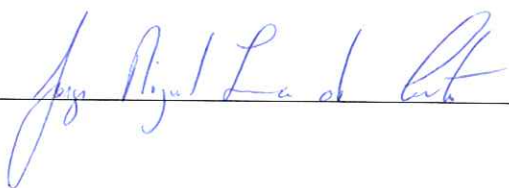


Jorge Miguel Fonseca da Costa

Certificação Energética de Edifícios Existentes:
Estudo de Caso

Ass:  _____

Monografia apresentada à Universidade Fernando
Pessoa como parte dos requisitos para obtenção
do grau de licenciado em Engenharia Civil.

SUMÁRIO

Esta monografia apresenta-se com o objectivo de aplicar o Método de Cálculo para a Certificação Energética de Edifícios Existentes no âmbito do RCCTE, a um caso prático.

Para melhor contextualizar o estudo, será realizada uma abordagem comparativa entre o método preconizado pelo Regulamento das Características do Comportamento Térmico de Edifícios, RCCTE – Decreto-Lei 80/06 de 4 de Abril, e a Nota Técnica a que se refere o Método de Cálculo para a Certificação Energética de Edifícios Existentes anteriormente mencionado.

Será também apresentada a Termografia, como uma ferramenta que o perito qualificado poderá recorrer para complementar a sua análise ao edifício, abordando as suas vantagens e aplicações específicas.

No que se refere ao estudo de caso, será analisada uma fracção autónoma recorrendo aos procedimentos de simplificação definidos na Nota Técnica, sendo posteriormente realizada uma comparação dos resultados obtidos com os resultados do estudo efectuado no âmbito do RCCTE, e apresentadas as conclusões em conformidade.

DEDICATÓRIA:

Esta monografia é dedicada em memória do
meu Pai.

AGRADECIMENTOS

Os agradecimentos constituem uma parte imprescindível do trabalho, porque consistem numa das únicas formas de deixar perpetuada a lembrança da ajuda que se obteve em determinado ponto ou situação da vida, quer ela esteja directamente relacionada com um trabalho desenvolvido, através da ajuda de um colega de profissão ou por um professor, ou quer se trate do apoio de retaguarda por parte da família e amigos, essencial para manter a estabilidade necessária.

Desde logo saliento que a ordem pela qual se transcrevem estes agradecimentos não espelham necessariamente a ordem da importância que cada um teve no desenrolar deste trabalho.

Sendo assim aqui vai:

Antes de mais quero agradecer à minha família, nomeadamente à minha esposa Inês pela força e animo que me deu para avançar com esta fase da minha vida; à minha filha Matilde, que, muito embora sem saber, me transmitiu a força necessária para nunca desistir; à minha Mãe, pela forma como me educou e pelo apoio que sempre me deu em tudo sem excepção ao longo da minha vida; e ao meu orientador Mestre Miguel Ferreira, pelo apoio prestado no desenvolvimento deste trabalho, sem o qual seria muito difícil a sua concretização.

ÍNDICE GERAL

SUMÁRIO	1
DEDICATÓRIA:	2
AGRADECIMENTOS.....	3
ÍNDICE GERAL	4
ABREVIATURAS	7
ÍNDICE DE FIGURAS.....	8
ÍNDICE DE QUADROS.....	9
INTRODUÇÃO	1
1. SISTEMA DE CERTIFICAÇÃO ENERGÉTICA	2
1.1. ENQUADRAMENTO	2
1.2. ANÁLISE DE MERCADO	4
1.3. O PAPEL DO PERITO NO PROCESSO DE CERTIFICAÇÃO.....	5
1.4. A TERMOGRAFIA	6
2. METODOLOGIAS E PROCEDIMENTOS	11
2.1. INTRODUÇÃO	11
2.2. ABORDAGEM COMPARATIVA ENTRE MÉTODO SIMPLIFICADO E MÉTODO DETALHADO	12
2.2.1. CARACTERIZAÇÃO DA FRACÇÃO AUTÓNOMA/EDIFÍCIO	12
2.2.2. LEVANTAMENTO DIMENSIONAL.....	12
2.2.3. ZONAS NÃO-ÚTEIS	15
2.2.4. CARACTERIZAÇÃO DOS ELEMENTOS DA ENVOLVENTE OPACA.....	17
2.2.5. ELEMENTOS EM CONTACTO COM O SOLO – PAREDES E PAVIMENTOS	20
2.2.6. PONTES TÉRMICAS LINEARES	21
2.2.7. CÁLCULO DA INÉRCIA TÉRMICA	22
2.2.8. CARACTERIZAÇÃO DOS ENVIDRAÇADOS	24

2.2.9.	VENTILAÇÃO NATURAL.....	27
2.2.10.	VENTILAÇÃO MECÂNICA.....	27
2.2.11.	SISTEMA DE CLIMATIZAÇÃO.....	29
2.2.12.	SISTEMA DE PREPARAÇÃO DE AQS.....	30
2.2.13.	SISTEMAS COLECTORES SOLARES.....	31
2.2.14.	VERIFICAÇÃO DO CUMPRIMENTO DA CONFORMIDADE REGULAMENTAR	34
2.2.15.	CLASSE ENERGÉTICA.....	34
2.2.16.	EMISSÕES DE CO ₂ ASSOCIADAS ÀS NECESSIDADES NOMINAIS DE ENERGIA PRIMÁRIA	35
3.	ESTUDO DE CASO	36
3.1.	INTRODUÇÃO	36
3.2.	DESCRIÇÃO DA FRACÇÃO AUTÓNOMA	36
3.3.	LEVANTAMENTO DIMENSIONAL.....	37
3.4.	DETERMINAÇÃO DO COEFICIENTE DE REDUÇÃO DE PERDAS.....	37
3.5.	DELIMITAÇÃO DAS ENVOLVENTES	38
3.6.	IDENTIFICAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DE SOLUÇÕES CONSTRUTIVAS...	38
3.7.	PONTES TÉRMICAS E PERDAS POR ELEMENTOS EM CONTACTO COM O SOLO	38
3.7.1.	PONTES TÉRMICAS PLANAS.....	38
3.7.2.	PONTES TÉRMICAS LINEARES	39
3.7.3.	PERDAS POR ELEMENTOS EM CONTACTO COM O SOLO.....	39
3.8.	VENTILAÇÃO	40
3.9.	GANHOS SOLARES PELOS ENVIDRAÇADOS.....	41
3.9.1.	CARACTERÍSTICAS DOS ENVIDRAÇADOS.....	41
3.9.2.	FACTOR DE OBSTRUÇÃO, FRACÇÃO ENVIDRAÇADA E FACTOR DE SELECTIVIDADE ANGULAR.....	42
3.10.	CLASSE DE INÉRCIA	42

3.11. SISTEMAS DE CLIMATIZAÇÃO.....	42
3.12. SISTEMAS DE PREPARAÇÃO DE AQS	43
3.13. RESULTADOS.....	43
3.14. COMPARAÇÃO MÉTODO DETALHADO E MÉTODO SIMPLIFICADO	44
CONCLUSÃO	45
ANEXOS.....	48
ANEXO I – RCCTE DECRETO-LEI N.º 80/06.....	49
ANEXO II – NOTA TÉCNICA (NT – SCE – 01, 2008).....	50
ANEXO III – TABELAS	51
ANEXO IV – PLANTAS, ALÇADOS E CORTES	54
ANEXO V – RESULTADOS DIMENSIONAIS	63
ANEXO VI – APLICAÇÃO DO MÉTODO SIMPLIFICADO NO CASO PRÁTICO.....	65
ANEXO VII – APLICAÇÃO DO MÉTODO DETALHADO NO CASO PRÁTICO.....	66

ABREVIATURAS

ADENE – Agência para a Energia

RCCTE – Regulamento das Características do Comportamento Térmico dos Edifícios

RSECE – Regulamento dos Sistemas Energéticos de Climatização em Edifícios

SCE – Sistema Nacional de Certificação Energética e da Qualidade do Ar Interior nos Edifícios

AQS – Água Quente Sanitária

FF – Factor de forma

PTP – Ponte Térmica Plana

PTL – Ponte térmica Linear

FA – Fracção Autónoma

GD – Graus-dias

DGEG – Direcção Geral de Energia e Geologia

INETI – Instituto Nacional de Engenharia, Tecnologia e Inovação

UFP – Universidade Fernando Pessoa

PQ – Perito Qualificado

NT – Nota Técnica

EPS – Poliestireno Expandido

ÍNDICE DE FIGURAS

[Figura 1.1 - Faseamento da entrada em vigor do SCE]	3
[Figura 1.2. – Radiação visível pelo olho humano]	7
[Figura 1.3. – Equipamento de Termografia; Fonte: Fluke]	7
[Figura 1.4. – Imagem Térmografica; Fonte: Eng.º António Cardoso/UFP]	8
[Figura 1.5. – Imagem Térmografica de duas moradias; Fonte: Eng.º António Cardoso/UFP]	9
[Figura 1.6. – Imagem Térmografica – Pontes Térmicas; Fonte: Eng.º António Cardoso/UFP	10
[Figura 2.1. – Esquematização dos vários tipos de Envolventes]	17
[Figura 2.2. – Esquematização da análise a efectuar face às características da envolvente] ...	18
[Figura 2.3. – Representação de Pavimento em contacto com solo]	21
[Figura 2.4. – Desequilíbrio entre caudais insuflado e extraído]	28
[Figura 2.5. – Variação de Classes Energéticas]	35

ÍNDICE DE QUADROS

[Quadro 1.1 – Contratos de compra e venda de prédios urbanos, rústicos e mistos].....	4
---	---

INTRODUÇÃO

Recentemente foi publicada pela ADENE (de acordo com o estabelecido no Despacho n.º 10250/2008), uma Nota Técnica denominada de “Método de Cálculo para a Certificação Energética de Edifícios Existentes no âmbito do RCCTE”, que vem introduzir a metodologia a aplicar pelos peritos qualificados no âmbito da sua análise a edifícios existentes, estando integrada na terceira e última fase do Sistema de Certificação Energética de Edifícios – SCE, que entra em vigor a partir do dia 1 de Janeiro de 2009.

Esta metodologia apresenta-se como um método de aplicação simplificado, que ao longo deste documento será considerado como Método Simplificado, em alternativa ao método detalhado preconizado no Decreto-lei 80/06, sendo entendido como uma forma de representar de um modo mais aligeirado o desempenho energético do imóvel tendo em vista a emissão do correspondente certificado energético.

O presente trabalho tem como objectivos apresentar de uma forma clara as simplificações introduzidas pela (NT-SCE-01, 2008) na análise de edifícios existentes para efeitos de certificação, demonstrar as suas diferenças com o método detalhado, aplicar a metodologia a um caso prático e por fim apresentar uma comparação de resultados obtidos relativamente aos dois métodos.

Neste sentido, a monografia está orientada da seguinte forma: numa primeira parte faz-se a introdução aos aspectos relacionados com o Sistema de Certificação Energética e o seu enquadramento, na segunda parte, que se refere à apresentação da metodologia de simplificação do método em questão, aborda-se paralelamente e comparativamente ambos os métodos detalhado e simplificado, numa última parte, que corresponde à aplicação da metodologia num caso prático, são comparados os resultados obtidos pela aplicação deste método com o método detalhado do RCCTE e retiradas considerações em conformidade.

Muito embora tenha a consciência que os objectivos propostos foram cumpridos, algo mais poderia ser realizado no âmbito deste tema, nomeadamente um estudo a vários edifícios de habitação, nos quais se aplicassem os dois métodos referidos, no sentido de analisar qual a efectiva aproximação entre ambos os resultados.

1. SISTEMA DE CERTIFICAÇÃO ENERGÉTICA

1.1. ENQUADRAMENTO

A reduzida regulamentação relativa aos consumos de energia dos edifícios, aliada à escalada do grau de exigência ao nível do conforto por parte das populações, deu origem, segundo (Freitas, 2007), a um aumento anual do consumo de energia de cerca de 7% desde 1990 até ao ano de 2004, chegando a representar, em dados de 2004, cerca de um terço do total da energia consumida entre os sectores da indústria, transportes e serviços,

No final do século XX começaram a surgir as primeiras preocupações relativas ao ambiente, onde em torno das quais se celebrou o protocolo de Quioto, tendo começado de imediato uma pressão política intensa sobre Portugal, como país membro da UE, no sentido de se reduzirem os consumos de energia nos edifícios, como parte do plano contra as emissões de gases com efeito de estufa.

Contudo as perspectivas não eram as melhores. No contexto europeu e caso se mantivesse a inoperância por parte dos governos, as projecções apontavam para que a Europa em 2020 iria importar cerca de 80% da sua energia, sendo que vários estudos indicavam ainda para que seriam os edifícios os responsáveis por cerca de 40% do consumo global de energia, de acordo com (Costa Pereira, 2007).

No entanto, nem tudo eram más notícias, ainda segundo (Costa Pereira, 2007) verificou-se que havia um potencial de poupança de energia em edifícios de mais de 30%, através da implementação de medidas regulamentares com viabilidade económica e fáceis de implementar.

Assim, a Comissão Europeia avança em 2001 com uma proposta aos Estados Membros relativa a uma directiva designada Directiva sobre o Desempenho Energético dos Edifícios – EPBD, sendo esta aprovada pouco tempo depois, resultando então na Directiva 2002/91/CE de 16 de Dezembro de 2002.

A referida directiva obrigava os Estados Membros a impor medidas até 4/01/2006 relativas a requisitos mínimos para novos edifícios; requisitos mínimos para reabilitações importantes de edifícios existentes com mais de mil metros quadrados (1000m²); introdução da certificação obrigatória dos edifícios; qualificação adequada dos técnicos para a certificação. Requisitos esses que ao nível interno deveriam ainda serem revistos a cada cinco anos, sendo actualizados caso houvesse necessidade.

Neste sentido, Portugal foi dos primeiros países a transpor a Directiva 2002/91/CE de 16 de Dezembro para o direito interno, tendo resultado nos diplomas seguintes:

- DL 78/2006 de 4 de Abril – Decreto que aprova o Sistema Nacional de Certificação Energética e da Qualidade de Ar Interior nos Edifícios;
- DL 79/2006 de 4 de Abril – Decreto que aprova o Regulamento dos Sistemas Energéticos de Climatização dos Edifícios;
- DL 80/2006 de 4 de Abril – Decreto que aprova o Regulamento das Características do Comportamento Térmico dos Edifícios.

A Certificação de edifícios existentes corresponde à terceira e última etapa do processo de faseamento para entrada em vigor do SCE Sistema de Certificação Energética e da Qualidade do Ar Interior nos Edifícios, e compreende a aplicação do SCE a todos os edifícios de habitação e serviços novos, e existentes quando sujeitos a qualquer transacção ou arrendamento, entrando em vigor no dia 1 de Janeiro de 2009, sendo neste âmbito que surge a Nota Técnica publicada pela ADENE.



[Figura 1.1 - Faseamento da entrada em vigor do SCE; Fonte: ADENE]

1.2. ANÁLISE DE MERCADO

Fazendo uma breve análise relativa às questões de mercado da Certificação, segundo dados do Instituto Nacional de Estatística [Quadro 1.1], foram concretizados em 2007, duzentos e oitenta mil contratos de compra e venda de imóveis em Portugal.

[Quadro 1.1 – Contratos de compra e venda de prédios urbanos, rústicos e mistos]

Localização geográfica	Contratos de compra e venda (N.º) de prédios por Localização geográfica							
	Período de referência dos dados							
	2007	2006	2005	2004	2003	2002	2001	2000
	N.º							
Portugal	281.365	285.483	300.044	276.292	300.105	329.301	326.732	346.188
Continente	265.314	270.331	285.470	262.698	285.300	313.089	311.613	331.554
Região Autónoma dos Açores	6.886	6.795	6.719	6.318	7.385	7.203	7.407	7.320
Região Autónoma da Madeira	9.165	8.357	7.855	7.276	7.420	9.009	7.712	7.314

[Fonte: <http://www.ine.pt> – extraído em 03 de Dezembro de 2008]

Analisando os dados e fazendo a conjugação entre o número de contratos de compra e venda com a obrigatoriedade de certificação energética do edifício, após se determinar a relação entre o número de contratos de compra e venda e o número de PQ existentes e que é cerca de seiscentos, obtemos um valor de quatrocentas e sessenta certificações por PQ, relação esta que aparentemente não representará mais que um número, mas se acrescentarmos que este mercado é exclusivo de Peritos Qualificados do Sistema de Certificação Energética de Edifícios e acrescentarmos ainda que o custo médio de cada certificação poderá rondar os 250€, verificamos que se trata de um mercado com potencial muito favorável, podendo corresponder a um mercado com um valor estimado em cerca de setenta milhões de euros.

Analisando por outro prisma, designadamente no que se refere ao trabalho e tempo dispendido na certificação por cada PQ, e considerando uma distribuição de trabalho da seguinte forma:

- 20min para deslocações;
- 30min para levantamento de dados e realização de questionário aos proprietários;

- 10min para análise da situação e planificação da abordagem a encetar face aos dados disponíveis;
- 30min para aplicação dos procedimentos relacionados com determinação da classe energética;
- 30min para análise das medidas de melhoria;
- 1hr para preparação do Relatório Síntese
- 1hr para realização do Certificado Energético e registo no portal da ADENE/SCE;

Estima-se, deste modo, que teremos associado a cada certificação um tempo médio de trabalho de 4 horas, isto é, meio-dia de trabalho inteiro sem contar com pausas para refeições.

Ora, tendo em conta a análise enunciada, a elaboração de um procedimento simplificado faz todo o sentido, verificando-se que a introdução da metodologia apresentada pela (NT-SCE-01, 2008) contribui, conforme se poderá constatar no desenvolvimento do presente trabalho, para a redução substancial do tempo de análise que cada perito deverá despende com a certificação.

1.3. O PAPEL DO PERITO NO PROCESSO DE CERTIFICAÇÃO

O processo de certificação envolve a actuação de um perito qualificado (PQ) no âmbito do SCE, o qual terá que verificar a conformidade regulamentar do edifício no âmbito do (RCCTE, 2006), classificando-o de acordo com o seu desempenho energético, com base numa escala de A⁺ (melhor desempenho) a G (pior desempenho) e propondo medidas tendo em vista a redução dos consumos energéticos e conseqüente melhoria do desempenho energético.

Como resultado da sua análise o PQ pode emitir os seguintes certificados:

- Declaração de conformidade regulamentar (DCR) necessária para a obtenção do pedido de licença de construção;
- Certificado Energético e da Qualidade do Ar Interior (CE) necessário para a obtenção do pedido de licença de utilização ou, no caso de edifícios existentes, para transacção ou arrendamento do imóvel.

Funcionando o primeiro, como a validação do projecto Térmico por parte do perito, e o segundo correspondendo à emissão do certificado energético que indica qual a classe energética que lhe corresponde.

Na sua análise o PQ deverá recorrer sempre à melhor informação ao seu dispor, ou seja, aquela que melhor reflecta a realidade construída e os equipamentos e sistemas instalados, suportando e validando sempre essa informação através de evidências recolhidas e verificadas pelo próprio como por exemplo, peças escritas e desenhadas do projecto, catálogos de equipamentos e soluções instaladas, levantamentos fotográficos de visita ao local, entre outras que se adequem à situação.

Na ausência de melhor informação para o cálculo de determinado índice ou parâmetro essencial, é aconselhável que o PQ recorra a valores constantes de elementos ou fontes de referência, devidamente reconhecidos pelo SCE e divulgados pela ADENE na sua página da Internet. De entre as fontes disponíveis para este efeito, caberá ao PQ decidir, para cada caso e para cada índice ou parâmetro, qual a fonte a utilizar, dando sempre preferência à que considere melhor traduzir a realidade existente.

O PQ deverá manter sempre uma perspectiva crítica do caso em estudo, observando com detalhe os pontos principais e onde mais frequentemente estão na origem de patologias associadas ao fraco desempenho térmico dos edifícios e também associados ao elevado desperdício energético, no que se refere ao consumo de energia.

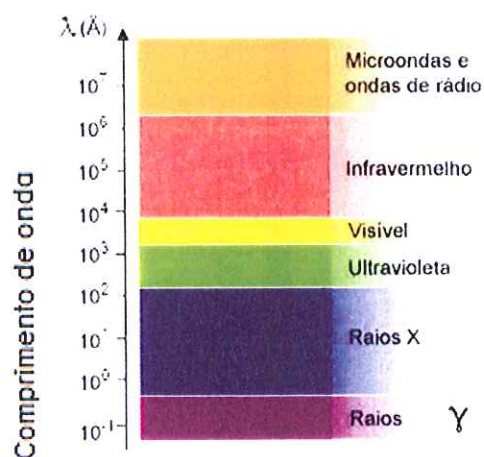
1.4. A TERMOGRAFIA

A certificação energética de edifícios existentes consiste, na sua essência, na avaliação do desempenho energético do edifício ou fracção.

Neste âmbito, apresenta-se a termografia como um complemento à inspecção a efectuar por parte do PQ, referindo-se este método à medição da distribuição de temperatura superficial de determinado elemento construtivo, que no caso de edifícios serão os elementos da envolvente exterior e interior com requisitos, quando estes estiverem sujeitos a tensões térmicas, sendo esta medição realizada através da detecção da radiação térmica ou infravermelha emitida

pelos referidos elementos e captada por um equipamento específico para o efeito, designado de câmara termográfica com sensores infravermelhos [Fig. 1.3.].

A termografia é um método com aplicação em variados sectores, sendo que a sua aplicação no sector da construção é importante pois permite a realização de avaliações do isolamento térmico de edifícios, bem como determinação de detalhes construtivos das construções sem realização de exames destrutivos ou invasivos, através da verificação de incoerências nos padrões de temperatura dos elementos analisados, incoerências essas que são traduzidas em diferentes cores, permitindo a detecção imediata de discontinuidades por diferenças de temperaturas, sendo hoje reconhecido como uma técnica de análise de edifícios rápida e eficiente.



[Figura 1.2. – Espectro Electromagnético, Fonte: Em linha: [http:// tvtel.pt/victorsarmento](http://tvitel.pt/victorsarmento)]

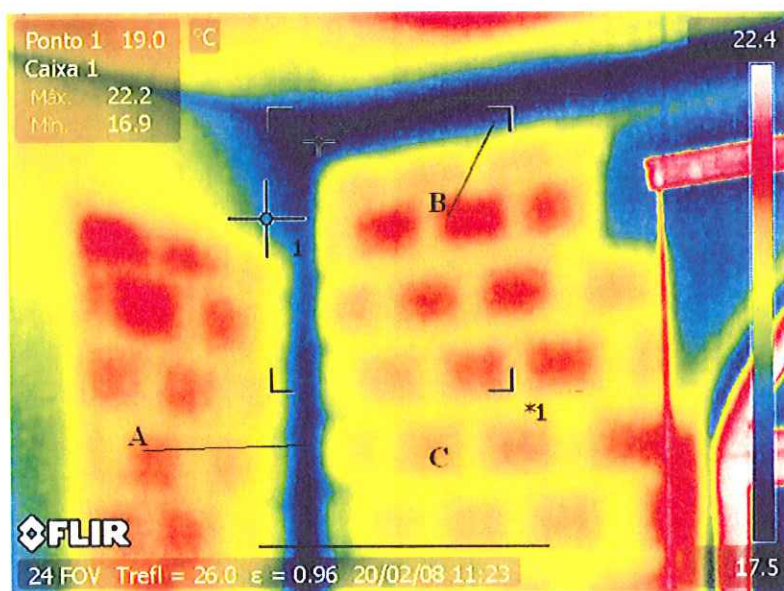


[Figura 1.3. - Equipamento de Termografia; Fonte: Fluke]

A [Figura 1.4.] corresponde a uma fotografia termográfica de elementos da envolvente opaca, onde se identificaram as situações legendadas de A, B e C.

Da análise da imagem seguinte [Figura 1.4.], podemos observar que a legenda A corresponde à ponte térmica que ocorre na junção de duas paredes verticais; a legenda B corresponde tanto à ponte térmica que ocorre na ligação entre parede e a laje de pavimento, e por último a legenda C, que diz respeito à identificação de detalhes construtivos associados particularmente ao elemento em análise.

No lado direito da fotografia podemos verificar a relação entre a cor e a temperatura.



[Figura 1.4. - Imagem Térmografica; Fonte: Eng.º António Cardoso/FLIR]

Outro exemplo que a seguir se apresenta através da [figura 1.5.], refere-se à termografia de dois edifícios de carácter habitacional, na qual se poderá verificar que os dois edifícios apresentam isolamentos térmicos distintos, isto é, o edifício B demonstra um revestimento térmico feito pelo exterior, do tipo “ETICS”, em oposição ao edifício A que terá isolamento térmico feito noutra molde, que não pelo exterior.

A comparação entre os dois reflecte-se na forma em que é possível distinguir a capacidade de absorção de energia térmica de ambos os edifícios, nomeadamente, o edifício A apresenta uma coloração mais amarela, que corresponde a uma temperatura que andarà aproximada dos 21°C, traduzindo-se isso no facto de absorver mais carga térmica pela inexistência de

isolamento pelo exterior, podendo também observar-se neste mesmo edifício, a delimitação de uma ponte térmica plana produzida pela existência de um pilar sem tratamento térmico, junto à janela do andar.

O edifício B identifica-se com uma tonalidade mais azulada, isto é, mais fria, demonstrando precisamente a vantagem que se obtém com a aplicação de revestimento térmico contínuo pelo exterior, complementando-se também pelo facto de não se detectarem pontes térmicas planas produzidas pelos elementos estruturais, face ao referido revestimento.

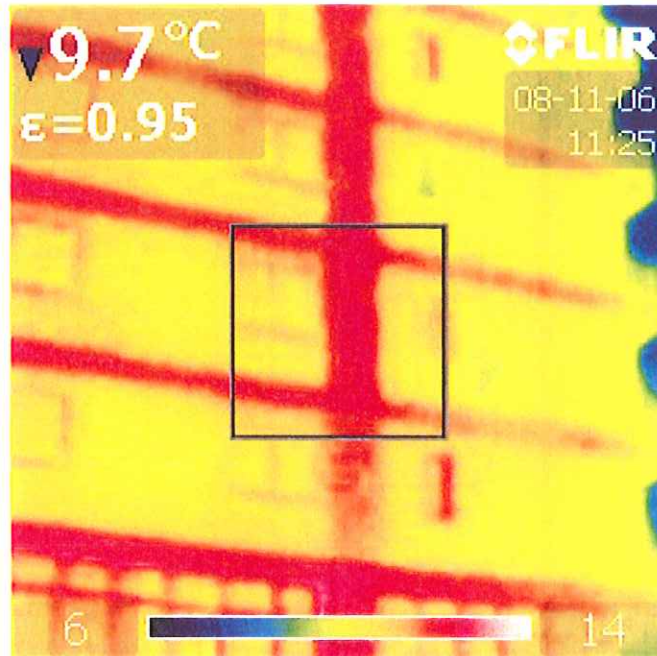


[Figura 1.5. - Imagem Térmografica de duas moradias; Fonte: Eng.º António Cardoso/FLIR]

Na imagem seguinte [Figura 1.5.], correspondente a uma fotografia termografia tirada a um alçado lateral de um edifício, podemos observar dois tipos de coloração distinta, designadamente uma mais clara, referente aos elementos da envolvente opaca, e outra mais avermelhada, que se refere à estrutura resistente do edifício.

O facto da coloração apresentar-se deste modo está relacionada com a carga térmica que o elemento tem capacidade de absorver, face às diferenças de massas entre ambos os elementos (maior no betão comparativamente com o elemento de alvenaria de tijolo da envolvente opaca, logo com mais capacidade de carga térmica).

Assim, os elementos na vertical, correspondentes aos pilares, e os elementos na horizontal correspondentes às vigas, consistem tanto em pontes térmicas planas (pilares) como pontes térmicas lineares (ligação de laje de piso intermédia com fachada).



[Figura 1.6. - Imagem Térmografica – Pontes Térmicas; Fonte: Eng.º António Cardoso/FLIR]

Apresentados estes exemplos, concluí-se que a utilização deste recurso é uma mais valia na inspeção que o PQ deverá efectuar no âmbito do processo de certificação de edifícios existentes, dado que permite identificar vários detalhes relacionados com as características térmicas do edifício e dos seus elementos, sendo ainda útil também na detecção de patologias relacionadas com humidades, fugas de água por ruptura, problemas eléctricos e outros, tudo pela identificação da radiação emitida pelo elemento e consequente associação à temperatura, sendo que o único entrave à proliferação desta ferramenta será o seu elevado custo.

2. METODOLOGIAS E PROCEDIMENTOS

2.1. INTRODUÇÃO

O esquema de análise de um edifício ou fracção autónoma, no âmbito do Método Detalhado, obedece a um determinado conjunto de índices térmicos e parâmetros cuja determinação e limites estão definidos no (RCCTE, 2006).

Por outro lado, no que se refere à Certificação Energética, a determinação da classe energética de um edifício existente, está agora balizada por um conjunto de procedimentos definidos na forma de uma NT, divulgada recentemente pela ADENE, face ao despacho n.º 10250/2008 de 8 de Abril, tendo estes procedimentos sido determinados no sentido de homogeneizar e aligeirar a análise que se pretende que seja realizada a edifícios existentes para efeitos de certificação energética.

Ambos os métodos recorrem a um tronco comum, que consiste na análise e determinação de determinados parâmetros, sendo que, de um modo sucinto, a diferença entre os dois métodos está precisamente na forma como eles são obtidos.

De seguida, pretende-se demonstrar as diferenças entre o Método Detalhado, que é o método de aplicação detalhado do (RCCTE, 2006), e o Método Simplificado, que se trata do conjunto de procedimentos de simplificação que são introduzidos pela (NT-SCE-01,2008).

As simplificações permitidas pela (NT-SCE-01, 2008) são as seguintes:

- Levantamento dimensional;
- τ dos espaços não úteis;
- Pontes térmicas;
- Coeficiente de transmissão térmica;
- Ventilação mecânica (caso exista);
- Factor solar do vão envidraçado;
- Factores de sombreamento;
- Classe de inércia;
- E_{solar} ;
- Eficiência dos sistemas;

2.2. ABORDAGEM COMPARATIVA ENTRE MÉTODO SIMPLIFICADO E MÉTODO DETALHADO

A abordagem pelo método comparativo afigura-se o melhor para o presente caso, uma vez que permite compreender melhor as diferenças entre ambas as análises.

Por um lado, salienta-se, a forma concreta que as simplificações preconizadas na (NT-SCE-01,2008) se apresentam, e por outro lado, a forma como o Método prevê na sua forma original, prevista no (RCCTE, 2006).

2.2.1. CARACTERIZAÇÃO DA FRACÇÃO AUTÓNOMA/EDIFÍCIO

A caracterização da fracção autónoma consiste na identificação dos parâmetros que caracterizam a edificação, isto é, localização, tipologia, disponibilidade de infra-estruturas de gás, construções adjacentes, construções na envolvente, descrição da obra ou intervenção a levar a efeito (neste caso descrever também equipamentos existentes), bem como a identificação da cota de implantação para conjuntamente com a localização determinar a zona climática do objecto de análise, e por último mas não menos importante, o levantamento dimensional imprescindível ao cálculo.

2.2.2. LEVANTAMENTO DIMENSIONAL

2.2.2.1. ÁREA ÚTIL DE PAVIMENTO

O levantamento dimensional consiste na determinação das dimensões relativas à área útil de pavimento, pé direito, área de parede da envolvente exterior, área de cobertura (interior e exterior), área de pavimento (interior e exterior), área de portas exteriores, bem como áreas da envidraçados da fracção, e tem duas formas distintas de ser realizado, consoante se trate da aplicação do Método Detalhado ou da aplicação das regras de simplificação preconizadas pela NT.

➤ MÉTODO DETALHADO

O (RCCTE, 2006) prevê que para o cálculo da área útil de pavimento esta seja feita medindo em planta pelo perímetro interior das paredes, de todos os compartimentos de uma fracção

autónoma de um edifício, incluindo vestíbulos, circulações internas, instalações sanitárias, arrumos interiores e outros compartimentos de função similar e armários nas paredes.

➤ MÉTODO SIMPLIFICADO

A simplificação da (NT-SCE-01, 2008) permite que se ignore áreas de pavimento associadas a reentrâncias e saliências com profundidade inferior a 1.0 m, bem como áreas de pavimento associadas a recuados e avançados com profundidade inferior a 1.0 m, e possibilita a medição da área de pavimento contabilizando a área de contacto das paredes divisórias com os pavimentos, sendo neste caso a área útil igual a 90% da área medida.

2.2.2.2. PÉ-DIREITO MÉDIO

➤ MÉTODO DETALHADO

O pé direito será a altura média, medida pelo interior, entre o pavimento e o tecto de uma fracção autónoma de um edifício.

➤ MÉTODO SIMPLIFICADO

A simplificação introduzida refere que em caso de pé-direito variável será possível adoptar um valor médio aproximado, estimado em função das áreas de pavimento associadas, ou seja, não obriga à medição exaustiva de áreas associadas a cada pé-direito de cada compartimento, permitindo que se obtenha um valor mais rapidamente através duma ponderação expedita.

2.2.2.3. ÁREA DE PAREDE DA ENVOLVENTE EXTERIOR

➤ MÉTODO DETALHADO

Este método define como área de paredes, como sendo a área, medida pelo interior, dos elementos opacos da envolvente verticais ou com inclinação superior a 60° que separam o espaço útil do exterior, de outros edifícios, ou de espaços não úteis adjacentes, e define a envolvente exterior, como o conjunto dos elementos do edifício ou da fracção autónoma que estabelecem a fronteira entre o espaço interior e o ambiente exterior, devendo a medição ser feita conjugando estas duas definições.

➤ MÉTODO SIMPLIFICADO

A adopção da simplificação não dispensa a medição da forma preconizada no Método Detalhado, mas permite contabilizar, na área de parede exterior, as paredes em contacto com o solo, assumindo deste modo que a respectiva perda linear será igual a 0.

Permite também ignorar a parcela de perda linear correspondente à parede em contacto com o solo, caso exista; quantificando-a como perda de calor superficial e permite considerar o seu U igual ao U da parede adjacente.

2.2.2.4. ÁREA DE COBERTURA (INTERIOR E EXTERIOR)

➤ MÉTODO DETALHADO

O (RCCTE, 2006) define área de cobertura como a área, medida pelo interior, dos elementos opacos da envolvente horizontais ou com inclinação inferior a 60° que separam superiormente o espaço útil do exterior ou de espaços não úteis adjacentes; envolvente exterior como o conjunto dos elementos do edifício ou da fracção autónoma que estabelecem a fronteira entre o espaço interior e o ambiente exterior e envolvente interior, como sendo a fronteira que separa a fracção autónoma de ambientes normalmente não climatizados (espaços anexos não úteis), tais como garagens ou armazéns, bem como de outras fracções autónomas adjacentes em edifícios vizinhos.

➤ MÉTODO SIMPLIFICADO

A simplificação da (NT-SCE-01, 2008) aqui introduzida permite ignorar áreas de cobertura associadas a reentrâncias e saliências com profundidade inferior a 1.0 m, permite ignorar áreas de cobertura associadas a recuados e avançados com profundidade inferior a 1.0 m, e no caso de se tratar de uma cobertura inclinada (inclinação superior a 10°) a medição pode ser efectuada na horizontal, agravando-se no entanto o valor da área obtida em 25%.

2.2.2.5. ÁREA DE PAVIMENTO (INTERIOR E EXTERIOR)

➤ MÉTODO DETALHADO

A área de pavimento interior e exterior é a área, medida pelo interior, dos elementos da envolvente que separam inferiormente o espaço útil do exterior ou de espaços não úteis adjacentes.

➤ MÉTODO SIMPLIFICADO

A simplificação introduzida permite ignorar áreas de cobertura associadas a reentrâncias e saliências com profundidade inferior a 1.0 m e permite também ignorar áreas de cobertura associadas a recuados e avançados com profundidade inferior a 1.0 m.

2.2.2.6. ÁREA DE PORTAS EXTERIORES

➤ MÉTODO DETALHADO

A perda de calor por condução através de portas exteriores deverá ser contabilizada como para qualquer outro elemento da envolvente exterior, ou seja, com base na área do elemento e no coeficiente de transmissão térmica superficial do material.

➤ MÉTODO SIMPLIFICADO

O método simplificado permite que se ignore as áreas de portas exteriores cuja área envidraçada seja inferior a 25%, considerando-as incluídas na restante envolvente vertical exterior.

Caso contrário, isto é, no caso em que as portas exteriores cuja área envidraçada seja superior a 25%, estas deverão ser tratadas como vãos envidraçados.

2.2.3. ZONAS NÃO-ÚTEIS

A identificação de zonas não úteis é primordial na caracterização do edifício, consistindo a definição de zona não útil como todo o conjunto dos locais fechados, fortemente ventilados ou

não, que não se encontram englobados na definição de área útil de pavimento e que não se destinam à ocupação humana em termos permanentes e, portanto, em regra, que não sejam climatizados, nos quais se incluem armazéns, garagens, sótãos e caves não habitados, circulações comuns a outras fracções autónomas do mesmo edifício, etc, considerando-se ainda como espaços não úteis as lojas não climatizadas com porta aberta ao público.

➤ MÉTODO DETALHADO

A definição de zonas não úteis é feita aos espaços que se apresentem como tal tendo por base a definição anteriormente citada, para os quais se determinam os respectivos coeficientes de perdas (τ) aplicando a tabela IV.1 do (RCCTE, 2006), em anexo.

Assim, mostra-se obrigatório o cálculo das variáveis que lhes estão associadas, designadamente, o A_u , que se refere à área do elemento que separa o espaço não útil do ambiente exterior; o A_i , que se trata da área do elemento que separa o espaço útil interior do espaço não útil e a análise do tipo de espaço não aquecido, bem como a verificação do tipo de permeabilidade ao ar no caso de se tratarem de coberturas sob desvão não habitado (não acessível).

➤ MÉTODO SIMPLIFICADO

A (NT-SCE-01, 2008) introduz uma simplificação que vem diminuir o tempo de análise da fracção, e que consiste em atribuir um valor convencional de **0,75** a todos os espaços não aquecidos, com a ressalva de que sempre que o PQ opte por determinar o valor de τ , para um dos espaços não aquecidos, seguindo a metodologia do (RCCTE, 2006), não poderá aplicar esta regra de simplificação aos restantes espaços não aquecidos.

As vantagens na aplicação desta simplificação são evidentes porque dispensam a medição de A_u e a medição de A_i , implicando apenas, no caso de uma fracção autónoma de um edifício, a medição da envolvente interior da fracção. Dispensa também a análise prévia do tipo de espaço não aquecido, permitindo assim uma medição facilitada da área de envolvente interior. Ainda, caso se trate de coberturas sob desvão não habitado (não acessível), possibilita que não seja verificado o desvão para avaliação da sua permeabilidade ao ar.

2.2.4. CARACTERIZAÇÃO DOS ELEMENTOS DA ENVOLVENTE OPACA

A caracterização dos elementos da envolvente opaca refere-se à determinação do Coeficiente global de transmissão de calor (U) de cada um dos elementos constituintes da referida envolvente opaca, designadamente, dos elementos exteriores em zona corrente (paredes exteriores e pavimentos exteriores) e dos elementos interiores em zona corrente (paredes e pavimentos em contacto com zonas não úteis).

O coeficiente global de transmissão de calor (U) é determinado recorrendo à fórmula (1):

$$U = \frac{1}{R_{si} + \sum R_j + R_{se}} \quad (\text{w/m}^2\text{°C}) \quad (1)$$

Em que:

R_j – Resistência Térmica da Camada j , ($\text{m}^2\text{°C/w}$)

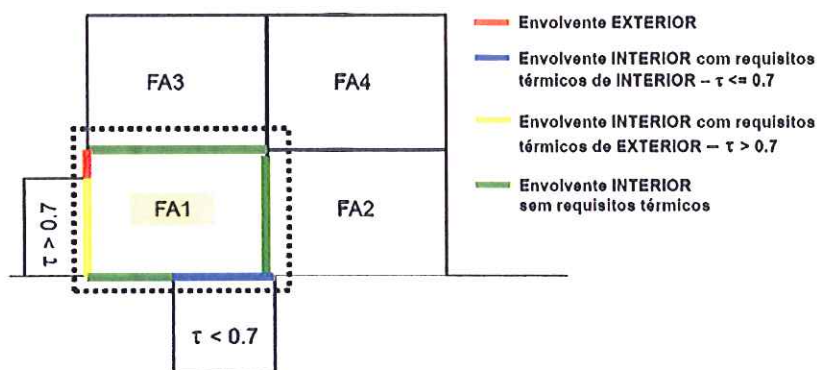
R_{si} – Resistência Térmica Superficial Interior, ($\text{m}^2\text{°C/w}$)

R_{se} – Resistência Térmica Superficial Exterior, ($\text{m}^2\text{°C/w}$)

Ou ainda recorrendo ao ITE 50, caso se trate de uma solução construtiva tipificada.

➤ MÉTODO DETALHADO

Para a referida caracterização, antes de mais, torna-se essencial distinguir os tipos de elementos, que poderão ser paredes exteriores, paredes interiores, pavimentos exteriores, pavimentos interiores ou ainda pilares e talões de vigas inseridas na envolvente opaca interior e exterior, sendo a distinção das envolvente conseguida de acordo com a Figura 2.1.:

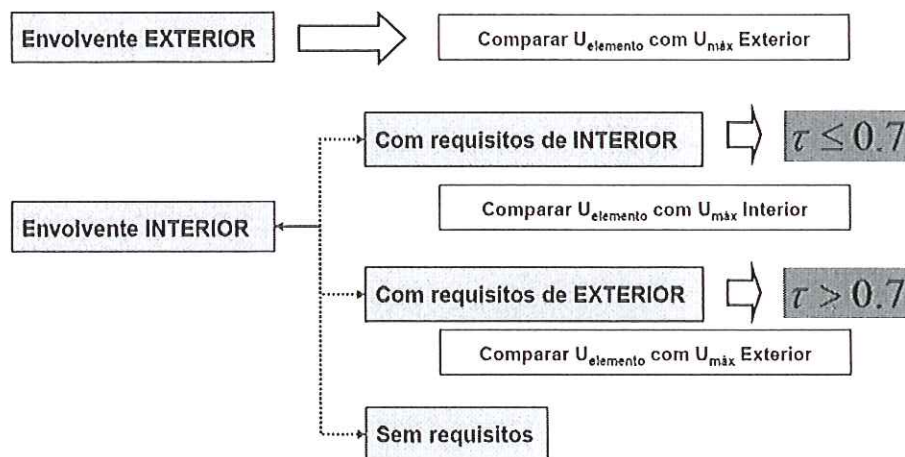


[Figura 2.1. - Esquemática dos vários tipos de Envolventes; Fonte: ADENE]

Onde:

- Envoltente exterior é o conjunto dos elementos do edifício ou da fracção autónoma que estabelecem a fronteira entre o espaço interior e o ambiente exterior;
- Envoltente interior é a fronteira que separa a fracção autónoma de ambientes normalmente não climatizados (espaços anexos «não úteis»), tais como garagens ou armazéns, bem como de outras fracções autónomas adjacentes em edifícios vizinhos;
- A Envoltente interior poderá ser ainda dividida em:
 - Envoltente interior com requisitos térmicos de interior, o que significa que se trata da fronteira entre a fracção autónoma e um ambiente não climatizado cujo valor de Tau é inferior a 0,7;
 - Envoltente interior com requisitos térmicos de exterior, o que significa que se trata da fronteira entre a fracção autónoma e um ambiente não climatizado cujo valor de Tau é superior a 0,7;
 - Envoltente interior sem requisitos térmicos, o que significa que se trata da fronteira entre a fracção autónoma e fracções autónomas ou ainda o solo.

Posteriormente, o tratamento dos vários tipos de envoltente obedece ao seguinte esquema:



[Figura 2.2. - Análise a efectuar face às características da envoltente; Fonte: ADENE]

Em que o coeficiente de transmissão térmica máximo admissível (U_{max}) é função da Zona Climática e do tipo de elementos (Vertical/Horizontal e Exterior/Interior*), e é retirado do quadro IX.1 do (RCCTE, 2006). [* o qual depende ainda da característica dos espaços não úteis (τ)]

Nesta fase, deverão também ser determinadas as pontes térmicas planas, que são uma heterogeneidade inserida em zona corrente da envolvente, como por exemplo pilares, talões de viga, caixa de estores etc.

O (RCCTE, 2006) refere que nenhuma zona de qualquer elemento opaco da envolvente pode ter um valor de U, calculado de forma unidimensional na direcção normal da envolvente, superior ao dobro dos elementos homólogos em zona corrente (env), respeitando sempre os valores máximos admissíveis (máx), resultando nestas duas equações:

$$U_{ptp} \leq 2 \cdot U_{env} \quad (2)$$

$$U_{ptp} \leq U_{max} \quad (3)$$

➤ MÉTODO SIMPLIFICADO

O método simplificado não dispensa o cálculo dos coeficientes de transmissão global de cada elemento da envolvente opaca, permitindo no entanto que se ignore a determinação das áreas das pontes térmicas planas.

Caso ainda a solução construtiva não garanta a ausência de pontes térmicas planas (isolamento térmico contínuo pelo exterior; paredes exteriores em alvenaria de pedra; etc), deverá majorar-se o valor de U da zona corrente em 35%.

A aplicação da simplificação não obriga à verificação de qualquer coeficiente de transmissão máximo.

Na eventualidade dos elementos da envolvente terem sido objecto de reforço de isolamento térmico após a construção do edifício, por intermédio de uma remodelação, os valores de U podem ser obtidos através da expressão (4):

$$U_d = \frac{1}{\frac{1}{U_o} + \frac{d_D}{\lambda}} \quad (4)$$

Em que:

U_d – U do elemento construtivo após o reforço de isolamento térmico posterior, ($w/m^2\text{°C}$)

U_o – U do elemento construtivo antes do reforço de isolamento térmico posterior, ($w/m^2\text{°C}$)

d_D – Espessura do isolamento adicional, (m)

λ – Coeficiente de condutibilidade térmica, ($w/m^2\text{°C}$)

Em alternativa, é possível recorrer aos valores propostos no Quadro IV da (NT – SCE – 01, 2008), valores estes que foram calculados assumindo que o isolante térmico possui um coeficiente de condutibilidade térmica de $0,04 \text{ W/(m}\cdot\text{°C)}$, sendo deste modo, apenas é necessário determinar a espessura d_D do isolamento térmico.

No entanto, caso essa espessura não seja de fácil determinação, deverá ser considerada uma espessura de isolamento térmico igual a 20 mm.

2.2.5. ELEMENTOS EM CONTACTO COM O SOLO – PAREDES E PAVIMENTOS

➤ MÉTODO DETALHADO

No âmbito do (RCCTE, 2006), as perdas unitárias de calor através dos elementos de construção em contacto com o terreno (pavimento e paredes) são obtidas pelo produto do coeficiente de transmissão térmica linear, ψ , pelo perímetro do pavimento ou o desenvolvimento da parede, B, medido pelo interior.

Os valores do coeficiente ψ são apresentados nas tabelas IV.2 do citado regulamento para determinadas geometrias tipificadas ou no caso de situações não previstas, poderão ser calculados para usando a metodologia definida na EN ISO 13370.

➤ MÉTODO SIMPLIFICADO

PARA AS PAREDES EM CONTACTO COM O SOLO:

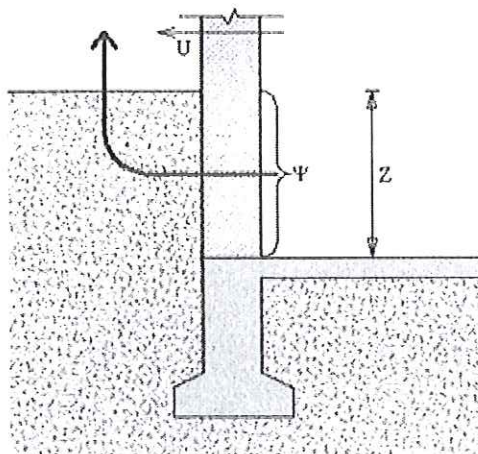
Caso tenha sido contabilizada, na sua totalidade, a área de parede em contacto com o solo na área de parede de envolvente exterior, considerar $\psi = 0 \text{ W/m} \cdot ^\circ\text{C}$.

PARA OS PAVIMENTOS EM CONTACTO COM O SOLO:

Nas situações em que a cota do pavimento for inferior à do terreno exterior considerar $\psi = 1,5 \text{ W/m} \cdot ^\circ\text{C}$, caso contrário, utilizar $\psi = 2,5 \text{ W/m} \cdot ^\circ\text{C}$.

Outras simplificações a considerar:

- Ignorar a parcela de perda linear correspondente à parede em contacto com o solo.
- Quantificar como perda de calor superficial.
- Considerar U da parede adjacente



[Figura 2.3. – Representação de Pavimento em contacto com solo; Fonte: RCCTE, 2006]

2.2.6. PONTES TÉRMICAS LINEARES

➤ MÉTODO DETALHADO

As perdas de calor lineares unitárias são obtidas pelo produto entre o coeficiente de transmissão térmica linear da ponte térmica, ψ , e o desenvolvimento linear (comprimento) da ponte térmica, B , medido pelo interior do elemento.

Os coeficientes ψ são apresentados na tabela IV.3 para as situações mais correntes na construção em Portugal.

Caso se verificarem pontes térmicas lineares não consideradas na tabela IV.3, o PQ deverá utilizar-se um valor convencional de $\psi=0,5\text{W}/(\text{m}\cdot^{\circ}\text{C})$ ou em alternativa proceder ao seu cálculo segundo a norma EN ISO 10211-1.

➤ MÉTODO SIMPLIFICADO

A aplicação do método simplificado permite que se considere apenas o desenvolvimento linear total das ligações de fachadas com pavimentos, cobertura ou varanda, utilizando um valor convencional de $\psi=0,75\text{W}/(\text{m}\cdot^{\circ}\text{C})$, desprezando deste modo as ligações de fachada com caixa de estore, padieira, ombreira ou peitoril e as ligações entre duas paredes verticais.

2.2.7. CÁLCULO DA INÉRCIA TÉRMICA

➤ MÉTODO DETALHADO

A definição de inércia térmica preconizada pelo (RCCTE, 2006), refere que “A Inércia Térmica de uma fracção autónoma é função da capacidade de armazenamento de calor que os locais apresentam e depende da massa superficial útil de cada um dos elementos da construção”, estando dividida em três classes – fraca, média e forte, sendo a classe correspondente calculada recorrendo à fórmula:

$$I_t = \frac{\sum M_{si} \cdot r_i \cdot S_i}{A_p} \longrightarrow \begin{array}{ll} \text{Inércia fraca} & I_t < 150 \text{ kg/m}^2 \\ \text{Inércia média} & 150 \leq I_t \leq 400 \text{ kg/m}^2 \\ \text{Inércia forte} & I_t > 400 \text{ kg/m}^2 \end{array} \quad (5)$$

Onde:

M_{si} – Massa superficial útil do elemento i (kg/m^2)

r_i – Factor de correcção devido ao material dos revestimentos superficiais

S_i – Área da superfície interior i (m^2)

A_p – Área útil de pavimento (m^2)

➤ MÉTODO SIMPLIFICADO

No caso de aplicação do método simplificado, a determinação da Inércia Térmica deverá ser realizada de acordo com os parâmetros preconizados no Anexo VI da (NT-SCE-01, 2008) que define que no caso de não existirem cálculos devidamente justificados da classe de inércia térmica interior da fracção autónoma em estudo podem-se considerar, em geral, as três situações seguintes:

Inércia térmica FORTE:

- Características a verificarem cumulativamente na fracção autónoma:
- Pavimento e tecto de betão armado ou pré-esforçado;
- Revestimento de tecto em estuque ou reboco;
- Revestimento de piso cerâmico, pedra, parquet, alcatifa tipo industrial sem pêlo (não se incluem soluções de pavimentos flutuantes);
- Paredes interiores de compartimentação em alvenaria com revestimentos de estuque ou reboco;
- Paredes exteriores de alvenaria com revestimentos interiores de estuque ou reboco;
- Paredes da envolvente interior (caixa de escadas, garagem,...) em alvenaria com revestimentos interiores de estuque ou reboco;

Nota: Nenhuma das soluções em cima referidas inclui isolamento térmico pelo interior.

Inércia térmica FRACA:

- Características a verificarem cumulativamente na fracção autónoma:
- Tecto falso em todas as divisões ou pavimento de madeira ou esteira leve (cobertura);
- Revestimento de piso do tipo flutuante ou pavimento de madeira;
- Paredes de compartimentação interior em tabique ou gesso cartonado ou sem paredes de compartimentação;

Inércia térmica MÉDIA:

- No caso de não se verificarem os requisitos acima indicados que permitem definir uma classe de inércia térmica FORTE ou FRACA, a inércia térmica interior da fracção em estudo deve considerar-se MÉDIA.

Notas: Na dúvida entre o tipo de inércia FORTE ou MÉDIA, deve o PQ optar pela inércia MÉDIA, e na dúvida entre o tipo de inércia MÉDIA ou FRACA, deve o PQ optar pela inércia FRACA.

2.2.8. CARACTERIZAÇÃO DOS ENVIDRAÇADOS

A caracterização dos envidraçados consiste na determinação dos vários factores associados, designadamente, no que se refere aos factores solares – g_{\perp} , ao factor de obstrução – F_s , ao factor de correcção da selectividade angular – F_w e à fracção envidraçada – F_g .

➤ MÉTODO DETALHADO

Factores Solares – g_{\perp}

São quatro os factores a calcular, mas apenas um constitui requisito mínimo – $g_{\perp 100\% \text{ activo}}$:

1. $g_{\perp \text{ vidro}}$
2. $g_{\perp 100\% \text{ activo}}$
 - Factor solar do vão envidraçado com todos os sistemas de sombreamento activados
3. $g_{\perp \text{ inverno}}$
 - Factor solar do vão envidraçado considerando apenas cortinas muito transparentes
4. $g_{\perp \text{ verão}}$

$$g_{\perp \text{ verão}} = 30\%.g_{\perp v} + 70\%.g_{\perp'} \quad (6)$$

O requisito mínimo para efeitos de comparação com o $g_{\perp 100\% \text{ activo}}$, será consultado no Quadro IX.2 do (RCCTE, 2006).

Factor de obstrução, F_s

O factor de obstrução é determinado pela equação seguinte:

$$F_s = F_h \cdot F_o \cdot F_f \quad (7)$$

Em que:

F_h é o factor de sombreamento do horizonte por obstruções longínquas exteriores ao edifício ou por elementos do edifício;

- No cálculo das necessidades nominais de energia para aquecimento, os valores de F_h , em função do ângulo de horizonte, para condições climáticas médias típicas, para as latitudes de 33° (para a Região Autónoma da Madeira) e 39° (para o Continente e Região Autónoma dos Açores) e para os oito octantes principais, constam da tabela IV.5.
- No cálculo das necessidades nominais de energia para arrefecimento, o factor F_h toma o valor 1 independentemente do ângulo de horizonte.

F_o é o factor de sombreamento por elementos horizontais sobrepostos ao envidraçado (palas, varandas);

F_f é o factor de sombreamento por elementos verticais adjacentes ao envidraçado (palas verticais, outros corpos ou partes do mesmo edifício).

- No cálculo das necessidades nominais de energia para aquecimento, os valores de F_o e F_f , constam das tabelas IV.6 e IV.7, respectivamente.
Caso não existam palas, para contabilizar o efeito de sombreamento do contorno do vão, deve ser considerado o valor 0,9 para o produto $F_o.F_f$.
- No cálculo das necessidades nominais de energia para arrefecimento, os valores de F_o e F_f , constam das tabelas V.1 e V.2, respectivamente.
Embora o regulamento seja omissivo considera-se que, caso não existam palas, para contabilizar o efeito de sombreamento do contorno do vão, deve ser considerado o valor 0,9 para o produto $F_o.F_f$.

Não podendo contudo em nenhum caso o produto $X_j.F_s$ ultrapassar 0,27.

Fracção envidraçada, F_g

A definição de fracção envidraçada, F_g consiste na redução da transmissão da energia solar associada à existência da caixilharia, sendo dada pela relação entre a área envidraçada e a área total do vão envidraçado, sendo este valor retirado directamente do Quadro IV.5, em anexo.

Factor de correcção da selectividade angular dos envidraçados, F_w

O Factor de correcção da selectividade angular dos envidraçados, F_w – traduz a redução dos ganhos solares causada pela variação das propriedades do vidro com o ângulo de incidência da radiação solar directa.

- No cálculo das necessidades nominais de energia para aquecimento, o factor F_w toma o valor 0,9 para os vidros correntes simples e duplos. Para outros tipos de envidraçados devem ser utilizados os valores fornecidos pelos fabricantes com base na EN 410.
- No cálculo das necessidades nominais de energia para arrefecimento, os valores de F_w constam do Quadro V.3, em anexo.

➤ MÉTODO SIMPLIFICADO

Factores Solares – g_{\perp}

O método simplificado prevê que nos casos em que não seja possível determinar o tipo de vidro e/ou as espessuras reais dos vidros observados, o PQ poderá considerar vidro simples ou duplo corrente, conforme a situação:

- Vidro simples incolor (6mm) $\longrightarrow g_{\perp \text{ vidro}}=0.85$
- Vidro duplo incolor (4 a 8 mm) + incolor (5 mm) $\longrightarrow g_{\perp \text{ vidro}}=0.75$

Sendo que, no cálculo das necessidades nominais de energia para aquecimento:

- $g_{\perp \text{ inverno}} = 0.63$ (considerando a existência de vidro duplo com cortina muito transparente);
- $g_{\perp \text{ inverno}} = 0.70$ (considerando a existência de vidro simples com cortina muito transparente).

E no cálculo das necessidades nominais de energia para arrefecimento:

- $g_{\perp 100\% \text{ activo}} =$ Valor depende do dispositivo de oclusão nocturna considerado.

Factor de obstrução – F_s , Fração envidraçada – F_g e Factor de correcção da selectividade angular dos envidraçados – F_w

A (NT-SCE-01, 2008) introduz uma simplificação nesta matéria relativamente ao produto destas três variáveis, nomeadamente ao impor que previamente se verifiquem determinadas regras relativas à orientação dos envidraçados bem como quanto à existência de palas, retirando-se os respectivos valores do Quadro VII da (NT – SCE – 01, 2008), mantendo-se no entanto o pressuposto de que o produto $X_j F_s$ deve ser menor que 0,27.

2.2.9. VENTILAÇÃO NATURAL

➤ MÉTODO DETALHADO E MÉTODO SIMPLIFICADO

A metodologia de determinação da taxa de renovação horária, tanto para o Método Detalhado como para o método simplificado, é igual para ambos os métodos e encontra-se definida no ponto 3.2 do Anexo IV do (RCCTE, 2006), cujo o resultado é função da localização do edifício ou fracção autónoma, altura das fachadas, dispositivos de admissão de ar e suas características, tipo de caixilharia e sua permeabilidade ao ar, existência ou não de caixa de estores, eficácia da vedação de portas e área de envidraçados.

Caso o edifício cumpra a norma 1037-1 o valor a adoptar para a R_{ph} será sempre igual a $0.60h^{-1}$, sendo que deverá o projectista demonstrar de forma inequívoca o cumprimento da norma anteriormente referida.

2.2.10. VENTILAÇÃO MECÂNICA

➤ MÉTODO DETALHADO

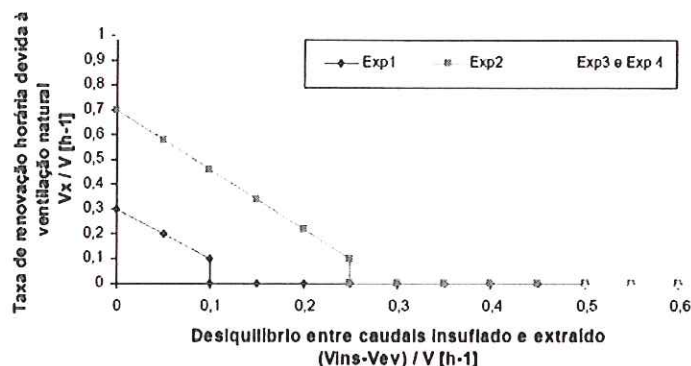
A taxa de renovação do ar é determinada pela expressão (8): $R_{ph} = \frac{\dot{V}_f + \dot{V}_x}{V}$ [h⁻¹] (8)

Onde:

V_f - o maior dos dois valores de caudal correspondentes ao caudal insuflado V_{ins} ou ao caudal extraído do edifício V_{ev} . Em sistemas de caudal variável, o caudal a considerar é o caudal V_f médio diário;

V_x – Caudal adicional devido à ventilação natural, designadamente no que se refere às infiltrações devidas ao efeito do vento e/ou chaminé;

V – Volume útil interior da fracção autónoma.



[Figura 2.4. – Desequilíbrio entre caudais insuflado e extraído; Fonte: ADENE]

➤ MÉTODO SIMPLIFICADO

Antes de mais, o PQ na análise que efectuar ao edifício ou fracção autónoma deverá assegurar-se que os ventiladores se encontram em funcionamento, bem como se encontram em bom estado de manutenção e conservação, salientando-se que caso seja evidente o não funcionamento destes, o PQ não o poderá considerar que o edifício tem ventilação mecânica.

Então, considerando que se verificam cumulativamente as seguintes condições:

- Ventiladores funcionam em contínuo;
- Ventiladores não podem ser accionados por interruptor.

O valor da renovação horária a considerar será calculado através do seguinte método:

1. Considerar um valor de caudal extraído de 100 m³/h, por cada Instalação Sanitária ou Arrumo, sendo o valor da renovação horária obtido através da fórmula (8):

$$R_{ph} = \frac{\text{Caudal}}{\text{Volume}} \quad (8)$$

Nota: O valor de R_{ph} a considerar no cálculo não pode ser inferior a 0,60 h-1.

2. Retirar directamente do quadro V da (NT – SCE – 01, 2008), o valor da potência dos ventiladores;
3. Para valores que não se encontrem no quadro, estes poderão ser obtidos através de interpolação ou extrapolação;
4. As restantes variáveis necessárias para o cálculo da ventilação mecânica deverão ser determinadas, tendo em conta o indicado na (NT – SCE – 01, 2008) ou no (RCCTE, 2006).

2.2.11. SISTEMA DE CLIMATIZAÇÃO

➤ MÉTODO DETALHADO

O (RCCTE, 2006) determina no ponto 6 do Artigo 15º, que caso o edifício ou fracção autónoma não disponha de sistema de aquecimento ou arrefecimento, deverá ser considerado para efeitos de cálculo das necessidades nominais de energia primária, um sistema de climatização que é preconizado por defeito pelo referido regulamento, isto é, para o sistema de aquecimento deverá considera-se que este é obtido por resistência eléctrica ($F_{pui}=0,29; \eta_i=1$) e para o sistema de arrefecimento deverá considerar-se que este é obtido por máquina frigorífica COP 3 ($F_{puv}=0,29; \eta_v=3$).

Caso existam sistemas de climatização, cuja potência deverá ser obrigatoriamente inferior a 25Kw, utilizar-se-ão os valores de referência previstos no ponto 2 do artigo 18.º do (RCCTE, 2006), consoante o tipo de equipamento a instalar, ou ainda poder-se-ão utilizar os valores do fabricante.

➤ MÉTODO SIMPLIFICADO

A simplificação introduzida indica que sempre que existam sistemas de climatização, o PQ têm antes de mais verificar se esses equipamentos se encontram em normal funcionamento e que o seu carácter não é provisório, sendo que caso não se verifiquem estas condições, ou existam dúvidas relativamente às mesmas, tais sistemas não poderão ser considerados.

Após a análise anteriormente mencionada, o PQ na falta de dados mais precisos deverá adoptar os valores de referência que são função da idade do equipamento e que se encontram

indicados no quadro de valores de referência para sistemas de climatização, de acordo com o Quadro 2.1. indicado na (NT – SCE – 01, 2008).

2.2.12. SISTEMA DE PREPARAÇÃO DE AQS

➤ MÉTODO DETALHADO

Para efeitos de aplicação do (RCCTE, 2006), as necessidades anuais de energia útil para preparação de Água Quente Sanitária (AQS), N_{ac} , são calculadas através da expressão (10):

$$N_{ac} = \frac{Q_a - E_{solar} - E_{ren}}{A_p} \quad (\text{kWh/m}^2 \text{ ano}) \quad (10)$$

Onde:

Q_a é a energia útil dispendida com sistemas convencionais de preparação de AQS e é dada pela expressão (11):

$$Q_a = \frac{M_{AQS} \cdot 4187 \cdot \Delta T \cdot n_d}{3600000} \quad (\text{kWh/ano}) \quad (11)$$

Em que por sua vez:

M_{AQS} - representa o consumo médio diário de referência de AQS.

$$M_{AQS} = 40 \times N \quad (12)$$

N – número convencional de ocupantes de cada fracção autónoma está definido no quadro VI.1 do RCCTE);

ΔT - aumento de temperatura necessário para preparar as AQS ($\Delta T = 45^\circ\text{C}$);

n_d - representa o número anual de dias de consumo de AQS. n_d depende do período convencional de utilização dos edifícios e é indicado no ponto 3 do anexo VI do (RCCTE, 2006).

η_a - eficiência de conversão dos sistemas de preparação de AQS a partir da fonte primária de energia;

E_{solar} - contribuição de sistemas de colectores solares para o aquecimento de AQS;

E_{ren} - contribuição de quaisquer outras formas de energias renováveis (solar foto voltaica, bio massa, eólica, geotérmica, etc.) para a preparação de AQS, bem como de quaisquer formas de recuperação de calor de equipamentos ou de fluidos residuais.

➤ MÉTODO SIMPLIFICADO

Da mesma forma que se verifica previamente o estado de conservação e funcionamento do sistema de climatização, o mesmo procedimento deverá ser adoptado na verificação de equipamentos de preparação de AQS, isto é, o PQ deverá observar o estado de conservação e funcionamento do equipamento, certificando-se que o seu carácter não é provisório, caso contrário não poderão ser considerados os equipamentos que se encontrem instalados, sendo que posteriormente, para efeitos de determinação da eficiência do equipamento de preparação de AQS, e caso o PQ não disponha de elementos mais precisos, poderão ser adoptados os valores de referência indicados no Quadro 2.2. da (NT – SCE – 01, 2008), valores esses que são função da antiguidade do equipamento.

Observações:

- 1 – Outros valores poderão ser considerados, desde que devidamente justificados;
- 2 – Caso se comprove a existência de isolamento na tubagem, que cumpra o definido no (RCCTE, 2006); o PQ poderá aumentar a eficiência dos equipamentos de produção de AQS em 0,1;
- 3 – Na falta de dados relativos à data de fabrico do equipamento, deverá ser considerado o ano de construção da fracção autónoma;
- 4 – Caso tenham de ser considerados sistemas por defeito, estes sistemas, bem como os valores das suas eficiências, serão os indicados no (RCCTE, 2006).

2.2.13. SISTEMAS COLECTORES SOLARES

➤ MÉTODO DETALHADO

O (RCCTE, 2006) determina a obrigatoriedade de recurso a colectores solares térmicos, na base de 1m^2 colector por ocupante convencional sempre que haja uma exposição solar adequada, isto é, quando se verifique a existência de cobertura em terraço ou de cobertura inclinada com água cuja normal esteja orientada numa gama de azimutes de 90° entre Sudeste e Sudoeste, que não sejam sombreadas por obstáculos significativos no período que se inicia diariamente duas horas depois do nascer do Sol e termina duas horas antes do ocaso, podendo o valor de 1m^2 por ocupante convencional ser reduzido de forma a não ultrapassar 50% da

área de cobertura total disponível, em terraço ou nas vertentes orientadas no quadrante sul, entre sudeste e sudoeste.

A contribuição de sistemas solares para o aquecimento de AQS, denominada de E_{solar} , deve ser calculada utilizando o programa Solterm do INETI, e só poderá ser contabilizada se cumprir cumulativamente os seguintes requisitos:

- Os sistemas ou os colectores forem certificados com marca de produto CERTIF ou Solar Keymark;
- Os sistemas forem instalados por instaladores certificados pela DGEG;
- Houver garantia de manutenção do sistemas durante um período mínimo de 6 anos após instalação.

➤ MÉTODO SIMPLIFICADO

Antes de tudo, será necessário distinguir duas situações, designadamente se os colectores foram instalados antes ou depois da entrada em vigor do (RCCTE, 2006).

Ou seja, no caso de se tratarem de colectores instalados antes da entrada em vigor do (RCCTE, 2006), estes serão considerados colectores não certificados, sendo que deste modo a sua contribuição deverá ser calculada segundo a metodologia que a seguir se descreve, de acordo com a (NT – SCE – 01, 2008):

Assim:

A contribuição de colectores solares térmicos não certificados e instalados até à data de entrada em vigor do DL 80/06 deverá ser calculada com recurso à seguinte expressão:

$$E_{\text{solar}} = E_{\text{solar}}^{\text{ref}} \cdot f_1 \cdot f_2 \cdot f_3 \quad (\text{kWh}) \quad (13)$$

Onde:

$E_{\text{solar}}^{\text{ref}}$ – contribuição referência de sistemas de colectores solares para o aquecimento da AQS por distritos e para diferentes áreas de colectores em função do tipo do sistema, os quais são obtidos ou directamente tirados do Quadro VIII da NT, ou então poder-se-á recorrer aos resultados do Solterm versão 5 ou superior, utilizando sistemas de colectores solares de referência (sistemas de circulação forçada ou sistemas do tipo “Kit) para uma inclinação de 40° e azimute sul;

f_1 - factor de redução relativo ao posicionamento óptimo, que traduz a penalização a tomar em conta no que se refere à eventual existência de situações de posicionamento (inclinação/orientação) que se traduzam numa deficiente captação da radiação solar, sendo estes valores retirados do Quadro IX da (NT – SCE – 01, 2008).

f_2 - factor de redução relativo ao sombreamento que se traduz na penalização a aplicar de modo a que se tome em consideração as eventuais situações em que a superfície útil de captação do colector esteja sombreada, sendo esses valores retirados do Quadro X, os quais são válidos para sombreamentos equivalentes a máscaras de obstruções em bandas de ângulos de azimute de 10° (vd. SolTerm).

Nas situações que conduzam a ângulos superiores, o valor de $E_{\text{solar}}^{\text{ref}}$ deverá ser afectado de tantos factores f_2 quanto o número de vezes que o ângulo for superior a 10°;

f_3 - factor de redução relativo ao tempo de vida, traduzindo-se este factor numa penalização que toma em conta o tempo de vida dos sistemas de colectores solares instalados, podendo tal dado ser retirado do Quadro XI da (NT – SCE – 01, 2008).

2.2.14. VERIFICAÇÃO DO CUMPRIMENTO DA CONFORMIDADE REGULAMENTAR

➤ MÉTODO DETALHADO

A verificação regulamentar faz-se comparando os valores de N_{ic} , N_{vc} e N_{ac} calculados para cada fracção autónoma ou edifício, com os valores limites de referência N_v , N_i e N_a impostos no (RCCTE, 2006), não podendo de nenhum modo as necessidades nominais serem superiores aos limites de referencia mencionados.

Além disto, existe ainda outro parâmetro que é necessário verificar e que se trata das necessidades nominais anuais globais N_{te} de cada uma das fracções autónomas de um edifício, as quais não podem exceder um valor máximo admissível de energia primária designado de N_t .

➤ MÉTODO SIMPLIFICADO

Com a introdução da simplificação preconizada pela (NT – SCE – 01, 2008), não há lugar à comparação dos valores obtidos para as necessidades nominais com os valores limite de referência, ficando deste modo esta verificação dispensada.

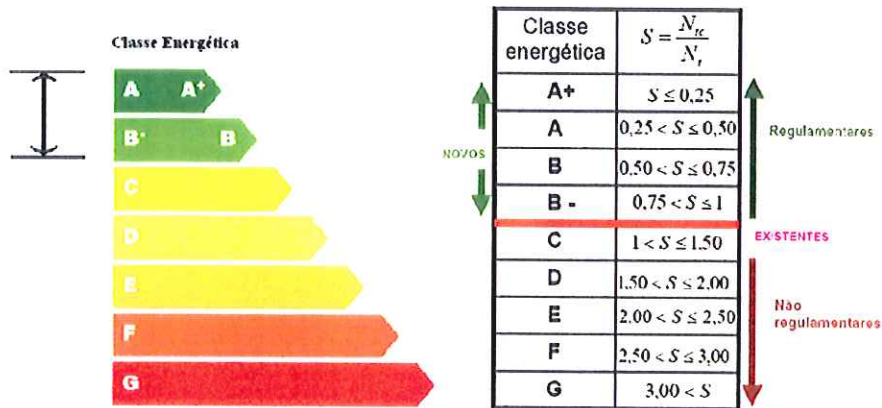
2.2.15. CLASSE ENERGÉTICA

➤ MÉTODO DETALHADO

A Classe de eficiência energética de um edifício de habitação que seja apenas abrangido pelo (RCCTE, 2006), é calculada através da expressão:

$$S = \frac{N_{te}}{N_t} \quad (14)$$

- Para edifícios de habitação NOVOS, as classes energéticas só podem variar entre A+ e B –, de acordo com a Figura 2.5.:



[Figura 2.5. - Variação de Classes Energéticas; Fonte: ADENE]

➤ MÉTODO SIMPLIFICADO

Relativamente aos edifícios de habitação já existentes, estes podem ter qualquer uma das classes energéticas apresentadas no quadro anterior, podendo ou não estarem regulamentares.

2.2.16. EMISSÕES DE CO₂ ASSOCIADAS ÀS NECESSIDADES NOMINAIS DE ENERGIA PRIMÁRIA

A determinação das emissões de CO₂ é feita do mesmo modo para ambos os métodos, e consiste na utilização da fórmula seguinte, cujo resultado é dado em toneladas de CO₂ equivalentes por ano:

$$N_{tc.Ap} \cdot 0.0012 \quad (15)$$

3. ESTUDO DE CASO

3.1. INTRODUÇÃO

O presente ponto refere-se à aplicação do Método Simplificado da (NT-SCE-01, 2008) e respectivos procedimentos preconizados, a um imóvel com as características indicadas no ponto seguinte.

Este edifício possui um estudo de comportamento térmico realizado no âmbito do (RCCTE, 2006), o qual servirá para efeitos de comparação de resultados entre ambos os métodos designados.

A análise que se efectuará ao edifício recorrendo à (NT-SCE-01, 2008), terá como pano de fundo os mesmos pressupostos, soluções construtivas e equipamentos que foram utilizados no estudo do comportamento térmico do (RCCTE, 2006), no sentido de se tornar viável a comparação de resultados entre ambos os métodos, sendo aplicadas todas as simplificações preconizadas no método.

O projecto em questão tem origem no Caso Prático 10 – Reabilitação de Moradia, do Curso de formação de peritos qualificados RCCTE.

3.2. DESCRIÇÃO DA FRACÇÃO AUTÓNOMA

O objecto de análise refere-se a uma moradia localizada na periferia de uma aldeia do concelho de Tomar, implantada à cota 70, não havendo informação quanto à distância à costa.

A moradia é geminada a sudoeste com outra de características idênticas, sendo que a sudoeste existe outra moradia com 6 metros de cércea e com anexo de 3.5 metros, não existindo qualquer obstrução no quadrante Nordeste.

A zona na qual se localiza a moradia não possui abastecimento de gás.

A edificação em estudo é uma moradia do tipo T3, possuindo um pé-direito de 2.60m e uma área útil de 91.45 m², distribuída pelos diversos compartimentos conforme o [Quadro 3.1.] apresentado em anexo.

3.3. LEVANTAMENTO DIMENSIONAL

O levantamento relativo à fracção autónoma em estudo está indicado em anexo, tendo sido elaborado com base no projecto de arquitectura, dado que o mesmo existe e a (NT – SCE – 01. 2008) indica que deverá ser utilizado o recurso que melhor se adequa em termos de fiabilidade.

3.4. DETERMINAÇÃO DO COEFICIENTE DE REDUÇÃO DE PERDAS

Na fracção em análise identificaram-se quatro zonas não úteis distintas, designadamente:

- Garagem
- Cobertura A (c/ Desvão Não Ventilado)
- Cobertura B (c/Desvão Fortemente Ventilado)
- Desvão Sanitário
- Chaminé

De acordo com a (NT-SCE-01, 2008) o valor a considerar para o coeficiente de redução de perdas para todos os espaços não úteis é $\tau = 0.75$, devendo no entanto serem contabilizadas todas as pontes térmicas lineares pela envolvente interior, incluindo a parede que separa a fracção autónoma do edifício adjacente.

O valor do tau anteriormente indicado foi definido unicamente por **0.75**, por um lado, de modo a se considerar sempre como envolvente interior com requisitos de exterior (face ao $\tau \geq 0.7$) e por outro lado, no sentido de reduzir o tempo de análise, uma vez que deixa de haver necessidade de calcular A_i e A_{ii} para cada zona não útil.

3.5. DELIMITAÇÃO DAS ENVOLVENTES

A distinção das envolventes assenta na identificação das mesmas face às suas características térmicas, delimitando-as por cores distintas de modo a representar a envolvente exterior, a envolvente interior com requisitos de interior (cujo $\tau \leq 0.7$), a envolvente interior com requisitos de exterior (cujo $\tau \geq 0.7$) e a envolvente interior sem requisitos térmicos.

Esta identificação é obrigatória e essencial para o Método Detalhado do (RCCTE, 2006), sendo que para o método simplificado apenas há a necessidade de identificar três tipos de envolvente, que são, a envolvente exterior, a envolvente interior com requisitos térmicos e a envolvente interior sem requisitos térmicos, uma vez que para a envolvente interior com requisitos térmicos o valor do τ é invariavelmente igual a 0.75.

No Anexo VI apresentam-se as peças desenhadas com a representação do traçado das envolventes.

3.6. IDENTIFICAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DE SOLUÇÕES CONSTRUTIVAS

A determinação dos coeficientes de transmissão térmica superficial dos elementos da envolvente opaca, designadamente, das paredes exteriores, paredes interiores, laje intermédia e laje de esteira (horizontal), é feita de acordo com a definição de Coeficiente global de transmissão de calor (U), tendo a constituição dos elementos em questão sido determinada tendo como base o projecto Térmico e apresentando-se os mesmos no Quadro 3.2. – Coeficientes Transmissão Térmica, em anexo.

3.7. PONTES TÉRMICAS E PERDAS POR ELEMENTOS EM CONTACTO COM O SOLO

3.7.1. PONTES TÉRMICAS PLANAS

Relativamente às PTP's, a metodologia indicada na (NT – SCE – 01, 2008), possibilita que se ignorem as pontes térmicas planas considerando-as como estando inseridas na zona corrente, aplicando-se no entanto uma majoração de 35% ao valor do coeficiente de transmissão

térmica superficial dessa zona corrente, resultando deste modo no Quadro 3.3. – Coeficientes Transmissão Térmica Majorados, em anexo.

De salientar um aspecto importante, apresentado anteriormente no ponto 1.4. e que se trata da aplicação da termografia, que, no caso de não existirem dados relativamente à localização de pontes térmicas planas, desempenharia um papel importante na identificação dos elementos estruturais que estão na sua origem, contribuindo este método para identificar correctamente tanto a sua localização como as suas dimensões, para posterior contabilização e eventual elaboração de proposta para a sua correcção.

3.7.2. PONTES TÉRMICAS LINEARES

De acordo com a (NT – SCE – 01, 2008), no presente caso teremos pontes térmicas lineares dos seguintes tipos:

- Fachada com Cobertura Inclinada;
- Fachada com Pavimento (Sobre espaço não-útil);
- Fachada com Pavimento Térreo

O valor do coeficiente de transmissão térmica linear a considerar será $\Psi = 0.75 \text{ W/m} \cdot ^\circ\text{C}$ para as situações anteriormente designadas, sendo as restantes PTL's desprezadas.

3.7.3. PERDAS POR ELEMENTOS EM CONTACTO COM O SOLO

PAREDES EM CONTACTO COM O SOLO

As paredes que se encontram em contacto com o solo são as correspondentes às paredes exteriores localizadas na zona ampliada.

No presente caso, como foi contabilizada, na sua totalidade, a área dessas paredes em contacto com o solo na área de parede de envolvente exterior, o valor a considerar será $\Psi = 0 \text{ W/m} \cdot ^\circ\text{C}$.

PAVIMENTOS EM CONTACTO COM O SOLO

O pavimento que se encontra em contacto com o solo corresponde ao pavimento da zona ampliada.

Uma vez que a cota do pavimento não é inferior à cota do terreno exterior, considerar-se-á o valor de $\Psi=2.5 \text{ W/m}^2\cdot\text{°C}$.

3.8. VENTILAÇÃO

A fracção autónoma está dotada de um sistema de extracção de ar, com extracção mecânica através de ventiladores (com dois extractores), que nas suas especificações originais têm um caudal total de $150\text{m}^3/\text{h}$ e uma potência de 50W , estando colocados cada um numa instalação sanitária.

Da verificação feita no local constatou-se que os equipamentos encontram-se em bom estado, estando em funcionamento contínuo, não sendo em circunstância nenhuns accionados por intermédio de interruptor.

Como o equipamento tem dois anos de uso, não serão consideradas as suas especificações originais, seguindo-se o disposto na (NT-SCE-01, 2008) para a determinação da taxa de renovação horária.

Assim, o valor do caudal a considerar será de 100m^3 por cada instalação sanitária dotada de extractor.

Sendo que o volume total do edifício é 237.77m^3 , o que de acordo com a formula de cálculo definida para o efeito resulta em:

$$R_{ph} = 2 \cdot 100 / 237.77 = 0.84 \text{ h}^{-1}$$

Relativamente à potência, o seu valor será retirado do quadro V da (NT-SCE-01, 2008) para um caudal de 200m^3 , resultando em $P_v=31\text{w}$.

3.9. GANHOS SOLARES PELOS ENVIDRAÇADOS

3.9.1. CARACTERÍSTICAS DOS ENVIDRAÇADOS

A moradia é constituída por dois tipos distintos de envidraçados, o Tipo A e o Tipo B, todos com mais de 5% da área útil que servem.

Env. Tipo A – Vão envidraçado com vidro corrente duplo (16 mm de caixa de ar) e Protecção Solar através de portadas exteriores de cor escura. Não tem caixa de estore. Caixilharia de PVC giratória com quadrícula e sem classificação, estando incluídos neste tipo os vãos 1 e 2.

A este tipo correspondem os seguintes factores solares:

- $g_{\perp 100\%} = 0.06$.
- $g_{\text{vidro}} = 0.75$
- $g_{\text{inverno}} = 0.63$
- $g_{\text{Verão}} = 0.30 \cdot 0.75 + 0.70 \cdot 0.06 = 0.267$

Env. Tipo B – Vão envidraçado com vidro corrente duplo (16 mm de caixa de ar) e Protecção solar através de persianas plásticas de cor clara. Tem caixa de estore. Caixilharia de PVC giratória com quadrícula e sem classificação, estando incluídos neste tipo os vãos 3, 4, 5 e 6.

A este tipo correspondem os seguintes factores solares:

- $g_{\perp 100\%} = 0.04$.
- $g_{\perp \text{vidro}} = 0.75$
- $g_{\perp \text{inverno}} = 0.63$
- $g_{\perp i \text{Verão}} = 0.30 \cdot 0.75 + 0.70 \cdot 0.04 = 0.253$

Ambos os tipos de envidraçados tem um $U_{\text{wdn}} = 2.1 \text{ w/m}^2\text{°C}$.

3.9.2. FACTOR DE OBSTRUÇÃO, FRACÇÃO ENVIDRAÇADA E FACTOR DE SELECTIVIDADE ANGULAR

As características da edificação permitem a aplicação das regras de aplicação a que se referem o quadro VI da (NT – SCE – 01, 2008), porquanto os vãos considerados não são sombreados por qualquer obstáculo e não possuem palas e nenhuma das orientações.

Assim, o produto $F_s \cdot F_g \cdot F_w$ para ambas as estações (aquecimento e arrefecimento) é igual a 0.57.

$$F_s \cdot F_g \cdot F_w = 0.57$$

3.10. CLASSE DE INÉRCIA

A Inércia térmica da fracção autónoma em estudo é **forte**, uma vez que verifica cumulativamente as seguintes condições:

- Pavimento e tecto de betão armado ou pré-esforçado;
- Revestimento de tecto em estuque ou reboco;
- Revestimento de piso cerâmico, pedra, parquet, alcatifa tipo industrial sem pêlo (não existe nenhum acabamento em pavimento flutuante);
- Paredes interiores de compartimentação em alvenaria com revestimentos de estuque ou reboco;
- Paredes exteriores de alvenaria com revestimentos interiores de estuque ou reboco;
- Paredes da envolvente interior em alvenaria com revestimentos interiores de estuque ou reboco.

3.11. SISTEMAS DE CLIMATIZAÇÃO

A fracção autónoma em questão não está dotada de sistemas de climatização, pelo que deverá ser considerado o sistema de climatização preconizado por defeito no (RCCTE, 2006), sistema este que tem as seguintes características:

- Sistema de aquecimento: Resistência eléctrica ($F_{pui}=0.29; \eta_i=1$)
- Sistema de arrefecimento: Máquina frigorífica COP 3 ($F_{puv}=0.29; \eta_v=3$).

3.12. SISTEMAS DE PREPARAÇÃO DE AQS

O edifício está dotado de um sistema de AQS, o qual é constituído por um kit doméstico do tipo Ao Sol 350 com área total de 4.0 m² (dois colectores de 2m² cada), instalados na cobertura da zona ampliada, tendo a inclinação dos painéis 34°, e estando orientados no quadrante Sudoeste.

O sistema de apoio individual é constituído por um esquentador a gás butano com rendimento de 0.50, estando o kit solar dotado de depósito de 350 litros, estando toda a rede de água quente isolada com isolamento do tipo manga de espuma com 13mm de espessura.

O sistema solar é certificado, tendo sido instalado por instalador certificado pela DGEG, e possui também garantia de manutenção de seis anos, conforme documentos apresentados pelo proprietário.

De acordo com a (NT – SCE – 01, 2008), como estamos perante um colector certificado, o valor a considerar para efeitos de contabilização da sua contribuição será o que resultou da análise feita através do programa SOLTERM e que corresponde a $E_{\text{solar}}=2467$ kWh, atendendo a todas as características do equipamento anteriormente enunciadas.

3.13. RESULTADOS

A determinação das necessidades de aquecimento, arrefecimento e AQS é realizada por intermédio de uma folha de cálculo desenvolvida pelo Instituto de Construção e disponibilizada no portal desta instituição, estando o estudo apresentado em anexo.

Assim, o “input” de dados obedece, numa primeira fase, a um esquema de questionário através do qual são introduzidas as informações solicitadas, sendo posteriormente introduzidos os dados relativos aos envidraçados, paredes, coberturas e pavimentos da envolvente exterior, passando de seguida para paredes, coberturas e pavimentos da envolvente interior.

A classe energética obtida, de acordo com os parâmetros definidos, foi a **Classe B-**.

3.14. COMPARAÇÃO MÉTODO DETALHADO E MÉTODO SIMPLIFICADO

RESUMO DE RESULTADOS		
	Método Simplificado	Método Detalhado
A_p (m ²)	91.45	91.45
P_d (m)	2.60	2.60
A_{env}	14.64	14.64
Perdas Associadas à envolvente Exterior (W/°C) (da FCIV 1a)	171.58	129.03
Perdas Associadas à envolvente Interior (W/°C) (da FCIV 1b)	78.59	65.81
Perdas Associadas aos vãos envidraçados exteriores (W/°C) (da FCIV 1c)	30.74	30.74
Perdas Associadas à renovação de ar (W/°C) (da FCIV 1d)	68.00	51.00
Ganhos Úteis na estação de aquecimento (kW/ano) (da FCIV 1e)	2685.46	2805.23
N_{ic} (kWh/m ² .ano)	123.19	91.46
N_i (kWh/m ² .ano)	92.69	92.17
Perdas Térmicas Totais Verão (kWh) (da FCV 1a)	1524.64	1185.33
Ganhos solares pela envolvente opaca (kWh) (da FCV 1c)	447.91	333.03
Ganhos solares pelos vãos envidraçados (kWh) (da FCV 1d)	777.31	1644.79
Ganhos Internos (kWh) (da FCV 1e)	1071.06	1071.06
N_{vc} (kWh/m ² .ano)	10.57	22.10
N_v (kWh/m ² .ano)	26.00	26.00
N_{ac} (kWh/m ² .ano)	39.87	39.87
Contribuição de E_{solar} (kWh/ano)	2467.00	2467.00
Contribuição de E_{ren} (kWh/ano)	-	-
Rendimento do Sistema de Preparação de AQS	0.50	0.50
N_a (kWh/m ² .ano)	51.73	51.73
Rendimento do Sistema de Aquecimento	1.00	1.00
Rendimento do Sistema de Arrefecimento	3.00	3.00
N_{tc} (kgep/m ² .ano)	7.10	6.29
N_t (kgep/m ² .ano)	8.05	8.05
N_{tc}/N_t	($N_{tc}/N_t = 0.88$)	($N_{tc}/N_t = 0.78$)
Classe Energética	B-	B-

Em termos comparativos, os resultados finais obtidos com a aplicação da (NT – SCE – 01, 2008) não introduzem nenhuma alteração à classe energética obtida face à análise realizada através do método detalhado do (RCCTE, 2006).

No entanto, é possível concluir que os resultados relativos à determinação dos parâmetros térmicos são mais penalizadores do que os obtidos através do método detalhado do (RCCTE, 2006), sendo que ao analisarmos exclusivamente a relação N_{tc}/N_t verificamos que existe um diferencial de 10% entre ambos os resultados, situação a qual seria de esperar pelas simplificações propostas.

CONCLUSÃO

A introdução da recente regulamentação, originada face às diversas preocupações ambientais, tem como objectivo promover a valorização energética, e terá como resultado não só a mencionada valorização, como também a optimização da construção, alterando de uma forma efectiva os sistemas e soluções construtivas, promovendo a criação de novos materiais, novos equipamentos e além de tudo, mudando mentalidades no que se refere à utilização dos edifícios, contrariando de certo modo os métodos construtivos mais simplistas anteriormente utilizados, apresentando-se esta regulamentação com um método de análise das características térmicas que vão além da simples aplicação de isolamento na envolvente opaca.

A análise torna-se então mais específica, mais direccionada e abrangente, determinando e definindo diversos parâmetros de cálculo cujas variáveis se tornam mais específicas para cada caso, obrigando a que exista definitivamente uma integração geral do projecto de arquitectura com o projecto térmico e com todas as outras especialidades intervenientes.

No que se refere ao estudo de caso, da análise da comparação de resultados obtidos com os dois métodos, designadamente entre o método simplificado e o método detalhado, verifica-se que as classificações energéticas não são alteradas, havendo no entanto variações em alguns parâmetros que estão na base de cálculo das Necessidades Nominais tanto de Inverno como de Verão, não sendo contudo suficiente para alterar a classificação energética do imóvel no caso de ser aplicado o método detalhado.

Não obstante se tratar de um exemplo único, considera-se ser representativo de uma boa parte do parque habitacional de Portugal, dadas as características da construção apresentada.

BIBLIOGRAFIA

ADENE, 2008 “*Caso Prático 10 – Reabilitação de Moradia – Curso de formação de peritos qualificados RCCTE*”

ADENE, 2008 “*Documentação Curso de Peritos – Modulo Certificação*”;

CAMELO, S., SANTOS, C. P., RAMALHO, A, HORTA, C., GONÇALVES, H., MALDONADO, E., 2006 “*Manual de Apoio à aplicação do RCCTE*”. Hélder Gonçalves & Eduardo Maldonado (editores). ADENE, LNEC, INETI, IPQ;

DEC – ISEC, 2007 “*Documentação Modulo RCCTE*”;

FREITAS, V., 2007 “*O Novo RCCTE*”;

GONÇALVES, H., 2007 “*Certificação Energética de Edifícios*”, INETI;

GONÇALVES, H., 2007 “*Edifícios a Sustentabilidade e a Regulamentação Energética*”, INETI;

ITCONS, 2008 “*Folha de Calculo para Edifícios Existentes*”, INSTITUTO DA CONSTRUÇÃO;

NT – SCE – 01, 2008 “*Nota Técnica 01/2008*”, ADENE;

PEREIRA, A., 2007 “*Resumo Técnico do RCCTE*”;

RCCTE, 2006 – Regulamento das Características do Comportamento Térmico dos Edifícios – Decreto-lei n.º 80/2006 de 4 de Abril;

SANTOS, C. A., 2006 “ *Coefficientes de Transmissão Térmica de Elementos da Envolvente de Edifícios ITE 50* ” – LNEC;

SCE, 2006 – Sistema Nacional de Certificação Energética e da Qualidade de Ar Interior nos Edifícios – Decreto-lei n.º78/2006 de 4 de Abril;

UFP, 2007 “*Documentação Curso de Peritos – Modulo RCCTE*”;