,68	5,04	5,04	5,04
5															

A definição dos intervalos dos níveis de qualidade térmica é feita tendo em conta os valores característicos propostos no RCCTE – Regulamento das Características de Comportamento Térmico de Edifícios, D.L. 80/2006 de 4 de Abril, mais concretamente, o Coeficiente de Transmissão Térmica de Referência (U_{ref} – $W/m^2 \cdot ^\circ C$) e o Coeficiente de Transmissão Térmica Máximo Admissível ($U_{máx}$ – $W/m^2 \cdot ^\circ C$). No caso dos envidraçados, os valores de $U_{máx}$ tiveram por base os valores definidos no RCCTE de 1990, visto o regulamento actual, não apresentar valores de $U_{máx}$ para os elementos envidraçados. Começaram pela definição de um nível N0 (nível considerado minimamente aceitável), com valor mínimo igual à média entre $U_{máx}$ e U_{ref} , e valor máximo igual a U_{max} . Os restantes níveis foram obtidos por decréscimos ou acréscimos sucessivos dos limites de cada um dos intervalos, sendo esses acréscimos, ou decréscimos de 10% para o caso dos elementos opacos e de 5% para o caso dos envidraçados.

Pretende-se com este trabalho criar novos níveis de qualidade, desta vez, aplicados e adaptados à Região Autónoma dos Açores, tendo em conta o conteúdo do Decreto Legislativo Regional n.º 16/2009/A de 13 de Outubro.

4.2.3. – PROPOSTA DE AVALIAÇÃO EXIGENCIAL DA QUALIDADE TÉRMICA

A proposta agora apresentada (Tabela 4.2.3.1.) refere-se apenas às exigências de eficiência térmica dos elementos constituintes da envolvente exterior do edifício, mais especificamente os edifícios de habitação tradicional da Ilha do Pico, se bem que, se poderá considerar a sua aplicação válida a todos os restantes edifícios pré-existentes da Região Autónoma dos Açores.

Tabela.4.2.3.1. – Proposta de Níveis de Qualidade Térmica para cada elemento da envolvente.

	ELEMENTOS EXTERIORES EM ZONA CORRENTE		ELEMENTOS INTERIORES EM ZONA CORRENTE		ENVIDRAÇADOS
	Paredes	Zona Opaca Horizontal	Paredes	Zona Opaca Horizontal	
N 5	0,73	0,42	0,89	0,65	3,42
N 4	0,73	0,42	0,89	0,65	3,42
N 3	0,86	0,49	1,04	0,77	3,60
N 2	0,86	0,49	1,04	0,77	3,60
N 1	1,01	0,58	1,23	0,90	3,79
N 0	1,01	0,58	1,23	0,90	3,79
N -1	1,19	0,68	1,45	1,06	3,99
N -2	1,19	0,68	1,45	1,06	3,99
N -3	1,40	0,80	1,70	1,25	4,20
N -4	1,40	0,80	1,70	1,25	4,20
N -5	1,60	1,00	2,00	1,30	4,30
N -6	1,60	1,00	2,00	1,30	4,30
N -7	1,84	1,15	2,30	1,50	4,52
N -8	1,84	1,15	2,30	1,50	4,52
N -9	2,12	1,32	2,65	1,72	4,74
N -10	2,12	1,32	2,65	1,72	4,74
N -11	2,43	1,52	3,04	1,98	4,98
N -12	2,43	1,52	3,04	1,98	4,98
N -13	2,80	1,75	3,50	2,27	5,23
N -14	2,80	1,75	3,50	2,27	5,23

A definição dos níveis de qualidade, foi feita tendo por base a proposta de Santos e Lanzinha intitulada “Proposta de Indicadores de Avaliação da Qualidade Térmica da Envolvente de Edifícios de Habitação” [16], e descrita de forma resumida anteriormente.

No caso da Ilha do Pico, a definição dos valores mínimos e máximos de cada nível não pode ser tão linear quanto a apresentada anteriormente, fruto das particularidades climáticas e construtivas das ilhas dos Açores, que levaram a que a legislação que

regulamenta as exigências térmicas na região tivessem bastantes diferenças em relação à legislação nacional.

No caso dos Açores, não há a necessidade de divisão em zonas, uma vez que os valores apresentados como máximos para U_{max} são únicos e não variam em função das zonas. Começou-se então por definir o nível N0 (nível considerado minimamente aceitável). Para o caso dos elementos exteriores em zonas correntes, temos as paredes e os elementos em zona opaca horizontal. Para as paredes adoptou-se como limite máximo para o intervalo N0 o valor de 1,6 (valor definido pelo Dec. Leg. Reg. 16/2009/A como U_{max} para zonas opacas verticais em zonas correntes exteriores) e como limite mínimo o valor de 1,4 (valor definido pelo Dec. Lei 80/2006 para U_{ref} para zonas opacas verticais em zonas correntes exteriores para a Região Autónoma dos Açores).

Para os elementos em zona opaca horizontal, tomou-se como limite superior o valor de 1 (valor definido pelo Dec. Leg. Reg. 16/2009/A como U_{max} para zonas opacas horizontais em zonas correntes exteriores) e como limite inferior o valor de 0,8 (valor definido pelo Dec. Lei 80/2006 para U_{ref} para zonas opacas horizontais em zonas correntes exteriores para a Região Autónoma dos Açores).

Para o caso dos elementos interiores em zona corrente, temos as paredes e os elementos em zona opaca horizontal. Para as paredes, adoptou-se um valor limite máximo para o intervalo N0 de 2 (valor definido pelo Dec. Leg. Reg. 16/2009/A como U_{max} para zonas opacas verticais em zonas correntes interiores) e um valor limite mínimo de 1,7, pois uma vez que o valor estabelecido como U_{ref} no Dec. Lei 80/2006 para paredes em zonas correntes interiores também é de 2, optou-se por adoptar um valor inferior a este em 15%, de modo a dar alguma amplitude ao intervalo. Para os elementos em zona opaca horizontal tomou-se como limite máximo do intervalo N0 o valor de 1,3 (valor definido pelo Dec. Leg. Reg. 16/2009/A como U_{max} para zonas opacas horizontais em zonas correntes interiores) e como limite mínimo o valor de 1,25 (valor definido pelo Dec. Lei 80/2006 para U_{ref} para zonas opacas horizontais em zonas correntes interiores para a Região Autónoma dos Açores).

Seguidamente definiu-se uma “escala positiva”, entre N1 a N5, aumentando progressivamente a exigência de eficiência térmica das soluções utilizadas, sendo a melhor solução aquela compreendida no nível N5 e uma “escala negativa”, que vai de N-1 a N-5, diminuindo progressivamente a exigência de eficiência térmica, até à pior classificação de N-5. Os níveis são definidos em acréscimos ou decréscimos de 15%

entre si, quer se trate da “escala positiva” ou da “escala negativa”. A existência de uma escala negativa serve para se poder classificar os edifícios não cumpridores dos valores mínimos recomendados por lei.

Para o caso dos vãos envidraçados, o valor limite máximo do intervalo N0 é de 4,3, valor considerado como Uref no Dec. Lei 80/2006 para envidraçados e para a Região Autónoma dos Açores, enquanto que o valor limite mínimo do intervalo é de 4,2, correspondente ao valor proposto pelo RCCTE de 1990, uma vez que o actualmente em vigor não apresenta valores de Umáx para vãos envidraçados. Para o caso dos envidraçados, o acréscimo ou decréscimo de nível para nível, faz-se em intervalos de 5%, devido à resistência térmica dos elementos que constituem os vãos envidraçados variar de forma mais evidente comparativamente com a dos elementos opacos.

4.3. – APLICAÇÃO DOS INDICADORES A UM CONJUNTO DE EDIFÍCIOS DE CONSTRUÇÃO TRADICIONAL E SUA CLASSIFICAÇÃO

Com o intuito de verificar a adequação e aplicabilidade prática dos valores obtidos na definição dos diferentes níveis de qualidade, procedeu-se à sua aplicação a um conjunto de edifícios tradicionais de habitação, localizados na Ilha do Pico.

O critério principal na escolha desses edifícios foi a existência de alvenaria de pedra como constituinte da envolvente exterior do edifício, sendo que todos os apresentados têm as paredes exteriores de alvenaria de pedra.

Em termos de idade do edifício, o objectivo era apresentar um edifício com época de construção correspondente a cada intervalo apresentado anteriormente na Tabela 2.3.2., de caracterização do parque habitacional da ilha. Daí ter resultado um conjunto 5 edifícios, cuja reconstrução remonta a 5 épocas diferentes:

- anterior a 1919,
- de 1919 a 1945,
- de 1946 a 1970,
- de 1971 a 1990 e
- de 1991 a 2001.

Este enquadramento não foi, no entanto, de fácil execução, dada a falta de registo de construções mais antigas, tendo-se recorrido a testemunhos de habitantes mais antigos para tentar enquadrar cada um dos edifícios nas respectivas épocas de construção. Apesar da época de construção em que se enquadram, trata-se de edifícios que foram, quase todos eles, alvo de intervenções de melhoramentos e até ampliações, ao longo dos anos.

A nível de enquadramento geográfico, os edifícios apresentados localizam-se todos eles na Freguesia de Criação Velha, uma freguesia do Concelho de Madalena. A localização dos edifícios deve-se exclusivamente à maior facilidade de obtenção de dados da minha parte, uma vez que sou natural dessa freguesia e, como tal, tive maior facilidade na obtenção dos dados apresentados. A restrição dos edifícios apresentados a uma só freguesia não foi encarada como sendo limitativa da representatividade dos resultados apresentados, uma vez que a diversidade construtiva registada na ilha é sobretudo a nível arquitectónico, sendo o objecto principal de estudo as envolventes, de constituição semelhante, independente da localização dos edifícios.

Os edifícios são então apresentados seguidamente, descritos como casos de estudo.

CASO DE ESTUDO 1:

Morada unifamiliar, de construção anterior a 1919, tendo sofrido ao longo dos anos alguns melhoramentos, como a introdução de portadas de alumínio, o reboco com cimento, a substituição do forro da cobertura e os acabamentos interiores.



Fig. 4.3.1. – Caso de estudo 1.



Fig. 4.3.2. – À esquerda – cobertura, à direita – Janela.

Localização: Rua Direita – Freguesia de Criação Velha – Concelho de Madalena

Altitude: 125 metros

Latitude: 38° 30' 35'' N

Longitude: 28° 30' 55'' W

Ano de Construção: anterior a 1919

Tipologia: Moradia Unifamiliar

DESCRIÇÃO DO PRINCIPAIS ELEMENTOS CONSTRUTIVOS

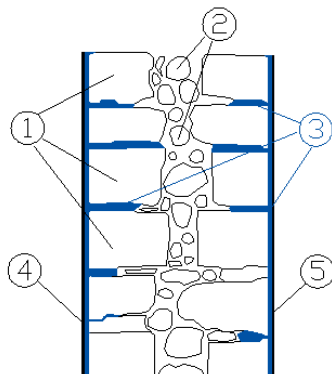


Fig. 4.3.3. – Constituição da parede exterior do caso de estudo 1.

Paredes exteriores com espessura total de 70cm, com 2 panos, e reboco por ambos os lados, apresentando:

- 1 – Pedra de basalto, formando aproximadamente 66cm de espessura;
- 2 – Entulho – pedras de pequena dimensão, para preenchimento de espaço entre panos;
- 3 – Camada regularizadora de espessura aproximada de 1,5cm, com argamassa de traço 3:1:1 de areia, barro e cimento, levando ainda uma “aguada de cal”;
- 4 – Acabamento interior de espessura 0,5cm em gesso estucado;
- 5 – Acabamento exterior de espessura 1cm, com argamassa de traço 4:1 de areia e cimento, levando ainda uma “aguada de cal”.

Cobertura de 4 águas, com estrutura de madeira e telha tipo “canudo” de barro, assente sobre um ripado de $\frac{1}{2}$ polegada de espessura.

Elemento de separação entre piso superior e cobertura em placas de gesso cartonado de 1cm de espessura.

A divisão entre os pisos é feita por um soalho de $\frac{2}{3}$ polegada, e vigas de madeira, tabicadas pela face inferior com tábuas de $\frac{1}{2}$ polegada, sendo o piso inferior utilizado para loja e arrumos.

As janelas são do tipo “guilhotina” de madeira e vidro simples, havendo neste caso em algumas das janelas a presença de portadas de alumínio.

As divisões interiores são compostas por barrotes de madeira, com ripas de ambos os lados, e rebocadas a argamassa de areia, barro, cimento e cal, tendo aproximadamente 10cm de espessura.

CASO DE ESTUDO 2:

Moradia unifamiliar de 2 pisos, o rés-do-chão destinado a loja e apoio à actividade agrícola, e o 1º andar destinado a habitação. Encontra-se de momento inabitada.



Fig. 4.3.4. – Caso de estudo 2.



Fig. 4.3.5. – À esquerda – cobertura, à direita – janela.

Localização: Rua Direita – Freguesia de Criação Velha – Concelho de Madalena

Altitude: 45 metros

Latitude: 38° 30' 43'' N

Longitude: 28° 31' 28'' W

Ano de Construção: 1919 a 1945

Tipologia: Moradia Unifamiliar

DESCRIÇÃO DOS PRINCIPAIS ELEMENTOS CONSTRUTIVOS

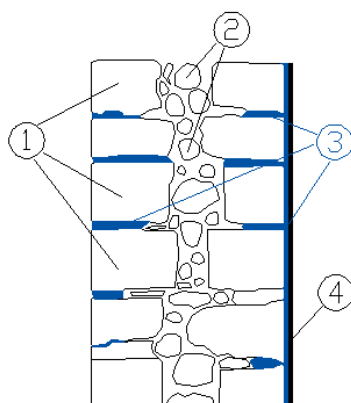


Fig. 4.3.6. – Constituição da parede exterior do caso de estudo 2.

Paredes exteriores com espessura total de 62cm, com 2 panos, e reboco pelo lado interior, apresentando:

- 1 – Pedra de basalto, formando aproximadamente 60cm de espessura;
- 2 – Entulho – pedras de pequena dimensão, para preenchimento de espaço entre panos;
- 3 – Camada regularizadora de espessura aproximada de 1,5cm, com argamassa de traço 3:1:1 de areia, barro e cimento, levando ainda uma “aguada de cal”;
- 4 – Acabamento interior de espessura 0,5cm, com argamassa de traço 3:1:1 de areia, barro e cimento, levando ainda uma “aguada de cal”;

Cobertura de 2 águas, com estrutura de madeira e telha tipo “canudo” de barro, assente sobre um ripado de ½ polegada de espessura.

A separação entre os pisos é feita por um soalho de 2/3 polegada, e vigas de madeira, sendo o piso inferior utilizado para loja.

As janelas são do tipo “guilhotina” de madeira e vidro simples.

As divisões interiores são compostas por barrotes de madeira, com ripas de ambos os lados, e rebocadas a argamassa de areia, barro, cimento e cal tendo aproximadamente 10cm de espessura.

CASO DE ESTUDO 3:

Moradia unifamiliar, adquirida recentemente por associação local, com vista a utilização para sede. Construção de pedra parcialmente descoberta, com apenas as juntas cobertas e pintadas de cor branca.



Fig. 4.3.7. – Caso de estudo 3.



Fig. 4.3.8. – À esquerda – cobertura, à direita – janela.

Localização: Canada do Monte – Freguesia de Criação Velha – Concelho de Madalena

Altitude: 21 metros

Latitude: 38° 30' 50'' N

Longitude: 28° 31' 52'' W

Ano de Construção: 1946 a 1970

Tipologia: Moradia Unifamiliar

DESCRIÇÃO DOS PRINCIPAIS ELEMENTOS CONSTRUTIVOS

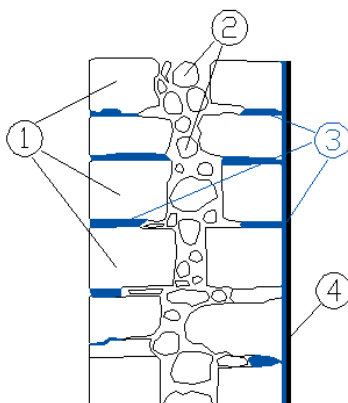


Fig. 4.3.9. – Constituição da parede exterior do caso de estudo 3.

Paredes exteriores com espessura total de 62cm, com 2 panos, e reboco pelo lado interior, apresentando:

- 1 – Pedra de basalto, formando aproximadamente 60cm de espessura;
- 2 – Entulho – pedras de pequena dimensão, para preenchimento de espaço entre panos;
- 3 – Reenchimento das juntas com argamassa de areia e cimento, ao traço de 3:1, prolongando-se 1,5cm para o interior;
- 4 – Acabamento interior a gesso, com uma camada de 0,5 cm de gesso estucado.

Cobertura de 2 águas, com estrutura de madeira, e telha tipo “canudo” de argamassa de cimento, assente sobre um ripado de ½ polegada de espessura.

A separação entre os pisos é feita por um soalho de 2/3 polegada, e vigas de madeira, sendo o piso inferior utilizado para loja e produção vinícola.

As janelas são do tipo “guilhotina” de madeira e vidro simples.

As divisões interiores são em blocos de betão de 10 cm de espessura, rebocadas e estucadas pelas duas faces.

CASO DE ESTUDO 4:

Moradia unifamiliar, que foi sofrendo ao longo dos anos várias intervenções, de reabilitação e de crescimento, nomeadamente através da construção de uma casa de banho anexa à estrutura inicial do edifício, sendo que a ornamentação exterior das fachadas remonta à construção da mesma.



Fig. 4.3.10. – Caso de estudo 4.

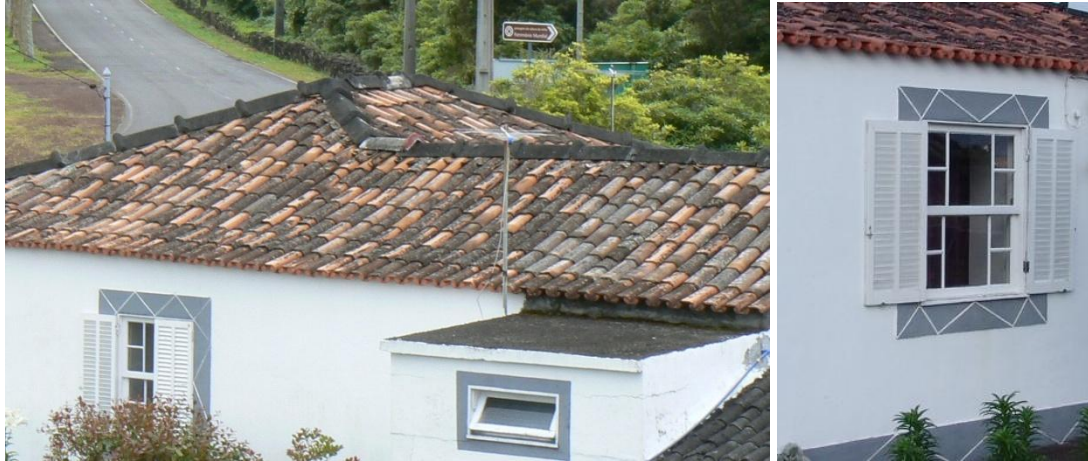


Fig. 4.3.11. – À esquerda – cobertura, à direita – janela.

Localização: Caminho do Rosário – Freguesia de Criação Velha – Concelho de Madalena

Altitude: 19 metros

Latitude: 38° 30' 53'' N

Longitude: 28° 31' 54'' W

Ano de Construção: 1971 a 1990

Tipologia: Moradia Unifamiliar

DESCRIÇÃO DOS PRINCIPAIS ELEMENTOS CONSTRUTIVOS

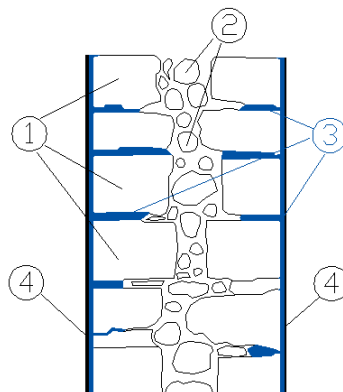


Fig. 4.3.12. – Constituição da parede exterior do caso de estudo 4.

Paredes exteriores com espessura total de 70cm, com 2 panos, e reboco por ambos os lados, apresentando:

- 1 – Pedra de basalto, formando aproximadamente 66cm de espessura;
- 2 – Entulho – pedras de pequena dimensão, para preenchimento de espaço entre panos;
- 3 – Reenchimento das juntas com argamassa de areia e cimento, ao traço de 3:1, prolongando-se 1,5cm, de modo a conseguir a regularização da parede;
- 4 – Acabamento interior e exterior a argamassa de areia e cimento, ao traço de 3:1 e com espessura média de 0,5cm.

Cobertura complexa, de várias águas, com estrutura de madeira e telha tipo “canudo” de barro, assente sobre um ripado de ½ polegada de espessura.

Divisão entre piso e cobertura, em forro de madeira, de 1 cm de espessura.

O soalho é em madeira, em tábuas de 2/3 de polegada, havendo uma caixa-de-ar inferior ao soalho, á excepção da zona da cozinha, onde temos massame de betão e acabamento em mosaico cerâmico.

As janelas são do tipo “guilhotina” de madeira e vidro simples.

As divisões interiores são em madeira, sendo constituídas por uma estrutura de barrotes de madeira, forradas por placas de platex de 0,5cm de espessura.

CASO DE ESTUDO 5:

Moradia unifamiliar de construção antiga, mas que foi alvo de grande operação de reabilitação posteriormente ao sismo de 1998, apresentando como tal, profundas alterações de revestimentos, cobertura e da própria estrutura resistente da casa, tendo deste modo sido considerada como de construção entre 1991 e 2001, uma vez que da sua configuração inicial só restam as paredes de alvenaria de pedra de basalto.



Fig. 4.3.13. – Caso de estudo 5.



Fig. 4.3.14. – À esquerda – cobertura, à direita – janela.

Localização: Canada da Costa – Freguesia de Criação Velha – Concelho de Madalena

Altitude: 105 metros

Latitude: 38° 30' 39'' N

Longitude: 28° 30' 55'' W

Ano de Construção: 1991 a 2001

Tipologia: Moradia Unifamiliar

DESCRIÇÃO DOS PRINCIPAIS ELEMENTOS CONSTRUTIVOS

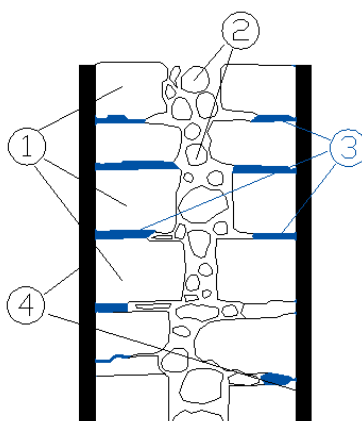


Fig. 4.3.15. – Constituição da parede exterior do caso de estudo 5.

Paredes exteriores com espessura total de 76cm, com 2 panos, e reboco por ambos os lados, apresentando:

- 1 – Pedra de basalto, formando aproximadamente 66cm de espessura;
- 2 – Entulho – pedras de pequena dimensão, para preenchimento de espaço entre panos;
- 3 – Reenchimento das juntas com argamassa de areia e cimento, ao traço de 3:1;
- 4 – Acabamento exterior e interior de 5cm de espessura, executado, em argamassa de areia e cimento ao traço de 3:1.

Esta é a constituição base utilizada na reconstrução de edifícios em alvenaria de pedra aquando da reconstrução levada a cabo posteriormente ao sismo de 1998. No reboco foi incorporada uma rede metálica de aço galvanizado, de modo a conferir maior resistência estrutural à parede, tendo a mesma sido fixada através de perfis metálicos, colocados transversalmente à parede e escorados ao reboco por meio de ganchos ou cotovelos. Os perfis utilizados foram varões de 8 mm de diâmetro, tendo sido colocados com um espaçamento entre si de 0,8 a 1 metros, na vertical e na horizontal.

Cobertura de 2 águas, com estrutura de madeira e telha tipo “lusa” de cerâmica, assente sobre um ripado de 1 polegada de espessura.

Divisão entre piso e cobertura, em forro de madeira, de 1cm de espessura.

A separação entre os pisos é feita por uma laje de betão armado de aproximadamente 15cm de espessura, sendo o piso inferior utilizado para loja e arrumos.

As janelas são do tipo “guilhotina” de madeira e vidro simples.

As divisões interiores são em blocos de betão de 10 cm de espessura pelas duas faces.

Escolhidos os casos de estudo, partiu-se para a sua caracterização em termos térmicos, mais concretamente o cálculo do seu Coeficiente de Transmissão Térmica – U, de modo a mais facilmente identificar os constituintes da envolvente com menor eficiência térmica, e assim melhor diagnosticar as necessidades de intervenção, do ponto de vista da reabilitação a nível térmico.

As espessuras, principalmente no que respeita a revestimento de paredes e partes não visíveis da estrutura, foram apresentadas de acordo com testemunho de alguns donos das respectivas casas alvo de estudo, assim como de alguns construtores locais de idade mais avançada, e que, por conhecimento na fase de construção ou por posterior trabalho de reabilitação ou demolição, caracterizaram as envolventes mais frequentemente utilizadas.

Caracterizados termicamente os elementos constituintes da envolvente, partiu-se para a aplicação aos valores obtidos da proposta de níveis de qualidade térmica apresentada, de modo a mais facilmente identificar quais os elementos que mais contribuem para a ineficiência térmica do edifício e, deste modo, mais necessitam de ser intervencionados. A justificação/cálculo dos valores apresentados, assim como uma descrição mais pormenorizada dos constituintes da envolvente são apresentados no Anexo 1.

Tab. 4.3.1. – Coeficientes de transmissão térmica dos elementos da envolvente dos edifícios estudados e sua classificação segundo os níveis de qualidade estabelecidos – situação actual.

	ELEMENTOS EXTERIORES EM ZONA CORRENTE				ELEMENTOS INTERIORES EM ZONA CORRENTE				Envidraçados	
	Paredes		Zona Opaca Horizontal		Paredes		Zona Opaca Horizontal			
Caso de estudo 1	1,54	N0	3,70	N-5	2,16	N-1	2,01	N-4	4,30	N0
Caso de estudo 2	1,74	N-1	3,70	N-5	2,16	N-1	3,40	N-5	5,10	N-4
Caso de estudo 3	1,70	N-1	3,70	N-5	2,23	N-1	3,40	N-5	5,10	N-4
Caso de estudo 4	1,62	N-1	3,70	N-5	2,22	N-1	3,40	N-5	3,90	N2
Caso de estudo 5	1,50	N0	3,70	N-5	2,26	N-1	3,54	N-5	4,30	N0

Pela análise do quadro acima, conclui-se que existem grandes necessidades de intervenção ao nível da reabilitação térmica dos edifícios estudados, apresentando todos eles classificações baixas, nomeadamente nas classificações dos elementos construtivos das zonas opacas horizontais e de alguns envidraçados.

É então necessário intervir em todos eles, de modo a obter uma classificação de nível de qualidade térmica superior ao nível N1, considerado como mínimo aceitável de satisfação da exigência de eficiência energética, sendo esta necessidade mais evidente nas zonas de mais baixa classificação e em consequência mais frágeis do ponto de vista do comportamento térmico.

