



Impacto Energético de Ventilação Mecânica e Recuperação de Calor em Edifícios Residenciais de Portugal

Fernando José Pinto da Silva

Relatório do Projecto Final / Dissertação do MIEM

Orientadores na FEUP: Prof. Oliveira Fernandes

Prof. Vítor Leal

Prof. Dias de Castro



FEUP

Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto

Mestrado Integrado em Engenharia Mecânica

Julho de 2008

Aos meus pais...

RESUMO

Todo o ser humano tem relações físicas e químicas com o ambiente interior dos edifícios, o qual é influenciado por diferentes aspectos tais como a temperatura, humidade ou poluentes. Alguns destes factores podem ser mantidos em gamas mais favoráveis ao conforto e saúde dos ocupantes por recurso à ventilação, um processo indispensável nos edifícios. A renovação de ar no interior dos edifícios pode ser promovida por formas naturais ou mecânicas.

Neste projecto pretende-se avaliar, face à nova legislação em vigor, o Regulamento das Características de Comportamento Térmico dos Edifícios (RCCTE), Decreto-Lei 80/2006, de 4 de Abril, qual o impacto de diferentes soluções tecnológicas em termos de sistemas de ventilação, nos edifícios de habitação para várias zonas climáticas de Portugal.

Este estudo incidiu sobre a ventilação quer natural quer mecânica, sendo que os sistemas de ventilação mecânica escolhidos foram: i) ventilação mecânica – apenas com extracção de ar; ii) ventilação mecânica com recuperador de calor – em sistema equilibrado de caudais de insuflação e extracção e iii) ventilação mecânica com recuperador de calor – em sistema de pressurização nos espaços interiores do edifício.

O presente projecto efectua a caracterização energética de dois casos de estudo, com envolventes exteriores e interiores diferentes, ao nível da qualidade térmica dos edifícios, estuda os diferentes sistemas energéticos e recolhe informação que permite a determinação de economias de energia numa óptica de eficiência energética. Isto foi conseguido recorrendo à simulação de um edifício habitacional tendo em conta as três primeiras classes de exposição ao vento das fachadas, para diferentes permeabilidades das caixilharias ao ar e avaliando nas reduções dos consumos energéticos e respectiva factura energética.

Nos sistemas de ventilação mecânica é efectuado um estudo de sensibilidade da potência de ventilação, procurando-se saber qual o impacto dos consumos de energia dos ventiladores nos edifícios.

Por fim aplica-se o Sistema Nacional de Certificação Energética a cada edifício/sistema de ventilação e verifica-se além de economias de energia, qual o período de retorno do investimento na localizações onde algumas destas soluções se revelaram vantajosas.

Os resultados revelaram que só nas localizações do território Português onde o Inverno é mais adverso, os sistemas de ventilação mecânica com recuperador de calor produzem resultados satisfatórios, embora não de forma tão positiva como se verifica em países de clima mais frio.

ABSTRACT

All human being has physical and chemical relations with the environment inside buildings, which is influenced by different aspects such as temperature, moisture or pollutants. Some of these factors may be maintained within values more favorable to comfort and health of the occupants by promoting ventilation, an indispensable process in buildings. The air renewal inside buildings can be provided by natural or mechanical ways.

In this project it is tried to evaluate, facing the new legislation, the “Regulamento das Características de Comportamento Térmico dos Edifícios (RCCTE), Decreto-Lei 80/2006, de 4 de Abril”, which is the impact of different technological solutions in terms of ventilation, on housing buildings to several climatic areas in Portugal.

This study focused on both natural and mechanical forms of ventilation. The mechanical ventilation systems chosen were: i) mechanical ventilation- just with air extraction; ii) mechanical ventilation with heat recovery- on a balanced system of supply and extraction flows and iii) mechanical ventilation with heat recovery- on a system of pressurization of the inner spaces in buildings.

The following project makes the energetic characterization of two case studies, with different exterior and interior surroundings, at the level of thermal quality of buildings, studies the different energetic systems and gathers information that allows the determination on savings in an optic of Energetic Efficiency. This was achieved through the simulation of a building housing given the first three classes of exposure to wind the facades, for different permeability of the air window-frame and evaluating in the energetic consume reduction the respective energetic bill.

On mechanical ventilation systems it is done a study on power of ventilation, willing to know what the impact on energy consumption of these fans in buildings.

Finally it is applied the “Sistema Nacional de Certificação Energética” to every building/ ventilation system and it is verified beyond energy savings, which the investment return period in the locations where some of these solutions revealed themselves as advantageous.

The results showed that only in the locations of the Portuguese territory where the winter is more adverse, the mechanical ventilation systems with heat recovery produce satisfactory results, although not so positive as is the case in countries with colder climates.

AGRADECIMENTOS

Ao Professor Eduardo de Oliveira Fernandes, agradeço a oportunidade, esclarecimento prestado no momento de optar por este trabalho e o incentivo demonstrado.

Ao Professor Vítor Leal, o meu reconhecimento e gratidão pela orientação, paciência, disponibilidade, ajuda a dissipar dúvidas e boa disposição ao longo de todo este projecto.

Ao Professor Dias de Castro, agradeço a disponibilidade e atenção demonstrada.

Por último agradeço aos meus pais pelo apoio incondicional ao longo destes anos todos nos bons e maus momentos.

Índice

1 - INTRODUÇÃO	5
1.1 – Ventilação Natural	6
1.2 – Ventilação Mecânica – Extracção de ar (VME)	6
1.3 – Ventilação Mecânica com Recuperador de Calor (VMRC)	7
1.4 – A Ventilação no RCCTE	8
1.5 – Ventilação Mecânica no RCCTE	9
1.6 – Sistema Nacional de Certificação Energética e a Qualidade de Ar Interior	10
2 – CASOS DE ESTUDOS	13
2.1 – Moradia Geminada (MG)	13
2.1.1 – Breve apresentação e caracterização	13
2.1.2 - Aplicação do RCCTE	14
2.1.2.1 - Caracterização térmica das soluções construtivas	14
2.1.3 – Ventilação e taxa de renovação nominal	17
2.1.4 – Sistemas de climatização de referência	19
2.1.5 – Análise de resultados com a actual metodologia do RCCTE	19
2.1.5.1 – Resultados - N_{ic}	20
2.1.5.2 – Resultados - N_{tc}	21
2.1.6 – Resultados com a metodologia do RCCTE alterada	23
2.1.6.1 – Resultados - N_{ic}^*	26
2.1.6.2 – Resultados - N_{tc}^*	27
2.1.7 – Alterações no RCCTE – Funcionamento anual do sistema de climatização	29
2.1.7.1 – Resultados - N_{tc}^{**}	29
2.2 – Habitação Multifamiliar (HMF)	31
2.2.1 – Breve apresentação e caracterização	31
2.2.2 – Aplicação do RCCTE	34
2.2.2.1 – Caracterização térmica das soluções construtivas	34
2.2.3 – Ventilação e taxa de renovação horária nominal	37
2.2.4 - Análise de resultados com a actual metodologia do RCCTE	37
2.2.4.1 – Resultados - N_{ic}	37
2.2.4.2 – Resultados - N_{tc}	39
2.2.5 – Resultados com a metodologia do RCCTE alterada	41
2.2.5.1 – Resultados - N_{ic}^*	41

2.2.5.2 – Resultados - N_{tc}^*	42
2.2.6 – Alterações no RCCTE – Funcionamento anual do sistema de climatização	44
2.2.6.1 – Resultados - N_{tc}^{**}	44
3 – Análise de sensibilidade à potência de ventilação	47
3.1 – Abordagem da problemática da potência de ventilação	47
3.2 – O conceito da eficiência de potência do ventilador	48
3.3 – Resultados do SFP	49
3.4 – Análise de resultados com potências dos ventiladores alterados	50
3.4.1 – Resultados para a MG	51
3.4.1.1 – Resultados – N_{ic-SFP}	51
3.4.1.2 – Resultados – N_{tc-SFP}	52
3.4.1.3 – Resultados – $N_{ic}^*_{-SFP}$	53
3.4.1.4 – Resultados – $N_{tc}^*_{-SFP}$	55
3.4.1.5 – Resultados – $N_{tc}^{**}_{-SFP}$	56
3.4.2 – Resultados para a HMF	57
3.4.2.1 – Resultados – N_{ic-SFP}	57
3.4.2.2 – Resultados – N_{tc-SFP}	59
3.4.2.3 – Resultados – $N_{ic}^*_{-SFP}$	60
3.4.2.4 – Resultados – $N_{tc}^*_{-SFP}$	61
3.4.2.5 – Resultados – $N_{tc}^{**}_{-SFP}$	63
4 – Análise de Sensibilidade do Número de Graus-Dias	65
4.1 – Descrição	65
4.2 – Análise de sensibilidade para Moradia Geminada	66
4.2.1 – Análise de resultados com a actual metodologia do RCCTE	66
4.2.1.1 – Resultados - N_{ic}	66
4.2.1.2 – Resultados – N_{tc}	67
4.2.2 – Resultados com a metodologia do RCCTE alterada	69
4.2.2.1 – Resultados – N_{ic}^*	69
4.2.2.2 – Resultados - N_{tc}^*	70
4.2.3 – Alteração ao RCCTE – Funcionamento anual do sistema de climatização	71
4.2.3.1 – Resultados - N_{tc}^{**}	71
4.3 – Análise de sensibilidade para o Habitação Multifamiliar	73
4.3.1 – Resultados com a actual metodologia do RCCTE	73

4.3.1.1 – Resultados - N_{ic}	73
4.3.1.2 – Resultados – N_{ic}	74
4.3.2 – Resultados com a metodologia do RCCTE alterada	75
4.3.2.1 – Resultados – N_{ic}^*	75
4.3.2.2 – Resultados - N_{tc}^*	77
4.3.3 – Alterações no RCCTE - Funcionamento anual do sistema de climatização	78
4.3.3.1 – Resultados - N_{tc}^{**}	78
5 - Análise económica dos Sistemas de Ventilação Mecânica	81
5.1 – Descrição da análise económica	81
5.2 - Retorno económico para a Moradia Geminada	83
5.3 – Retorno económico para Habitação Multifamiliar	85
6 – Conclusões e Possibilidades de Trabalho Futuro	87
7 – Referências e Bibliografia	91
Anexo A: Cálculos de caracterização térmica dos edifícios estudados	93
Anexo B: Resultados obtidos para a Moradia Geminada	101
Anexo C: Resultados obtidos para a Habitação Multifamiliar	116
Anexo D: Tabelas de resultados com potência de ventilação alterada - MG	131
Anexo E: Tabelas de resultados com potência de ventilação alterada - HMF	146
Anexo F: Resultados da análise do N_{tc} em função do GD	161

Símbolos	Terminologia	Unidades
a_1	Coefficiente de características térmicas de ensaio do colector solar	$[W/m^2/K]$
a_2	Coefficiente de características térmicas de ensaio do colector solar	$[W/m^2/K^2]$
A_i	Área do elemento que separa o espaço útil interior do espaço não útil	$[m^2]$
A_u	Área do elemento que separa o espaço não útil do ambiente exterior	$[m^2]$
A_{env}	Área de envidraçado	$[m^2]$
A_{pav}	Área útil de pavimento	$[m^2]$
B_i	Comprimento do desenvolvimento linear	$[m]$
F_f	Factor de sombreamento por elementos verticais adjacentes ao vão envidraçado	$[-]$
F_g	Fracção envidraçada	$[-]$
F_h	Factor de sombreamento do horizonte	$[-]$
F_o	Factor de sombreamento por elementos horizontais sobrepostos ao vão envidraçado	$[-]$
F_s	Factor de obstrução	$[-]$
F_w	Factor de correcção da selectividade angular do tipo de envidraçado	$[-]$
$g_{\perp}$	Factor solar do vão envidraçado, admitindo existência de cortinas interiores muito transparentes	$[-]$
$g_{\perp}'$	Factor solar do vão envidraçado com protecção solar activada a 100% e vidro incolor corrente	$[-]$
$g_{\perp v}$	Factor solar do vidro sem qualquer dispositivo de protecção solar	$[-]$
N_a	Necessidades nominais anuais de energia para produção de águas quentes sanitárias máximas	$[kWh/m^2.ano]$
N_{ac}	Necessidades nominais anuais de energia para produção de águas quentes sanitárias	$[kWh/m^2.ano]$
N_i	Necessidades nominais anuais de energia útil para aquecimento máximas	$[kWh/m^2.ano]$
N_{ic}	Necessidades nominais anuais de energia útil para aquecimento	$[kWh/m^2.ano]$
N_v	Necessidades nominais anuais de energia útil para arrefecimento máximas	$[kWh/m^2.ano]$
N_{vc}	Necessidades nominais anuais de energia útil para arrefecimento	$[kWh/m^2.ano]$
N_t	Necessidades globais de energia primária máximas	$[kgep/m^2.ano]$
N_{tc}	Necessidades globais de energia primária	$[kgep/m^2.ano]$
R_{ph}	Taxa de renovação nominal	$[h^{-1}]$

$T_{\text{máx}}$	Temperatura máxima de conforto	[°C]
$T_{\text{méd,ext}}$	Temperatura média mensal do ar exterior	[°C]
T_{min}	Temperatura mínima de conforto	[°C]
V	Volume útil interior	m^3
V_{ev}	Caudal de extracção mecânica	$\text{m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$
V_f	Caudal de insuflação mecânica	$\text{m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$
V_{mec}	Caudal de insuflação ou extracção mecânica	$\text{m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$
V_x	Caudal por ventilação natural	$\text{m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$
U	Coeficiente de transmissão térmica	$[\text{W}/(\text{m}^2 \cdot ^\circ\text{C})]$
X_j	Factor de orientação	[-]
T	Coeficiente de redução das perdas térmicas para locais não aquecidos	[-]
Ψ	Coeficiente de transmissão térmica linear	$[\text{W}/\text{m} \cdot ^\circ\text{C}]$
η_i	Eficiência de equipamento de aquecimento	[-]
η_v	Eficiência de equipamento de arrefecimento	[-]

Simbologia

Siglas	Descrição
AQS	Águas Quentes Sanitárias
FMA	Fan Manufactures Association
HMF	Habitação Multifamiliar
MG	Moradia Geminada
OMS	Organização Mundial da Saúde
QAI	Qualidade de Ar Interior
RCCTE	Regulamento das Características de Comportamento Térmico dos Edifícios
SCE	Sistema Nacional de Certificação Energética e da Qualidade de Ar Interior
SFP	Specific Fan Power
VME	Ventilação Mecânica Extracção
VMRC	Ventilação Mecânica com Recuperador Calor

1 - INTRODUÇÃO

A primeira crise do petróleo no início dos anos setenta levou a uma maior tomada de consciência relativamente aos desperdícios de recursos energéticos. Existem três tipos de utilização de energia que continuam a ser dominantes, ainda hoje: i) o aquecimento a baixa temperatura para proporcionar conforto aos seres humanos; ii) calor a alta temperatura para iluminação e para trabalhar materiais; iii) força aplicada na criação de movimento. Facilmente percebemos que dois dos três factores são alusivos a edifícios, sendo destinados a habitação, a responsabilidade por cerca de dois terços do consumo total de energia dos edifícios na Europa. Este consumo de energia anualmente aumenta exercendo a sua acção sobre a natureza, também é verdade que a sua saúde é igualmente reflexo do meio que o rodeia. Isto leva a que haja uma necessidade da renovação do ar interior nos edifícios.

O principal objectivo passa por garantir a necessária substituição do ar poluído por ar novo, a fim de promover de um ambiente saudável no interior dos edifícios para os ocupantes e evitar um dos fenómenos associados, chamado síndrome de “edifício doente”. Ao mesmo tempo, é necessário garantir que os edifícios que são construídos não fiquem expostos a níveis de humidade e poluição prejudiciais ao ambiente interior. Todos os edifícios precisam de um meio eficiente de libertação de gases e vapores do ar interior e de introduzir ar novo proveniente do exterior. Uma boa ventilação torna a casa saudável para os ocupantes e protege a estrutura do edifício de alguns fenómenos que conduzem à sua degradação. A construção de um edifício nos dias de hoje é mais rigorosa do que há 50 anos atrás, mas o número de poluentes no edifício cresceu (embora seja proibido fumar em edifícios públicos). A escolha de materiais construtivos, menos tóxicos, na fase de concepção pode limitar poluentes nos novos edifícios, embora esta opção não esteja presente quando o edifício já está construído. Outro fenómeno importante é a Qualidade do Ar Interior (QAI), e que pode ser avaliado através da quantidade de CO₂, quantidade de poluentes ou cheiros presente no interior do edifício. Existem outras fontes causadoras de efeitos negativos no ser humano, tais como: pó, fibras, fungos, bactérias, fumos, formaldeídos, fugas de gases diversos ou radiação do solo. Outros factores que são adicionados à mistura são a humidade, animais domésticos, mobiliário, fumar tabaco, aerossóis, sprays de limpeza doméstica e hobbies. A identificação de deficientes instalações de sistemas de ventilação, existentes nos edifícios de habitação, surgiu alguns em estudos efectuados, onde é mencionada a detecção e identificação de estirpes de “*Legionella*”, levando a uma maior preocupação com o ar interior dos edifícios [Organização Mundial da Saúde].

A necessária renovação de ar nos edifícios de habitação pode ter custos de exploração mais baixos, já que o ar novo a introduzir no edifício ou no espaço pode ser feito em condições que permitem um sistema de climatização eficaz, com o recurso de potências de aquecimento e arrefecimento muito mais baixas. Na concepção de sistemas de ventilação de edifícios, é necessário considerar vários aspectos diferentes e ter em conta as diferentes exigências relativas à funcionalidade global do edifício.

Existem basicamente dois métodos diferentes de ventilação nos edifícios, ventilação natural e ventilação mecânica. O desempenho energético dos dois métodos de ventilação tem vindo a ser melhorado no que diz respeito ao uso de calor e electricidade.

O presente estudo pretende analisar o desempenho energético dos dois métodos de ventilação, promovidos há renovação do ar interior dos edifícios. Em seguida fazer-se-á uma breve descrição de cada sistema de ventilação que servirá de estudo nos edifícios deste trabalho para as diferentes localizações do território nacional.

1.1 – Ventilação Natural

A ventilação natural é baseada no fornecimento de ar novo a um espaço de forma natural sempre com o objectivo de garantir a Qualidade do Ar Interior (QAI). Tradicionalmente, os edifícios de habitação têm confiado na ventilação natural através das aberturas e infiltrações, promovidas aleatoriamente pelas janelas e portas. Para assegurar a ventilação adequada à QAI é necessário ter em conta a localização do edifício, meio urbanístico do edifício, nível de ruído, temperatura, humidade, direcção e velocidade do vento. Outro factor importante é a envolvente do edifício, isto é, posicionamento, dimensões de aberturas (porta e janelas) e orientação do edifício assim como, a temperatura interior. O método da ventilação natural tem, normalmente um desempenho aleatório e complexo, pois é conduzido pelo diferencial de pressões, gerado pela velocidade do vento e o gradiente de temperaturas entre o interior e exterior do edifício. Como consequência, e desvantagem, existem edifícios que são ventilados em excesso no Inverno, devido ao difícil controlo da taxa de renovação de ar, resultando num excesso de perdas térmicas e desconforto para os ocupantes. Por outro lado, em dias calmos ou mesmo em épocas do ano com temperaturas amenas, o edifício é muitas vezes é pouco ventilado. Outro aspecto importante é a necessidade de garantir a entrada de ar no edifício, obrigando a uma elevada permeabilidade, o que pode causar conflitos com os regulamentos de incêndio e segurança, quando esta permeabilidade é entre zonas do mesmo edifício. Porém, a ventilação natural, dentro dos sistemas de ventilação, surge como um investimento de baixo custo, em termos de capital inicial, manutenção e operação, quando comparados com os sistemas mecânicos, e têm menos complicações de projecto para os arquitectos e projectistas. Este sistema de ventilação é mais estratégico em regiões com climas moderados e destinados a edifícios de habitação. Apesar da ventilação natural ser mais atractiva, o projecto deste tipo de sistema exige que se tenha em consideração uma série de fenómenos e critérios nem sempre fáceis de tratar pelo que, actualmente, é difícil projectar um sistema de ventilação natural que verifique a norma NP 1037.

1.2 – Ventilação Mecânica – Extracção de ar (VME)

O sistema de ventilação mecânica tornou-se cada vez mais comum devido à sua capacidade de satisfazer as crescentes exigências de um clima saudável no interior dos edifícios. Este sistema é capaz de manter uma qualidade de ar interior aceitável, através de caudais mínimos e máximos, permitindo uma maior eficácia e controlo do que num sistema de ventilação natural na renovação de ar nos espaços interiores. Em Portugal, nos novos edifícios de habitação multifamiliares, utilizam-se maioritariamente sistemas de ventilação

mecânica de extracção de ar, sendo a entrada do ar garantida pelas frinchas e fendas da envolvente do edifício, provocando depressões no interior do edifício. Se não forem devidamente controlados, estes sistemas provocam fluxos de ar indesejáveis, podendo estar associados a um consumo energético excessivo, maioritariamente no Inverno, para manter as condições de conforto térmico no interior do edifício. Em muitos casos aumenta-se a eficiência do sistema introduzindo grelhas reguláveis nas fachadas dos edifícios, nomeadamente nos quartos e salas para garantir uma melhor QAI.

1.3 – Ventilação Mecânica com Recuperador de Calor (VMRC)

Cada vez existe mais a necessidade de criar ventilação forçada, que no entanto conduz à expulsão do ar climatizado, causando assim um maior consumo energético e consequentemente um aumento de custos. Um sistema de ventilação mecânica bem concebido, com bons controlos, é importante para proporcionar ventilação consistente a todos os edifícios ao longo das estações de todo o ano. O princípio de funcionamento destes dispositivos mecânicos é baseado na recuperação de calor presente no ar poluído, extraíndo-o e misturando uma determinada quantidade deste com o ar exterior. Esta aplicação tem como objectivo a redução da entalpia de energia que serve de aquecimento ao edifício e consequentemente a redução da factura energética. O tipo de recuperação de energia do escoamento de ar neste dispositivo mecânico, que servirá de estudo neste trabalho, é do género de fluxos cruzados. Deste modo, durante o Inverno é feito um pré-aquecimento através da mistura do ar exterior com o ar recuperado, reduzindo as necessidades de aquecimento através da correcção de temperatura e humidade, isto, recorrendo aos componentes do dispositivo mecânico. No Verão sempre que a entalpia do ar exterior for inferior ao ar interior, não há necessidade de recorrer a um pré-arrefecimento do escoamento de ar, tendo o dispositivo mecânico como função apenas a entrada directa do escoamento de ar. Hoje muitos modelos de recuperadores de calor permitem a transferência de calor entre o fluxo de ar novo e o poluído, com uma grande fiabilidade e segurança. A eficiência dos recuperadores de calor pode chegar aos 85% de acordo com a informação de alguns fabricantes [*Iberterm*]. No entanto esta eficiência depende fortemente das características do recuperador de calor e das condições de operação. As desvantagens que estes dispositivos podem apresentar, têm a ver com condensações, formação de gelo e geada que podem ocorrer no permutador de calor. Ou ainda a queda de pressão para o fluxo de ar num permutador de calor que depende também da geometria da rede de condutas, caudal mássico, temperatura, mistura e das ligações de admissão e rejeição do ar. Esta solução tecnológica em recuperar parte da energia do ar poluído, surgiu recentemente nos países nórdicos face aos consumos excessivos que predominam na época de Inverno; esta solução tecnológica nestes climas permite conciliar uma redução de consumo de energia primária a uma adequada Qualidade do Ar Interior nos edifícios.

1.4 – A Ventilação no RCCTE

Para o edifício ser considerado ventilado naturalmente, de acordo com o Regulamento das Características de Comportamento Térmico dos Edifícios (RCCTE), os dispositivos de ventilação mecânica presentes no edifício ou fracção autónoma, como o exaustor na cozinha, devem funcionar, normalmente, apenas durante períodos curtos ao longo do ano. A taxa de renovação de ar por ventilação natural apurada depende de factores como a exposição do edifício, a classe de caixilharias, a razão entre áreas de envidraçados, área de perímetro, assim como outras aplicabilidades. No estudo de cada localização nacional, de acordo com o Quadro IV.2 do RCCTE, são elaboradas diferentes classes de exposição ao vento das fachadas. Para efeito de aplicação do RCCTE, o grau de exposição é definido pelo quadro da tabela 1.

Tabela 1: Classes de exposição ao vento das fachadas do edifício ou da fracção autónoma

Altura acima do solo	Região A			Região B		
	I	II	III	I	II	III
Menor que 10 m	Exp. 1	Exp. 2	Exp. 3	Exp. 1	Exp. 2	Exp. 3
De 10 m a 18 m	Exp. 1	Exp. 2	Exp. 3	Exp. 2	Exp. 3	Exp. 4
De 18 m a 28 m	Exp. 2	Exp. 3	Exp. 4	Exp. 2	Exp. 3	Exp. 4
Superior a 28 m	Exp. 3	Exp. 4	Exp. 4	Exp. 3	Exp. 4	Exp. 4

Região A – todo o território nacional, excepto os locais pertencentes à região B.

Região B – Região Autónomas dos Açores e da Madeira e as localidades situadas numa faixa de 5 km de largura junto à costa e ou de altitude superior a 600 m.

Rugosidade I – Edifícios situados no interior de uma zona urbana.

Rugosidade II – Edifícios situados na periferia de uma zona urbana ou numa zona rural.

Rugosidade III – Edifícios situados em zonas muito expostas (sem obstáculos que atenuem o vento).

A permeabilidade das caixilharias ao ar, à luz do RCCTE, para a quantificação da taxa de renovação horária nominal, pode ser dada pela metodologia indicada na tabela 2. Estes valores são estimativas aproximadas em função da classe de exposição das fachadas ao vento e estanquicidade da caixilharia dos vãos envidraçados.

Tabela 2: Valores convencionais de R_{ph} (em h^{-1}) para edifícios de habitação

Classe de exposição	Dispositivos de admissão na fachada	Permeabilidade ao ar das caixilharias (de acordo com a norma EN 12207)								Edifícios conformes com a NP 1037-1
		Sem Classificação Caixa de estore		Classe 1 Caixa de estore		Classe 2 Caixa de estore		Classe 3 Caixa de estore		
		Sim	Não	Sim	Não	Sim	Não	Sim	Não	
1	Sim	0,90	0,80	0,85	0,75	0,80	0,70	0,75	0,65	0,6
	Não	1,00	0,90	0,95	0,85	0,90	0,80	0,85	0,75	
2	Sim	0,95	0,85	0,90	0,80	0,85	0,75	0,80	0,70	
	Não	1,05	0,95	1,00	0,90	0,95	0,85	0,90	0,80	
3	Sim	1,00	0,90	0,95	0,85	0,90	0,80	0,85	0,75	
	Não	1,10	1,00	1,05	0,95	1,00	0,90	0,95	0,85	
4	Sim	1,05	0,95	1,00	0,90	0,95	0,85	0,90	0,80	
	Não	1,15	1,05	1,10	1,00	1,05	0,95	1,00	0,90	

Para este estudo admite-se que qualquer edifício não dispõe de dispositivos de admissão na fachada, a existência de caixa de estore nos vãos envidraçados e que as portas são bem vedadas por aplicação de borrachas ou equivalente em todo o seu perímetro. Desta forma de acordo com o RCCTE, os valores do quadro da tabela 2 são diminuídos em $0,05 [\text{h}^{-1}]$.

1.5 – Ventilação Mecânica no RCCTE

A ventilação mecânica está prevista no RCCTE, como sendo a taxa de renovação de ar determinada pelos caudais que passam nos ventiladores. Segundo o ponto 3.2.2 do Anexo IV do RCCTE, qualquer edifício com dispositivos mecânicos, a taxa de renovação nominal R_{ph} nunca pode ser inferior a $0,6 \text{ h}^{-1}$. Além da renovação de ar devido aos dispositivos mecânicos, é necessário verificar se há contributo da ventilação de modo natural, recorrendo à equação 1.1, a taxa de renovação efectiva de ar pode ser dada por:

$$R_{ph} = \frac{V_{mec} + V_x}{V} \quad (1.1)$$

V_{mec}	Caudal de insuflação ou extracção mecânica do edifício
V_x	Caudal adicional correspondente a infiltrações devidas ao efeito do vento e ao efeito da chaminé
V	Volume útil do edifício

Nos casos de estudo dos edifícios no presente trabalho, para verificar se há o contributo de infiltrações na taxa de renovação horária efectiva e para efeitos regulamentares existe um

gráfico para cada classe de exposição ao vento. Esse gráfico está representado na figura 1 e serve de aproximação aos modelos empíricos mas com resultados que permitem satisfazer os projectistas de sistemas de climatização [Apontamentos de Climatização, FEUP].

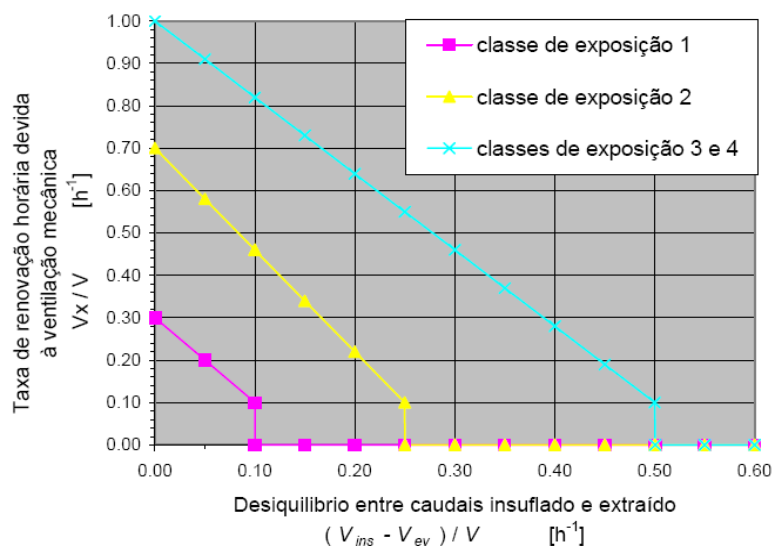


Figura 1: Taxas de renovação nominal devidas à ventilação mecânica, em função do desequilíbrio entre os caudais insuflado e extraído e da classe de exposição do edifício

Primeiro com o auxílio da figura 1 e depois com a equação 1.1, é possível obter o valor do contributo da ventilação natural na taxa de renovação de ar efectiva do sistema de ventilação mecânica.

O valor do caudal correspondente a infiltrações, para efeitos regulamentares, no caso de sistemas de ventilação mecânica com caudais equilibrados, deverá correspondente a 0,3 h⁻¹ no caso de edifícios com classe de exposição 1, 0,7 h⁻¹ no caso de edifícios com classe de exposição 2 e 1 h⁻¹ no caso de edifícios com classe de exposição 3 ou 4, variando linearmente até 0,1 h⁻¹ para os casos limites de desequilíbrio de caudais de insuflação e extracção.

1.6 – Sistema Nacional de Certificação Energética e a Qualidade de Ar Interior

O desempenho energético dos edifícios ou fracções autónomas, presente no trabalho, é avaliado com base na metodologia adoptada pela nova regulamentação energética de edifícios, nomeadamente o RCCTE, Decreto-Lei n.º 80/2006 de 4 de Abril. Este procura traduzir a eficiência energética global de um edifício, por quatro indicadores numéricos ou índices térmicos fundamentais que são as necessidades nominais de energia para: aquecimento (N_{ic}), arrefecimento (N_{vc}), produção de águas quentes sanitárias (N_{ac}) e ainda de energia primária (N_{te}).

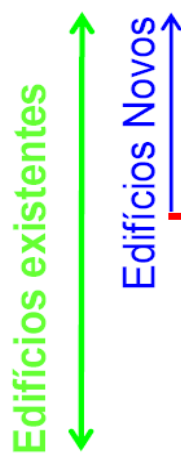
Para além daqueles índices térmicos fundamentais e, também de acordo com o estipulado no Artigo 4.º do RCCTE, a caracterização do comportamento térmico faz-se ainda

com base na quantificação de parâmetros complementares sob condições específicas: coeficientes de transmissão térmica superficiais e lineares dos elementos da envolvente, classe de inércia do edifício/fracção autónoma, factor solar dos vãos envidraçados e taxa de renovação de ar.

Importa realçar que a metodologia adoptada no RCCTE tem em conta a concepção e a localização em relação aos aspectos climáticos, orientação e influência de edifícios e estruturas vizinhas, e ainda as características técnicas dos equipamentos para produção de águas quentes sanitárias e como será abordado o condicionamento ambiente no interior dos compartimentos.

Um dos objectivos do Sistema Nacional de Certificação Energética (SCE) é identificar medidas correctivas ou de melhoria de desempenho aplicáveis aos edifícios e respectivos sistemas energéticos, nomeadamente caldeiras e equipamentos de ar condicionado, quer no que respeita ao desempenho energético, quer no que respeita à Qualidade do Ar Interior (QAI). Para o presente trabalho, procura-se implementar diferentes sistemas de ventilação e analisar o desempenho energético de cada um face à envolvente de cada edifício.

Tabela 3: RCCTE - Classes de Eficiência Energética



Classe	$R = \frac{N_{tc}}{N_t}$
A+	$R \leq 0,25$
A	$0,25 < R \leq 0,50$
B	$0,50 < R \leq 0,75$
B-	$0,75 < R \leq 1,00$
C	$1,00 < R \leq 1,50$
D	$1,50 < R \leq 2,00$
E	$2,00 < R \leq 2,50$
F	$2,50 < R \leq 3,00$
G	$R < 3,00$

A Classe de Eficiência Energética é determinada pela razão entre as necessidades nominais globais de energia primária (N_{tc}) de um edifício e o valor máximo admissível para a energia primária (N_t), estimado a partir dos valores limites das necessidades nominais de energia útil para aquecimento (N_i), para arrefecimento (N_v) e para preparação das águas quentes sanitárias (N_a). Na tabela 3 está patente a atribuição da classificação em função das necessidades descritas anteriormente [SCE].

2 – CASOS DE ESTUDOS

2.1 – Moradia Geminada (MG)

2.1.1 – Breve apresentação e caracterização

O primeiro caso de estudo refere-se a uma moradia geminada, de tipologia T3, sem garagem.

A moradia é formada por dois pisos, sendo o rés-do-chão constituído pelas seguintes zonas: átrio, cozinha e sala. O primeiro piso é formado pelas seguintes zonas: três quartos, sendo dois do tipo suite, três instalações sanitárias e um hall. Na figura 3 apresentam-se as plantas de ambos os pisos do edifício. As fachadas exteriores estão orientadas a Este (hall, cozinha e quartos do 1º andar) e a Oeste (sala e suite principal).

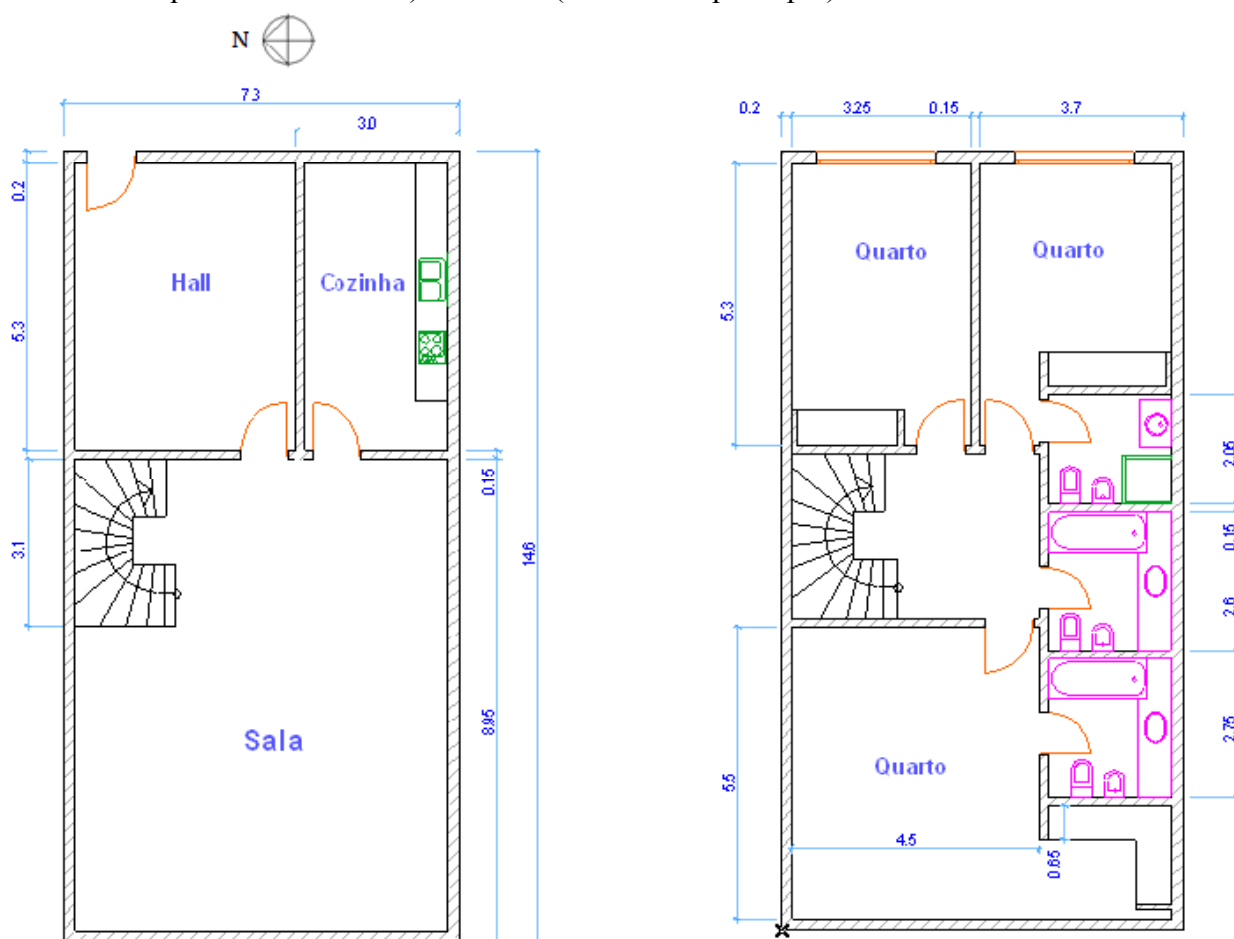


Figura 2: Rés-do-chão e primeiro andar da Moradia Geminada

Área útil e pé direito

Na tabela 3 apresentam-se as zonas do edifício com as suas respectivas áreas.

Tabela 4: Área das zonas da Moradia Geminada

Zona	Área [m ²]
Sala	54,2
Cozinha	14,8
Hall	21,7
Escadas	6,2
Quarto - suite	29,8
Instalação sanitária 1	6,6
Instalação sanitária 2	6,6
Instalação sanitária 3	4,9
Quarto 1	16,8
Quarto 2	18
Hall - 1º piso	7,8

De acordo com o apresentado na tabela 4, a área útil de pavimento é aproximadamente 187,4 m². O pé direito útil considerado é de 2,4 m para ambos os pisos.

2.1.2 - Aplicação do RCCTE

2.1.2.1 - Caracterização térmica das soluções construtivas

Nesta secção apresentam-se soluções construtivas dos elementos opacos da envolvente, assim como, a caracterização das propriedades térmicas da MG. Como se pode verificar todos os elementos respeitam os requisitos mínimos exigidos pelo RCCTE. As metodologias construtivas são iguais para todas as localizações a estudar neste trabalho.

Tabela 5: Envolvente exterior da MG

Descrição	U [W/m ² .°C]	U _{máx} [W/m ² .°C]
Paredes exteriores		
Paredes simples, com pano de alvenaria de tijolo furado normal, com 190 mm de espessura, isolada pelo exterior com placas de poliestireno expandido de 60 mm de espessura, rebocada pelo exterior e interior.	0,44	1,45
Cobertura		
Cobertura horizontal, protegida por uma camada exterior de seixo, seguida de uma primeira camada de poliestireno expandido com 30 mm de espessura, uma tela de impermeabilização intermédia e uma nova camada de placas de poliestireno expandido com 50 mm. A estrutura resistente é constituída por uma laje maciça de betão com 200 mm de espessura mais uma camada de forma de betão leve com 100 mm.	0,4	0,9

Pontes térmicas planas

Para as pontes térmicas planas, o RCCTE impõe que, os valores dos coeficientes de transmissão térmica superficial (U) das heterogeneidades opacas inseridas na zona corrente (pilares, vigas e caixas de estore) não excedam os valores máximos admissíveis de U para os elementos opacos nem o dobro do valor de U dos elementos verticais ou horizontais em zona corrente. A tabela 6 permite verificar que nenhum valor da ponte térmica plana é superior ao coeficiente de transmissão térmica.

Tabela 6: Pontes térmicas planas da MG

Descrição	U [$W/m^2 \cdot ^\circ C$]	$U_{m\acute{a}x}$ [$W/m^2 \cdot ^\circ C$]
Talão de viga		
Talão de viga de betão armado da laje dos pavimentos intermédios e da laje de cobertura com 0,2 m de espessura, isolado pelo exterior com 60 mm de poliestireno expandido e rebocado pelo interior e exterior.	0,51	$0,51 \leq 0,88$
Pilar de betão		
Parede exterior com pilar de betão de 0,2 m, isolado pelo exterior com 60 mm de poliestireno expandido e rebocada pelo interior e exterior.	0,51	$0,51 \leq 0,88$
Caixas de estore		
Caixa de estore na parede exterior, com altura de 0,25 m, constituída por 2 placas de fibrocimento, cada uma com 0,185 m, com reboco pelo interior e exterior, isolamento na caixa de estore de 40 mm de poliestireno expandido.	0,7	$0,7 \leq 0,88$

Pontes térmicas lineares

No que diz respeito às pontes térmicas lineares, o RCCTE apresenta, para as situações mais correntes, os valores do coeficiente de transmissão térmica linear. Na tabela 7 discrimina-se as pontes térmicas lineares identificadas na MG.

Tabela 7: Pontes térmicas lineares da MG

Descrição	ψ [$W/m \cdot ^\circ C$]	Referência
Fachada com pavimentos térreos		
$d = 0$ m e $Z = 0,06$ m	0,3	RCCTE, Tabela IV.3 - Ae
Fachada com pavimentos intermédios		
$e_m = 0,29$ m e $e_p = 0,27$ m	0,1	RCCTE, Tabela IV.3 - Ce
Fachada com cobertura inclinada ou terraço		
$e_m = 0,29$ m e $e_p = 0,385$ m	0,55	RCCTE, Tabela IV.3 - De

Vãos envidraçados

Na tabela 8 apresenta-se o valor do coeficiente de transmissão térmica U dos vãos envidraçados, que constam nos quadros da publicação do LNEC – ITE 50.

Tabela 8: Vãos envidraçados da MG

Descrição	U [W/m ² .°C]
Oeste: sala e suite;	3,5
Este: cozinha, quarto 1 e quarto 2;	
Vidro laminado 8 mm + caixa-de-ar 16 mm + vidro laminado 5 mm, incolor, com protecção pelo exterior (estores); Caixilharia de alumínio sem corte térmico; Janela simples, vidro duplo, janela de correr; Dispositivo de oclusão nocturna, cortina interior opaca.	

Factores solares na estação de aquecimento

Na tabela 9 encontram-se descritos os valores dos factores de sombreamento e dos factores solares na estação de aquecimento, que traduzem a fracção da radiação solar disponível no exterior, transmitida para o interior do espaço útil sob a forma de radiação visível e térmica.

Tabela 9: Factores solares e de sombreamento na estação de aquecimento da MG

Vãos envidraçados	X_j	g_{vidro}	F_s	F_g	F_w
Oeste: sala e suite	0,56	0,63	0,9	0,7	0,9
Este: cozinha, quarto 1 e quarto 2	0,56	0,63	0,9	0,7	0,9

Factores solares na estação de arrefecimento

Os valores dos factores solares e de sombreamento na estação de arrefecimento apresentam-se na tabela 10.

Tabela 10: Factores solares e de sombreamento na estação de arrefecimento da MG

Vãos envidraçados	$g_{\perp}$	$g_{\perp V}$	$g_{\perp}$	F_s	F_g	F_w
Oeste: sala e suite	0,07	0,75	0,274	0,9	0,7	0,85
Este: cozinha, quarto 1 e quarto 2	0,07	0,75	0,274	0,9	0,7	0,85

2.1.3 – Ventilação e taxa de renovação nominal

O conhecimento das características do escoamento de ar em cada espaço, bem como das taxas de renovação de ar do edifício é importante não só em termos de conforto térmico mas também por razões energéticas. É importante conhecer os caudais de ar e a distribuição da velocidade no interior do espaço, para se dimensionar grelhas e válvulas na instalação dos sistemas de climatização.

Este estudo considera e compara quatro cenários de ventilação num edifício para as diferentes localizações do território nacional:

1) Ventilação natural

A renovação do ar promovida de forma natural é considerada para um edifício, na hipótese da existência de caixa de estore, portas bem vedadas e que não dispõem de dispositivos de admissão na fachada, logo nestas condições a taxa de renovação de ar é diminuída em $0,05 \text{ h}^{-1}$. Para os vãos envidraçados a permeabilidade ao ar das caixilharias tem a atribuição de classe 1, esta classificação em ensaios de laboratório significa que o desempenho da caixilharia é de baixa estanquicidade [LNEC]. Além destas condições, estudar o impacto do sistema de ventilação natural, segundo a tabela 2, em diferentes classes de exposição ao vento das fachadas e de acordo com a altura do pé direito do edifício ou fracção autónoma como se verifica pela tabela 1.

2) Ventilação Mecânica – Extracção de ar (VME)

O dispositivo presente no sistema de ventilação, apenas efectua a extracção de ar contaminado do interior do edifício. Para efeitos do RCCTE, o dispositivo mecânico presente no edifício tem uma taxa mínima de renovação de ar de $0,6 \text{ h}^{-1}$. A contribuição das infiltrações no espaço interior do edifício, pela tabela 3, em sistema de desequilíbrio de caudais é influenciada até um valor máximo de $0,5 \text{ h}^{-1}$. Como este valor é inferior ao desequilíbrio de caudais introduzido no VME, não há taxa de infiltrações a contabilizar na taxa de renovação de ar para qualquer classe de exposição ao vento das fachadas.

As potências nominais dos ventiladores para os dois casos de estudos são diferentes, uma vez que têm volume útil diferentes, logo no primeiro caso de estudo (Moradia Geminada) é de 80 W e para o segundo caso de estudo (Habitação Multifamiliar) é de 32 W [Systemair].

3) Ventilação Mecânica com Recuperação de Calor (VMRC) – Equilíbrio de caudais

Neste caso o edifício dispõe de insuflação e extracção num sistema balanceado de escoamento de ar. Para esta hipótese a taxa de renovação de ar do caudal insuflado e extraído é dada pela taxa mínima de renovação de ar, presente no RCCTE para os dispositivos mecânicos com a taxa de $0,6 \text{ h}^{-1}$. Contudo como o sistema de caudais é equilibrado, a diferença de pressões é nula entre o interior e exterior do edifício, sendo necessário contabilizar a influência da ventilação natural. Nas diferentes classes de exposição em estudo, a componente da ventilação natural pode ser calculada pela metodologia do gráfico da figura 1. Desta forma considera-se para a classe de exposição 1 em qualquer localização, à partida a taxa de renovação efectiva do ar é de $0,9 \text{ h}^{-1}$, para a classe de exposição 2 a taxa é de $1,3 \text{ h}^{-1}$, enquanto para a classe de exposição 3 é de $1,6 \text{ h}^{-1}$. Estes valores de taxa de renovação nominal de ar são contabilizados sem a eficiência do permutador de calor, que ainda tem de ser multiplicado pelo factor de energia que não é recuperado. Conforme o RCCTE, essa fórmula vem dada pela equação 2.1 da seguinte forma:

$$\text{Taxa de renovação nominal (mínima de } 0,6 \text{ h}^{-1}) = \left(\frac{V_f + V_x}{V} \right) \times (1 - \eta) \quad (2.1)$$

η - Eficiência do sistema de VMRC

Neste sistema de VMRC, considera-se que a eficiência da recuperação de energia do ar no permutador é de 80 %.

As potências nominais utilizadas também são diferentes para os dois casos de estudo, logo no para o caso de estudo da MG é de 160 W e para o segundo caso de estudo HMF é de 80 W [GE Energy].

4) Ventilação Mecânica com Recuperação de Calor – Desequilíbrio de caudais

Neste dispositivo mecânico, utilizam-se caudais diferentes de insuflação e extracção, estando os compartimentos do edifício em sobrepressão. A taxa de insuflação é de $0,6 \text{ h}^{-1}$, enquanto a taxa de extracção é de $0,3 \text{ h}^{-1}$. Para este caso ao criar um desequilíbrio de caudais no sistema de ventilação, o espaço interior não está sujeito a infiltrações para as classes de exposição 1 e 2, podendo ser confirmada pelo gráfico da figura 1. Assim para a classe de exposição 1 e 2, a taxa de renovação mecânica nominal é de $0,6 \text{ h}^{-1}$. Já na classe de exposição 3 é necessário contabilizar a taxa de infiltrações, neste caso pelo gráfico da figura 1, a taxa de renovação de ar é de $0,76 \text{ h}^{-1}$.

Quanto à eficiência do dispositivo é de 80%, mas a taxa de recuperação de energia, é menor neste sistema de caudais, isto porque o caudal de extracção é metade do caudal de insuflação que passa no permutador.

As características do dispositivo mecânico com este sistema de caudais é igual ao sistema de equilíbrio de caudais, portanto a potência instalada é igual em ambos os casos dos sistemas de VMRC.

2.1.4 – Sistemas de climatização de referência

Antes de analisar o desempenho energético nas diferentes localizações, importa referir que os equipamentos utilizados para aquecimento e arrefecimento são, respectivamente, uma caldeira a gás e uma bomba de calor. A eficiência nominal dos equipamentos é indicada pelo n.º 2 do artigo 18º do RCCTE, sendo para a caldeira a combustível gasoso de 0,87 e para a bomba de calor de 3.

Águas quentes sanitárias

De acordo com o RCCTE a contribuição de energia fornecida por colectores solares térmicos para a preparação de Águas Quentes Sanitárias (AQS), deverá ser calculada utilizando o programa SOLTERM fornecido pelo INETI. Assim, de acordo com o programa SOLTERM, a energia fornecida por um sistema solar ($\eta_0 = 0,758$, $a_1 = 2,8 \text{ W/m}^2/\text{K}$, $a_2 = 0,023 \text{ W/m}^2/\text{K}^2$), com 4 m^2 de área de captação sendo a energia fornecida pelos colectores variável com a localização a estudar. Em seguida apresentam-se os gráficos para cada classe de exposição das fachadas ao vento.

2.1.5 – Análise de resultados com a actual metodologia do RCCTE

Nas seguintes páginas estão presentes os resultados, para a tipologia definida pela Moradia Geminada (MG), isto é, as mesmas características da envolvente em dez regiões do território nacional, incluindo as regiões autónomas. Os seguintes gráficos demonstram o impacto dos sistemas de ventilação aqui abordados, nas necessidades de aquecimento (N_{ic}) segundo a actual metodologia do RCCTE, para diferentes graus de classe de exposição ao vento das fachadas. Para cada classe de exposição é possível observar qual o sistema de ventilação mais adequado, isto é, com um menor valor das diferentes necessidades em cada localização do território nacional. São dez as localizações que são abordadas neste trabalho para os casos de estudo:

- | | | | |
|------------|-------------------|----------|--------------------------|
| ✓ Bragança | ✓ Penhas Douradas | ✓ Lisboa | ✓ Ponta Delgada – Açores |
| ✓ Melgaço | ✓ Guarda | ✓ Évora | ✓ Funchal - Madeira |
| ✓ Porto | ✓ Faro | | |

2.1.5.1 – Resultados - N_{ic}

Antes de comentar os resultados do N_{ic} , menciona-se que em sistemas de VMRC mesmo tendo a contribuição de infiltrações no sistema de ventilação mecânica, o método de cálculo no RCCTE e presente na equação 2.1 deste trabalho, verifica que para a MG, as taxas de renovação para os sistemas VMRC são inferiores a $0,6 \text{ h}^{-1}$. Isto é pela equação 1.1, para a classe de exposição 1, a taxa de renovação a obter é de $0,18 \text{ h}^{-1}$, para a classe de exposição 2, a taxa é de $0,26 \text{ h}^{-1}$ e para a classe de exposição 3 a taxa é de $0,32 \text{ h}^{-1}$. Para o sistema em desequilíbrio de caudais a taxa a obter é de $0,15 \text{ h}^{-1}$.

Com isto significa que mesmo em situação de equilíbrio ou desequilíbrio de caudais, os sistemas de VMRC, devem em conformidade com o regulamento apresentar uma taxa mínima de renovação de ar, neste caso em qualquer classe de exposição de $0,6 \text{ h}^{-1}$.

De N_{ic} nas figuras 3 a 5, apresentam-se gráficos com valores muito altos para as localizações situadas no interior do país, onde o clima no Inverno é caracterizado, por haver inúmeros períodos de tempo com temperaturas baixas.

Como nestas localizações o clima na estação de aquecimento é muita adversa, verifica-se que as perdas associadas à renovação de ar têm uma contribuição decisiva no N_{ic} . Os resultados dos gráficos das figuras 3 e 4 revelam que no recurso aos sistemas de ventilação mecânica, o indicador do N_{ic} é reduzido em cerca de 18 a 25% para as classes de exposição 1 e 2. Na classe de exposição 3, o gráfico da figura 5, revela que a utilização de qualquer dispositivo mecânico abordado neste trabalho, permite reduzir o indicador do N_{ic} entre 23 e 30%.

Embora as perdas associadas à renovação de ar sejam iguais para os sistemas de ventilação mecânica, quer para a VME quer para a VMRC, o indicador N_{ic} é diferente porque têm consumos eléctricos dos ventiladores diferentes. Contudo é contundente afirmar pela análise dos gráficos para a MG, que a potência instalada nos ventiladores tem pouca influência no indicador de N_{ic} .

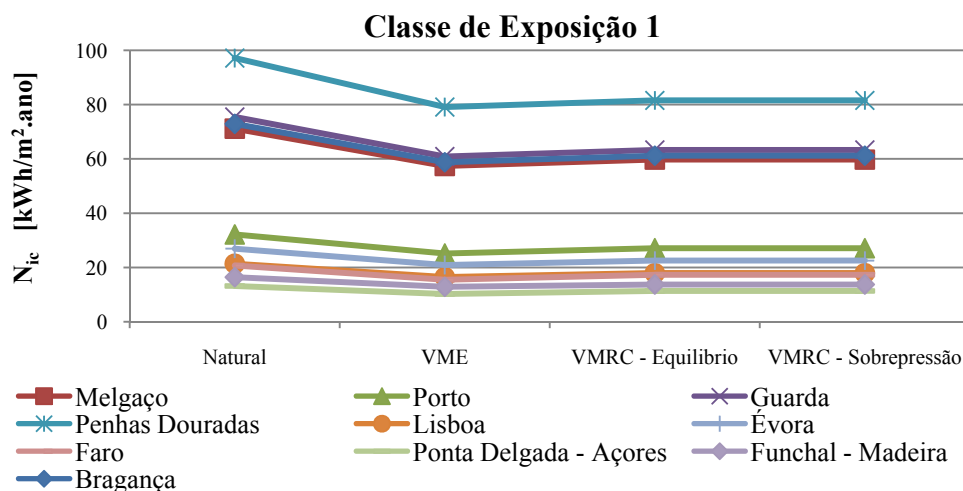


Figura 3: Gráfico do N_{ic} - Classe de Exposição 1 – MG

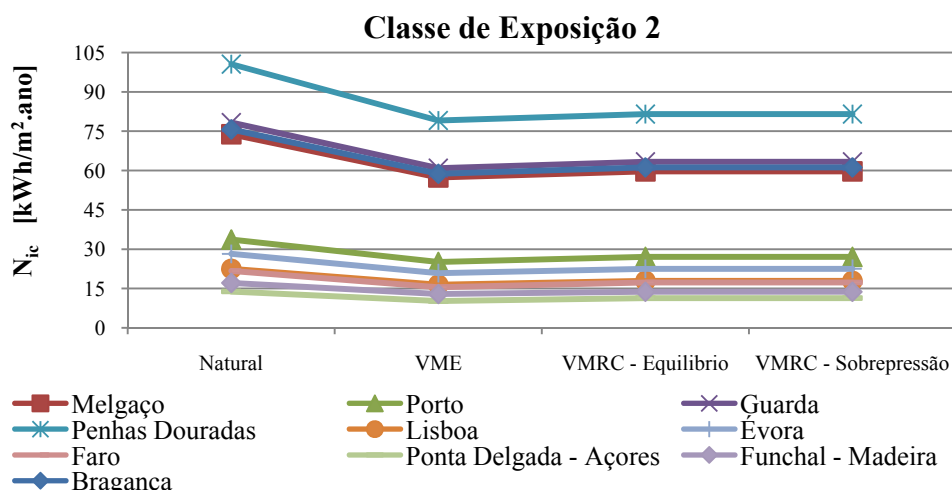


Figura 4: Gráfico do N_{ic} - Classe de Exposição 2 - MG

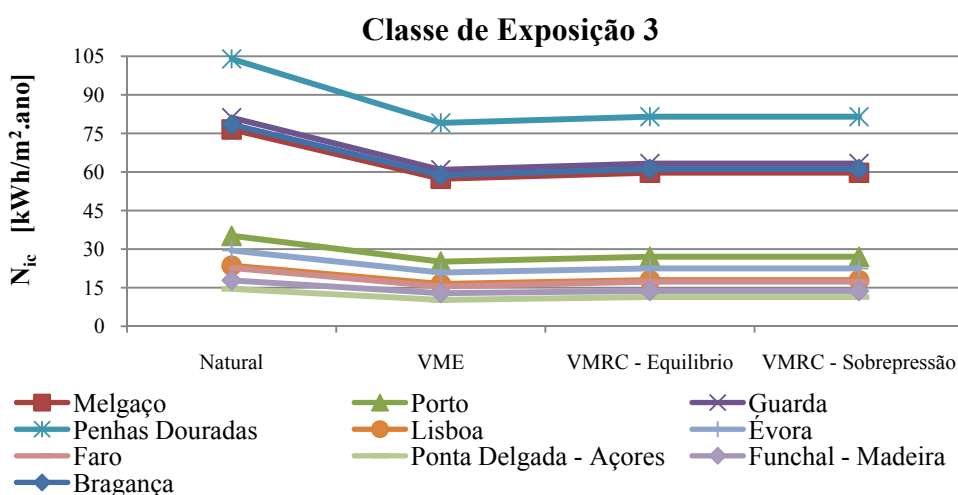


Figura 5: Gráfico do N_{ic} - Classe de Exposição 3 - MG

2.1.5.2 – Resultados - N_{ic}

Os dispositivos mecânicos muitas vezes tornam-se desvantajosos pelo consumo de electricidade que implicam as suas componentes, mas com a metodologia actual do RCCTE não significa que o consumo de energia primária seja maior do que um sistema de ventilação natural. Veja-se os gráficos das figuras 6 a 8, para diferentes classes de exposição, a implementação de qualquer sistema de ventilação mecânica permite a redução de N_{ic} .

Para as localizações do interior do país com Invernos rigorosos, nas diferentes classes de exposição, é possível economizar, no consumo de energia primária até 8% com a implementação de sistemas de ventilação mecânica.

Como já verificado para o indicador N_{ic} , os consumos eléctricos dos sistemas de VME e VMRC podem ser diferentes, mas com a actual metodologia do RCCTE, a diferença de consumo final de energia primária, não é perceptível, como demonstram as figuras 6 a 8

oscilando apenas em 1%. Neste modelo de cálculo a taxa de renovação de ar é mais influente que os consumos eléctricos dos ventiladores, mesmo que os sistemas de ventilação mecânica estejam em funcionamento permanente ao longo do ano.

Uma particular referência para as regiões autónomas dos Açores e da Madeira, que na implementação dos sistemas de VMRC o consumo de N_{tc} é sempre superior ao sistema de ventilação natural, inviabilizando a sua aplicação, a menos que se proceda a alterações na envolvente da MG.

Ao analisar os resultados obtidos para a MG em qualquer classe de exposição, observa-se que em todas localizações, para a atribuição da certificação energética e de acordo com o SCE, a classe energética que foi obtida, independentemente do sistema de ventilação foi a classe A. Verifica-se que o edifício sendo ventilado de forma natural ou mecânica a classe energética é sempre a mesma e com valores pouco distinto entre os sistemas referenciados. No entanto podem ser consultados em detalhe no anexo B o quadro de resultados dos diferentes indicadores das necessidades para cada localização.

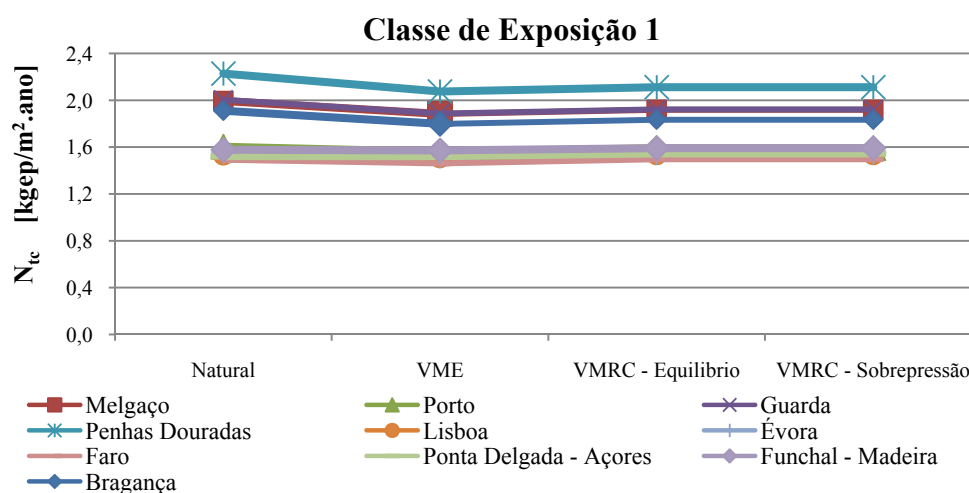


Figura 6: Gráfico do N_{tc} - Classe de Exposição 1 - MG

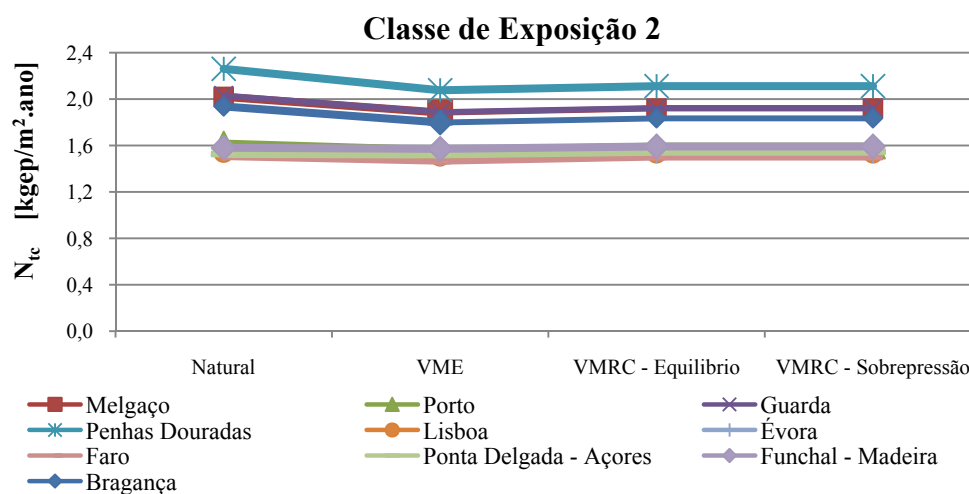


Figura 7: Gráfico do N_{tc} - Classe de Exposição 2 - MG

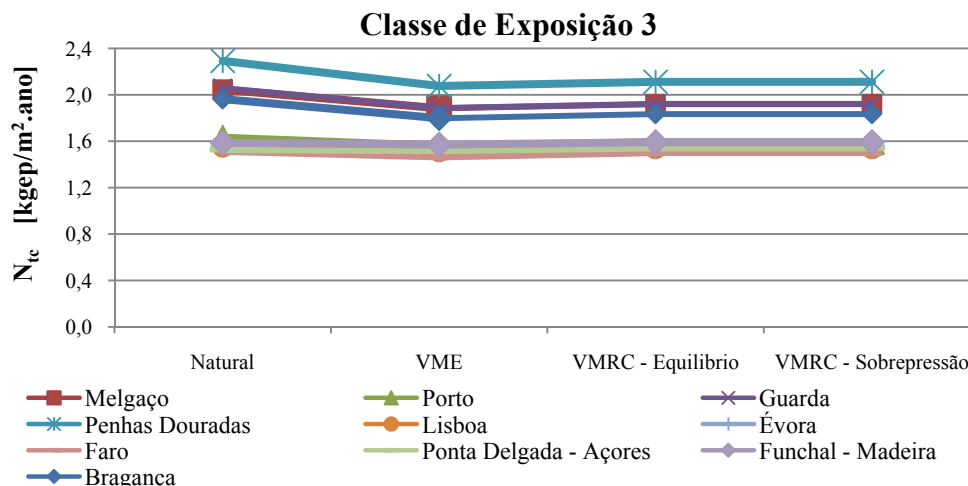


Figura 8: Gráfico do N_{tc} - Classe de Exposição 3 - MG

2.1.6 – Resultados com a metodologia do RCCTE alterada

O RCCTE veio estabelecer requisitos de qualidade para os novos e existentes edifícios de habitação e de serviços sem sistemas de climatização, este regulamento impõe limites aos consumos energéticos da habitação para climatização e produção de águas quentes, num claro incentivo à utilização de sistemas eficientes e de fontes energéticas com menor impacto em termos de consumo de energia primária.

No entanto o RCCTE merece algumas atenções, na metodologia de cálculo a saber em alguns pontos:

- i. Na folha de cálculo FC IV. 1d do RCCTE, que está patente parte da folha na figura 9, as perdas térmicas associadas à renovação de ar, na utilização de um recuperador de calor no sistema de ventilação, contabilizam as infiltrações à eficiência do recuperador de calor.

VENTILAÇÃO MECÂNICA (excluir exaustor de cozinha)			
Caudal de insuflação	V_{ins} - (m^3/h)		$V_r =$
Caudal extraído	V_{ev} - (m^3/h)		
Diferença entre V_{ins} e V_{ev}	(m^3/h)	/	$V =$
Infiltrações	(V_x)		(volume int) (RPH)
Recuperador de Calor	(S ou N)		se SIM: $\eta =$ se NÃO: $\eta = 0$
Taxa de Renovação nominal	(mínimo: 0,6)		$(V_f / V + V_x) (1 - \eta)$
Consumo de electricidade para os ventiladores			($E_v = P_v \cdot 24 \cdot 0,03 \text{ M (kWh)}$)

Volume		$\times$	
Taxa de Renovação nominal		$\times$	
		$=$	
TOTAL			($\text{W}/^\circ\text{C}$)

Figura 9: Parte da folha de cálculo FC IV.1d integrante do RCCTE

Esta fórmula sujeita a componente da ventilação natural ao recuperador de calor na estação de aquecimento e na de arrefecimento. Desta metodologia de cálculo sugeriu-se alterar esta fórmula e que consiste no facto da eficiência do recuperador de calor influenciar apenas as taxas de renovação de ar da componente de ventilação mecânica. A componente da ventilação natural num sistema de ventilação mecânica não sofre alterações energéticas, uma vez que, não está afectada à troca de calor no permutador do dispositivo mecânico. Neste caso na célula de preenchimento da taxa de renovação nominal de ar, para um dispositivo mecânico com recuperador de calor, deve ser dividida em duas parcelas sendo as componentes dadas da seguinte forma:

Componente Mecânica

A taxa de renovação é dada pelo maior valor entre $0,6 \text{ h}^{-1}$ (taxa de renovação mínima de ar para os dispositivos mecânicos), no caso de sistemas de caudais em equilíbrio e pelo valor da equação 2.2.

$$\frac{V_f}{V} \quad (2.2)$$

Em que V_f é o maior valor entre o caudal de insuflação e de extracção mecânica do interior do edifício. Depois esse valor é multiplicado ao factor de energia que não é recuperada pelo permutador de calor na equação 2.3. Um ponto aqui importante é que a eficiência entra apenas para os cálculos das perdas por renovação de ar na estação de aquecimento.

$$\frac{V_f}{V} * (1 - \eta) \quad (2.3)$$

Em caso de desequilíbrio do sistema de caudais, a taxa renovação mínima de ar, será dada, pelo valor da taxa de caudal que é recuperada no permutador de calor.

Na estação de arrefecimento pretende-se retirar o excesso de energia térmica acumulada no interior do edifício, logo, não faz sentido entrar com a eficiência do recuperador de calor na equação 2.3. Neste caso na componente mecânica, a taxa de renovação nominal de ar, será igual ao maior valor, do caudal de insuflação ou de extracção mecânica. No preenchimento da ficha de cálculo FC V. 1ª do RCCTE sugere-se, que a componente de ventilação mecânica seja dividida em duas, uma para a estação de aquecimento e outra para arrefecimento.

Componente Natural

A taxa de infiltrações é verificada, pelo equilíbrio ou desequilíbrio do sistema de caudais a introduzir no edifício e depois analisado pelo gráfico da figura 1 se há algum contributo no sistema de ventilação mecânica.

A esta componente é somada o valor efectivo da componente mecânica presente no sistema de ventilação. O somatório da taxa de renovação nominal de ar das duas componentes pode ser dado então pela equação 2.4 na seguinte forma:

$$R_{ph} = \frac{V_f}{V} * (1 - \eta) + \frac{V_x}{V} \quad (2.4)$$

Por fim para o cálculo das perdas energéticas para a estação de aquecimento e arrefecimento, multiplica-se a respectiva taxa de renovação de ar pelo valor de $0,34 \text{ W.m}^{-3}\text{°C}$ e pelo volume útil do edifício.

- ii. O segundo ponto a clarificar é a metodologia de cálculo do N_{tc} , em que na implementação de um dispositivo mecânico, a conversão para energia primária do consumo dos ventiladores está associada ao N_{ic} e N_{vc} . Ou seja, o factor de conversão entre energia útil e energia primária do N_{ic} ou N_{vc} está dependente da selecção do equipamento no sistema de climatização, podendo ser feito por electricidade ou por combustíveis sólidos, líquidos e gasosos. Para o consumo de um ventilador só há um factor de conversão que é a electricidade e deve ser feito independentemente do N_{ic} e do N_{vc} . Isto significa que na seguinte metodologia sugerida aparece uma fórmula alterada como na equação 2.5, sendo o consumo de energia primária dado da seguinte forma:

$$N_{tc}^* = 0,1 \times \left(\frac{N_{ic}^*}{\eta_i} \right) \times F_{pui} + 0,1 \times \left(\frac{N_{vc}^*}{\eta_v} \right) \times F_{puv} + N_{ac} \times F_{pua} + E_v \left(\frac{\text{kgep}}{\text{m}^2} \cdot \text{ano} \right) \quad (2.5)$$

Nesta expressão aparece os termos N_{ic}^* e N_{vc}^* , pois o procedimento de cálculo é feito como aparece nas folhas descritas do RCCTE, excepto que neste caso não contabiliza o consumo dos ventiladores em cada indicador. Para a energia eléctrica dos ventiladores como vê-se na equação 2.5, dá-se origem ao termo E_v , pois o consumo é deste é feito de forma independente tanto para a estação de aquecimento como de arrefecimento,

- iii. O terceiro ponto é que embora o N_{tc} no RCCTE considera que os edifícios, apenas são climatizados em média, 10% do tempo teórico, a ventilação mecânica quando presente no sistema de climatização considera-se que funciona a tempo inteiro. Assim independentemente das condições dinâmicas de cada momento, para um funcionamento contínuo do sistema de ventilação, dá-se origem a uma nova equação 2.6, para o cálculo do consumo de energia primária sob a designação de N_{tc}^{**} , sendo dada na seguinte forma:

$$N_{tc}^{**} = \left(\frac{N_{ic}^*}{\eta_i} \right) \times F_{pui} + \left(\frac{N_{vc}^*}{\eta_v} \right) \times F_{puv} + N_{ac} \times F_{pua} + E_v \left(\frac{\text{kgep}}{\text{m}^2} \cdot \text{ano} \right) \quad (2.6)$$

Esta expressão é semelhante à equação 2.5, com a diferença que no edifício se considere que o aquecimento e o arrefecimento são feitos para 100% do tempo quando o recurso ao sistema de climatização é feito através de sistemas de ventilação mecânica. Os termos N_{ic}^* , N_{vc}^* e E_v são tratados da mesma forma descrita do ponto ii) para a equação 2.5.

Primeiro faz-se a alteração para os pontos i) e ii) considerando, novas taxas de renovação de ar e a correcção da conversão de energia eléctrica dos ventiladores para energia primária do parâmetro N_{tc}^* .

Nos sistemas de VMRC em equilíbrio de caudais para os edifícios em estudo, na estação de aquecimento, em classe de exposição 1, a taxa de renovação de ar é dada por 0,42

h^{-1} , para a classe de exposição 2 a taxa de renovação é de $0,82 \text{ h}^{-1}$ e para a classe de exposição 3 a taxa de renovação é de $1,12 \text{ h}^{-1}$.

Nos sistemas de VMRC em desequilíbrio de caudais, neste estudo, na estação de aquecimento para a classe de exposição 1, a taxa de renovação de ar é de $0,36 \text{ h}^{-1}$, para a classe de exposição 2, a taxa de renovação é de $0,36 \text{ h}^{-1}$ e para a classe de exposição 3 a taxa de renovação é de $0,82 \text{ h}^{-1}$.

Em segundo propõe-se a elaboração de novos resultados com a equação 2.6 e verifica-se quais os novos valores do N_{ic}^{**} obtidos a partir do N_{ic}^* , N_{tc}^* e E_v .

2.1.6.1 – Resultados – N_{ic}^*

Com a alteração efectuada das perdas associadas à renovação de ar, verifica-se pelas figuras 10 e 11 para as classes de exposição 1 e 2, o sistema de VMRC com desequilíbrio, é o melhor sistema a implementar no edifício. Esta razão deve-se principalmente às mais baixas taxas de renovação de ar entre os sistemas de ventilação abordados. Para a MG os resultados obtidos das figuras 10 e 11, permitem afirmar que neste cenário, o sistema de VMRC em desequilíbrio de caudais, reduz o N_{ic}^* entre 30 e 42%.

Para a MG situada em zonas muito expostas ao vento (classe de exposição 3), verifica-se que como o sistema de VME tem a taxa de renovação de ar mais baixa, é aquele sistema que melhor índice de N_{ic}^* apresenta pela figura 12. Com este sistema de ventilação é possível economizar no valo de N_{ic}^* entre 25 e 30% face à ventilação natural.

Com estes resultados a hipótese colocada no ponto 2.1.6, na implementação de sistemas de ventilação mecânica, utilizando diferentes taxas de renovação de ar e sem a contabilização do consumo dos ventiladores estes sistemas têm grandes influências nas perdas energéticas da estação de aquecimento.

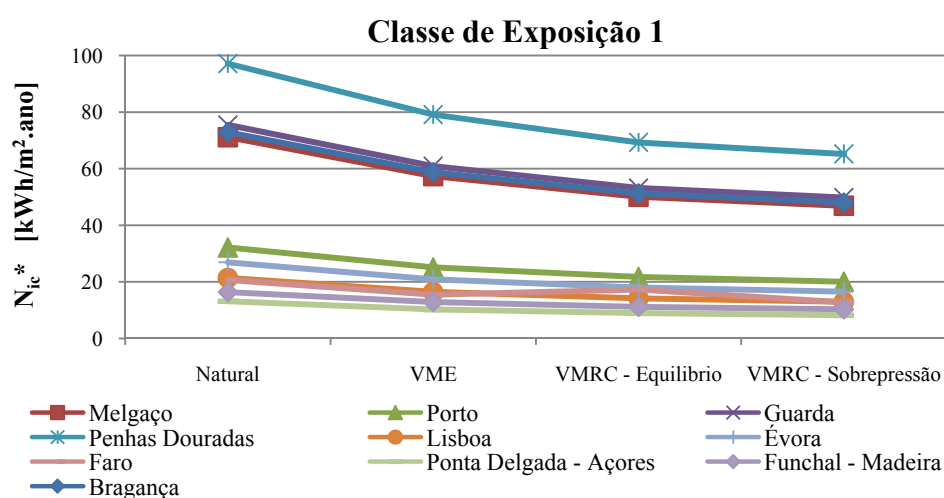


Figura 10: Gráfico do N_{ic}^* - Classe de Exposição 1 – MG

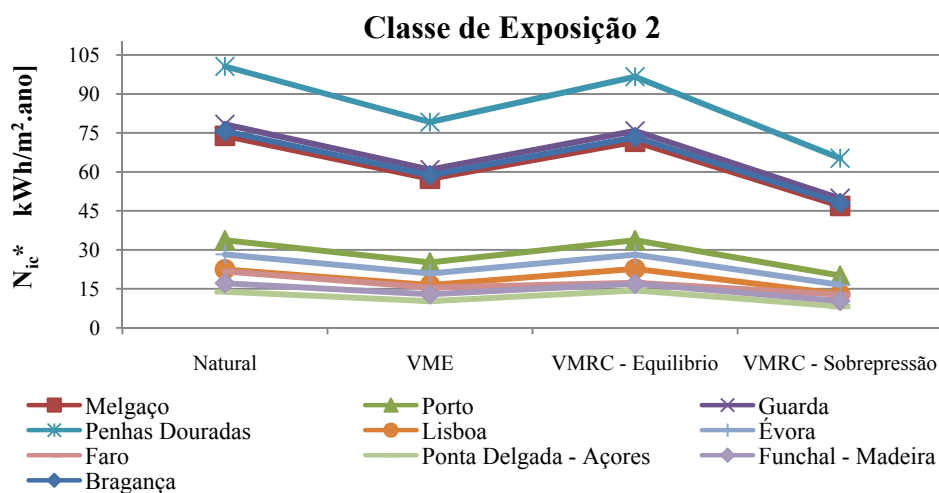


Figura 11: Gráfico do N_{tc}^* - Classe de Exposição 2 – MG

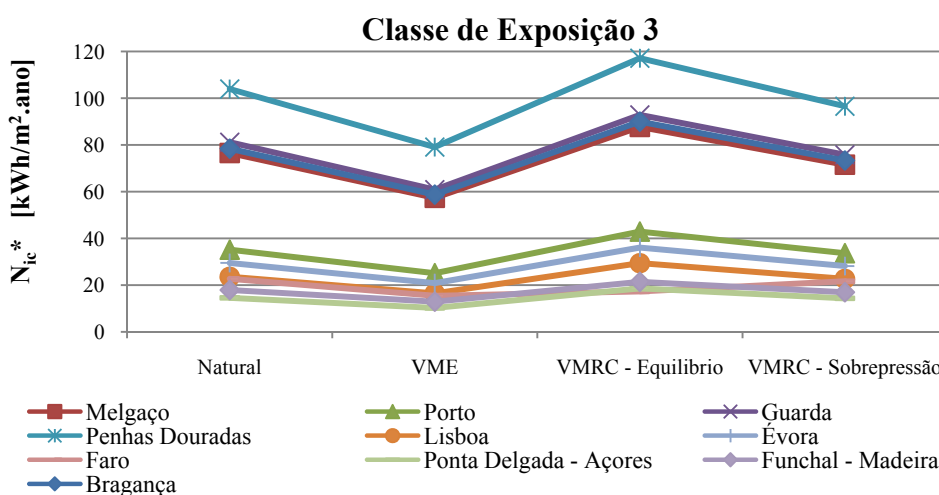


Figura 12: Gráfico do N_{tc}^* - Classe de Exposição 3 – MG

2.1.6.2 – Resultados - N_{tc}^*

As alterações das equações 2.4 e 2.5 vieram estabelecer novos valores de desempenho energético em termos de N_{tc}^* para a MG como se verifica pelos gráficos das figuras 13 a 15. Na comparação entre o actual método do RCCTE e as alterações proferidas nas equações 2.4 e 2.5, para qualquer classe de exposição, um edifício que disponha de dispositivos mecânicos, o consumo energético chega a ser três vezes maior do que um sistema de ventilação natural.

Nos sistemas de ventilação mecânica, a componente da energia eléctrica no consumo energético, tem um contributo muito grande no valor final do N_{tc}^* , dependendo muito da potência a instalar no ventilador. Por exemplo sob estas condições de cálculo, na concepção de um sistema de VME, o termo do consumo de electricidade dos ventiladores em energia final pode contribuir até 40% do N_{tc}^* . Nos sistemas de VMRC, a contribuição é maior podendo ir até aos 60% de acordo com os gráficos das figuras 13 a 15. Na hipótese colocada

para as equações 2.4 e 2.5, verifica-se que com este método, as perdas associadas por renovação de ar há maior oscilação de valores na comparação entre os sistemas de ventilação.

Quando o pretendido com o actual regulamento, é diminuir os gastos de energia primária nos edifícios residenciais e aumentar a eficiência energética, a alteração da fórmula de cálculo na equação 2.5 revela que nenhum sistema de ventilação mecânica é melhor que o sistema de ventilação natural.

No geral a implementação e utilização dos sistemas de ventilação mecânica para os edifícios aparenta constituir um problema em termos de consumo energético e factura energética para o consumidor permanente.

Neste contexto de cálculo estes sistemas de ventilação mecânica, não contribuem para racionalização de energia, quando se exige que haja um conforto térmico adequado para os ocupantes e um baixo consumo de energia primária.

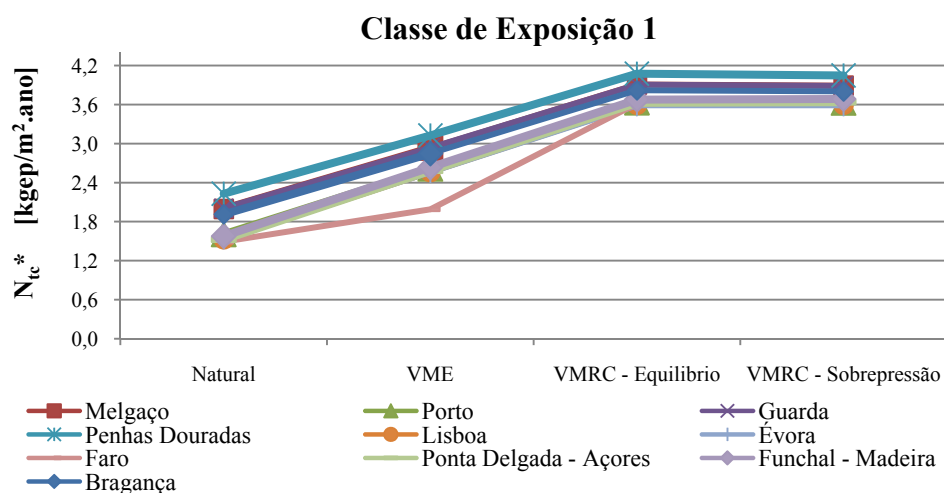


Figura 13: Gráfico do N_{tc}^* - Classe de Exposição 1 - MG

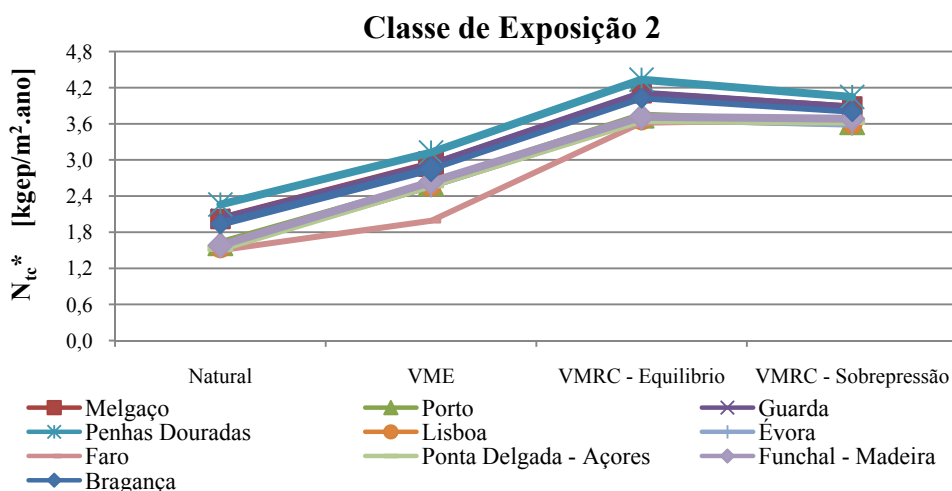


Figura 14: Gráfico do N_{tc}^* - Classe de Exposição 2 - MG

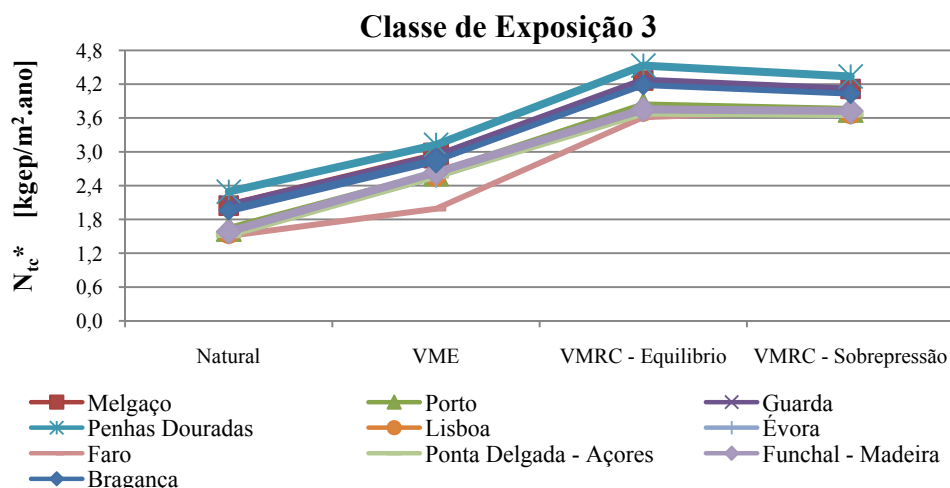


Figura 15: Gráfico do N_{tc}^* - Classe de Exposição 3 - MG

Para o sistema de VME a classe energética que foi obtida em todas as localizações e para qualquer classe de exposição ao vento é a B. Para os sistemas de VMRC, independentemente da localização e do sistema de caudais a classe energética é B-. Estes resultados podem ser consultados em detalhe nas tabelas do anexo B do presente trabalho.

2.1.7 – Alterações no RCCTE – Funcionamento anual do sistema de climatização

2.1.7.1 – Resultados – N_{tc}^{**}

As alterações da equação 2.6 para o estudo da MG, em qualquer classe de exposição, deixaram antever um alto consumo energético. A exemplo disso são os gráficos elaborados das figuras 16 a 18, em que o N_{tc}^{**} apresenta valores elevadíssimos em qualquer classe de exposição.

Com a utilização da equação 2.6, os gráficos das figuras 16 a 18, para as localizações do interior com climas muito frios, tomam valores mais altos quando comparado com as restantes regiões.

Nesta situação o N_{tc}^* acaba por desempenhar um papel fundamental no valor final de N_{tc}^{**} , uma vez que este valor em algumas zonas climáticas é muito maior do que N_{vc}^* e N_{ac} . Os resultados das figuras 16 a 18, são elevados, mas a contribuição da energia eléctrica dos dispositivos mecânicos é mais baixa em relação à alteração efectuada na equação 2.5 para o N_{tc}^* .

Na implementação dos sistemas de VME a contribuição da energia primária correspondente aos ventiladores no N_{tc}^* , vai de 13 a 20%, enquanto para os sistemas de VMRC, a parcela da energia eléctrica está situada entre 25 e 45%.

Um aspecto positivo para edifício em estudo (MG) é a redução do N_{tc}^{**} na utilização do sistema de VMRC em desequilíbrio de caudais, para a classe de exposição 1, nas regiões do interior do país onde o Inverno é mais frio. Para este sistema de ventilação, nesta classe de

exposição, a economia de energia do N_{tc} varia entre 6 e 12%, devendo-se principalmente às perdas por renovação de ar.

Já na classe de exposição 2, com o mesmo sistema de ventilação (VMRC) e nas mesmas condições de caudais, para as regiões do interior, é possível economizar na energia primária entre 9 a 15%.

Na classe de exposição 3 verifica-se, que o sistema de VME é a solução mais viável face aos outros sistemas de ventilação com reduções de energia primária na ordem dos 10%, isto para as regiões como Bragança, Penhas Douradas, Guarda ou Melgaço.

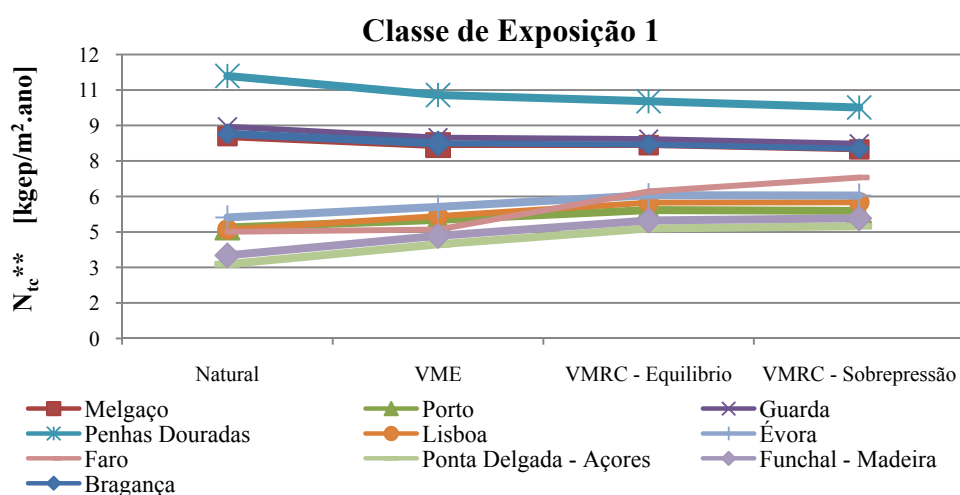


Figura 16: Gráfico do N_{tc}^{**} - Classe de Exposição 1 – MG

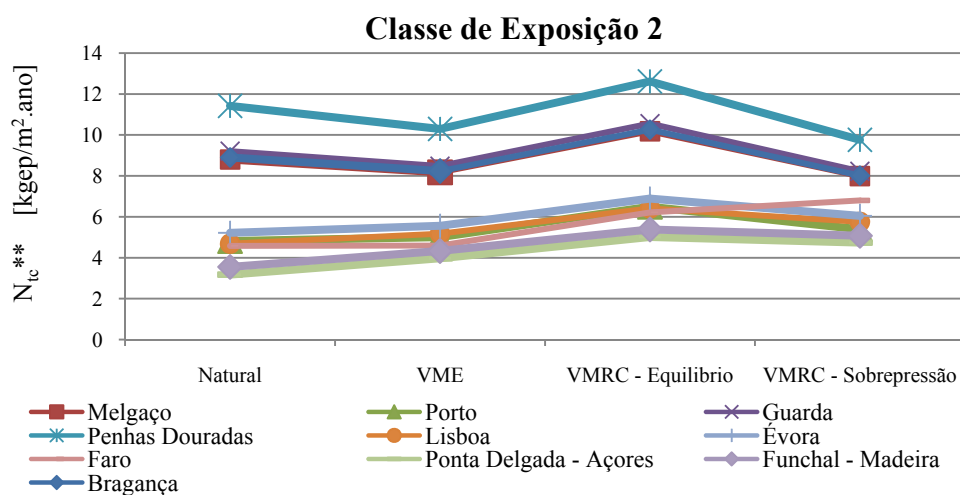


Figura 17: Gráfico do N_{tc}^{**} - Classe de Exposição 2 - MG

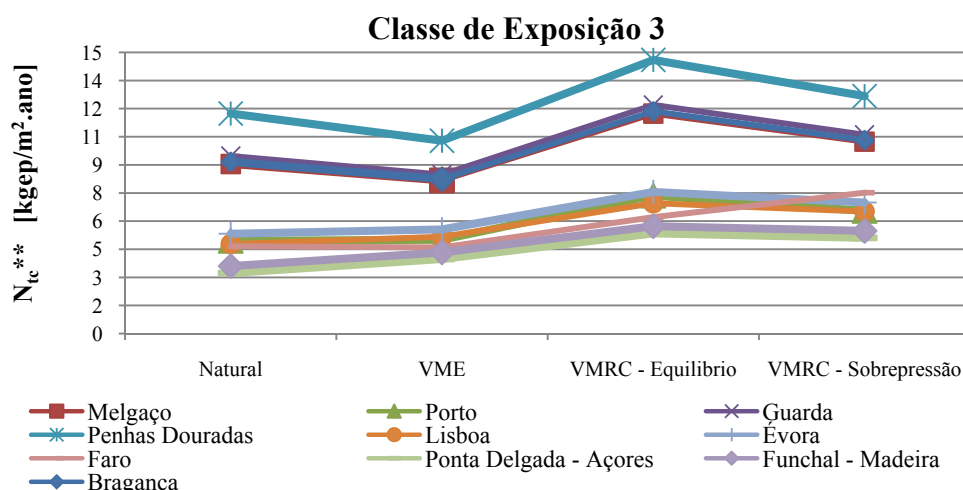


Figura 18: Gráfico do N_{tc}^{**} - Classe de Exposição 3 - MG

Só nas localizações do interior do país é que se verificam economias de consumo energéticos, porque o valor do N_{ic}^* é elevado e em consequência de as perdas por renovação de ar terem um contributo importante para este indicador. Nas restantes regiões do país, o impacto da redução de consumo energético dos dispositivos mecânicos é menor, devendo-se à potência instalada dos ventiladores, pois como já referido nestas localizações o N_{ic}^* não é tão alto.

Para finalizar este caso de estudo para a MG com estas propostas de cálculo, os resultados obtidos revelam que o sistema de VMRC em desequilíbrio de caudais é vantajoso nas classes de exposição 1 e 2 em localizações onde o Inverno é muito rigoroso. Já em situação de grande exposição ou sem barreiras atenuantes ao vento, os resultados mostram que a concepção de um sistema de VME apresenta um indicador de N_{tc}^{**} menor face aos outros sistemas de ventilação.

2.2 – Habitação Multifamiliar (HMF)

2.2.1 – Breve apresentação e caracterização

O segundo caso de estudo corresponde a um dos exemplos do manual de aplicação do RCCTE e dele será feito uma breve descrição das principais características do edifício. Uma descrição detalhada encontra-se definida no manual de apoio à aplicação do RCCTE [Gonçalves, Maldonado, 2007].

O edifício, designado por blocos F3 do lote F, localizado em Lisboa (zona climática I1 – V2), é constituído por 6 pisos (0 a 5) que se destinam exclusivamente a habitação e onde existem 4 fracções autónomas por piso: duas tipologias T1 e duas de tipologia T2, com as fachadas principais orientadas a Nordeste e a Sudoeste tal como se encontra descrito na tabela 11. A fachada orientada a noroeste irá ser considerada como exterior, e a fachada a Sudeste

irá estar em contacto com outro edifício adjacente – Bloco F4, sobre o qual não se tem qualquer conhecimento relativamente à distribuição dos espaços interiores, pelo que se considera como envolvente interior.



Figura 19: Planta de implementação do Bloco F3 do Lote F da Habitação Multifamiliar

Na tabela 11 diferenciam-se as fracções autónomas do edifício com a orientação da respectiva fachada.

Tabela 11: Fracções autónomas do edifício de Habitação Multifamiliar (HMF)

Piso	Designação	Orientação da fachada principal
0	T1 - A	NE
	T1a - B	SO
	T2c - C	NE
	T2 - D	SO
1 a 4	T1 - A	NE
	T1 - B	SO
	T2 - C	NE
	T2 - D	SO
5	T1 - A	NE
	T1 - B	SO
	T2 - C	NE
	T2 - D	SO

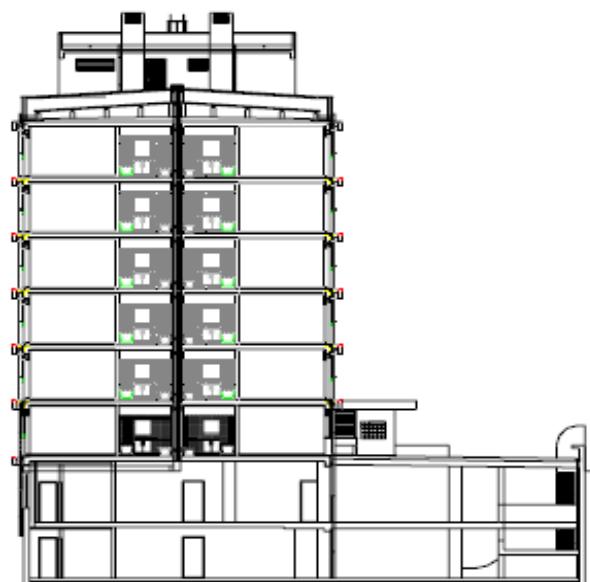


Figura 20: Corte transversal do HMF

Nas figuras 21 e 22, estão representadas os alçados, nascente e poente e a planta das fracções autónomas situadas no piso 0, tal como descritas no documento original.



Figura 21: Fachada a Nordeste e a Sudoeste do HMF

Na figura 22, é representada em planta a fracção autónoma a estudar, neste caso a fracção com a denominação T1-A referente ao piso 1 do bloco F3 do lote F.

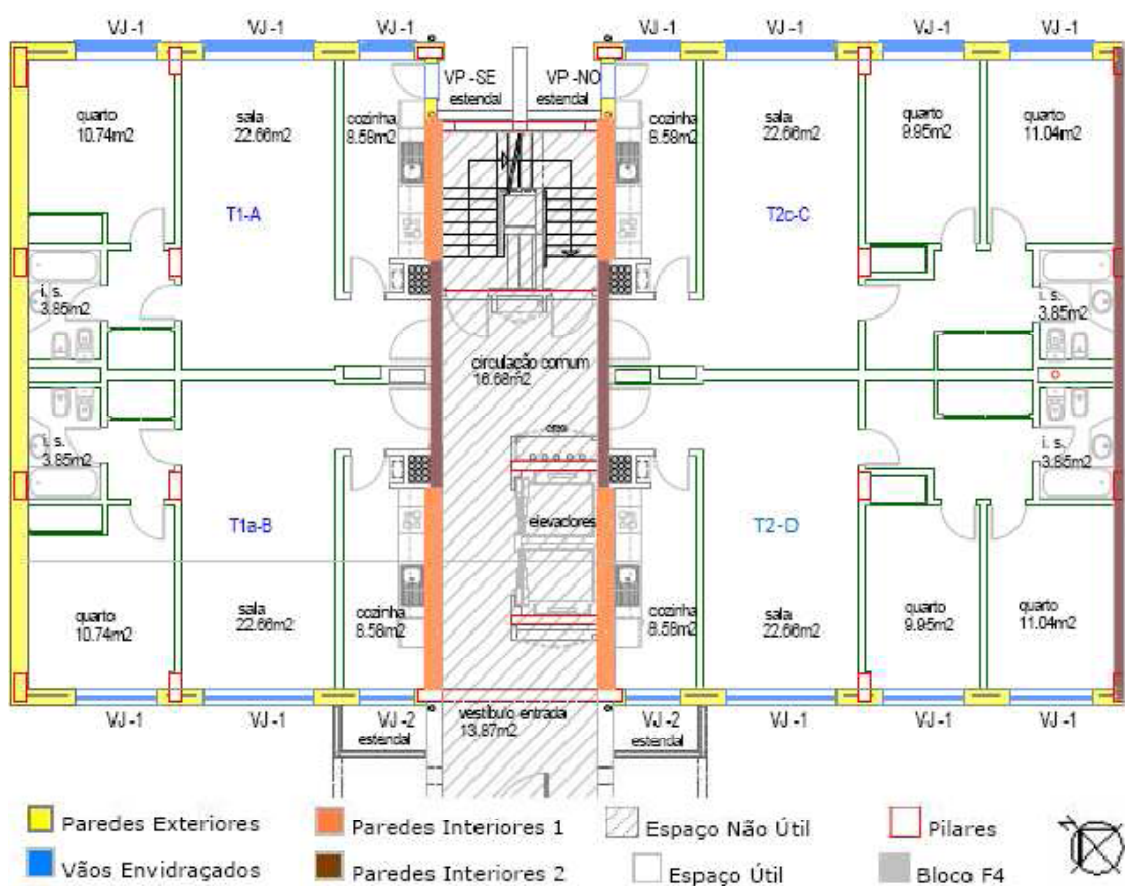


Figura 22: Caracterização da fracção autónoma da HMF

2.2.2 – Aplicação do RCCTE

2.2.2.1 – Caracterização térmica das soluções construtivas

Envolvente opaca

Nas tabelas 12 a 18 descrevem-se e caracterizam-se as soluções construtivas dos elementos opacos da envolvente em termos dos coeficientes de transmissão térmica superficiais (U). Como se pode verificar todos os elementos respeitam os requisitos mínimos exigidos pelo RCCTE.

Elementos da envolvente opaca exterior

Tabela 12: Envolvente exterior da HMF

Descrição	U [W/m ² .°C]	U _{máx} [W/m ² .°C]
Paredes exteriores		
Paredes duplas com panos em alvenaria de tijolo furado normal, 0,11 + 0,05 + 015 m, caixa-de-ar não ventilada preenchida parcialmente com 30 mm de poliestireno expandido moldado, rebocadas pelo exterior e interior.	0,57	1,45
Cobertura		
Constituída por laje de betão com 0,22 m de espessura, isolada com 50 mm de manta de lã de rocha, reboca pelo interior.	0,64	0,9

Elementos da envolvente opaca interior

Tabela 13: Envolvente interior da HMF

Descrição	U [W/m ² .°C]	U _{máx} [W/m ² .°C]
Entre os fogos e zonas de circulação (espaço não útil)		
Parede interior 1 constituída por um pano de betão com 0,20 m e um pano de tijolo com 0,11 m rebocada pelo exterior e interior.	1,5	1,9
Parede interior 2 constituída por um pano de tijolo com 0,22 m, rebocada em ambos os lados.	1,2	
Paredes de separação com as fracções autónomas adjacentes do edifício Bloco F4		
Parede interior 2 constituída por um pano de tijolo, com 0,22 m, rebocada em ambos os lados.	1,2	1,9

Entre o piso 0, zona útil de habitação/fracções autónomas e piso - 1m zona não útil das garagens e arrecadações

Pavimento com aplicação de 0,01 m de parquet de madeira, 0,04 m de betonilha, folha de separação, 0,04 de aglomerado negro de cortiça e laje maciça de betão com 0,26 m de espessura.	0,7	0,9
---	-----	-----

Pontes térmicas planas

Tabela 14: Pontes térmicas planas da HMF

Descrição	U [W/m ² .°C]	U _{máx} [W/m ² .°C]
Talão de viga		
Talão de viga de betão armado da laje dos pavimentos intermédios e da laje de cobertura com 0,25 m de espessura, isolado pelo exterior com 20 mm de poliestireno expandido moldado, tijolo de revestimento de 0,04 m e rebocado pelo interior e exterior.	1,11	$1,11 \leq 1,14$
Pilar de betão		
Parede exterior com pilar de betão de 0,25 m, isolado pelo interior com 20 mm de poliestireno expandido moldado, tijolo de revestimento de 0,04 m e rebocada pelo interior e exterior.	1,11	$1,11 \leq 1,14$
Caixas de estore		
Caixa de estore na parede exterior, com altura de 0,25 m, constituída por 2 placas de fibrocimento, cada uma com 0,185 m, com reboco pelo interior e exterior, isolamento na caixa de estore de 30 mm de poliestireno expandido.	0,93	$0,93 \leq 1,14$

Pontes térmicas lineares

Tabela 15: Pontes térmicas lineares da HMF

Descrição	ψ [W/m.°C]	Referência
Fachada com pavimentos intermédios		
$e_m = 0,26$ m e $e_p = 0,28$ m	0,27	RCCTE, Tabela IV.3 - Ce
Fachada com duas paredes verticais		
$e_m = 0,22$ m	0,2	RCCTE, Tabela IV.3 - Fe
Fachada com caixa de estore		
	0	RCCTE, Tabela IV.3 - Ge
Fachada com peitoril		
	0,2	RCCTE, Tabela IV.3 - He

Vãos envidraçados

Tabela 16: Vãos envidraçados da HMF

Descrição	U [W/m ² .°C]
VJ-1 (Salas, quartos e cozinha – orientações NE e SE); VJ-2 (cozinha – janela com grelhas de protecção do estendal – orientação SE); Janela de correr com caixilharia de alumínio termolacado, vidro duplo incolor de 6 mm e 4 mm, lâmina de ar com 6 mm de espessura, estores exteriores (dispositivos de oclusão nocturna com permeabilidade ao ar baixa) e cortinas interiores muito transparentes de cor clara.	3,1
VP-NW e VP-SE (cozinha – porta de vidro de acesso à zona exterior de tratamento de roupa – Orientações NW e SE, respectivamente) Janela de correr com caixilharia de alumínio termolacado, com vidro duplo incolor de 6 mm e 4 mm, lâmina de ar com 6 mm de espessura e cortinas interiores muito transparentes de cor clara (VP-NW) ou cortinas interiores transparentes de cor clara (VP-SE)	4,5

Factores solares na estação de aquecimento

Tabela 17: Factores solares e de sombreamento na estação de aquecimento da HMF

Vãos envidraçados	X _j	g _{vidro}	F _s	F _g	F _w
Nordeste: quarto, sala e cozinha	0,33	0,63	0,75	0,7	0,9
Sudoeste: cozinha	0,84	0,63	0,24	0,7	0,9

Factores solares na estação de arrefecimento

Tabela 18: Factores solares e de sombreamento na estação de arrefecimento da HMF

Vãos envidraçados	X _j	g _{vidro}	F _s	F _g	F _w
Nordeste: quarto, sala e cozinha	0,33	0,63	0,9	0,7	0,85
Sudoeste: cozinha	0,84	0,63	0,24	0,7	0,9

2.2.3 – Ventilação e taxa de renovação horária nominal

A metodologia da taxa de renovação nominal de ar, para o segundo caso de estudo, segue o mesmo tratamento de cálculo do actual RCCTE efectuado no caso de estudo da MG.

Assim para este caso de estudo, na fracção autónoma (T1A – piso 1), a taxa de renovação de ar para o sistema de ventilação natural é alterado apenas com a permeabilidade ao ar da caixilharia e em consequência da classe de exposição ao vento. A altura do solo ao ponto médio da fachada da fracção é menor do que 10 m e independentemente da distância à faixa costeira à luz do RCCTE só é necessário estudar as três primeiras classes de exposição.

Nos sistemas de ventilação mecânica, as taxas de insuflação e extracção dos caudais de ar também são as mesmas definidas para a envolvente da MG. Ou seja para qualquer classe de exposição, nos sistemas de VME e de VMRC, a taxa de renovação de ar é de $0,6 \text{ h}^{-1}$.

2.2.4 - Análise de resultados com a actual metodologia do RCCTE

Antes de abordar os resultados obtidos do N_{ic} e N_{tc} , refira-se que os equipamentos utilizados para aquecimento e arrefecimento são iguais ao caso de estudo da MG, respectivamente uma caldeira a combustível gasoso e uma bomba de calor. A eficiência nominal dos equipamentos é indicada pelo RCCTE, sendo para a caldeira a combustível gasoso de 0,87 e para a bomba de calor de 3.

Para o cálculo da contribuição de energia fornecida por colectores solares térmicos para AQS, recorreu-se novamente ao programa SOLTERM do INETI. Utilizou-se as mesmas características do colector solar do caso de estudo da MG, com a diferença da área de captação solar de 2 m^2 , uma vez que se trata de uma fracção autónoma com a tipologia definida para um T1 do bloco de apartamentos.

2.2.4.1 – Resultados - N_{ic}

De N_{ic} as figuras 23 a 25, apresentam-se gráficos com valores mais acentuados para as localizações situadas no interior do país. Na implementação de dispositivos mecânicos no sistema de ventilação a redução do N_{ic} na classe de exposição 1 varia entre 5 e 15%. Na classe de exposição 2 a redução de N_{ic} chega aos 18% e na classe de exposição vai até aos 21%.

Como a estação de aquecimento é muito adversa nas localizações do interior do país, verifica-se que para a HMF as perdas associadas à renovação de ar também têm uma contribuição decisiva no N_{ic} .

Os resultados das figuras 23 a 25 revelam que no recurso aos sistemas de ventilação mecânica, o indicador de N_{ic} é reduzido em cerca de 18 a 25% nas classes de exposição 1 e 2. Na classe de exposição 3 a utilização de um dispositivo mecânico permite reduzir o N_{ic} entre 23 e 30%.

Analisando os gráficos das figuras 23 a 25 verifica-se, um alto valor do N_{ic} em qualquer classe de exposição ao vento, porque a fracção autónoma, tem vãos envidraçados ou aberturas para o exterior orientado apenas a Nordeste.

Significa que para esta situação que os ganhos por radiação solar na estação de aquecimento são baixos para os compartimentos da fracção autónoma.

Com estes indicadores de N_{ic} tão altos para as regiões de Bragança, Penhas Douradas, Guarda ou Melgaço, há maior necessidade de recorrer a sistemas de climatização, para um adequado conforto térmico dos ocupantes.

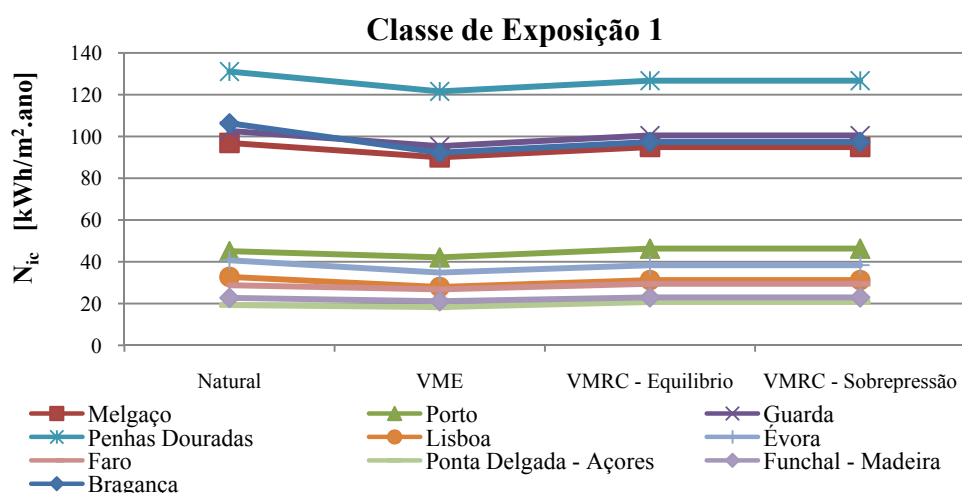


Figura 23: Gráfico do N_{ic} - Classe de Exposição 1 - HMF

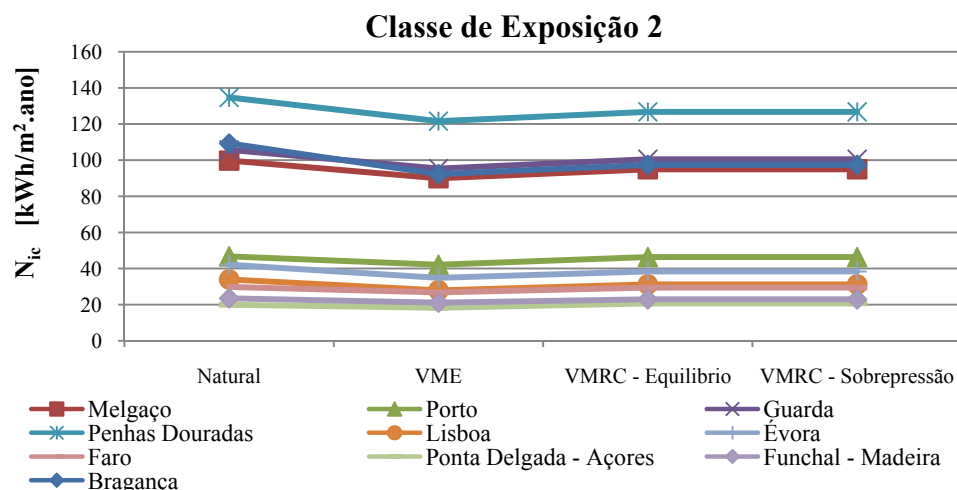


Figura 24: Gráfico do N_{ic} - Classe de Exposição 2 - HMF

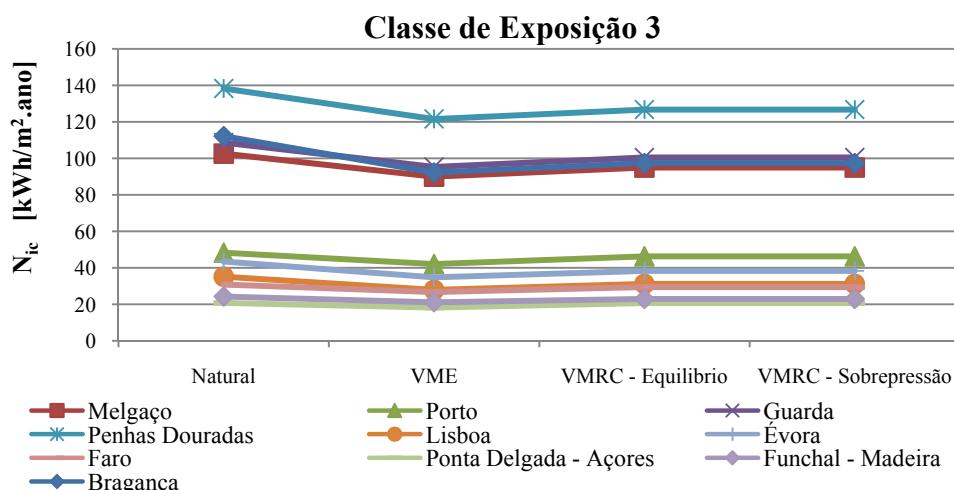


Figura 25: Gráfico do N_{ic} - Classe de Exposição 3 – HMF

2.2.4.2 – Resultados - N_{tc}

Naturalmente como o N_{ic} revelou-se alto para as localizações especificadas neste caso de estudo, verifica-se que nas classes de exposição das figuras 26 a 28, os consumos de energia primária poderiam ser menores caso houvesse maiores ganhos por radiação solar.

Com a actual metodologia do RCCTE, verifica-se com os casos de estudo da MG e HMF, que há poucas variações no consumo de energia primária entre os sistemas de ventilação mencionados neste trabalho.

As pequenas reduções de N_{tc} são mais visíveis nas regiões do interior com climas mais frios, contribuindo para esta diminuição de consumo energético a implementação de um sistema de VME. A região de Bragança é a zona que apresenta maior variação de N_{tc} entre as localizações referidas no trabalho, como verifica-se pelas figuras 26 a 28, a redução do consumo de energia primária pode ir até aos 7% com o sistema de VME.

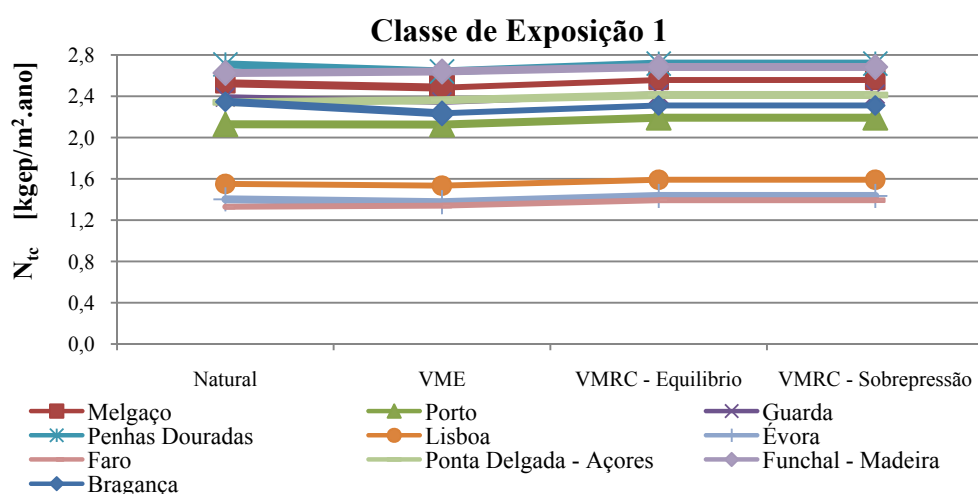


Figura 26: Gráfico do N_{tc} - Classe de Exposição 1 – HMF

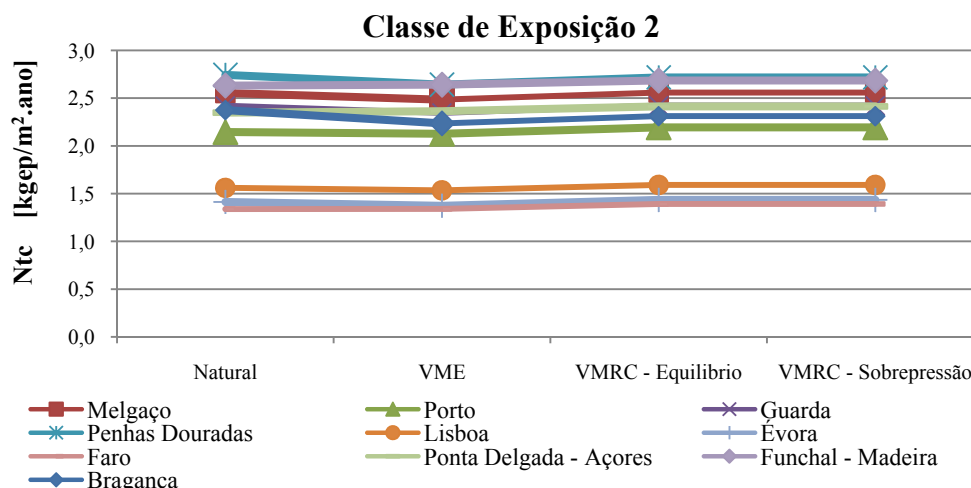


Figura 27: Gráfico do N_{tc} - Classe de Exposição 2 – HMF

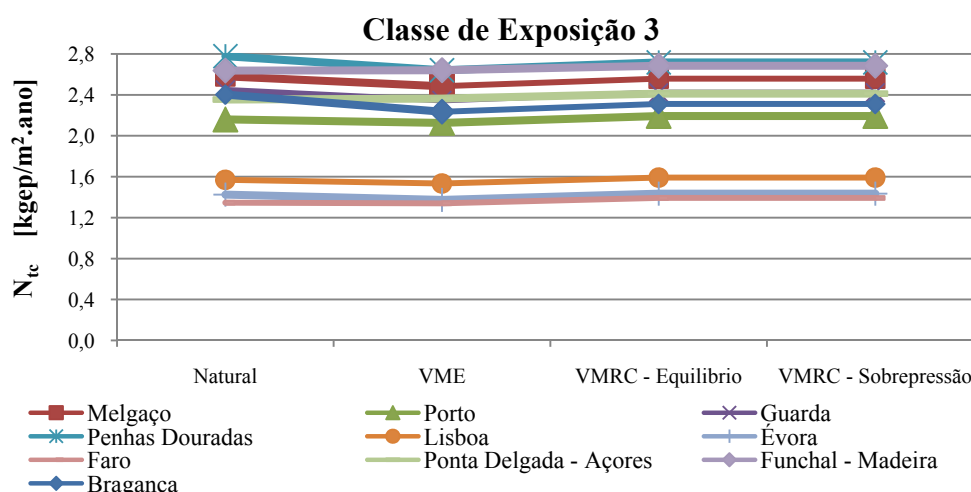


Figura 28: Gráfico do N_{tc} - Classe de Exposição 3 – HMF

Para o caso de estudo da HMF, também é possível verificar que na implementação de um sistema de VMRC, o consumo de energia primária aumenta ligeiramente devido à potência instalada nos ventiladores. Este facto é mais notório nas localizações do território nacional, onde na estação de aquecimento o clima não é tão frio e rigoroso, aumentando até 5% do consumo de energia primária.

No entanto como se verificou para o estudo da MG, para a HMF a influência do consumo dos ventiladores é pequena com o actual método de cálculo do RCCTE.

Quanto há atribuição da certificação energética para a HMF, com o método de cálculo do actual RCCTE, nas regiões de Lisboa, Évora e Faro independentemente do sistema de ventilação a classe atingida é A+. Quanto às restantes localizações com qualquer sistema de ventilação mencionado, no presente trabalho a classe energética atingida é A.

Estes resultados podem ser consultados em detalhe nas tabelas do anexo C deste trabalho.

2.2.5 – Resultados com a metodologia do RCCTE alterada

Neste ponto são produzidas as mesmas alterações que foram efectuadas no ponto 2.1.6 para o estudo da MG, ou seja na equação 2.4 para o cálculo da taxa de renovação nominal de ar e para a equação 2.5 no cálculo do N_{ic}^* .

A energia eléctrica do ventilador mecânico é independente do N_{ic} e do N_{vc} , estes efeitos são visíveis para os sistemas mecânicos abordados neste trabalho e que são mostrados os resultados nas próximas páginas.

2.2.5.1 – Resultados – N_{ic}^*

Para o caso de estudo da HMF, os resultados obtidos, permitem observar que o sistema de VMRC, em desequilíbrio de caudais é o sistema de ventilação com o menor indicador de N_{ic}^* para as classes de exposição 1 e 2. Numa situação da HMF muito exposta ao vento (classe de exposição 3) o sistema de ventilação mais favorável a um reduzido valor de N_{ic} é o sistema de VME.

Para zonas urbanizadas e semi-urbanizadas das figuras 29 e 30, o sistema de VMRC em desequilíbrio de caudais, revela uma redução de N_{ic}^* entre 16 e 25% em comparação com o sistema de ventilação natural.

Do gráfico da figura 31 a redução do indicador de N_{ic}^* na classe de exposição 3 pode variar entre 12 e 21%, contudo as maiores economias deste indicador são conseguidas no recurso a um sistema de VME.

Mais uma vez com as alterações sugeridas do RCCTE, verifica-se a influência das taxas de renovação de ar nos sistemas de ventilação mecânica e também as perdas energéticas no valor de N_{ic}^* .

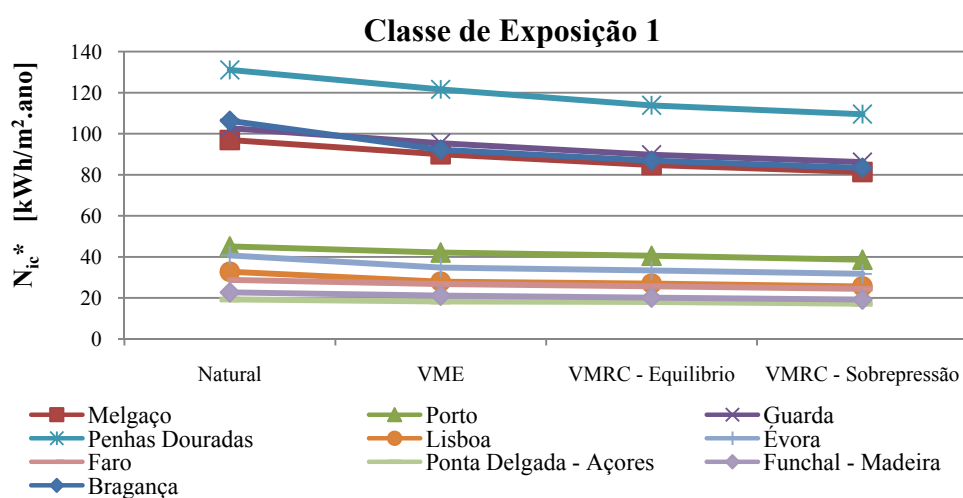


Figura 29: Gráfico do N_{ic}^* - Classe de Exposição 1 – HMF

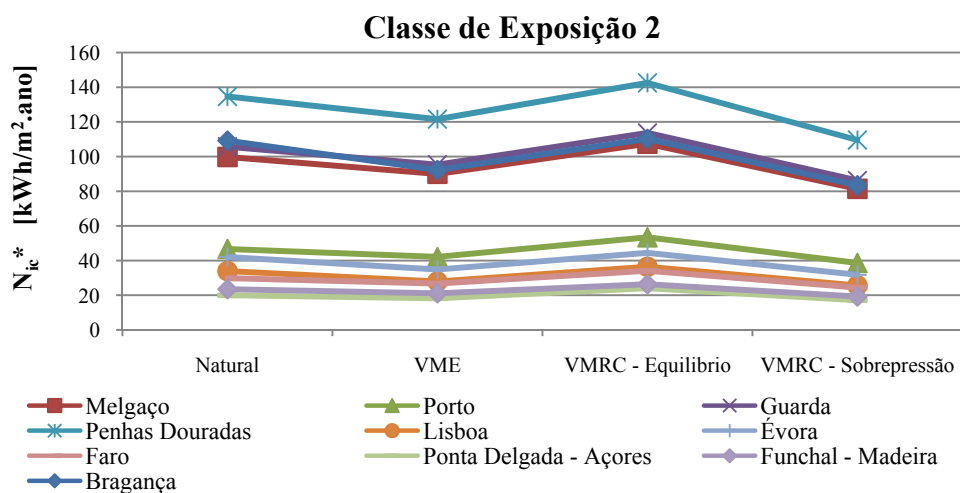


Figura 30: Gráfico do N_{tc}^* - Classe de Exposição 2 – HMF

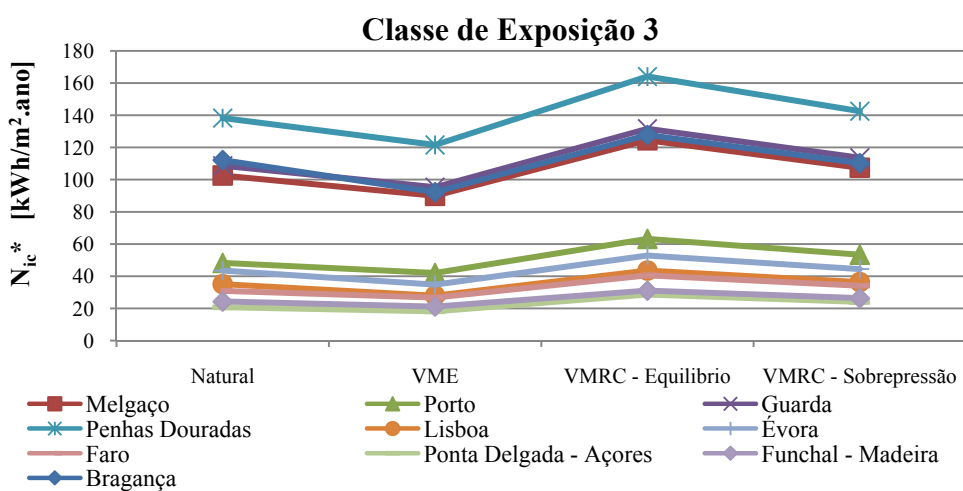


Figura 31: Gráfico do N_{tc}^* - Classe de Exposição 3 – HMF

2.2.5.2 – Resultados - N_{tc}^*

Quando são feitas alterações na equação 2.5, para a fracção autónoma, os valores do N_{tc}^* são também elevados, mostrando que a concepção dos sistemas mecânicos aparenta significar que haja um mau desempenho energético.

Os resultados apresentados das figuras 32 a 34, para os sistemas de VMRC, são quase o dobro dos valores obtidos pelo actual RCCTE e para o sistema de VME os valores são ligeiramente maiores pelo método actual do RCCTE.

A evolução dos gráficos em qualquer classe de exposição ao vento das fachadas são semelhantes, isto significa que os sistemas de ventilação mecânica, nesta situação são fortemente dependentes do consumo de energia eléctrica, como já se tinha deduzido no caso de estudo da MG.

A energia gasta com o consumo dos ventiladores nos sistemas de VME são responsáveis por cerca de metade do N_{tc}^* , enquanto para os sistemas de VMRC, o consumo chega a representar até 75% do total de N_{tc}^* . O N_{tc}^* é mais acentuado na classe de exposição 3, isto devido às maiores perdas por renovação de ar, contudo verifica-se que na utilização de sistemas de VMRC, o tipo de sistema de caudais a utilizar, altera em pequena escala o valor do consumo energético como se verifica na figura 34.

Na atribuição da classe energética da fracção autónoma e dependendo da classe de exposição, a certificação para a concepção de um sistema de VME, vai de A até B, para os sistemas de VMRC, vai de B até C, contudo no anexo C podem ser consultados com detalhe o quadro dos resultados de cada região.

Para aprovação da certificação energética com sistemas de ventilação, em localizações onde foi obtido a classe C, seria necessário alterar a envolvente da HMF o que não foi o caso do presente trabalho, uma vez que procurou-se estudar o impacto da ventilação mecânica ao abrigo do RCCTE.

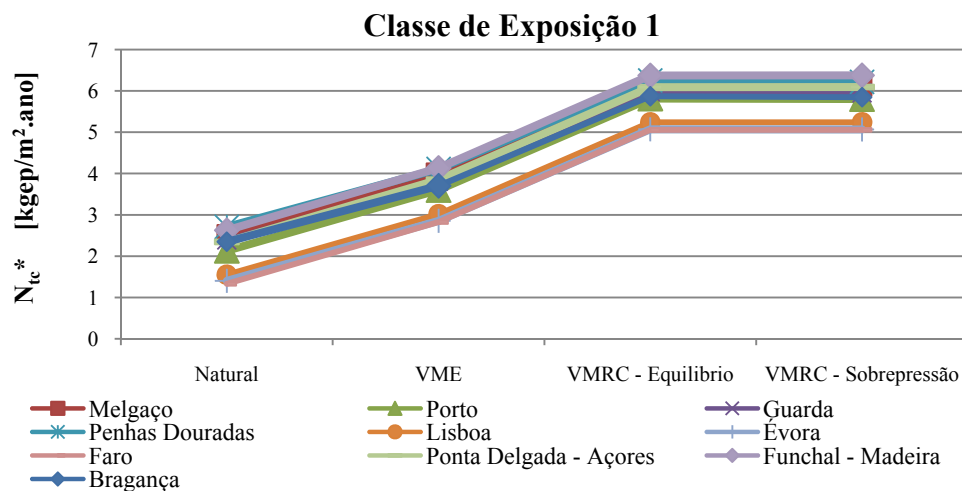


Figura 32: Gráfico do N_{tc}^* - Classe de Exposição 1 – HMF

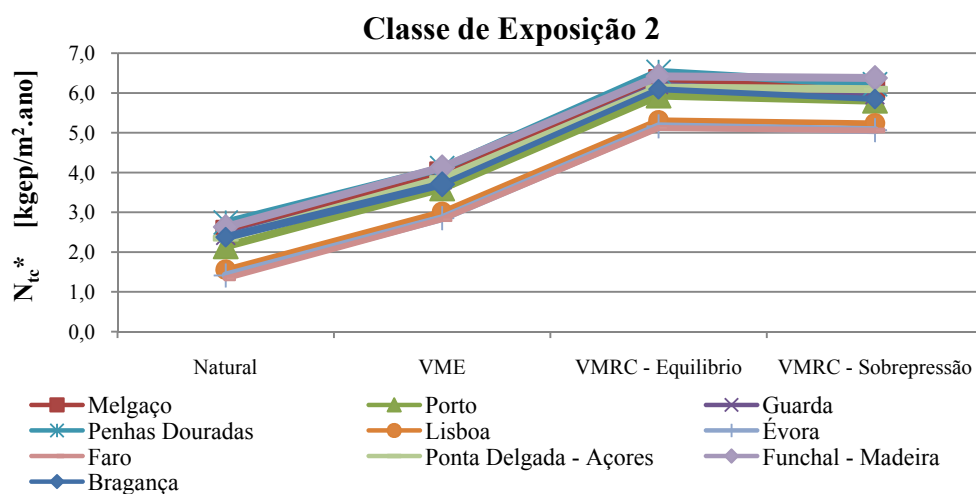


Figura 33: Gráfico do N_{tc}^* - Classe de Exposição 2 – HMF

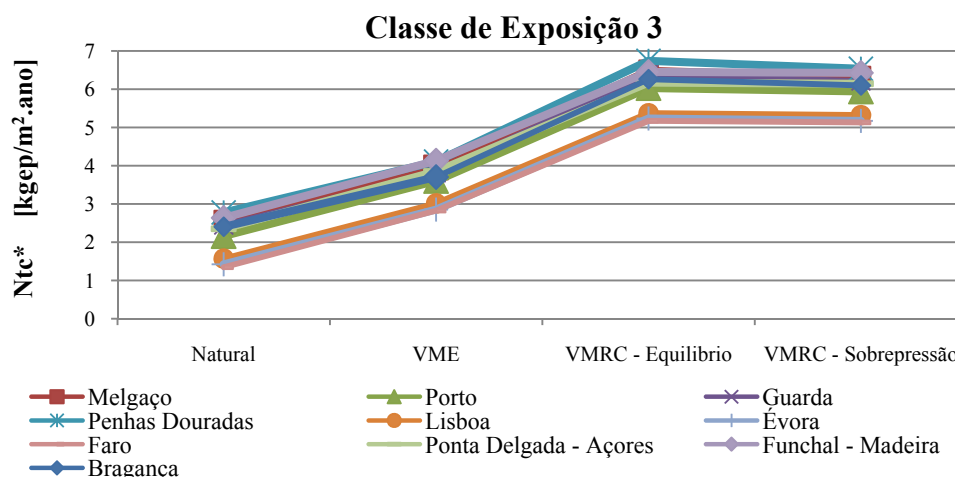


Figura 34: Gráfico do N_{tc}^* - Classe de Exposição 3 - HMF

2.2.6 – Alterações no RCCTE – Funcionamento anual do sistema de climatização

As alterações efectuadas no ponto 2.1.5, no qual surge a equação 2.6, serviram também de base de estudo para a fracção autónoma da HMF. Assim analisa-se, nas próximas páginas, qual os valores obtidos para o N_{tc}^{**} em cada classe de exposição.

2.2.6.1 – Resultados - N_{tc}^{**}

A quantidade de energia primária de consumo doméstico, dos dois casos de estudos feitos, mostra que continua a ser agravada com o recurso aos sistemas de ventilação mecânica.

Os valores elevados de N_{tc}^{**} em alguns gráficos chegam a ser três vezes maior do que as alterações feitas no ponto 2.2.5 para o N_{tc}^* .

Com as alterações da equação 2.6, as figuras 35 a 37, mostram para qualquer classe de exposição das localizações mencionadas, quase em nenhuma situação a implementação de um sistema de ventilação mecânica é melhor que a ventilação natural. A única excepção é a região de Bragança para a classe de exposição 1 e 2, um sistema de VME permite economizar o consumo energético até 5%.

Uma vez que as perdas por renovação de ar são menores nos sistemas de ventilação mecânica, mesmo assim é insuficiente para baixar o valor do N_{ic}^* , devido aos poucos ganhos por radiação solar da HMF.

Nesta alteração o contributo do N_{ic}^* é significativo no N_{tc}^{**} , contudo a parcela do consumo eléctrico dos ventiladores continua a ser algo elevada. Para os sistemas de VME, o contributo da energia eléctrica na energia primária final situa-se entre os 10 e 25%, enquanto para os sistemas de VMRC está situada entre os 30 e 50%.

Todos os resultados obtidos do N_{tc}^{**} e das demais necessidades podem ser consultados em detalhe nas tabelas do anexo C.

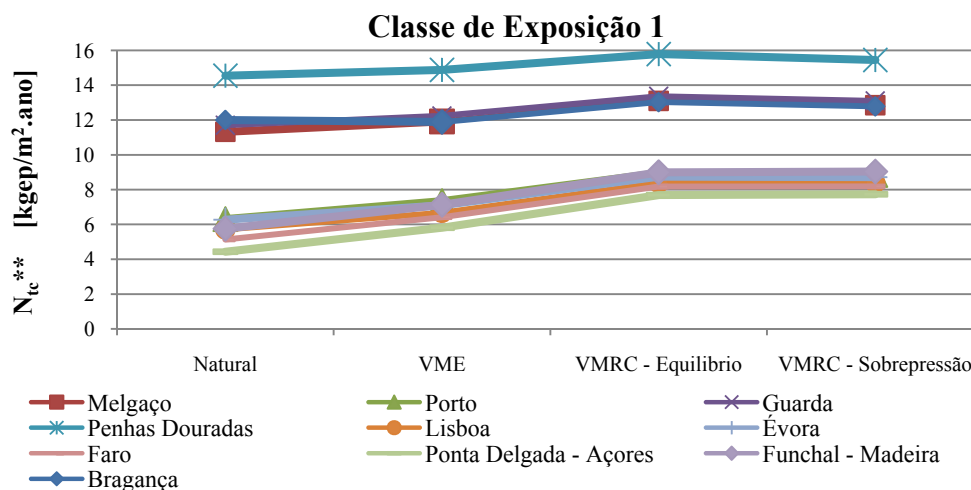


Figura 35: Gráfico do N_{tc}^{**} - Classe de Exposição 1 – HMF

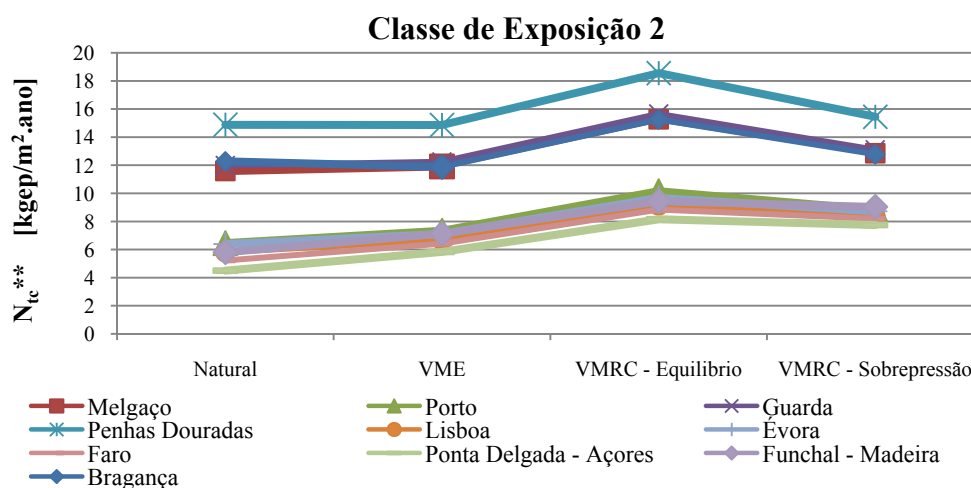


Figura 36: Gráfico do N_{tc}^{**} - Classe de Exposição 2 – HMF

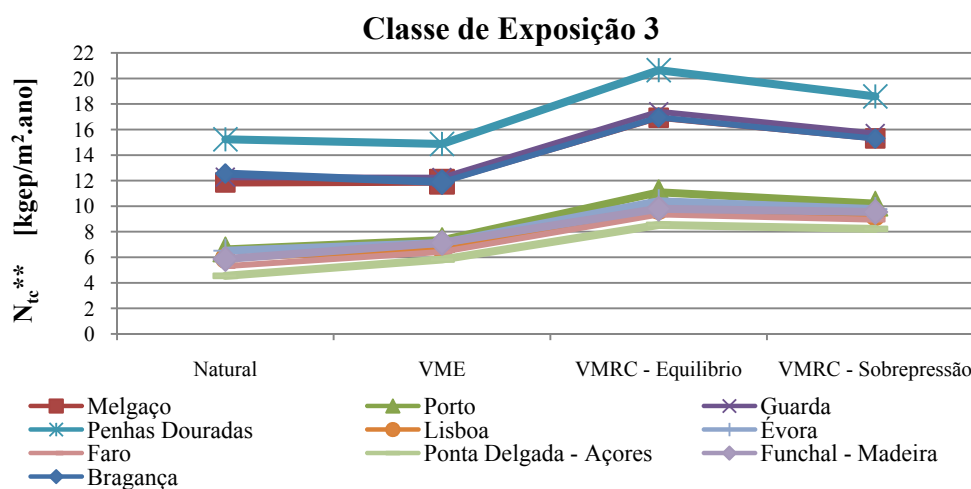


Figura 37: Gráfico do N_{tc}^{**} - Classe de Exposição 3 – HMF

3 – Análise de sensibilidade à potência de ventilação

3.1 – Abordagem da problemática da potência de ventilação

Um projecto do sistema de ventilação que seja auxiliado por um dispositivo mecânico pode constituir, um acréscimo de cerca de 40% na factura da electricidade por ano [*Guidance from FMA*]. Também é geralmente aceite que podem ser conseguidas economias de energia significativas com uma escolha mais cuidada dos ventiladores disponíveis, particularmente com um projecto racional e mais cuidado do sistema de ventilação. A escalada de preços dos combustíveis fósseis e o consequente aumento do preço de energia tem levado a que nos últimos anos os fabricantes de ventiladores procurem maior eficiência energética para os seus equipamentos.

A Associação dos Fabricantes de Ventiladores (FMA) produziu recentemente notas de orientação para ajudar a esclarecer alguns equívocos em tornos da eficiência de um ventilador. O relatório aconselha a todos os governos que reduzam as emissões de poluentes através do aumento dos padrões de energia utilizando maior eficiência dos motores nos equipamentos mecânicos [*Program European Challenge Motor*].

Com vista à identificação de possíveis medidas de economia de energia é apresentada uma lista de pontos que é importante considerar quando se pretende melhorar o desempenho de um sistema mecânico. Esta lista pretende ser apenas um guia, podendo outras medidas ser tomadas, dependendo das necessidades específicas do sistema de ventilação.

Controlo e sistema de accionamento de força motriz - O sistema de controlo (incluindo o controlo do caudal em função das necessidades e o período de funcionamento) é muito importante quando se pretende poupar energia.

Período de funcionamento - Para minimizar o tempo de funcionamento do sistema é necessário analisar a necessidade de ventilação durante as diferentes partes do ano, mês e dia. Utilizando esta análise para estabelecer um calendário de funcionamento óptimo pode reduzir drasticamente o consumo de energia. Um exemplo do potencial elevado de consumo energético foi as alterações introduzidas no capítulo anterior, para os casos de estudos dos edifícios e confirmados pelos respectivos gráficos em cada classe de exposição.

Controlo do caudal em função das necessidades - Existem diversos tipos de sistemas de caudal variável disponíveis no mercado. Através da monitorização do processo do caudal de ar de diversos tipos. Um dos mais usados é o variador electrónico de velocidade com conversor de frequência. Para grandes ventiladores axiais, ajustar a inclinação das pás é um método comum para regular o caudal.

Motor - Seleccionar o tipo e dimensões do motor correctamente. Os motores eléctricos são responsáveis por cerca de dois terços do consumo energético dos equipamentos instalados em cada sistema. Uma margem de segurança elevada resultaria num motor com potência elevada, o que se traduziria em perdas energéticas mais elevadas. Os motores modernos têm bom desempenho entre 80 e 100% da carga nominal, tornando a escolha do motor mais fácil. Contudo, a selecção/dimensionamento correcto do motor é muito importante. Com excepção de aplicações com baixos períodos de funcionamento, vale sempre a pena equacionar a

aquisição de motores de classe de rendimento 1 (alto rendimento) ou 2 (médio rendimento), que minimizam as perdas, logo reduzem os custos de funcionamento.

Transmissão - Evitar caixas de velocidades sempre que possível, isto é, mudar de correia trapezoidal (V-belt) para accionamento directo, mudar de correia trapezoidal (V-belt) para correia plana ou mudar de correia plana para accionamento directo. Sempre que possível, evitar a inclusão de uma transmissão entre o motor e o ventilador. O acoplamento mais eficiente é o acoplamento directo entre o motor e o ventilador num eixo.

Condutas - O sistema de condutas é tipicamente instalada em edifícios ou instalações industriais depois de a estrutura principal deste estar concluída. Por vezes, isto torna necessárias muitas curvas e mudanças de diâmetro dos tubos. Embora sejam instaladas muitas condutas rectangulares, as condutas tubulares são melhores do ponto de vista do consumo de energia. Depois da instalação, o sistema de ventilação tem de ser equilibrado para que todos os locais recebam a ventilação pretendida. Por vezes, este equilíbrio é conseguido instalando estranguladores em algumas condutas, o que se traduz em perdas de pressão adicionais, logo desperdício de energia. Para evitar estas perdas, o correcto planeamento do sistema de ventilação é necessário.

Seleção do ventilador e manutenção - Podem ser conseguidas economias de energia com a escolha do ventilador correcto. O conhecimento não só da potência nominal requerida do sistema, mas também da amplitude da variação da potência durante o funcionamento. A escolha do tipo de regulação do ponto de serviço do ventilador inclui: o estrangulamento, a velocidade variável, a geometria variável, etc. Diferentes tipos de ventiladores têm rendimentos máximos diferentes, sendo que os ventiladores axiais com lâminas aerodinâmicas apresentam os valores de rendimento superiores. No entanto, por vezes, até ventiladores do mesmo tipo têm rendimentos máximos significativamente diferentes. A selecção do ventilador deve favorecer sempre os de maior rendimento. A escolha correcta do ventilador é hoje mais fácil devido a programas para o efeito disponibilizados pelos fabricantes. Também podem ser conseguidas reduções de energia se for efectuada manutenção frequente de todo o sistema implementado.

3.2 – O conceito da eficiência de potência do ventilador

As medidas de economia de energia podem passar pela melhoria de componentes específicas, ou por melhorias globais do sistema. Por exemplo a interacção entre o ventilador e o restante dispositivo mecânico é crucial para a aplicação com sucesso do ponto de vista de desempenho energético e da redução de consumo de energia primária. No dispositivo mecânico há uma montagem mecânica e eléctrica incorporada na componente do motor. Estes componentes como são exigidos aos fabricantes trazem discriminado a potência de carga nominal e outros dados técnicos do ventilador.

Com isto surge o conceito da Potência específica de ventilação – PEV (em inglês vulgo Specific Fan Power – SFP). O factor SFP não tem nenhum ponto de funcionamento, para o qual a máquina desempenha o rendimento máximo. Este conceito é um ponto de vista ao melhoramento da eficiência para os fabricantes dos ventiladores, embora se saiba que há limites dos valores obtidos para esta teoria.

Ao exigir ao fabricante que especifique a SFP, está-se a dar importância à optimização entre a potência instalada e os caudais pretendidos num sistema de climatização.

O SFP é uma função do quociente entre a energia eléctrica de entrada e o caudal que passa no ventilador de entrada ou saída do interior do edifício. Este conceito pode ser visto pela equação 3.1 da seguinte forma:

$$SFP = \frac{P \text{ (W)}}{Q \text{ (m}^3\text{/h)}} \quad (3.1)$$

Na equação 3.1 o valor a considerar dos caudais de ar deverá sempre ser sempre o maior caudal entre o de insuflação e o de extracção mecânica para o interior dos edifícios.

3.3 – Resultados do SFP

Recorrendo aos dois casos de estudos analisados no capítulo 2, obteve-se os dados técnicos através dos catálogos de cada ventilador e com o maior caudal de cada edifício/fracção autónoma obteve-se o SFP presente na tabela 19.

Procura-se saber até que ponto a potência nominal instalada no ventilador poderia ser reduzida em função dos caudais pretendidos. Na tabela 19 apresenta-se os valores da potência instalada e respectivo SFP obtido (os valores dos casos de estudo estão a amarelo) e da hipótese colocada para outros valores de potências instaladas no dispositivo mecânico.

Tabela 19: Resultados da Potência específica de ventilação

Specific Fan Power (SFP)				
	Sistema ventilação	Q [m ³ .h ⁻¹]	P [W]	SFP [W/m ³ /h]
Morada Geminada	Mec ^a	270	80	0,30
		270	40	0,15
		270	20	0,07
	Recuperador de Calor	270	160	0,59
		270	80	0,30
		270	40	0,15
Habitação Multifamiliar	Mec ^a	81	32	0,40
		81	16	0,20
		81	8	0,10
	Recuperador de Calor	81	80	0,99
		81	40	0,49
		81	20	0,25

Os valores para o qual o SFP tem uma eficiência de potência considerada boa, são considerados próximos dos valores de 0,2 W/m³/h, sendo considerado como piores rendimentos valores próximos ou maiores do que 0,8 W/m³/h [*Fan Application Guide*].

Pela análise da tabela 19 conclui-se que o desempenho dos sistemas de VMRC apresentam valores mais altos do SFP de todos os sistemas mecânicos, como é natural, devido à maior potência instalada nos motores eléctricos.

Em todos os dispositivos mecânicos foi utilizado outras potências de carga para os ventiladores, conciliando a potência do motor com o caudal de ar pretendido. Analisando apenas a questão do ventilador, coloca-se a hipótese de verificar até que ponto é possível chegar a um valor baixo e aceitável do SFP.

Em quase todos os sistemas de ventilação mecânica, a tabela 19 demonstra, que se reduzir a potência do ventilador para metade, é possível obter valores óptimos do SFP. Os gráficos das figuras 38 e 39 ajudam a perceber a linha de tendência dos valores obtidos.

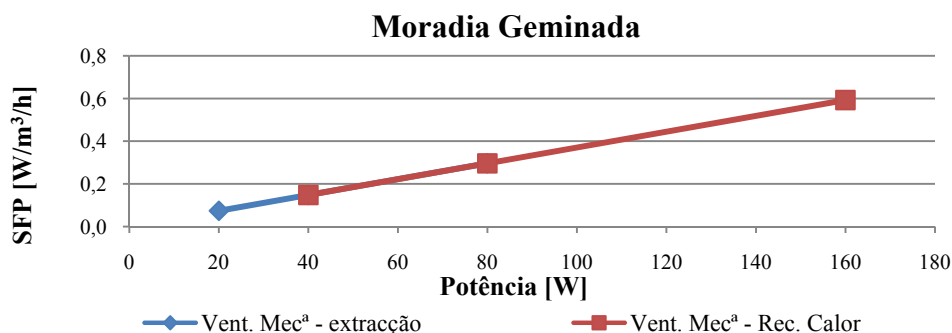


Figura 38: Gráfico do SFP para a MG

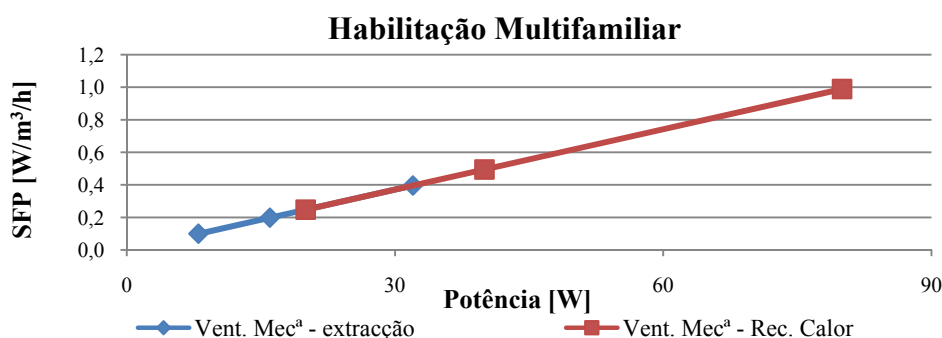


Figura 39: Gráfico do SFP para a HMF

3.4 – Análise de resultados com potências dos ventiladores alterados

A utilização de potências nominais dos motores eléctricos mais baixas é objecto de análise neste ponto para os edifícios/fracções autónomas dos casos de estudo da MG e HMF. Assim para verificar o impacto da potência do ventilador, coloca-se a hipótese de analisar para metade da potência considerada nos catálogos dos fabricantes e qual o desempenho energético nos valores de N_{ic} e N_{tc} .

Com a utilização de novos valores de potência instalada nos dispositivos mecânicos, optam-se por utilizar os indicadores das necessidades com a designação SFP, para não haver confusão na interpretação dos diferentes gráficos presentes no trabalho.

Os termos a utilizar são N_{ic-SFP} , N_{tc-SFP} , $N_{ic*-SFP}$, $N_{tc*-SFP}$ e $N_{tc**-SFP}$.

3.4.1 – Resultados para a MG

3.4.1.1 – Resultados – N_{ic-SFP}

Os resultados do N_{ic-SFP} para a MG revelam que com o actual RCCTE os resultados são quase iguais há potência nominal instalada, estes valores podem ser visto pelas figuras 40 a 42 nas diferentes classes de exposição.

A influência dos consumos de energia eléctrica dos ventiladores é pequena com o actual método de cálculo do RCCTE. O caso de estudo feito para a MG, pelas figuras 40 a 42, o indicador de N_{ic-SFP} mostra que é sempre vantajoso a implementação de um sistema de ventilação mecânica. Com estes sistemas as reduções no indicador de N_{ic-SFP} variam entre 20 e 33%.

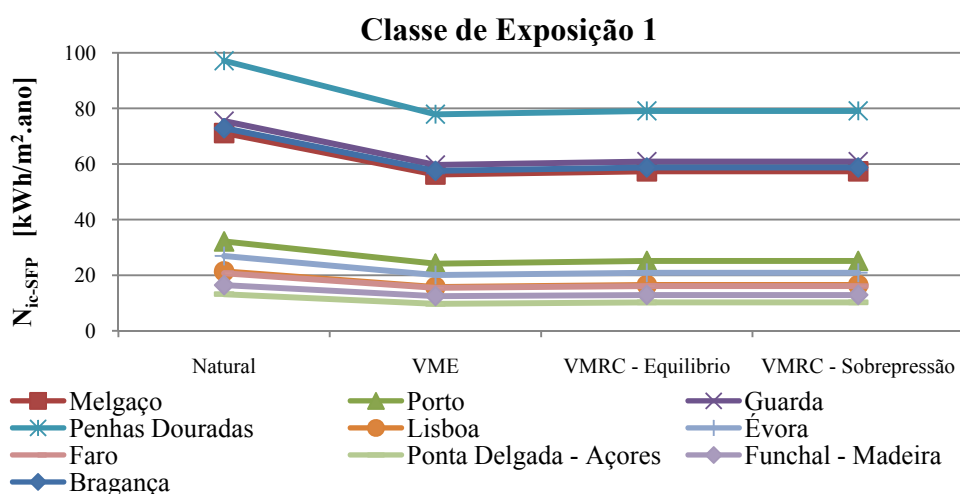


Figura 40: Gráfico do N_{ic-SFP} - Classe de Exposição 1 - MG - $0,5P_v$

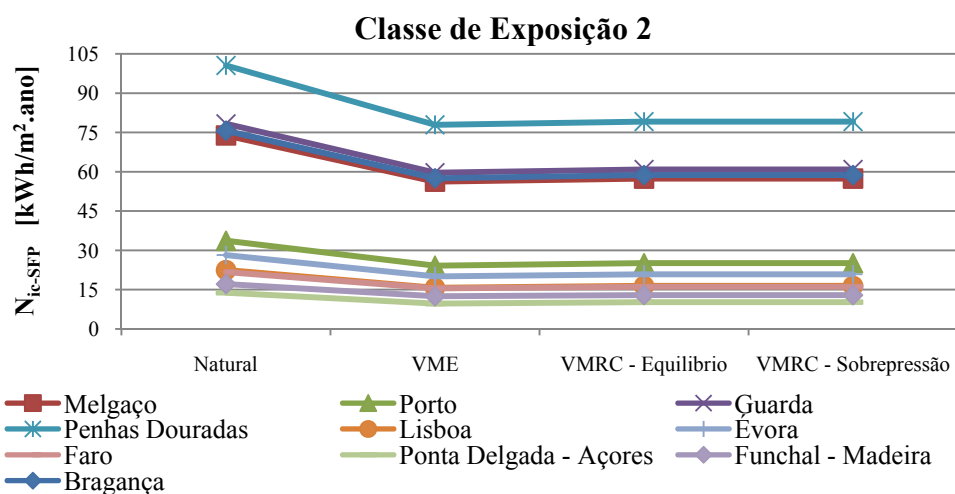


Figura 41: Gráfico do N_{ic-SFP} - Classe de Exposição 2 - MG - $0,5P_v$

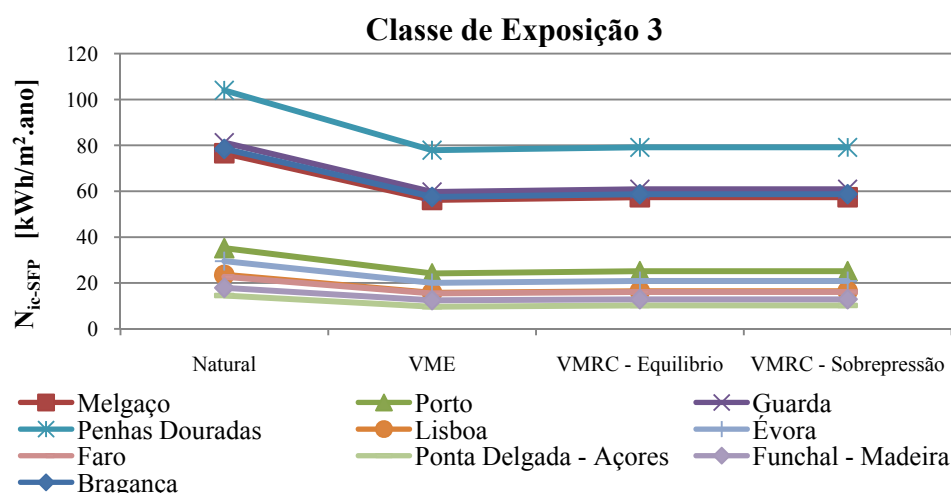


Figura 42: Gráfico do N_{tc-SFP} - Classe de Exposição 3 - MG - 0,5P_v

3.4.1.2 – Resultados – N_{tc-SFP}

Também para os valores calculados do indicador de N_{tc-SFP} , os resultados neste ponto são semelhantes com os valores de N_{tc} .

A única diferença visível pelos gráficos das figuras 43 a 45 é que mesmo utilizando dispositivos mecânicos com potências e sistemas de caudais diferentes os valores dos consumos de energia primária são semelhantes. Isto significa que com aplicação do RCCTE, o efeito na modificação da potência do ventilador é pequena para as necessidades globais de energia primária.

A diferença entre a potência de origem do fabricante e a sugerida por colocar apenas metade da potência é de apenas cerca de 2 a 3%.

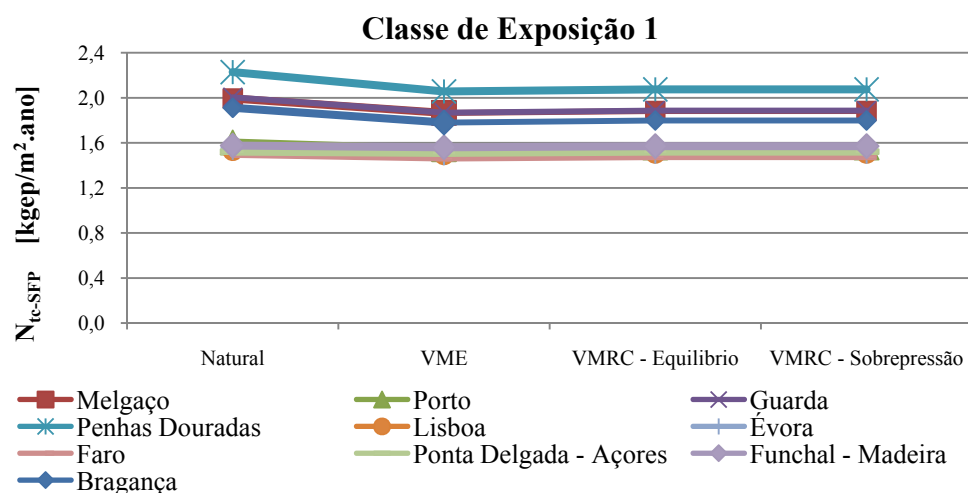


Figura 43: Gráfico do N_{tc-SFP} - Classe de Exposição 1 - MG - 0,5P_v

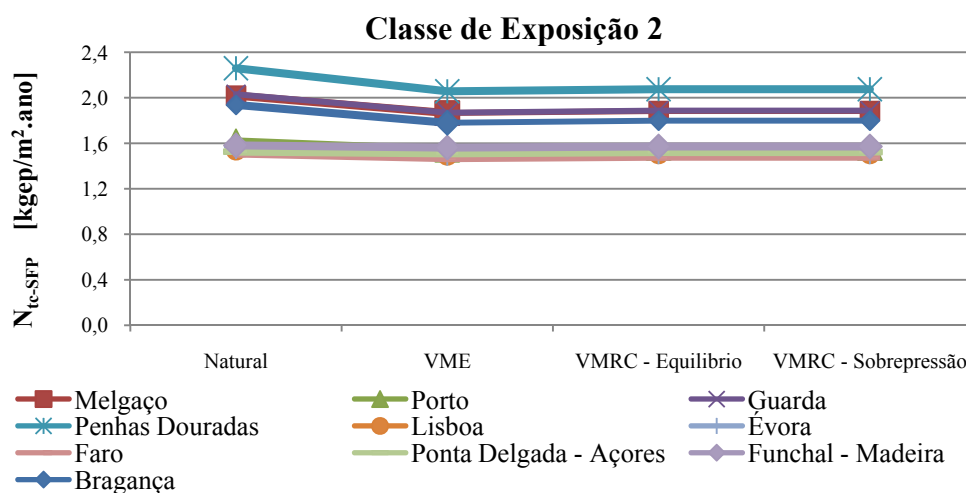


Figura 44: Gráfico do N_{ic-SFP} - Classe de Exposição 2 - MG - 0,5P_v

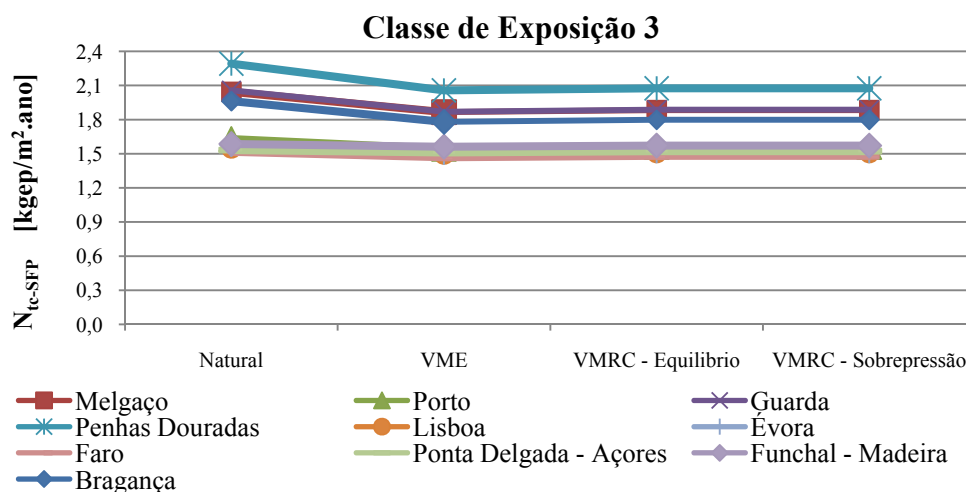


Figura 45: Gráfico do N_{ic-SFP} - Classe de Exposição 3 - MG - 0,5P_v

3.4.1.3 – Resultados – N_{ic}^* -SFP

Para o indicador de N_{ic}^* -SFP recorde-se que não há influência do consumo de energia eléctrica dos ventiladores, logo nos gráficos relativos às figuras 46 a 48 verifica-se que a evolução e os resultados apresentados são iguais aos resultados do ponto 2.1.6.1 para o indicador de N_{ic}^* .

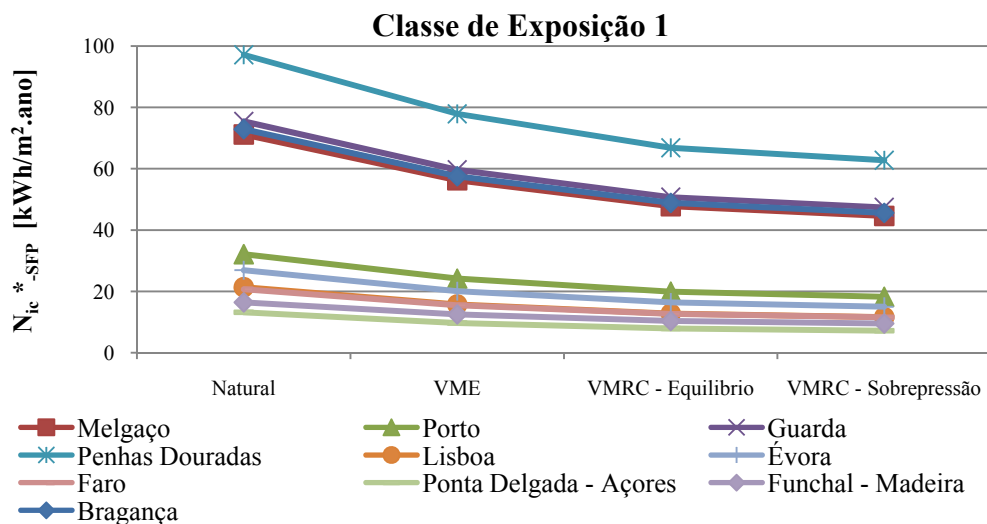


Figura 46: Gráfico do $N_{ic}^*_{-SFP}$ - Classe de Exposição 1 - MG - 0,5P_v

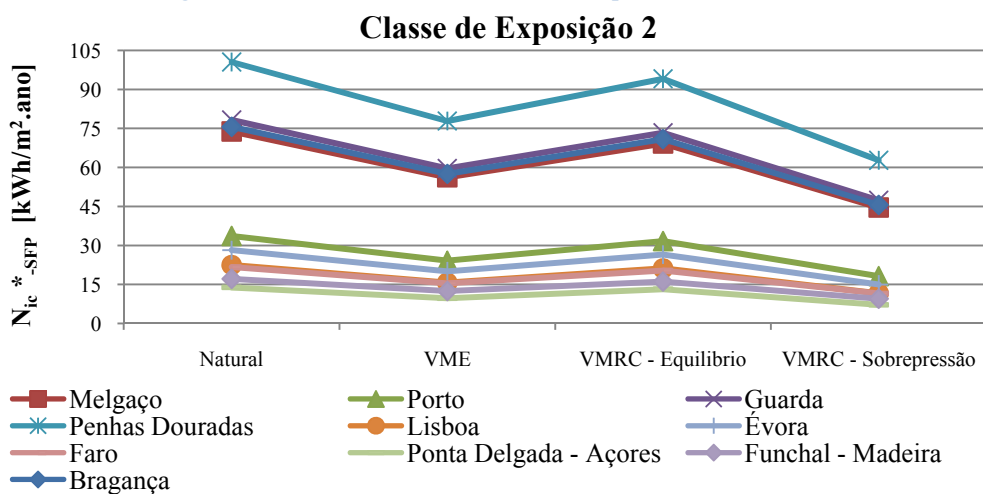


Figura 47: Gráfico do $N_{ic}^*_{-SFP}$ - Classe de Exposição 2 - MG - 0,5P_v

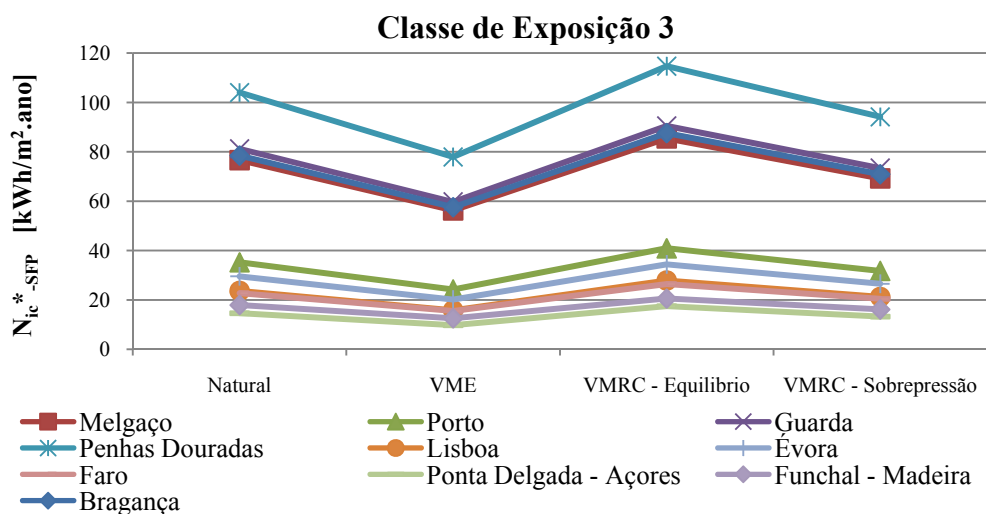


Figura 48: Gráfico do $N_{ic}^*_{-SFP}$ - Classe de Exposição 3 - MG - 0,5P_v

3.4.1.4 – Resultados – $N_{tc}^*_{-SFP}$

Com alterações da folha de cálculo do RCCTE, para metade da potência dos ventiladores considerada nos casos de estudo do capítulo 2, os sistemas de ventilação mecânica continuam a demonstrar um excesso de consumo de energia primária nas diversas localizações do país.

No entanto com metade da potência verificam-se reduções nos limites de consumo de energia primária na ordem dos 30% para as classes de exposição das figuras 49 a 51 entre os indicadores de N_{tc}^* e $N_{tc}^*_{-SFP}$.

O quadro de valores obtidos para a MG com estas alterações de potência do ventilador, podem ser vistas em detalhe no anexo E do presente trabalho.

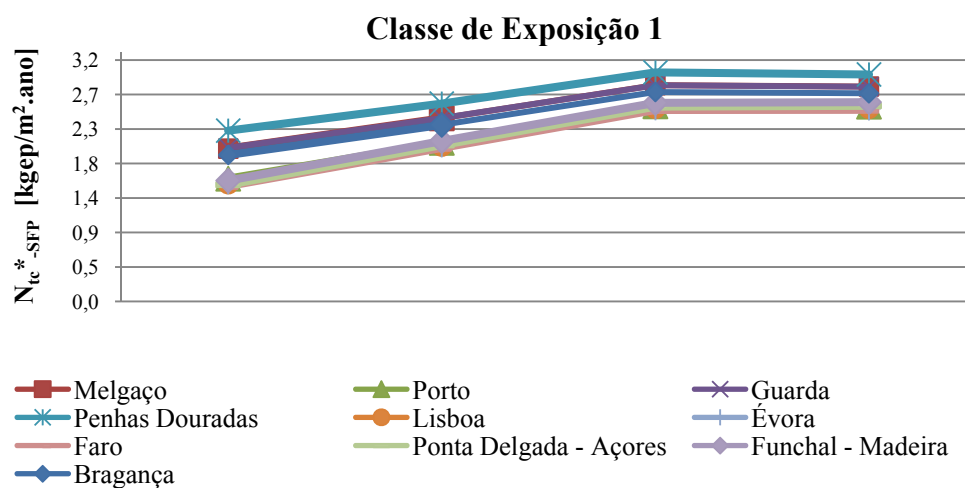


Figura 49: Gráfico do $N_{tc}^*_{-SFP}$ - Classe de Exposição 1 - MG - 0,5P_v

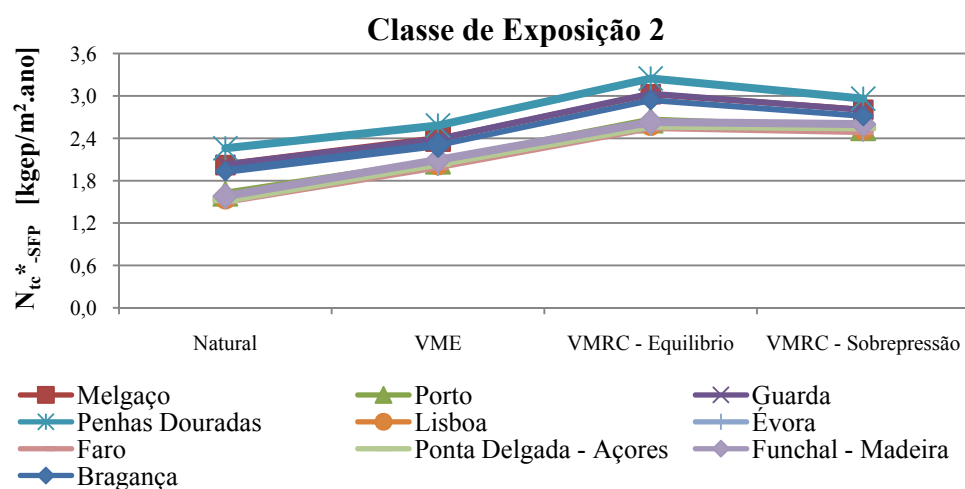


Figura 50: Gráfico do $N_{tc}^*_{-SFP}$ - Classe de Exposição 2 - MG - 0,5P_v

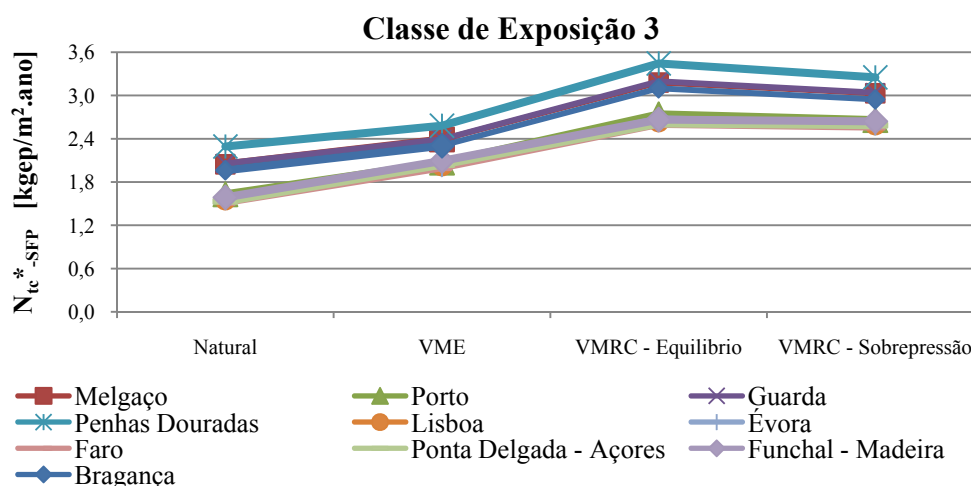


Figura 51: Gráfico do N_{tc}^{*-SFP} - Classe de Exposição 3 - MG - 0,5P_v

3.4.1.5 – Resultados – $N_{tc}^{**}-SFP$

Com o sistema de climatização a funcionar a tempo inteiro, verifica-se pelas figuras 52 a 54 que a evolução dos resultados é um tanto semelhante aos valores de N_{tc}^{**} para a HMF. Uma das diferenças reside no limite de consumo de energia primária que é um pouco inferior pois as potências dos ventiladores dos sistemas de ventilação mecânica são também inferiores neste ponto de trabalho, sendo menor em cerca de 15%.

Na figura 54, para o sistema de VME com metade da potência homologada pelo catálogo do fabricante, verifica-se uma economia de $N_{tc}^{**}-SFP$ nas regiões do Porto, Faro, Évora e Lisboa além das regiões com um Inverno muito rigoroso. Significa isto que com metade da potência instalada, o campo de aplicação desta tecnologia, pode ser mais alargado nas condições funcionamento a tempo inteiro. Contudo recorde-se que foram colocados de parte algumas considerações que influenciam o desempenho dos ventiladores.

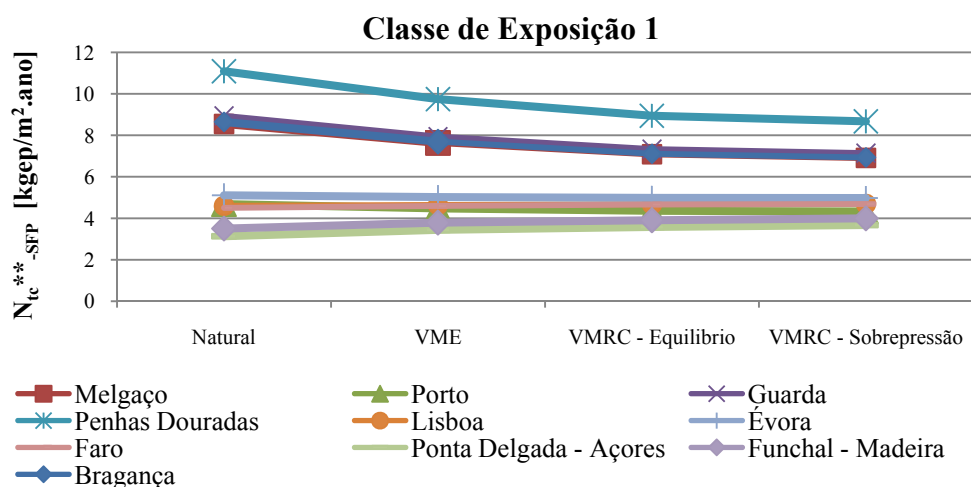


Figura 52: Gráfico do $N_{tc}^{**}-SFP$ - Classe de Exposição 1 - MG - 0,5P_v

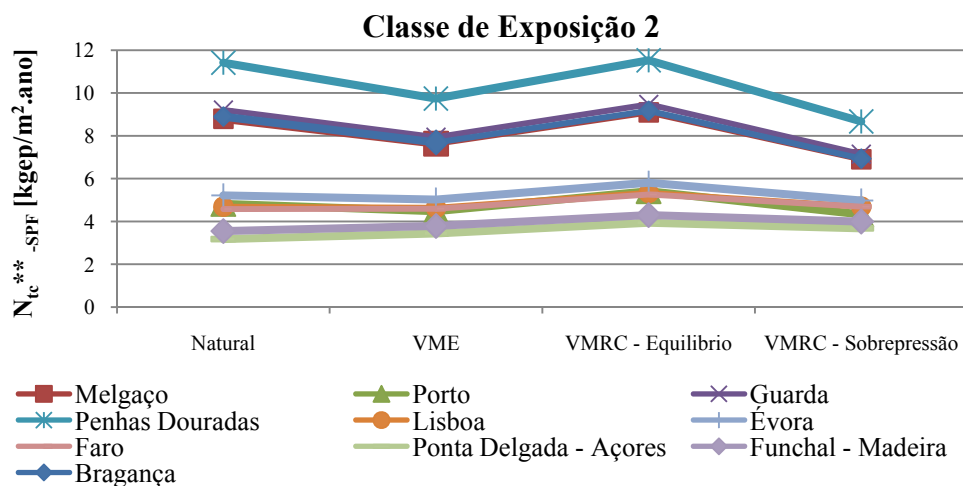


Figura 53: Gráfico do $N_{tc}^{**}{}_{SFP}$ - Classe de Exposição 2 - MG - 0,5P_v

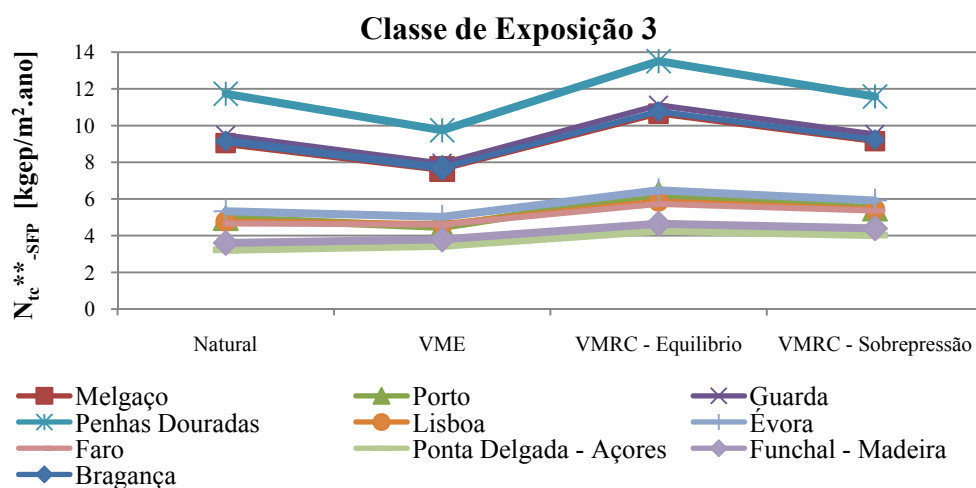


Figura 54: Gráfico do $N_{tc}^{**}{}_{SFP}$ - Classe de Exposição 3 - MG - 0,5P_v

3.4.2 – Resultados para a HMF

3.4.2.1 – Resultados – N_{ic-SFP}

Para a envolvente da HMF, os comentários dos gráficos obtidos das figuras 55 a 57 são iguais às que foram feitas para o caso de estudo da MG, evolução de valores iguais para a HMF entre os valores de N_{ic-SFP} e N_{ic} .

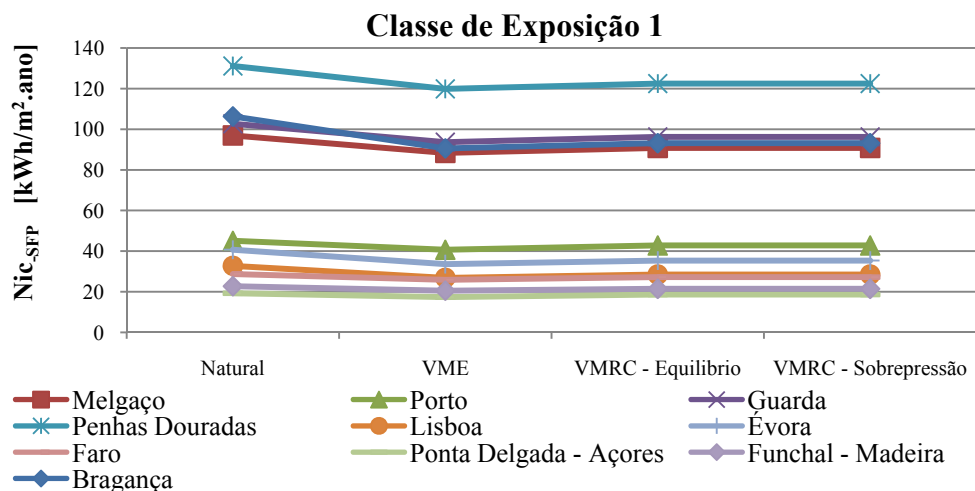


Figura 55: Gráfico do N_{ic-SFP} - Classe de Exposição 1 - HMF - 0,5P_v

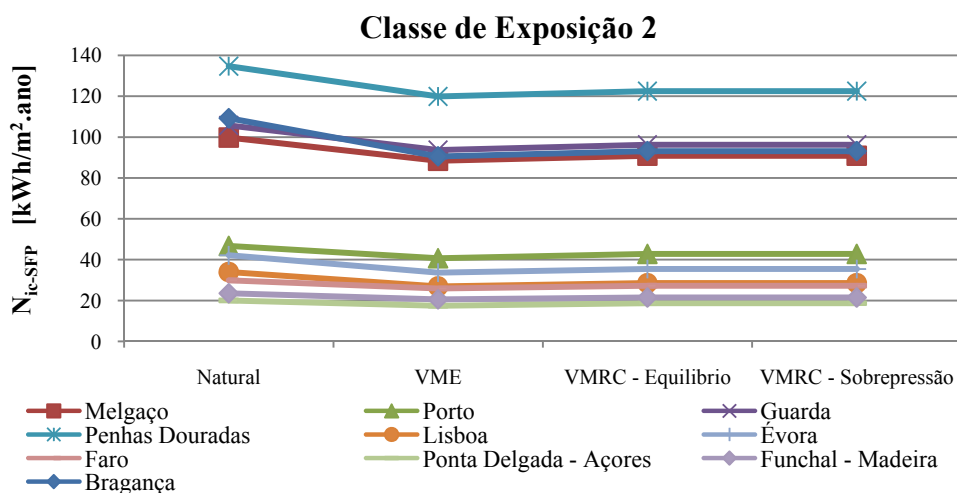


Figura 56: Gráfico do N_{ic-SFP} - Classe de Exposição 2 - HMF - 0,5P_v

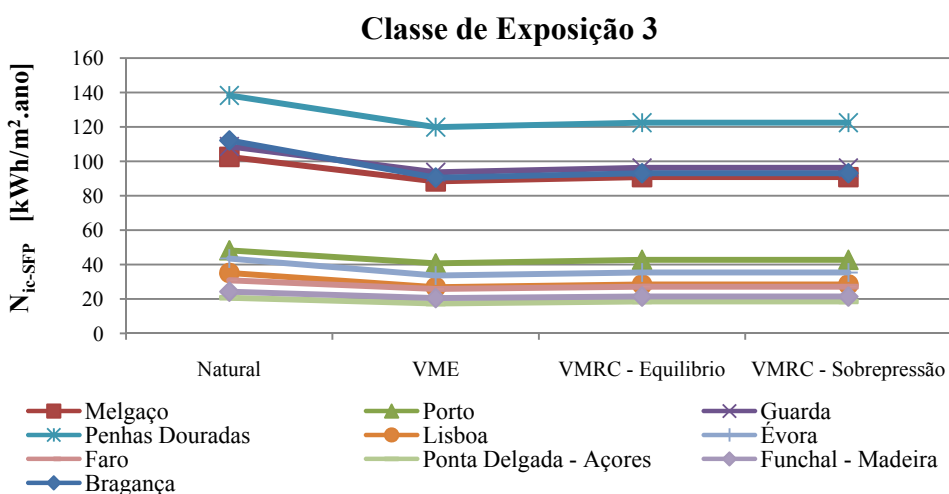


Figura 57: Gráfico do N_{ic-SFP} - Classe de Exposição 3 - HMF - 0,5P_v

3.4.2.2 – Resultados – N_{tc-SFP}

O indicador de N_{tc-SFP} demonstra que os resultados também valores parecidos N_{tc} , no entanto há uma pequena diferença na comparação entre os valores de N_{tc} e os gráficos das figuras 58 a 60.

Essa diferença consiste na utilização de sistemas de ventilação mecânica, em que o valor de N_{tc-SFP} é ligeiramente menor do que N_{tc} em cerca de 3% para a HMF.

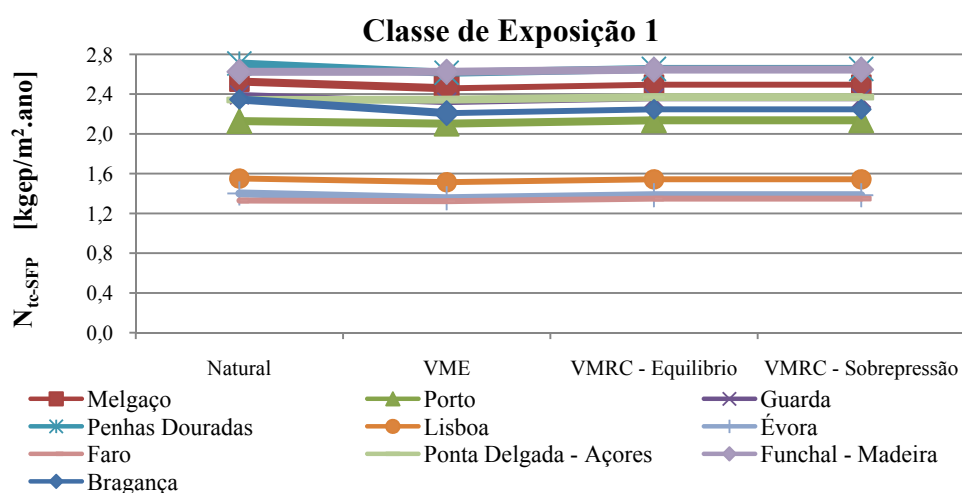


Figura 58: Gráfico do N_{tc-SFP} - Classe de Exposição 1 - HMF - $0,5P_v$

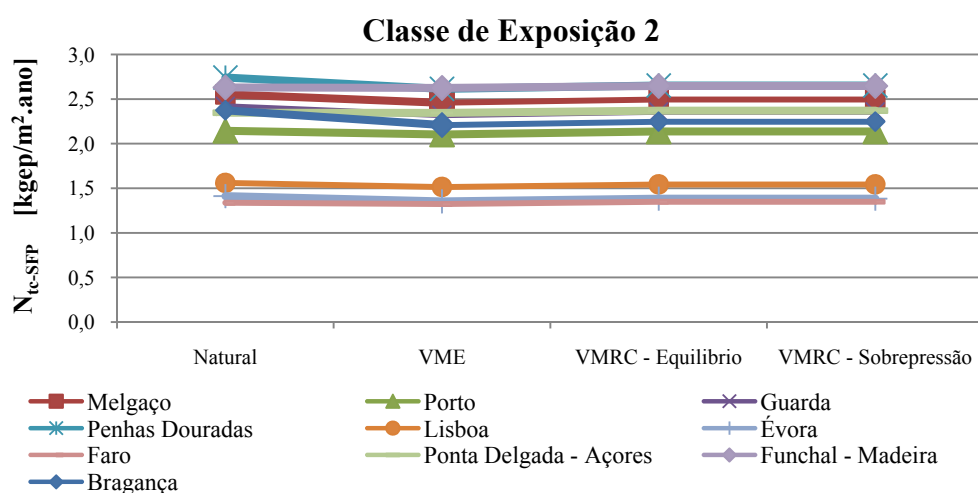


Figura 59: Gráfico do N_{tc-SFP} - Classe de Exposição 2 - HMF - $0,5P_v$

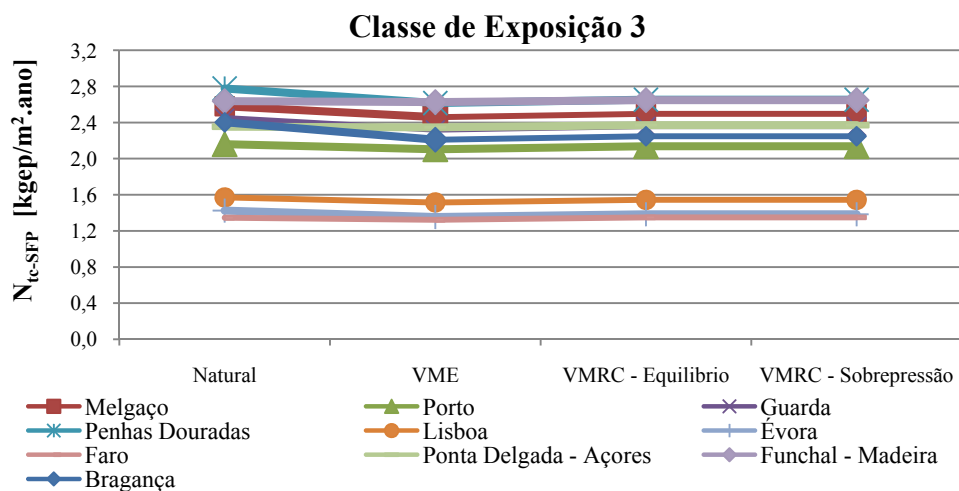


Figura 60: Gráfico do N_{ic-SFP} - Classe de Exposição 3 - HMF - 0,5P_v

3.4.2.3 – Resultados – $N_{ic}^*_{-SFP}$

Neste ponto de estudo os resultados de $N_{ic}^*_{-SFP}$ são iguais aos valores de N_{ic} para a HMF. As figuras 61 a 63 confirmam esses resultados, para a visualização em detalhe do quadro de resultados consultar o anexo E.

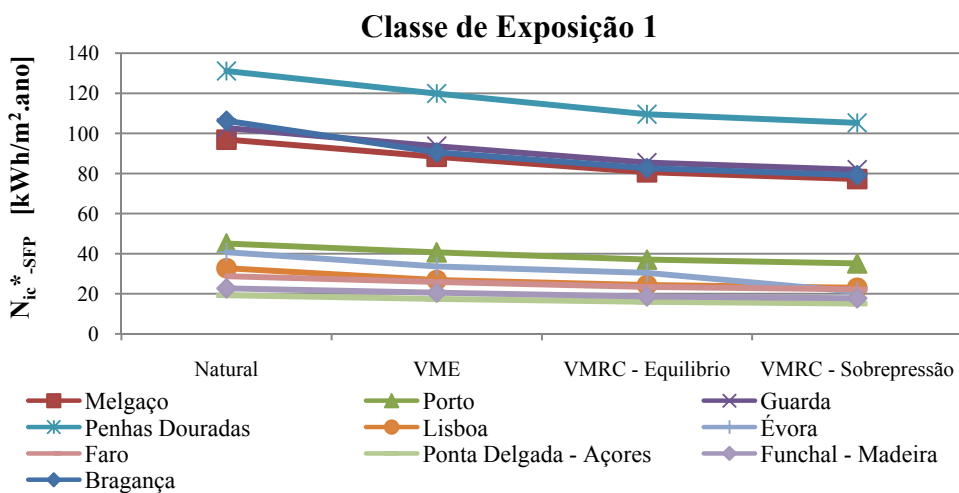


Figura 61: Gráfico do $N_{ic}^*_{-SFP}$ - Classe de Exposição 1 - HMF - 0,5P_v

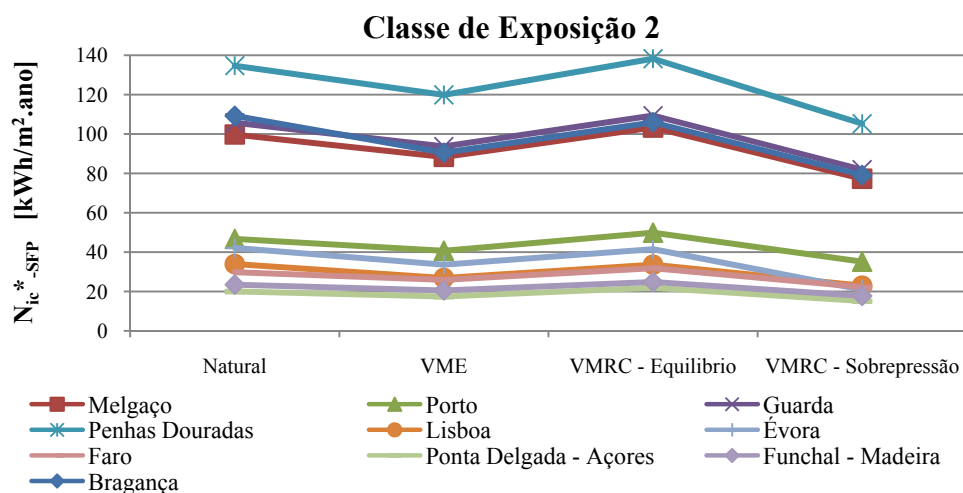


Figura 62: Gráfico do $N_{ic}^*_{-SFP}$ - Classe de Exposição 2 -HMF - 0,5P_v

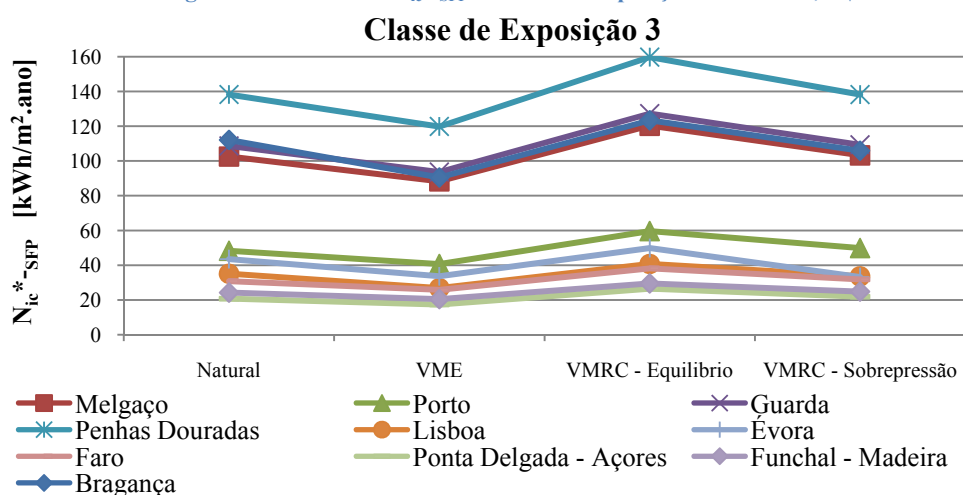


Figura 63: Gráfico do $N_{ic}^*_{-SFP}$ - Classe de Exposição 3 -HMF - 0,5P_v

3.4.2.4 – Resultados – $N_{ic}^*_{-SFP}$

A hipótese colocada de reduzir para metade a potência dos ventiladores, para o caso de estudo da HMF, demonstra-se que é possível reduzir em cerca de 30% do $N_{ic}^*_{-SFP}$ comparativamente com o N_{ic}^* .

Na condição de limitar a potência com os dois casos de estudos efectuados é possível afirmar que é reduzido em um terço o consumo de energia primária.

Em qualquer classe de exposição das figuras 64 a 66 a variação dos resultados entre os sistemas de ventilação são quase iguais aos gráficos do N_{ic}^* .

Os resultados destes gráficos continuam a revelar que os sistemas de ventilação mecânica, mesmo com outras potências eléctricas, não são boa solução a considerar na concepção de sistemas de climatização.

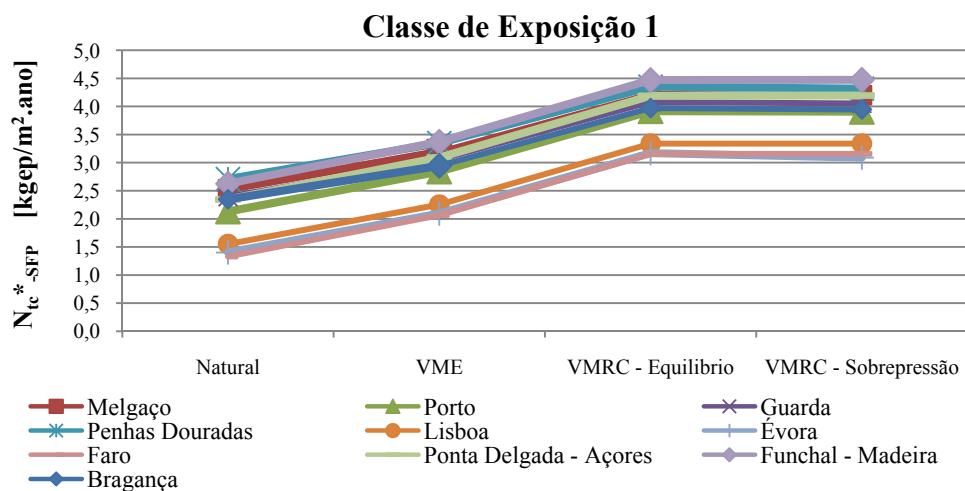


Figura 64: Gráfico do $N_{tc}^* -_{SFP}$ - Classe de Exposição 1 -HMF - $0,5P_v$

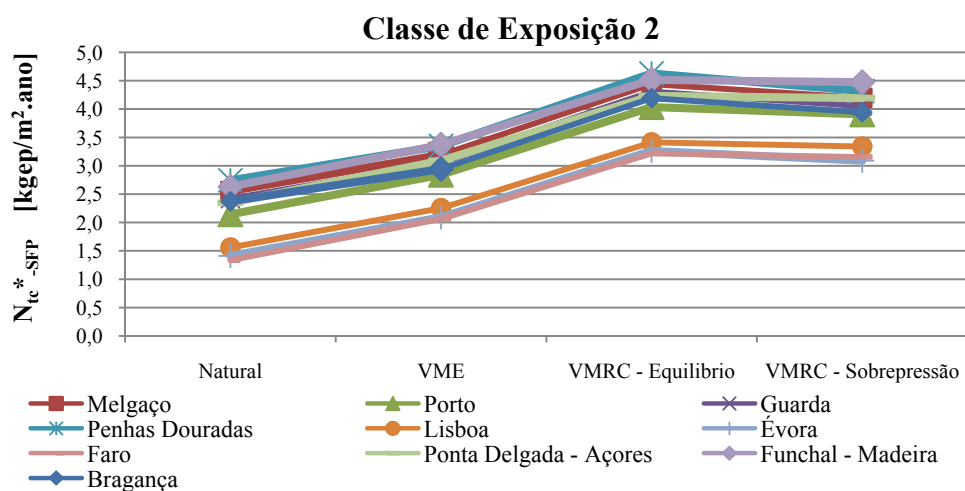


Figura 65: Gráfico do $N_{tc}^* -_{SFP}$ - Classe de Exposição 2 - HMF - $0,5P_v$

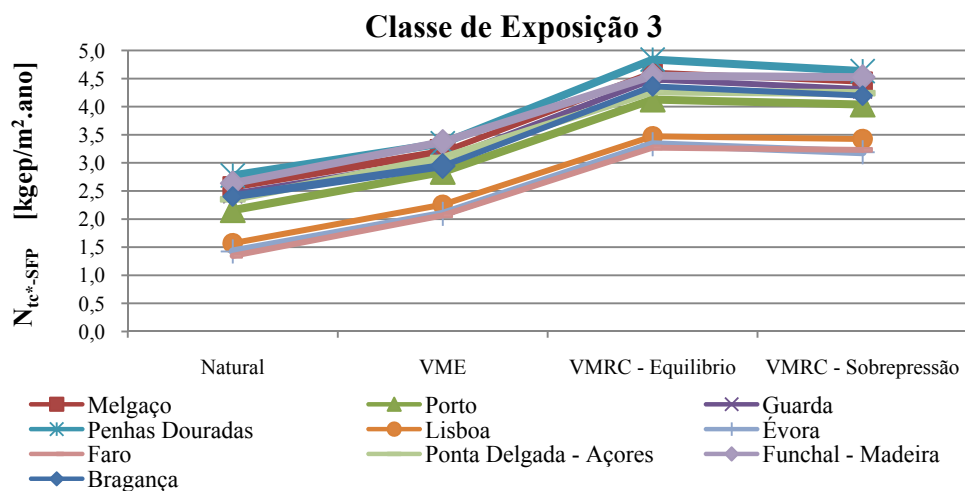


Figura 66: Gráfico $N_{tc}^* -_{SFP}$ - Classe de Exposição 3 - HMF - $0,5P_v$

3.4.2.5 – Resultados – N_{tc}^{**} -SFP

O gráfico da figura 67 demonstra que na utilização de metade da potência dos ventiladores, nos sistemas de ventilação para o caso de estudo da HMF, o funcionamento a tempo inteiro economiza no valor de N_{tc}^{**} -SFP tornando-os vantajosos. Essa redução de consumo de energia primária é conseguida principalmente nas localizações do interior com Invernos rigorosos.

Na alteração da potência dos ventiladores com o sistema de climatização permanentemente ligado, as taxas de renovação de ar consideradas no capítulo 2, condicionam muito o valor de N_{ic}^* , por sua vez tem grande contributo no valor final de N_{tc}^{**} e do N_{tc}^{**} -SFP.

Com a potência dos ventiladores modificada o contributo da energia eléctrica é de apenas cerca de 30% no consumo de energia primária final. Em algumas localizações o contributo da energia eléctrica dos ventiladores chega a ser apenas de 5% nas condições sugeridas para a potência dos ventiladores.

Na classe de exposição 1 e 2, os gráficos das figuras 67 e 68, demonstram que o melhor sistema de ventilação a implementar é o sistema de VMRC em desequilíbrio de caudais, com economias de energia primária que chega até a ser de 11% quando localizada a fracção autónoma em zonas com climas muito frios.

Para zonas muito expostas ao vento, o gráfico da figura 69, revela que o melhor sistema de ventilação a implementar é o sistema de VME com economias de energia primária entre 10 e 25%, variando imenso de região para região.

Comparando entre os valores de N_{tc}^{**} e N_{tc} -SFP, verifica-se que com metade da potência instalada é possível economizar em cerca de 15%, tal como foi verificado para o estudo da MG.

No anexo F é possível consultar com detalhe os quadros dos valores obtidos do caso de estudo da HMF nas condições estudadas para este capítulo.

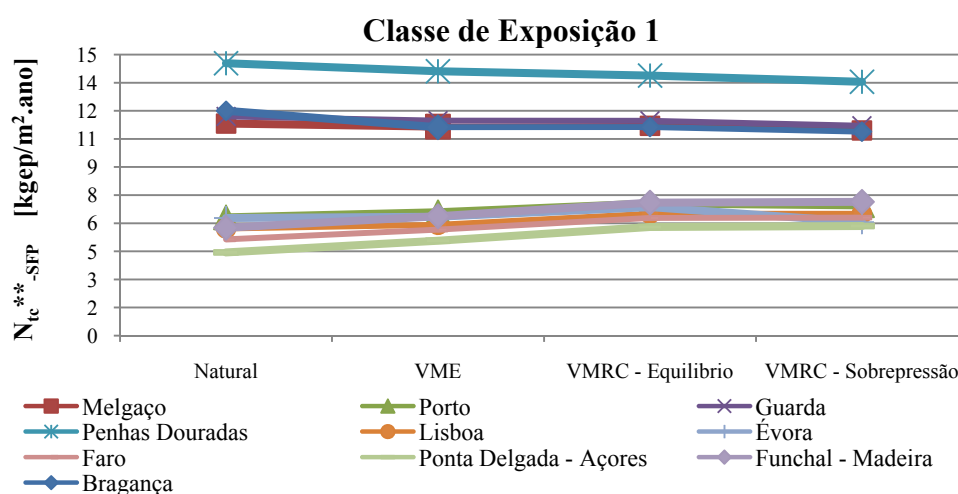


Figura 67: Gráfico N_{tc}^{**} -SFP - Classe de Exposição 1 - HMF - $0,5P_v$

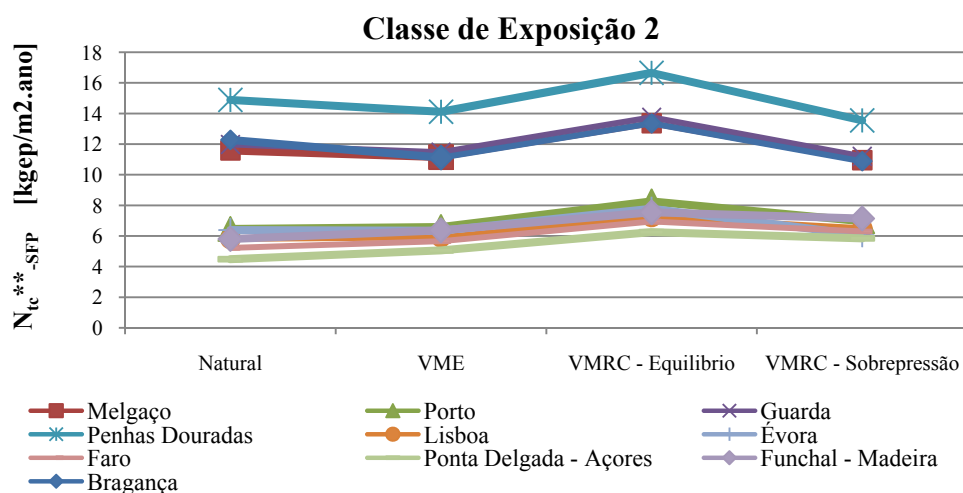


Figura 68: Gráfico $N_{tc}^{**} - SFP$ - Classe de Exposição 2 - HMF - 0,5P_v

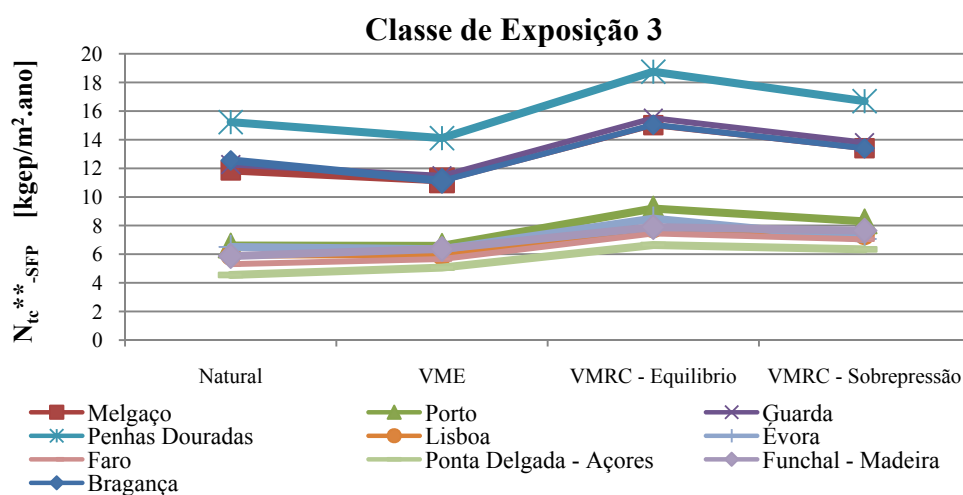


Figura 69: Gráfico do N_{tc}^{**} - Classe de Exposição 3 - HMF - 0,5P_v

É claro que análise deste capítulo incidiu apenas no ventilador de um dispositivo mecânico e até que ponto é que elas podem ser energeticamente vantajosas, colocando de lado outros factores importantes como a dimensão do sistema, rendimento global, rede de condutas ou a natureza específica de funcionamento do ventilador.

Este capítulo apenas faculta uma visão global de algumas medidas de economia de energia nos sistemas de ventilação mecânica. Além daquelas que os fabricantes de ventiladores que recomendam esta visão da potência específica de ventilação abre novos desafios à projecção de equipamentos mais eficazes, embora haja sempre outras considerações importantes a tecer nos dispositivos mecânicos deste género.

4 – Análise de Sensibilidade do Número de Graus-Dias

4.1 – Descrição

No RCCTE, DL 80/2006 de 4 de Abril, Portugal é dividido em três zonas climáticas de Inverno (I_1 , I_2 e I_3) e em três zonas climáticas de Verão (V_1 , V_2 e V_3). As zonas de Verão estão divididas em região Norte e região Sul. No regulamento do DL 80/2006, o cálculo do N_{ic} é fortemente dependente de três factores que são: Número de Graus-Dias de aquecimento (GD), que representam o comportamento da temperatura exterior em cada localização; valor do coeficiente global de transferência de calor (UA), que traduz as trocas de calor que ocorrem através da envolvente do edifício e perdas de calor devidas às trocas de ar entre o interior e o exterior, ou seja, associada à ventilação do edifício.

Considerando hipoteticamente as características da envolvente comum a todas as localizações, e considerando que o UA é constante em todas as zonas climáticas do país, as perdas de energia associadas à ventilação e o GD são variáveis que vão proporcionar resultados diferentes ao N_{ic} . Os GD podem ser calculados para diferentes valores de temperatura de base (T_b) para cada local em função do histograma de ocorrências de temperatura exterior (T_{ext}).

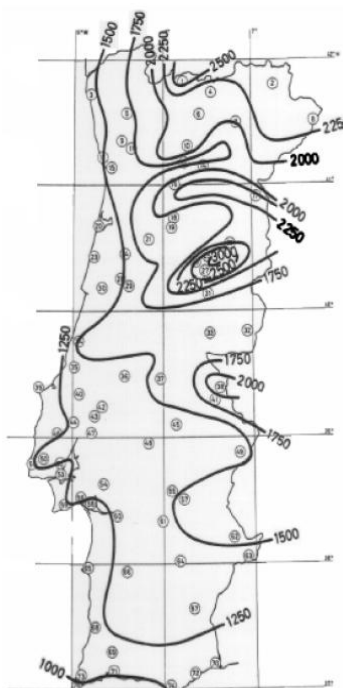


Figura 70: Número de Graus-Dias em Portugal para T_b igual a 20°C

No RCCTE os GD são tabelados com base numa temperatura de referência de 18 °C, como é visualizado pelo mapa da figura 70. Pelo Quadro III.1 do Anexo III do mesmo regulamento, temos as zonas climáticas aqui abordadas, os diferentes GD, assim como outras informações necessárias para o cálculo das diferentes necessidades energéticas.

Outras das fontes de sensibilidade é a contribuição de sistemas solares de preparação de Água Quente Sanitária (AQS) que apresentam valores diferentes de acordo com a localização geográfica. Neste capítulo não se procura obter novos valores de N_{ic} ou N_{tc} , mas julgar a influência do GD com outras variáveis já mencionadas e verificar as diferenças entre classes de exposição.

4.2 – Análise de sensibilidade para Moradia Geminada

4.2.1 – Análise de resultados com a actual metodologia do RCCTE

Nas próximas páginas são mostradas os indicadores de N_{ic} e de N_{tc} para a moradia geminada (MG). Os quadros de resultados com as alterações que foram sugeridas ao regulamento, com as equações 2.4 a 2.6 e a sequência de resultados obtidos tal como no capítulo 2 estão no anexo E.

4.2.1.1 – Resultados - N_{ic}

Com o actual regulamento em vigor, a sensibilidade do N_{ic} em função do GD é perceptível pelas figuras 71 a 73, em que devido à fórmula de cálculo da taxa de renovação de ar no RCCTE, os sistemas de ventilação mecânica aqui abordados apresentam quase os mesmos resultados.

A única diferença nos sistemas de ventilação mecânica é marcada pela potência instalada de cada ventilador.

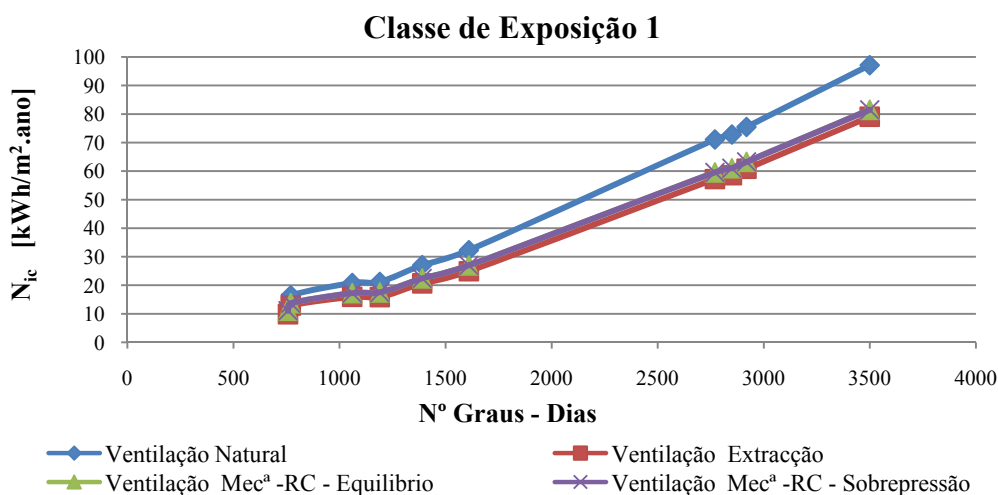


Figura 71: Gráfico do N_{ic} /GD - Classe de Exposição 1 - MG

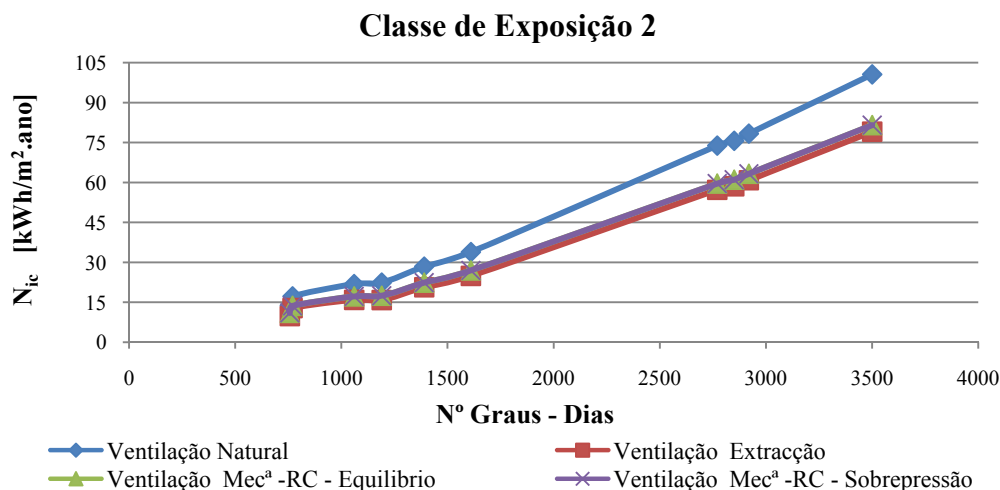


Figura 72: Gráfico do N_{tc}/GD - Classe de Exposição 2 – MG

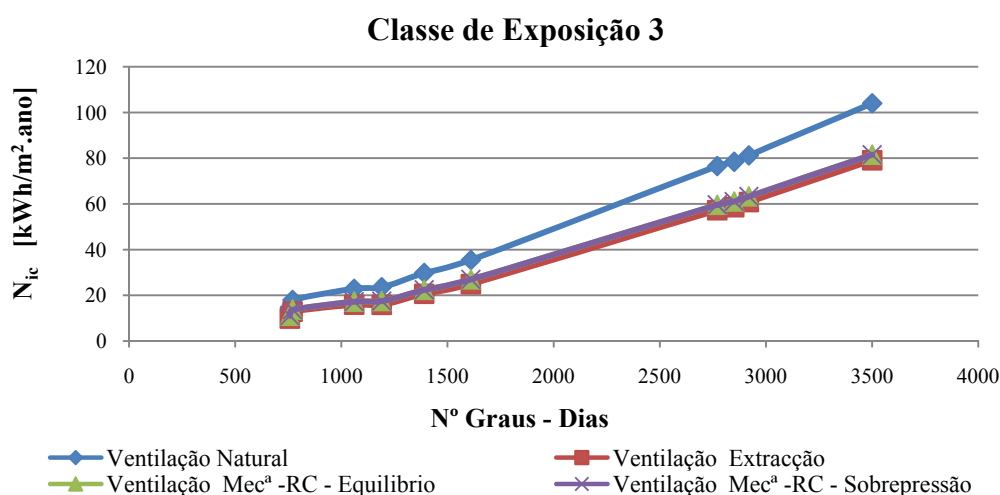


Figura 73: Gráfico do N_{tc}/GD - Classe de Exposição 3 – MG

4.2.1.2 – Resultados – N_{tc}

Nas figuras 74 a 76, demonstram-se outras influências no cálculo do N_{tc} , que naturalmente não são visíveis no indicador de N_{tc} .

Nestes gráficos as linhas de tendência de cada sistema de ventilação, não são crescentes e lineares para o N_{tc} devido à diferença de valores do N_{ac} em cada zona climática.

Acrescenta-se que o GD varia de acordo com o mapa geográfico do território nacional, de acordo com a severidade do clima na estação de aquecimento e marcadas por diferença de temperaturas. Ora isto significa que o GD em cada zona climática, não tem de estar obrigatoriamente associado à intensidade de radiação solar recebida de cada região, como é perceptível nas figuras 74 a 76.

Quanto aos sistemas de ventilação mecânica verifica-se que os resultados são quase iguais para qualquer número do GD.

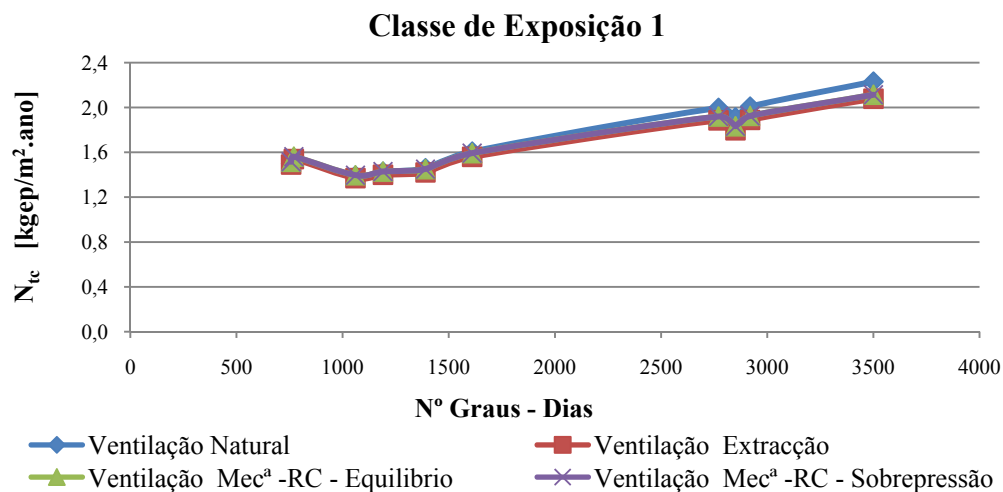


Figura 74: Gráfico do N_{tc}/GD - Classe de Exposição 1 - MG

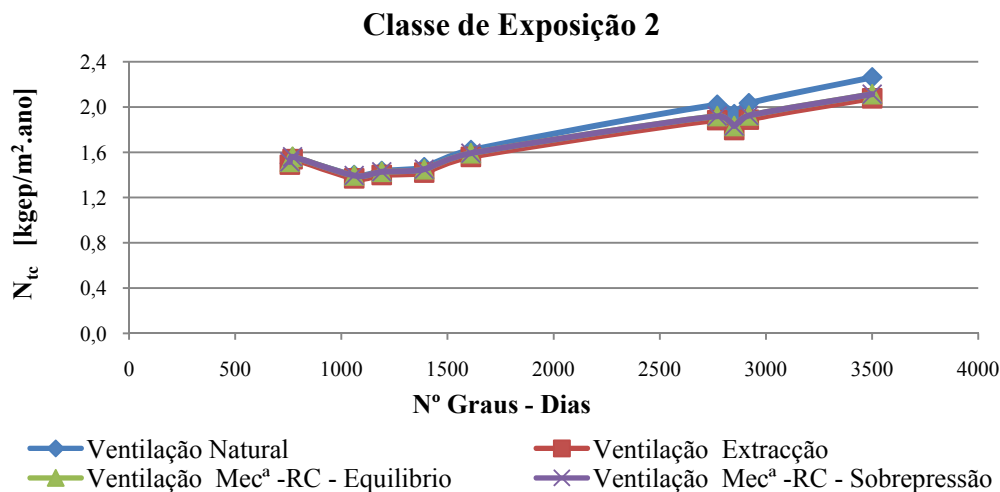


Figura 75: Gráfico do N_{tc}/GD - Classe de Exposição 2 - MG

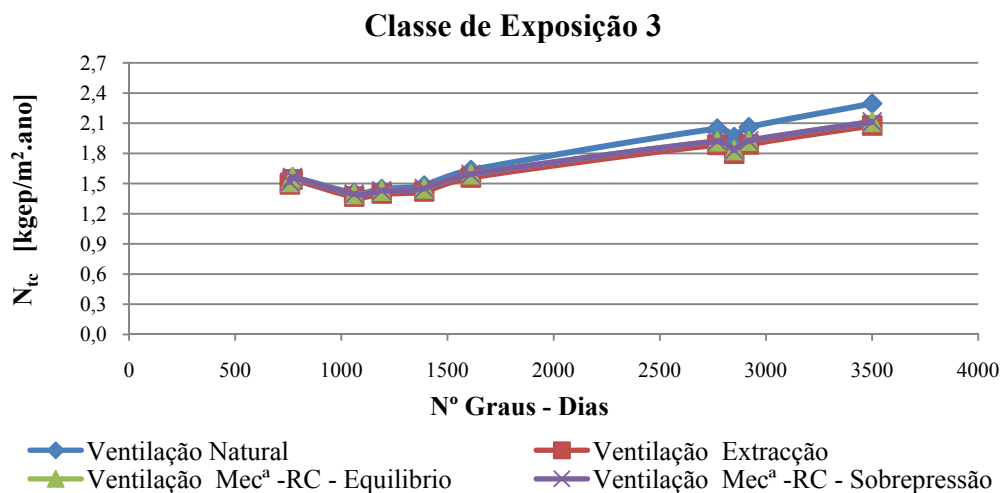


Figura 76: Gráfico do N_{tc}/GD - Classe de Exposição 3 - MG

4.2.2 – Resultados com a metodologia do RCCTE alterada

4.2.2.1 – Resultados – N_{ic}^*

Um breve comentário aos gráficos do N_{ic} , para os sistemas de VMRC e de VME que apresentam melhores índices de desempenho energético por terem menores valores de perdas energéticas por renovação de ar com a alteração na metodologia da folha de cálculo no RCCTE.

Outro aspecto importante, é o que as linhas de tendência de cada sistema de ventilação, são crescentes e lineares. Desta metodologia de cálculo no gráfico verifica-se que a principal influência no parâmetro do N_{ic} é o GD, através das perdas por renovação de ar e por condução através da envolvente.

Com a alteração da taxa de renovação de ar dada pela equação 2.4 é possível verificar a dispersão de resultados nos diferentes sistemas de ventilação mecânica.

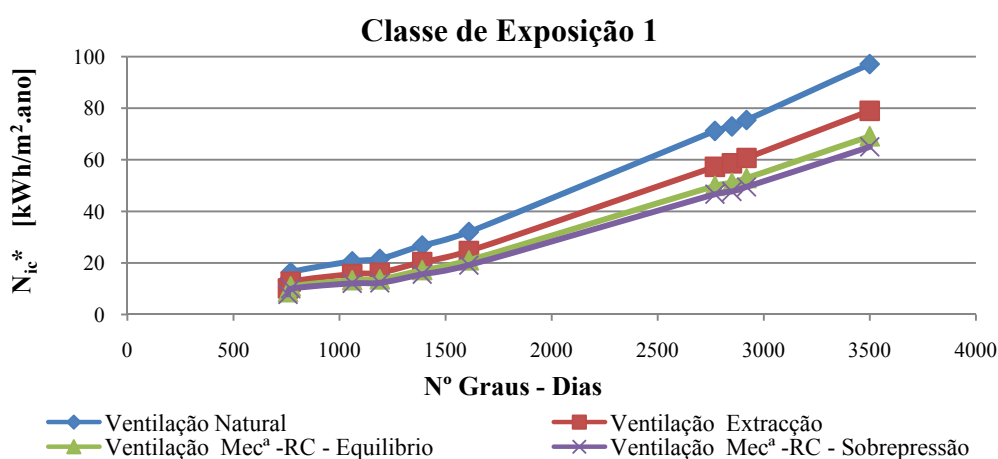


Figura 77: Gráfico do N_{ic}^*/GD - Classe de Exposição 1 – MG

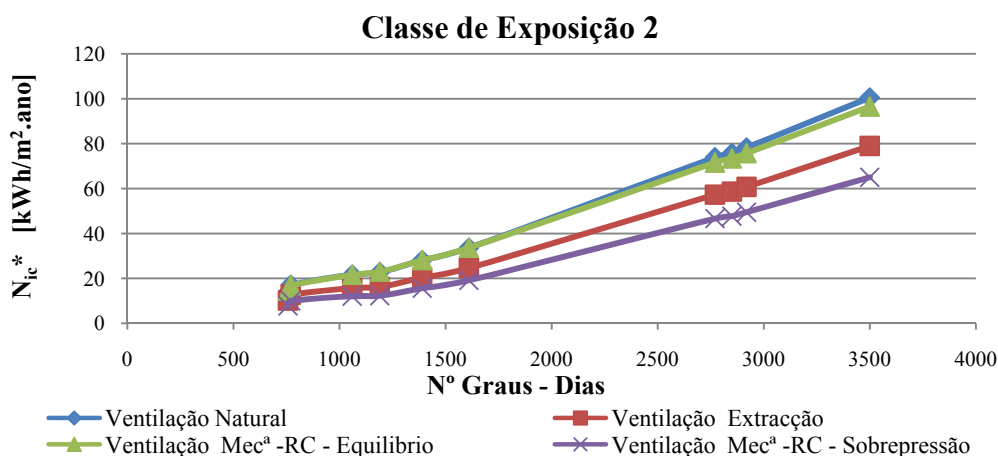


Figura 78: Gráfico do N_{ic}^*/GD - Classe de Exposição 2 – MG

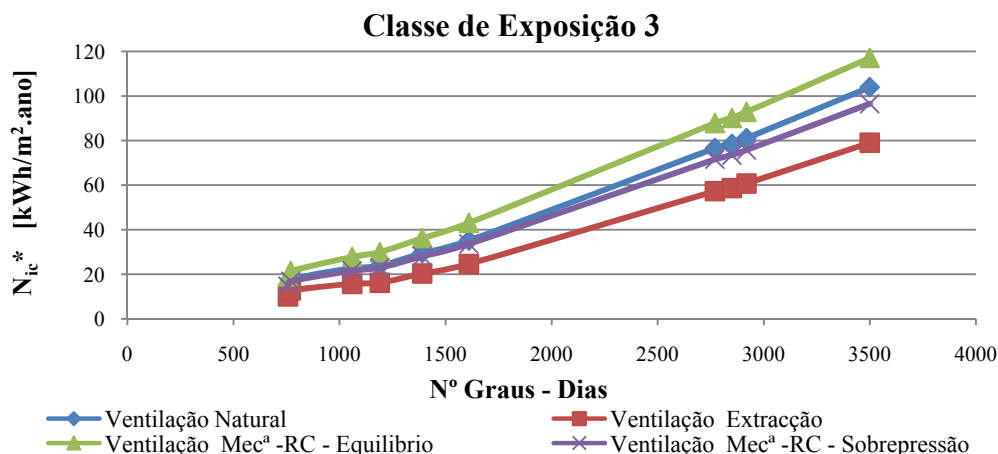


Figura 79: Gráfico do N_{tc}^*/GD - Classe de Exposição 3 – MG

4.2.2.2 – Resultados - N_{tc}^*

De forma aprofundar este capítulo com o GD, levou-se ao cabo as alterações feitas no capítulo 2 na dedução do N_{tc}^* , como pode ser constatado pelas figuras 80 a 82.

Analisando os gráficos destas figuras, vê-se que os valores de N_{tc}^* são parecidos com os valores obtidos no capítulo 2 para a MG, onde a componente da energia eléctrica dos ventiladores tem um peso enorme no consumo de energia primária.

Para esta alteração do indicador de N_{tc}^* , demonstra-se que a contribuição das perdas por renovação de ar ou influência da permeabilidade ao ar da caixilharia são muito reduzidas.

Embora apresentem taxas de renovação de ar diferentes, há uma forte dependência da potência instalada nos ventiladores, como revelam os gráficos obtidos têm uma evolução de consumo de energia primária similar para os diferentes GD.

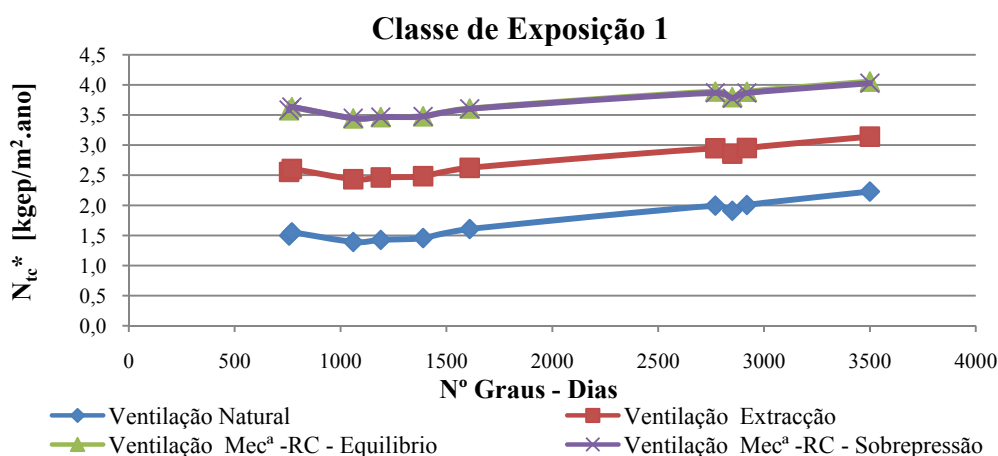


Figura 80: Gráfico do N_{tc}^*/GD - Classe de Exposição 1 – MG

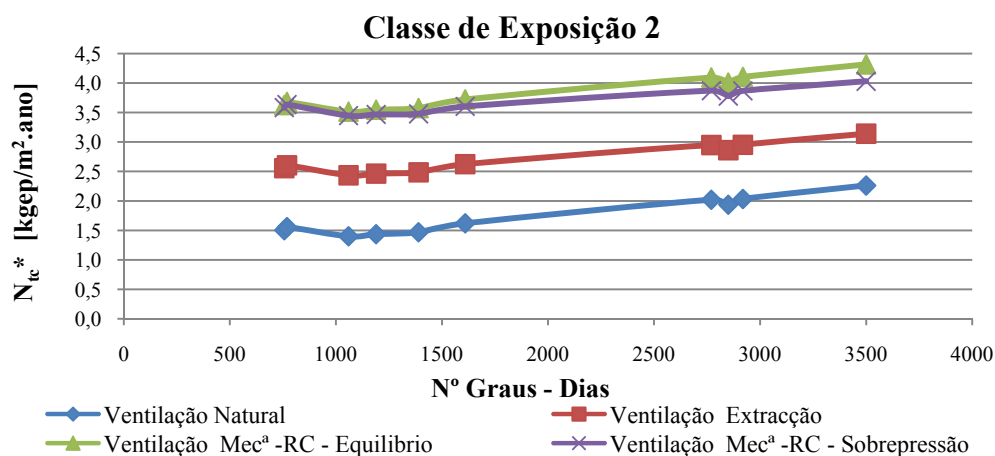


Figura 81: Gráfico do N_{tc}^*/GD - Classe de Exposição 2 – MG

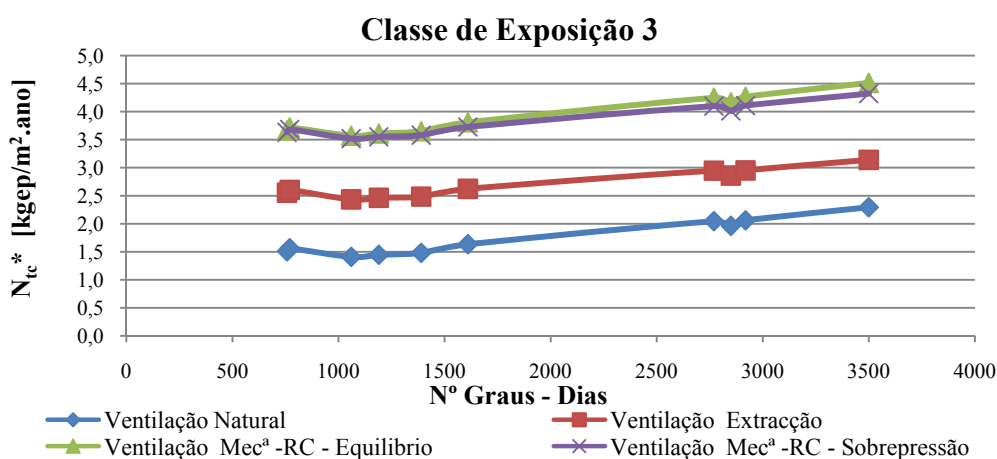


Figura 82: Gráfico do N_{tc}^*/GD - Classe de Exposição 3 – MG

4.2.3 – Alteração ao RCCTE – Funcionamento anual do sistema de climatização

4.2.3.1 – Resultados - N_{tc}^{**}

Com um sistema de ventilação a ser requerido a tempo inteiro pela equação 2.6, verifica-se pelas figuras 83 e 84 que nas regiões onde o GD é maior, isto é para as localizações onde o Inverno é mais rigoroso, é ligeiramente mais vantajoso a implementação dos sistemas de VMRC e VME para as classes de exposição 1 e 2.

Embora os sistemas de ventilação mecânica tenham como grande desvantagem o consumo de energia eléctrica, em determinadas regiões no nosso país ainda é possível e vantajosa a implementação de alguns destes dispositivos mecânicos.

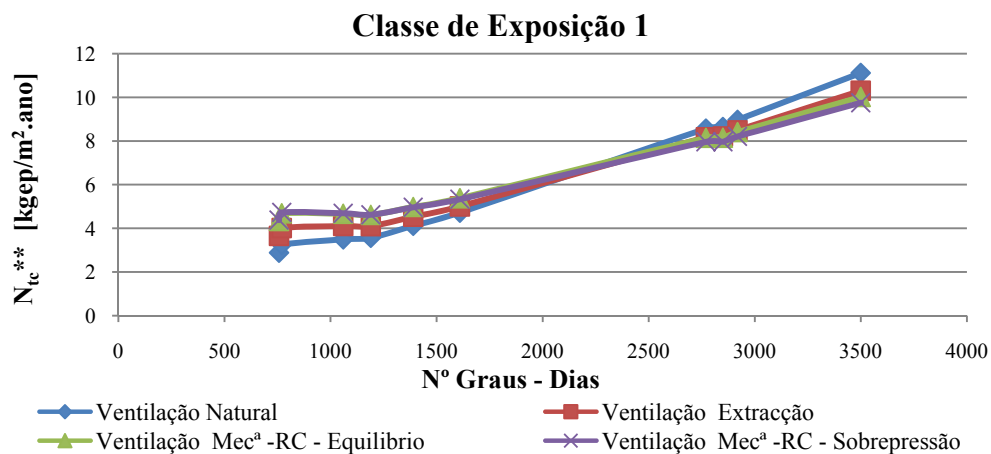


Figura 83: Gráfico do N_{tc}^{**} /GD - Classe de Exposição 1 – MG

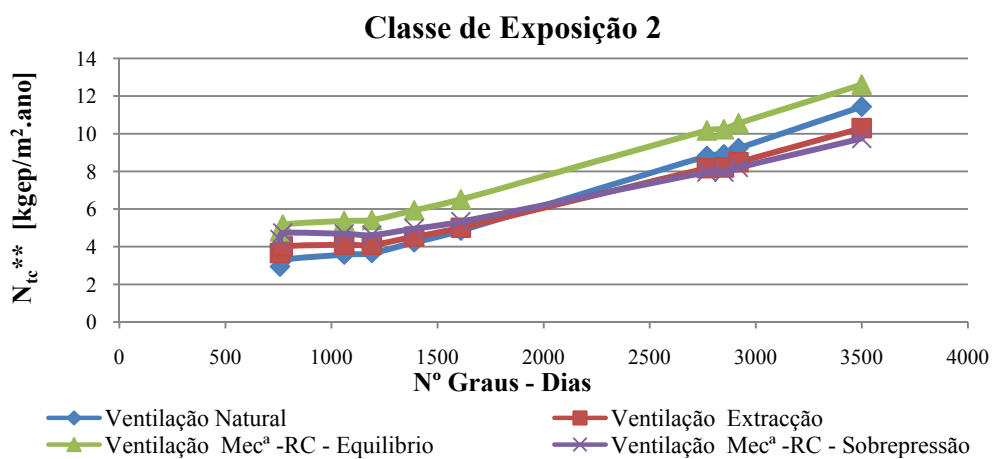


Figura 84: Gráfico do N_{tc}^{**} /GD - Classe de Exposição 2 – MG

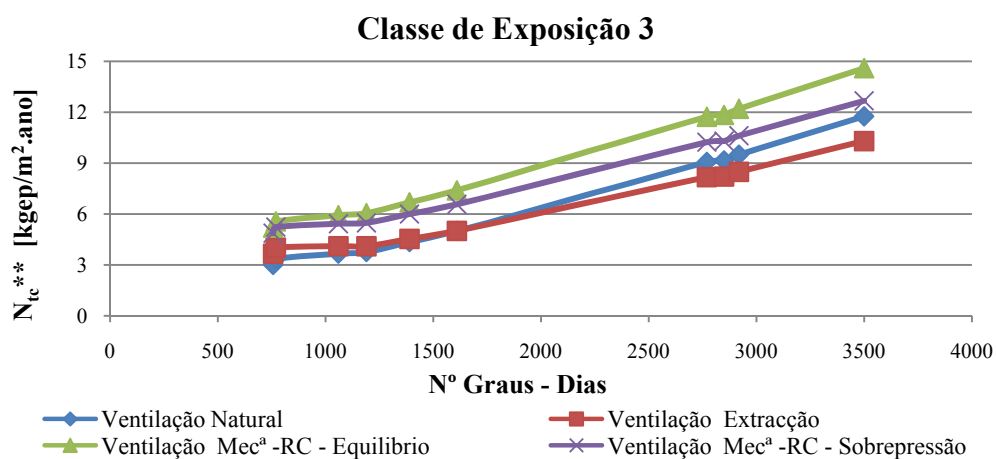


Figura 85: Gráfico do N_{tc}^{**} /GD - Classe de Exposição 3 – MG

4.3 – Análise de sensibilidade para o Habitação Multifamiliar

4.3.1 – Resultados com a actual metodologia do RCCTE

Nas próximas páginas são mostrados os indicadores de N_{ic} e de N_{tc} para a habitação multifamiliar (HMF). Tal como para a MG, as tabelas com os valores das alterações que foram efectuadas ao regulamento na equação 2.4, 2.5 e 2.6 no capítulo 2 estão também no anexo E.

4.3.1.1 – Resultados - N_{ic}

As mesmas influências verificadas para o caso de estudo da MG verificam-se também para a HMF no indicador de N_{ic} .

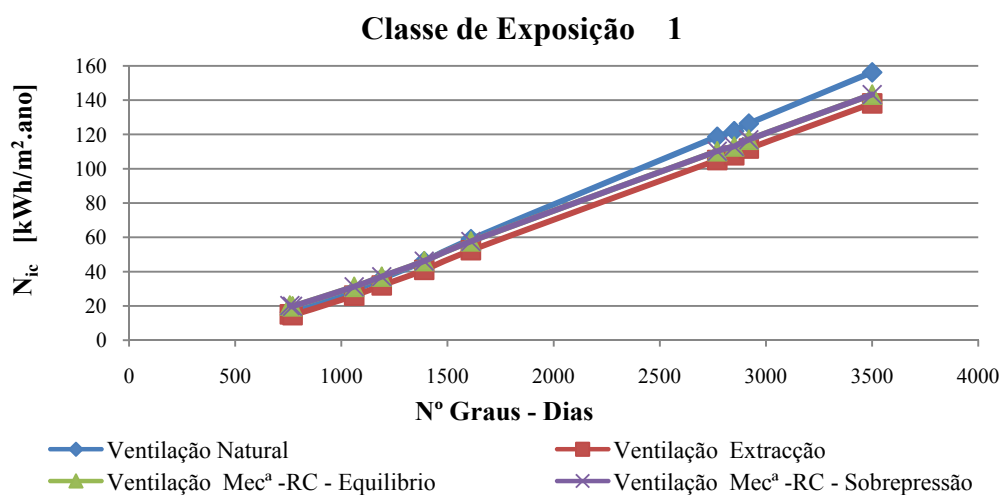


Figura 86: Gráfico do N_{ic}/GD - Classe de Exposição 1 - HMF

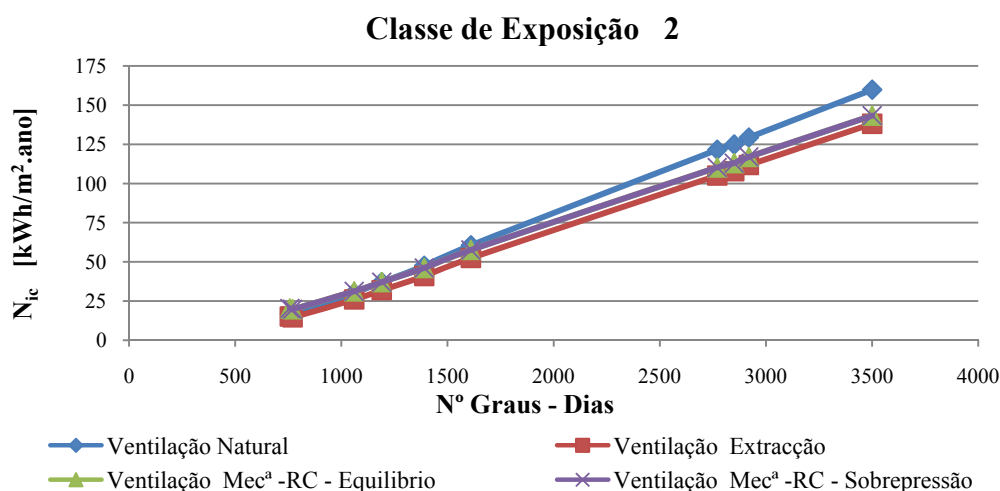


Figura 87: Gráfico do N_{ic}/GD - Classe de Exposição 2 - HMF

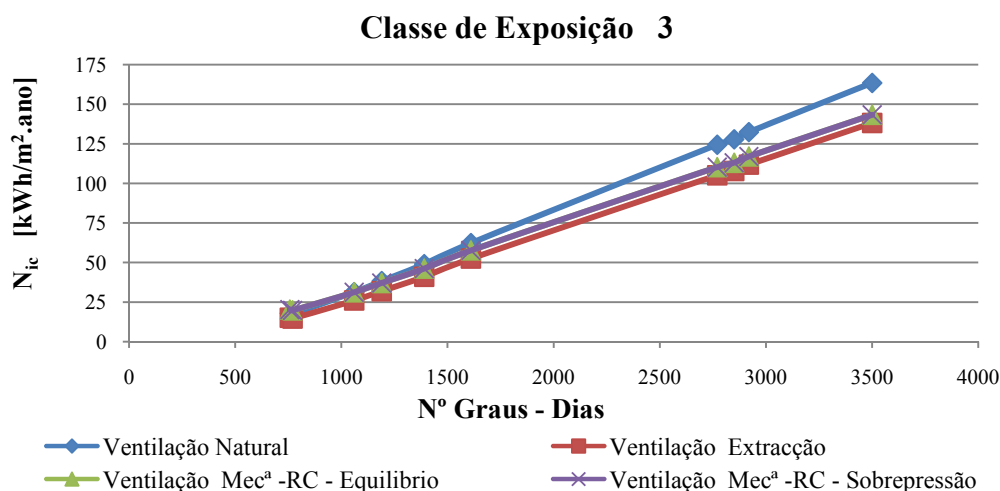


Figura 88: Gráfico do N_{tc}/GD - Classe de Exposição 3 - HMF

4.3.1.2 – Resultados – N_{tc}

Os valores obtidos do N_{tc} para a HMF, ao contrário da MG são muito influenciados pelo indicador de N_{ac} que é mais baixo em regiões mais quentes como Lisboa, Évora ou Faro.

Com mais este caso de estudo, olhando para as figuras 89 a 91 verifica-se, que há maior oscilação de resultados do N_{tc} em função do GD em muitas regiões.

No entanto na figura 89 estão assinaladas as localizações para o qual se verificam maiores oscilações com o aumento de GD.

Quanto aos consumos de energia primária verifica-se mais uma vez que com a metodologia do RCCTE, os valores dos sistemas de ventilação mecânica são quase iguais em diferentes valores de GD.

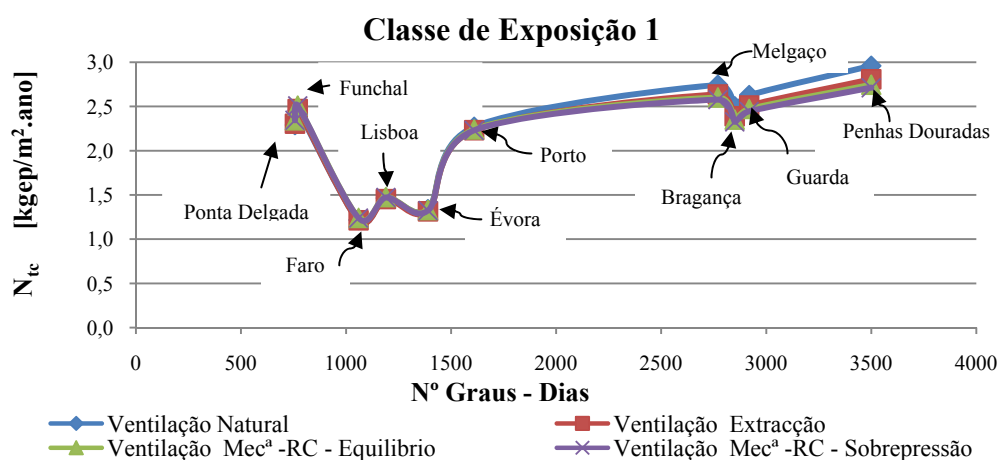


Figura 89: Gráfico do N_{tc}/GD - Classe de Exposição 1 – HMF

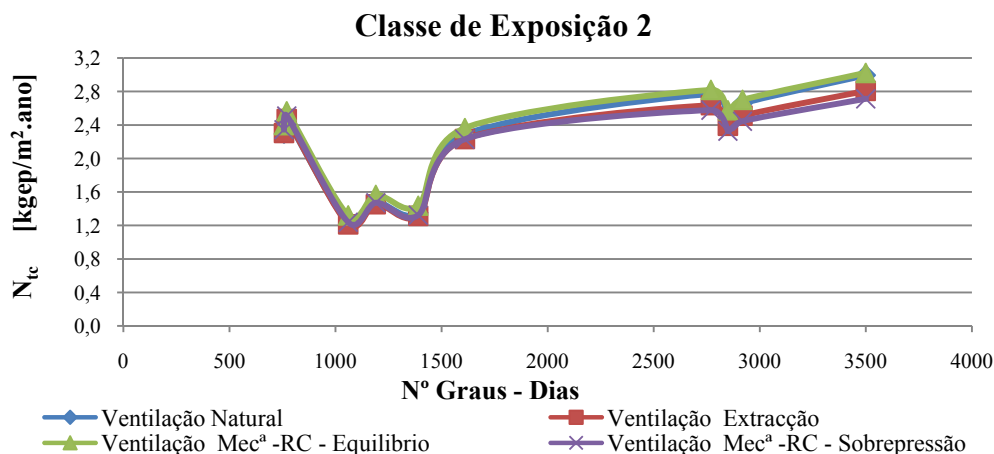


Figura 90: Gráfico do N_{te}/GD - Classe de Exposição 2 – HMF

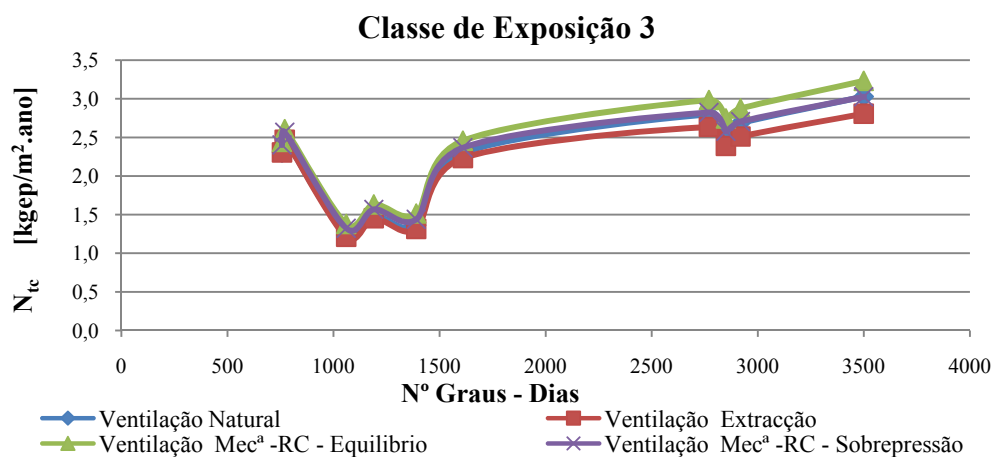


Figura 91: Gráfico do N_{te}/GD - Classe de Exposição 3 – HMF

4.3.2 – Resultados com a metodologia do RCCTE alterada

4.3.2.1 – Resultados – N_{ic}^*

Quanto ao N_{ic}^* a única alteração que é efectuada de sistema para sistema de ventilação, como visto até aqui, são as perdas de renovação de ar, variando o fluxo mássico com a classe de exposição e a permeabilidade ao ar das caixilharias.

Mesmo com essas alterações o N_{ic}^* em função do GD varia linearmente como pode ser visto pelos gráficos das figuras 92 a 94. No entanto já é perceptível a diferenças de valores entre os diferentes sistemas de ventilação mecânica abordados neste trabalho.

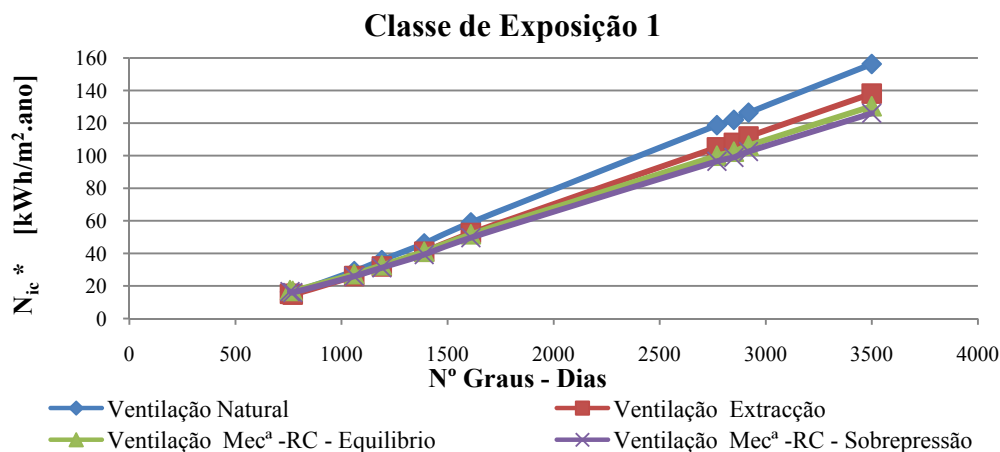


Figura 92: Gráfico do N_{ic}^*/GD - Classe de Exposição 1 – HMF

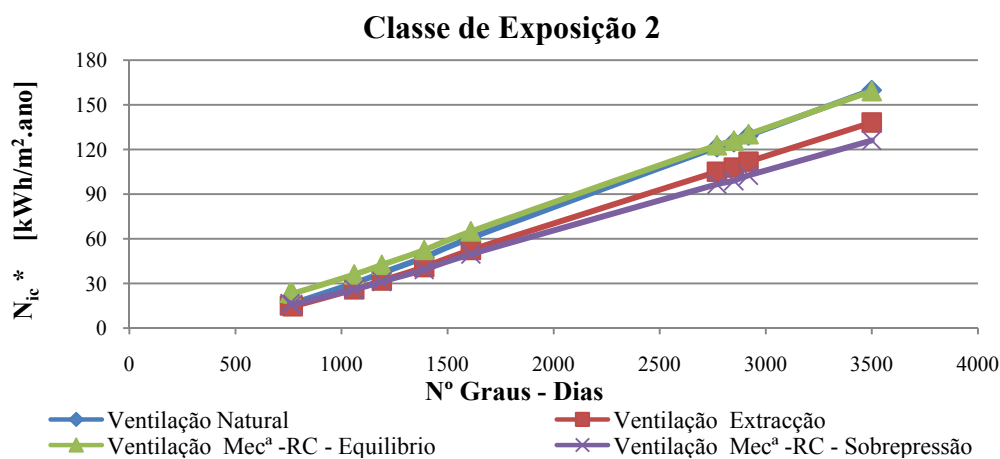


Figura 93: Gráfico do N_{ic}^*/GD - Classe de Exposição 2 – HMF

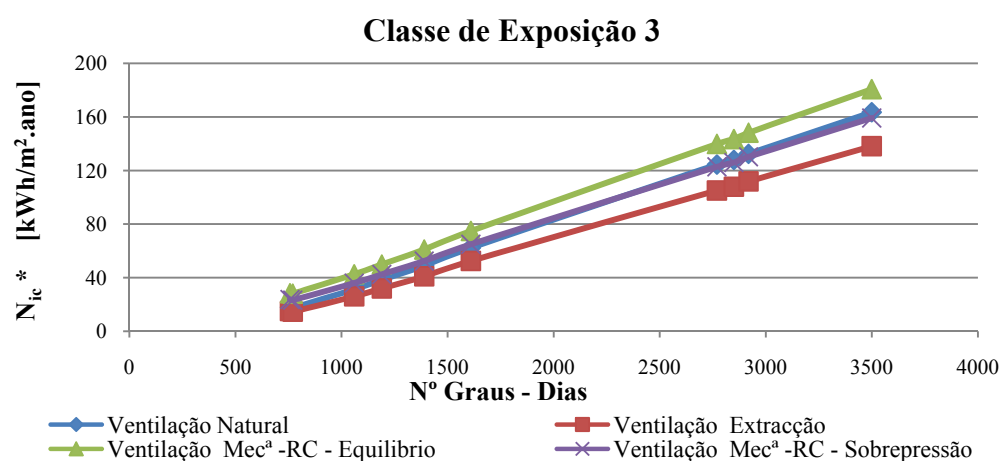


Figura 94: Gráfico do N_{ic}^*/GD - Classe de Exposição 3 – HMF

4.3.2.2 – Resultados - N_{tc}^*

A alteração à formulação das perdas por renovação de ar no RCCTE, mostra que a linha de tendência na aplicação de um sistema de ventilação é mais horizontal devido há enorme influência da energia eléctrica dos ventiladores como verifica-se pelas figuras 95 a 97.

No entanto continua a verificar-se a influência do indicador de N_{ac} em algumas regiões como Lisboa, Évora, Faro e Bragança.

O consumo de energia primária com esta alteração passou a ser o dobro daquilo que espera obter pelo actual regulamento. Aqui verifica-se que a escolha de um sistema de ventilação mecânica deve ser mais cuidadosa pela diferença de consumos de energia primária entre os dispositivos escolhidos.

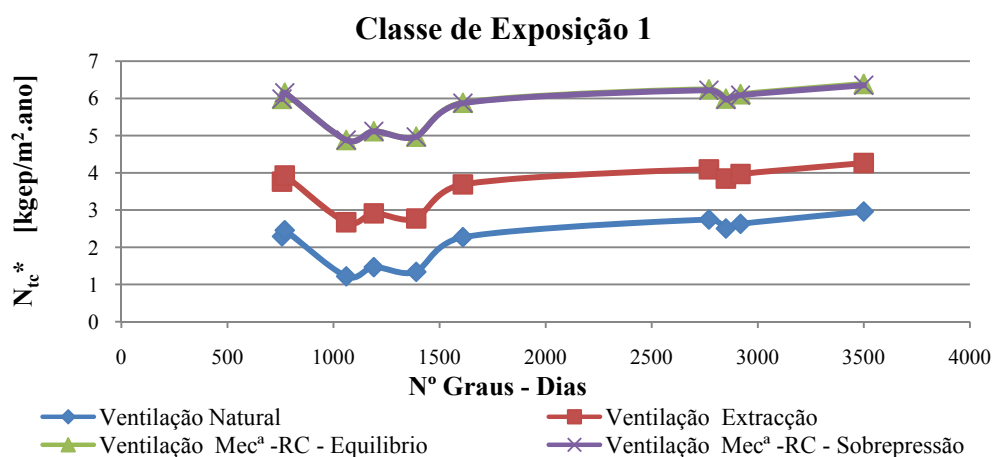


Figura 95: Gráfico do N_{tc}^*/GD – Classe de Exposição 1 – HMF

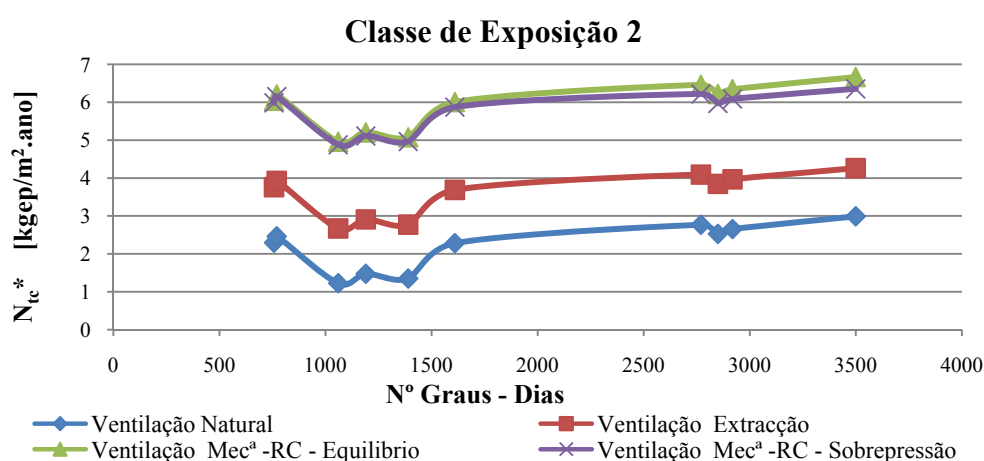


Figura 96: Gráfico do N_{tc}^*/GD – Classe de Exposição 2 – HMF

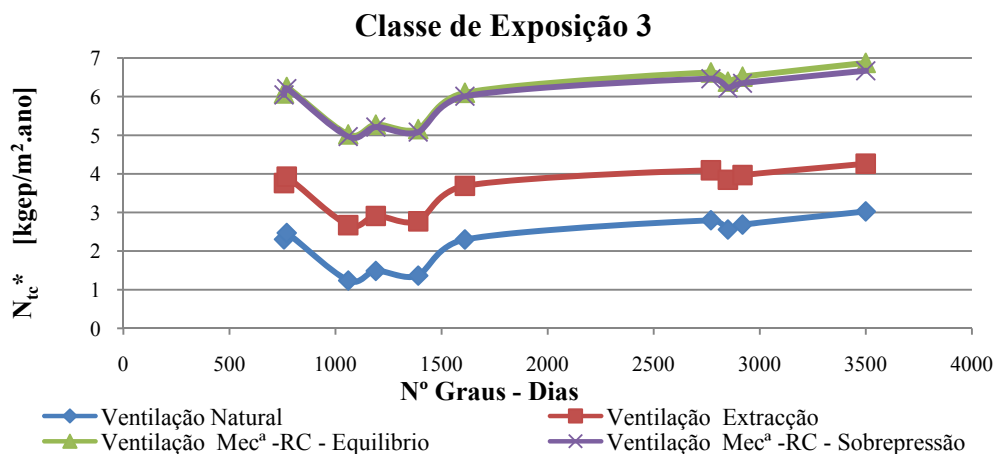


Figura 97: Gráfico do N_{tc}^*/GD – Classe de Exposição 3 – HMF

4.3.3 – Alterações no RCCTE - Funcionamento anual do sistema de climatização

4.3.3.1 – Resultados - N_{tc}^{**}

Para finalizar a demonstração dos vários gráficos expostos neste capítulo, na aplicação dos sistemas de ventilação em funcionamento permanente, verifica-se pelos gráficos das figuras 98 a 100, que o consumo de energia primária triplica em relação ao N_{tc}^* para a HMF.

Neste caso volta-se a verificar que na evolução dos gráficos em função do GD, está é linear e no qual contribui decisivamente o N_{ic} que é maior no N_{tc} .

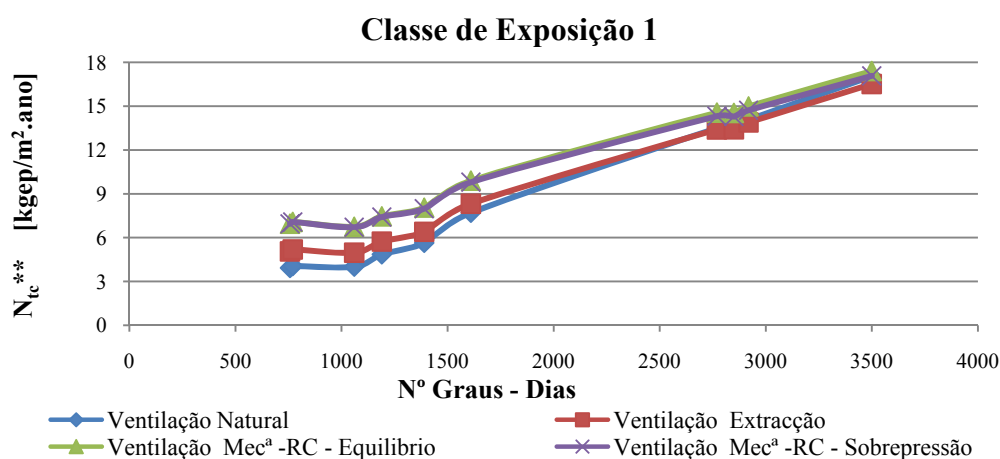


Figura 98: Gráfico do N_{tc}^{**}/GD – Classe de Exposição 1 – HMF

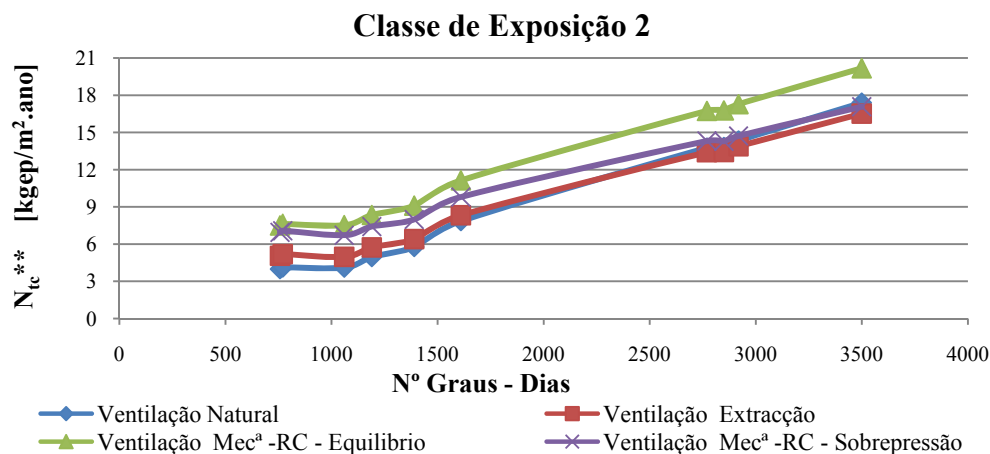


Figura 99: Gráfico do N_{tc}^{**}/GD – Classe de Exposição 2 – HMF

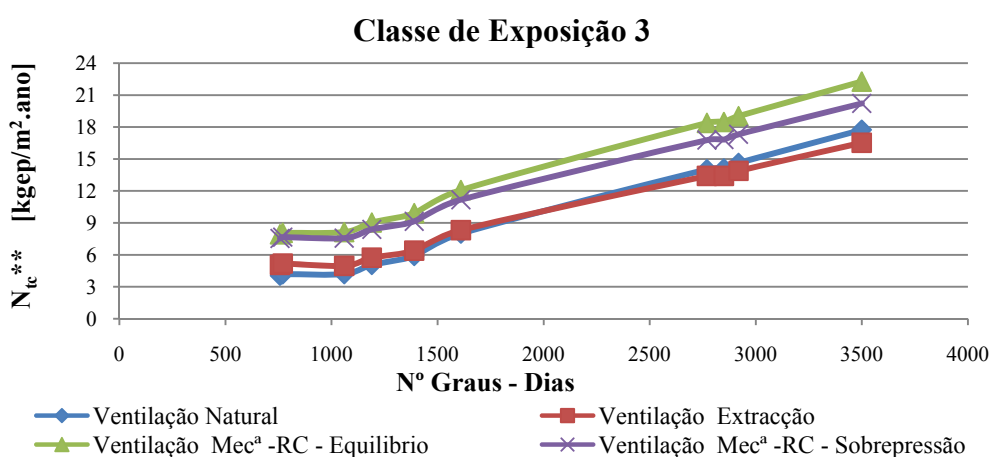


Figura 100: Gráfico do N_{tc}^{**}/GD – Classe de Exposição 3 – HMF

Em resumo este capítulo confirma que os sistemas de ventilação mecânica, nas regiões do interior com climas mais frios de Inverno, ainda são uma solução a ter em consideração.

O GD permite verificar a severidade de temperatura que se faz sentir em determinada localização e neste caso quanto maior for esse número melhor será a análise entre os dispositivos mecânicos a serem implementados nos edifícios residenciais.

Este capítulo revela outra visão além da análise do GD e das perdas por renovação de ar, a influência da intensidade por radiação solar em cada zona climática no consumo da energia primária.

5 - Análise económica dos Sistemas de Ventilação Mecânica

5.1 – Descrição da análise económica

Nos últimos anos, devido erros de concepção arquitectónica e à maior exigência, por parte dos utilizadores, de condições de conforto térmico e também com base na maior acessibilidade que os equipamentos de ar condicionado passaram a ter, verificou-se, uma maior penetração de sistemas de climatização nos edifícios. A existência de dispositivos mecânicos nos edifícios é, na realidade, uma mais-valia no momento de venda ou do aluguer do mesmo, assim como se traduz no fornecimento de um bem e de um serviço aos utilizadores dos espaços. Muitos promotores apresentam já, em edifícios novos, se não o dispositivo mecânico, pelo menos a pré-instalação para o mesmo.

A entrada em vigor do novo SCE, em particular do novo RCCTE, vem provocar alterações nos consumos de energia primária previstos e consequentemente na factura a pagar por esses consumos. Contudo pretende-se com o SCE contrariar o continuado e acentuado aumento que o consumo de energia primária tem vindo a revelar ao longo dos últimos anos no nosso país.

Neste trabalho, fez-se uma análise em termos de desempenho energético de alguns sistemas de ventilação, que demonstraram algumas vantagens em termos de desempenho energético e para situações diferentes de utilização de uma forma contínua desses sistemas.

Como instrumento de análise de viabilidade económica e financeira em sistemas de ventilação mecânica, fez-se para as localizações onde o sistema de VME e de VMRC se revelaram energeticamente vantajosos, uma estimativa do custo total do equipamento e determinou-se o tempo necessário para que o investimento se torne compensador do ponto de vista económico (“Método Pay back time”).

Nas tabelas 20 e 21 apresentam-se os preços de cada equipamento estudado, assim como os resultados do retorno económico na utilização destes equipamentos.

Tabela 20: Preço de referência – sistema de VME para MG [SystemAir]

Ventilador	143,5
Tiristor - REE1	35,7
Transformador de 5 posições - RE	68
Válvula Anti-retorno RSK	80,6
Caixilho de montagem - FRT	74,3
Base de assentamento plana - TOS	191
Atenuadores de som LDC	87,4
Custo entrega e instalação	100
Taxa de IVA - 21%	
	944,40 €

Tabela 21: Preço de referência – sistema de VMRC para MG [GE Energy]

Equipamento - GE Energy 1	3253
Custo entrega e instalação	100
Taxa de IVA - 21%	
	4057,13 €

Tabela 22: Preço de referência – sistema de VME para HMF [SystemAir]

Ventilador	111,5
Tiristor - REE1	35,7
Transformador de 5 posições - RE	68
Válvula Anti-retorno RSK	80,6
Caixilho de montagem – FRT	74,3
Base de assentamento plana - TOS	191
Atenuadores de som LDC	87,4
Custo entrega e instalação	100
Taxa de IVA - 21%	
	905,68 €

A contabilização da diminuição do consumo de energia primária é colocada principalmente a regiões com Invernos muito frios e consequentemente os custos associados a esse consumo na implementação de ventiladores.

Neste caso entre as regiões abordadas no presente trabalho e com vantagens na utilização de dispositivos mecânicos, optou-se por escolher as regiões de Bragança, Melgaço, Penhas Douradas e Guarda.

Com a liberalização do mercado energético, o tarifário português de energia eléctrica inclui-se na categoria dos tarifários com preços variáveis com a hora do dia. Na adesão à tarifa bi-horária, as chamadas horas de vazio (maioritariamente durante a noite), em que o consumo é menor, o custo da electricidade torna-se inferior.

No presente trabalho foi efectuado o retorno económico dos ventiladores com base nas tarifas normais e bi-horária e verificar quais os custos reduzidos que induzem aos consumidores.

Recorde-se que o sistema de aquecimento e arrefecimento de referência são respectivamente uma caldeira a combustível gasoso e uma bomba de calor.

O ganho anual na implementação de cada sistema de ventilação mecânica é dado pelo N_{ic} e N_{vc} de cada edifício, sendo ainda somado à energia eléctrica dos ventiladores. As equações 5.1 a 5.3, permitem perceberem melhor a forma de cálculo do ganho para estes indicadores.

$$Ganho_{Aquecimento} = \frac{N_{ic}}{\eta_i} \times A \times Tarifa_{Gás} \quad (5.1)$$

$$Ganho_{Arrefecimento} = \frac{N_{vc}}{\eta_v} \times A \times Tarifa_{Electricidade} \quad (5.2)$$

$$Ganho_{Ventiladores} = E_v \times A \times Tarifa_{Electricidade} \quad (5.3)$$

$$Ganho_{anual} = Ganho_{Aquecimento} + Ganho_{Arrefecimento} + Ganho_{Ventiladores} \quad (5.4)$$

No entanto com as alterações efectuadas nas equações 2.4 a 2.6 do capítulo 2, para a implementação dos dispositivos mecânicos a funcionarem de forma contínua ao longo do ano, os resultados obtidos da equação 2.6 com o custo do equipamento, obtidos das tabelas 20 a 22, obtêm-se o período de retorno económico do equipamento como se verifica pela equação 5.5.

$$Retorno_{economico} = \frac{Custo_{Equipamento}}{Ganho_{anual}} \quad (5.5)$$

O valor utilizado na tarifa normal da electricidade foi de 0,10 €/kWh, enquanto na tarifa bi-horária foi utilizado um valor ponderado do preço médio entre o número de horas fora do vazio e nas horas de vazio, que neste caso foi de 0,09 €/kWh.

Para a tarifa do combustível gasoso, utilizou-se como referência o preço do gás natural com o valor de 0,065 €/kWh.

5. 2 - Retorno económico para a Moradia Geminada

A implementação de um sistema de VME na MG permite obter à luz do regulamento, tanto para a tarifa normal e bi-horária, um retorno económico de pouco mais de um ano como se verifica pela tabela 23.

Tabela 23: Período de retorno económico – sistema de VME para a MG

VME – Moradia Geminada		Ganho (€)		Período de retorno (anos)	
		RCCTE**		RCCTE**	
		Tarifa normal	Bi-horária	Tarifa normal	Bi-horária
Classe de Exposição 1	Bragança	885,5	872,3	1,1	1,1
	Penhas Douradas	1168,0	1155,2	0,8	0,8
	Guarda	913,0	900,2	1,0	1,1
	Melgaço	865,1	852,2	1,1	1,1
Classe de Exposição 2	Bragança	885,5	872,3	1,1	1,1
	Penhas Douradas	1168,0	1155,2	0,8	0,8
	Guarda	913,0	900,2	1,0	1,1
	Melgaço	865,1	852,2	1,1	1,1
Classe de	Bragança	885,5	872,3	1,1	1,1

Exposição 3	Penhas Douradas	1168,0	1155,2	0,8	0,8
	Guarda	913,0	900,2	1,0	1,1
	Melgaço	865,1	852,2	1,1	1,1

Para as localizações consideradas e em funcionamento constante ao longo do ano, verifica-se, que esta solução tecnológica torna-se vantajosa, pois há um desempenho energético satisfatório e um período do retorno económico bastante aceitável.

Os sistemas de VMRC apresentaram no capítulo 2 em termos de desempenho energético algumas vantagens por recuperarem parte do calor que é rejeitado, contudo estes dispositivos são penalizados pelo alto preço do custo de aquisição. A tabela 24 mostra que para as localizações onde é vantajosa a implementação deste sistema, o retorno do investimento feito situa-se entre os dois anos e meio e os cinco anos.

Tabela 24: Período de retorno económico – sistema de VMRC - Equilíbrio para a MG

VMRC – Equilíbrio – Moradia Geminada		Ganho (€)		Período de retorno (anos)	
		RCCTE**		RCCTE**	
		Tarifa normal	Bi-horária	Tarifa normal	Bi-horária
Classe de Exposição 1	Bragança	807,1	785,7	4,9	5,0
	Penhas Douradas	1057,5	1036,4	3,7	3,8
	Guarda	831,8	810,7	4,7	4,9
	Melgaço	791,2	770,1	5,0	5,1
Classe de Exposição 2	Bragança	1108,5	1088,2	3,6	3,6
	Penhas Douradas	1432,6	1412,5	2,8	2,8
	Guarda	1141,7	1121,6	3,5	3,5
	Melgaço	1084,8	1064,6	3,6	3,7

Neste caso para as regiões do interior onde o sistema de VMRC apresenta alguma vantagem, há que ter em conta com a arquitectura paisagística, uma vez que nestas localizações a densidade de zonas urbanizadas é menor em relação a Lisboa ou Porto, restringindo a sua aplicação nos edifícios.

Quando se pretende utilizar o mesmo sistema de ventilação mecânica mas em desequilíbrio de caudais para a MG, o retorno económico é ligeiramente maior para a classe de exposição 1 como se constata pela tabela 25.

Para este sistema de ventilação, na classe de exposição 2, o período de retorno económico anda há volta dos cinco anos de vida do dispositivo mecânico.

Tabela 25: Período de retorno económico – sistema de VMRC - Sobrepressão para a MG

VMRC – Sobrepressão – Moradia Geminada		RCCTE**		Período de retorno (anos)	
		Tarifa normal	Bi-horária	Tarifa normal	Bi-horária
Classe de Exposição 1	Bragança	770,6	748,0	5,1	5,3
	Penhas Douradas	1009,2	986,9	3,9	4,0
	Guarda	793,4	771,2	5,0	5,1
	Melgaço	755,3	733,0	5,2	5,4
Classe de Exposição 2	Bragança	770,6	748,0	5,1	5,3
	Penhas Douradas	1009,2	986,9	3,9	4,0
	Guarda	793,4	771,2	5,0	5,1
	Melgaço	755,3	733,0	5,2	5,4

Nos sistemas de VMRC com desequilíbrio de caudais, o período de retorno económico é maior, porque o preço do equipamento é o mesmo mas o consumo de energia primária anual é menor logo o ganho económico ao fim do ano é inferior ao ganho de um dispositivo mecânica igual mas com equilíbrio de caudais.

É de lembrar que neste caso não estamos a incluir os custos de manutenção e de amortização ao longo do tempo que estes dispositivos implicam e que podem tornar mais desvantajoso em termos financeiros.

5.3 – Retorno económico para Habitação Multifamiliar

No estudo da fracção autónoma da HMF, os sistemas de ventilação mecânica apresentaram poucas vantagens para as localizações estudadas, no entanto os resultados da tabela 26, revelaram que o período de retorno económico é de cerca de dois anos a dois anos e meio para aplicação de um sistema de VME.

Tabela 26: Período de retorno económico – sistema de VME para a HMF

VME – Habitação Multifamiliar		Ganho (€)		Período de retorno (anos)	
		RCCTE**		RCCTE**	
		Tarifa normal	Bi-horária	Tarifa normal	Bi-horária
Classe de Exposição 1	Bragança	388,6	384,0	2,3	2,4
	Bragança	388,6	384,0	2,3	2,4
Classe de Exposição 2	Penhas Douradas	505,2	500,7	1,8	1,8
	Bragança	388,6	384,0	2,3	2,4
Classe de Exposição 3	Penhas Douradas	505,2	500,7	1,8	1,8
	Guarda	400,4	395,9	2,3	2,3

Este sistema de ventilação mecânica para esta tipologia tem um período de tempo maior do que a MG, por apresentar menores ganhos por radiação solar, contudo não deixa de ser uma solução a considerada na optimização de um sistema de climatização.

Tal como na MG, para a HMF o campo de aplicação destes sistemas é direccionado às localizações onde o Inverno é mais rigoroso, podendo ser aplicado às três classes de exposição ao vento das fachadas.

Por último refira-se que a escolha dos equipamentos de aquecimento e arrefecimento condicionam também período de tempo do investimento efectuado. A pensar na eficiência energética dos consumos de energia primária nos edifícios, escolheu-se a caldeira a combustível gasoso combinada com a bomba de calor, que apresentam eficiência elevadas quando comparados com outros equipamento de climatização.

6 – Conclusões e Possibilidades de Trabalho Futuro

Este projecto visou estudar o impacto da ventilação mecânica e recuperação de calor no desempenho energético dos edifícios residenciais em termos de necessidades de aquecimento e de necessidades de energia primária.

Dos casos de estudo (Moradia Geminada e Habitação Multifamiliar), foi possível comprovar que as renovações de ar têm uma contribuição decisiva, principalmente na estação de aquecimento para o conforto térmico dos ocupantes.

Contudo, devido ao clima ameno e ao consumo de electricidade pelos ventiladores, geralmente a renovação de ar efectuada por ventilação mecânica não conduz a economias significativas por energia primária, chegando em muitos casos a aumentar os consumos. Em alguns casos é que foi possível economizar cerca de um terço do total das necessidades de aquecimento do edifício/fracção autónoma em localizações com Invernos muito frio e com menor exposição ao vento das fachadas.

Além da implementação na fase de projecto de alguns sistemas de ventilação mais comuns, foram efectuadas alterações à fórmula de cálculo das perdas associadas à renovação de ar e das necessidades de energia primária, presente no RCCTE, sob a condição de utilização permanente destes sistemas de modo a assegurar a tempo inteiro a qualidade de ar interior.

Foram elaboradas duas tabelas 27 e 28, dos casos de estudos efectuados neste projecto que demonstram as soluções mais vantajosas na aplicação de sistemas de ventilação mecânica em Portugal. Para este projecto, das dez localidades abordadas e analisadas ao longo do trabalho apenas quatro regiões sobressaíram para estas soluções. Isto é, menos de metade das localidades é que revelaram boas escolhas na implementação e optimização de um sistema de ventilação mecânica.

Para os sistemas de ventilação mecânica estudados ao longo do projecto, expõe-se pela tabela 27, para a moradia geminada, as melhores são soluções em termos de sistemas de ventilação. Verifica-se que o período máximo ou maior de retorno do investimento feito na aquisição de um dispositivo mecânico para o condicionamento de ar ronda os cinco anos.

Para a fracção autónoma da habitação multifamiliar expõe-se um mapa resumo na tabela 28. Esta tabela mostra que o período máximo de retorno do investimento é menor chegando a ser de dois a três anos com a implementação de um sistema de VME. Para esta tipologia da fracção autónoma verificou-se que os sistemas de VMRC não são vantajosos em qualquer situação de exposição ao vento das fachadas.

Tabela 27: Mapa resumo dos sistemas de ventilação com melhor aplicação para a MG

Localidade	Classe de exposição	Solução mais eficiente		Período de retorno (anos)	
		RCCTE*	RCCTE**	RCCTE*	RCCTE**
Bragança	Exp. 1	Vent. Natural	VMRC-Deseq.	-	5,26
	Exp. 2	Vent. Natural	VMRC-Deseq.	-	5,26
	Exp. 3	Vent. Natural	VME	-	3,61
Melgaço	Exp. 1	Vent. Natural	VMRC-Deseq.	-	5,37
	Exp. 2	Vent. Natural	VMRC-Deseq.	-	5,37
	Exp. 3	Vent. Natural	VME	-	3,69
Porto	Exp. 1	Vent. Natural	Vent. Natural	-	-
	Exp. 2	Vent. Natural	Vent. Natural	-	-
	Exp. 3	Vent. Natural	Vent. Natural	-	-
Guarda	Exp. 1	Vent. Natural	VMRC-Deseq.	-	5,1
	Exp. 2	Vent. Natural	VMRC-Deseq.	-	5,1
	Exp. 3	Vent. Natural	VME	-	1,05
Penhas Douradas	Exp. 1	Vent. Natural	VMRC-Deseq.	-	3,99
	Exp. 2	Vent. Natural	VMRC-Deseq..	-	3,99
	Exp. 3	Vent. Natural	VME	-	0,82
Lisboa	Exp. 1	Vent. Natural	Vent. Natural	-	-
	Exp. 2	Vent. Natural	Vent. Natural	-	-
	Exp. 3	Vent. Natural	Vent. Natural	-	-
Faro	Exp. 1	Vent. Natural	Vent. Natural	-	-
	Exp. 2	Vent. Natural	Vent. Natural	-	-
	Exp. 3	Vent. Natural	VME	-	2,71
Ponta Delgada	Exp. 1	Vent. Natural	Vent. Natural	-	-
	Exp. 2	Vent. Natural	Vent. Natural	-	-
	Exp. 3	Vent. Natural	Vent. Natural	-	-
Funchal	Exp. 1	Vent. Natural	Vent. Natural	-	-
	Exp. 2	Vent. Natural	Vent. Natural	-	-
	Exp. 3	Vent. Natural	Vent. Natural	-	-

Importa realçar que os valores registados ao longo deste estudo e no futuro caso se observe um certificado ou declaração de conformidade do regulamento (RCCTE) os valores mencionados podem não reflectir necessariamente os consumos reais medidos de um edifício/fracção autónoma, pois estes dependem fortemente do comportamento dos consumidores.

Tabela 28: Mapa resumo das localidades vantajosas para HMF

Localidade	Classe de exposição	Solução mais eficiente		Período de retorno (anos)	
		RCCTE*	RCCTE**	RCCTE*	RCCTE**
Bragança	Exp. 1	Vent. Natural	VME	-	2,4
	Exp. 2	Vent. Natural	VME	-	2,4
	Exp. 3	Vent. Natural	VME	-	2,4
Melgaço	Exp. 1	Vent. Natural	Vent. Natural	-	-
	Exp. 2	Vent. Natural	Vent. Natural	-	-
	Exp. 3	Vent. Natural	Vent. Natural	-	-
Porto	Exp. 1	Vent. Natural	Vent. Natural	-	-
	Exp. 2	Vent. Natural	Vent. Natural	-	-
	Exp. 3	Vent. Natural	Vent. Natural	-	-
Guarda	Exp. 1	Vent. Natural	Vent. Natural	-	-
	Exp. 2	Vent. Natural	Vent. Natural	-	-
	Exp. 3	Vent. Natural	VME	-	2,3
Penhas Douradas	Exp. 1	Vent. Natural	Vent. Natural	-	-
	Exp. 2	Vent. Natural	VME	-	1,8
	Exp. 3	Vent. Natural	VME	-	1,8
Lisboa	Exp. 1	Vent. Natural	Vent. Natural	-	-
	Exp. 2	Vent. Natural	Vent. Natural	-	-
	Exp. 3	Vent. Natural	Vent. Natural	-	-
Faro	Exp. 1	Vent. Natural	Vent. Natural	-	-
	Exp. 2	Vent. Natural	Vent. Natural	-	-
	Exp. 3	Vent. Natural	Vent. Natural	-	-
Ponta Delgada	Exp. 1	Vent. Natural	Vent. Natural	-	-
	Exp. 2	Vent. Natural	Vent. Natural	-	-
	Exp. 3	Vent. Natural	Vent. Natural	-	-
Funchal	Exp. 1	Vent. Natural	Vent. Natural	-	-
	Exp. 2	Vent. Natural	Vent. Natural	-	-
	Exp. 3	Vent. Natural	Vent. Natural	-	-

Um dos pontos de expansão da ventilação nos edifícios poderá passar pela combinação de sistemas híbridos, que podem apresentar consumos inferiores de energia primária para o aquecimento dos edifícios.

Como em Portugal as necessidades de aquecimento são geralmente inferiores a muitos países europeus, a inovação e projecção dos sistemas híbridos podem ser soluções alternativas mais rentáveis em termos energéticos e económicos.

Estes sistemas em conjunto com soluções construtivas eficientes podem dar lugar ao cumprimento de objectivos como o conforto térmico durante o ano todo assegurando baixos e adequados consumos de energia primária num edifício.

7 – Referências e Bibliografia

- ADENE – *Manual de procedimentos para entidades licenciadoras*. ADENE: Agência para a Energia, 2007.
- AGUIAR, Ricardo; CARVALHO, Maria – *Manual de instalação e utilização do Solterm*. INETI: Instituto Nacional de Engenharia, Tecnologia e Inovação, 2007.
- APONTAMENTOS DE CLIMATIZAÇÃO, FEUP, 2007
- ANSI/ASHRAE *Fundamentals: Chapter 8 - Thermal Comfort*, 2005
- ANSI/ASHRAE - *Fundamentals: Chapter 27 - Ventilation and Infiltration*, 2005
- ANSI/ASHRAE – *Thermal Environmental Conditions for Human Occupancy*. Standard 55 – 2004.
- ANSI/ASHRAE - *Ventilation and Acceptable Indoor Air Quality for Low-Rise Residential Buildings*. Standard 62.2 - 2004.
- FMA, *Guidance from the Fan Manufacturers Association*,
- GILLOTT, M. - *A Novel Mechanical Ventilation Heat Recovery/Heat Pump System*. PhD Thesis, University of Nottingham, 2000
- GONÇALVES, Hélder; GRAÇA, João – *Conceitos Bioclimáticos para os Edifícios em Portugal*. INETI: Instituto Nacional de Engenharia, Tecnologia e Inovação, 2004
- GONÇALVES, Hélder; BROTAS, Luísa – *A norma Passivhaus em climas quentes da Europa: Directrizes de projectos para casas confortáveis de baixo consumo energético*. INETI: Instituto Nacional de Engenharia, Tecnologia e Inovação, 2007.
- GONÇALVES, Hélder; MALDONADO, Eduardo – *Manual de apoio à aplicação do RCCTE*. INETI, Instituto Nacional de Engenharia e Tecnologia Industrial, 2007
- LEAL, Vítor; MALDONADO, Eduardo – *The impact of ventilation on heating and cooling energy demand: Report for the dwelling case study*. IDMEC, Instituto de Engenharia Mecânica, 2000
- LEAL, Vítor; MALDONADO, Eduardo – *TIP-VENT: Towards Improved Performances of Mechanical Ventilation Systems*. IDMEC, 2001
- KGRAH, Jesper; ROSE, Jorgen; SVENDSEN, Svend - *Mechanical ventilation with heat recovery in cold climates*. CCETUD, 2005
- LOWE, Robert; JOHNSTON, David - *A Field trial of mechanical ventilation with heat recovery in local authority, low-rise housing*. Leeds: Faculty of Health and Environment, 1997
- NASCIMENTO, Carlos; GONÇALVES, Hélder – *Prémio DGE 2003 – Eficiência Energética em Edifícios*, Lisboa, 2005
- PINA DOS SANTOS, Carlos; MATIAS, Luís – *Coeficientes de Transmissão Térmica de Elementos da Envolvente dos Edifícios*. LNEC, Laboratório Nacional de Engenharia Civil, 2006

SIMONSON, Carey – *Energy consumption and ventilation performance of a naturally ventilated ecological house in a cold climate*, University of Saskatchewan, Canada, 2004

TUOMAALA, Pekka - Implementation and evaluation of air flow and heat transfer routines for building simulation tools. DMEHUT, 2002

VAQUERO, Petra - *Sistemas de Ventilação Híbridos em Edifícios – Análise Energética Resultante da Implementação de Sistemas de Ventilação Inovativos*. Dissertação de Mestrado apresentado à Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, 2006

RCCTE – *Regulamento das Características de Comportamento Térmico dos Edifícios*. Decreto-Lei nº 80/2006 de Abril, 2006

Sites:

www.adene.pt

www.aldes.com

www.apirac.pt

www.bergschenhoek-groep.nl/english/index.html

www.efriarc.pt

www.elsevier.com

www.feta.co.uk

www.iberterm.com

www.hevac.com

www.sciencedirect.com

www.systemair.pt

www.who.int

Anexo A: Cálculos de caracterização térmica dos edifícios estudados

Caso de Estudo 1: Moradia Geminada

Neste anexo pretende-se apresentar a metodologia para a envolvente do edifício e os valores que servirão de cálculo às diferentes necessidades.

Paredes duplas

A.1: Constituição das paredes duplas - MG

Constituição	Espessura [m]	ρ [kg/m ³]	λ [W/m.°C]	R [m ² .°C/W]	U [W/m ² .°C]	m_i [kg/m ²]
Resistência Térmica Exterior				0,04	0,42	214,0
Reboco Exterior	0,02	2000	1,8	0,01		
Placas de poliestireno expandido	0,06	32,5	0,037	1,62		
Pano de Alvenaria de Tijolo Furado Normal	-	-	0,52	0,52		
Reboco Interior	0,02	1200	0,57	0,04		
Resistência Térmica Interior				0,13		
Resistência Total				2,36		

Cobertura

A.2: Constituição da cobertura - MG

Constituição	Espessura [m]	ρ [kg/m ³]	λ [W/m.°C]	R [m ² .°C/W]	U [W/m ² .°C]	m_i [kg/m ²]
Resistência Térmica Exterior				0,04	0,49	624,0
Seixo	0,015	1950	2	0,01		
Tela Impermeabilização	0,001	2100	0,7	0		
Poliestireno expandido moldado (EPS)	0,06	15	0,037	1,62		
Betão de Enchimento leve	0,1	1700	0,85	0,12		
Laje de Betão	0,2	2150	1,65	0,12		
Reboco Interior	0,02	1200	0,57	0,04		
Resistência Térmica Interior				0,10		
Resistência Total				2,04		

Envolvente interior opaca:

Parede Interior

A.3: Constituição das paredes interiores - MG

Constituição	Espessura [m]	ρ [kg/m ³]	λ [W/m.°C]	R [m ² .°C/W]	U [W/m ² .°C]	m_i [kg/m ²]
Resistência Térmica Interior				0,13		
Reboco Interior	0,02	1200	0,57	0,04		
Pano de Alvenaria de Tijolo Furado Normal	0,11	1000	0,52	0,22	1,85	158
Reboco Interior	0,02	1200	0,57	0,04		
Resistência Térmica Interior				0,13		
Resistência Total				0,54		

Pontes Térmicas Planas:

Pilar de betão armado

A.4: Pontes térmicas planas - MG

Constituição	Espessura [m]	ρ [kg/m ³]	λ [W/m.°C]	R [m ² .°C/W]	U [W/m ² .°C]	m_i [kg/m ²]
Resistência Térmica Exterior				0,04		
Reboco Exterior	0,015	2000	1,8	0,01		
Poliestireno Expandido	0,06	32,5	0,037	1,62		
Parede de Betão Normal	0,2	2150	1,65	0,12	0,51	448,0
Reboco Interior	0,015	1200	0,57	0,03		
Resistência Térmica Interior				0,13		
Resistência Total				1,95		

Caixa de Estore

A.5: Constituição da caixa de estore - MG

Constituição	Espessura [m]	ρ [kg/m ³]	λ [W/m.°C]	R [m ² .°C/W]	U [W/m ² .°C]	m_i [kg/m ²]
Resistência Térmica Exterior				0,04		
Reboco Exterior	0,02	2000	1,8	0,01		
Placa Fibrocimento	0,185	1600	0,95	0,19		
Poliestireno expandido	0,04	20	0,042	0,95	0,64	320,0
Placa Fibrocimento	0,185	1600	0,95	0,19		
Reboco Interior	0,02	1200	0,57	0,04		
Resistência Térmica Interior				0,13		
Resistência Total				1,56		

Talão de viga

A.6: Constituição do talão de viga - MG

Constituição	Espessura [m]	ρ [kg/m ³]	λ [W/m.°C]	R [m ² .°C/W]	U [W/m ² .°C]	m_i [kg/m ²]
Resistência Térmica Exterior				0,04		
Reboco Exterior	0,02	2000	1,8	0,01		
Espuma de Polietileno expandido	0,06	20	0,037	1,62	0,50	454,0
Laje de Betão	0,2	2150	1,65	0,12		
Reboco Interior	0,02	1200	0,57	0,04		
Resistência Térmica Interior				0,17		
Resistência Total				2,00		

Vãos envidraçados

Cálculo do Factor solar do vão envidraçado - $g_{\perp}$

No RCCTE, do nº 4.3.2 do anexo IV, o factor solar do vão envidraçado do sector residencial, salvo justificação em contrário, deve ser considerada a existência, pelo menos, de cortinas interiores muito transparentes de cor clara. Como o vidro a utilizar na envolvente da moradia geminada é vidro duplo incolor temos pelo mesmo ponto do RCCTE que $g_{\perp} = 0,63$ para a estação de aquecimento. Para a estação de arrefecimento considera-se que o vão está

com protecção solar activada a 100%, logo para protecção exterior com persiana de réguas metálicas de cor clara que $g_{\perp} = 0,07$.

Cálculo do Factor de obstrução - F_s

A.7: Valores do factor de obstrução - MG

F_o	F_f	F_h	F_s
0,9		1	0,9

Cálculo da Fracção envidraçada - F_g

Pelo quadro IV.5 do anexo IV do RCCTE, a fracção envidraçada para a caixilharia de alumínio ou aço, com caixilho sem quadrícula, como o que foi projectado no vão envidraçado da moradia geminada, o valor do F_g é igual a 0,7.

Cálculo do Factor de correcção - F_w

Para o cálculo das necessidades nominais de aquecimento, o factor F_w toma o valor 0,9 para os vidros correntes simples e duplo.

Caso de estudo 2: Habitação Multifamiliar

Envolvente Opaca

Paredes Exteriores

A.8: Constituição das paredes exteriores - HMF

Constituição	Espessura [m]	ρ [kg/m ³]	λ [W/m.°C]	R [m ² .°C/W]	U [W/m ² .°C]	m_i [kg/m ²]
Resistência Térmica Exterior				0,04		
Reboco Exterior	0,02	2000	1,8	0,01		
Placas de poliestireno expandido	0,03	42	0,042	0,71		
Pano de Alvenaria de Tijolo Furado Normal	0,19	1000	0,52	0,84		
Reboco Interior	0,015	1200	1,3	0,01		
Resistência Térmica Interior				0,13		
Resistência Total				1,75	0,57	208,0

Cobertura

A.9: Constituição da cobertura - HMF

Constituição	Espessura [m]	ρ [kg/m ³]	λ [W/m.°C]	R [m ² .°C/W]	U _{Ascendente} [W/m ² .°C]	U _{Descendente} [W/m ² .°C]	m_i [kg/m ²]
Resistência Térmica Exterior				0,10			
Laje de Betão	0,22	2100	2	0,11			
Poliestireno expandido moldado (EPS)	0,05	15	0,04	1,25			
Reboco Interior	0,015	1200	1,3	0,01			
Resistência Térmica Interior				0,10			
Resistência Total				1,57	0,64	0,58	18,0

Envolvente interior opaca:**Parede Interior 1****A.10: Constituição da parede interior do tipo 1 - HMF**

Constituição	Espessura [m]	ρ [kg/m ³]	λ [W/m.°C]	R [m ² .°C/W]	U [W/m ² .°C]	m _i [kg/m ²]
Resistência Térmica Interior				0,13	1,50	341,2
Reboco Interior	0,013	1200	1,3	0,01		
Pano de Alvenaria de Tijolo Furado Normal	0,11	1000	0,27	0,29		
Betão	0,2	1000	2	0,10		
Reboco Interior	0,013	1200	1,3	0,01		
Resistência Térmica Interior				0,13		
Resistência Total				0,67		

Parede Interior 2**A.11: Constituição da parede interior 2 - HMF**

Constituição	Espessura [m]	ρ [kg/m ³]	λ [W/m.°C]	R [m ² .°C/W]	U [W/m ² .°C]	m _i [kg/m ²]
Resistência Térmica Interior				0,13	1,20	251,2
Reboco Interior	0,013	1200	1,3	0,01		
Pano de Alvenaria de Tijolo Furado Normal	0,22	1000	0,52	0,56		
Reboco Interior	0,013	1200	1,3	0,01		
Resistência Térmica Interior				0,13		
Resistência Total				0,83		

Pavimento**A.12: Constituição do pavimento - HMF**

Constituição	Espessura [m]	ρ [kg/m ³]	λ [W/m.°C]	R [m ² .°C/W]	U [W/m ² .°C]	m _i [kg/m ²]
Resistência Térmica Interior				0,17	0,68	100
Parquet madeira	0,01	1200	0,23	0,04		
Betonilha	0,04	1000	1,3	0,07		
Isolamento térmico (ICB)	0,04	1200	0,045	0,89		
Laje betão	0,26	1000	2	0,13		
Resistência Térmica Interior				0,17		
Resistência Total				1,47		

Pontes Térmicas Planas:**Pilar de betão armado e Talão de Viga de Betão Armado****A.13: Constituição do pilar e do talão de betão armado - HMF**

Constituição	Espessura [m]	ρ [kg/m ³]	λ [W/m.°C]	R [m ² .°C/W]	U [W/m ² .°C]	m_i [kg/m ²]
Resistência Térmica Exterior				0,04		
Reboco Exterior	0,015	2000	1,3	0,01		
Poliestireno Expandido (EPS)	0,02	32,5	0,042	0,48		
Tijolo de revestimento	0,04	2150	2	0,10	1,11	104,0
Pilar de betão	0,25		2	0,13		
Reboco Interior	0,015	1200	1,3	0,01		
Resistência Térmica Interior				0,13		
Resistência Total				0,90		

Caixa de Estore**A.14: Constituição da caixa de estore - HMF**

Constituição	Espessura [m]	ρ [kg/m ³]	λ [W/m.°C]	R [m ² .°C/W]	U [W/m ² .°C]	m_i [kg/m ²]
Resistência Térmica Interior				0,13		
Reboco Exterior	0,015	2000	1,3	0,01		
Poliestireno expandido	0,03	20	0,037	0,81	0,91	18,0
Reboco Interior	0,015	1200	1,3	0,01		
Resistência Térmica Interior				0,13		
Resistência Total				1,09		

Vãos Envidraçados**Cálculo do Factor solar do vão envidraçado - $g_{\perp}$**

No RCCTE, do nº 4.3.2 do anexo IV, o factor solar do vão envidraçado do sector residencial, salvo justificação em contrário, deve ser considerada a existência, pelo menos, de cortinas interiores muito transparentes de cor clara. Como o vidro a utilizar na envolvente da

moradia geminada é vidro duplo incolor temos pelo mesmo ponto do RCCTE que $g_{\perp} = 0,63$ para a estação de aquecimento. Para a estação de arrefecimento considera-se que o vão está com protecção solar activada a 100%, logo para protecção exterior com persiana de régua metálicas de cor clara que $g_{\perp} = 0,07$.

Determinação dos parâmetros – τ

A.15: Valores de τ para cada fracção autónoma - HMF

Piso	Fracção	Caixa de escadas (6 pisos)		Circ. Elevadores + entrada		Pavimento sobre garagem
		Comum ao 6 pisos		só 1 piso		A_i
		A_i	A_u	A_i	A_u	
0	T1-A	9,67	8,57	3,69	31,44	53,48
	T1a-B	0		16,88		53,48
	T2c-C	0		7,75		68,12
	T2--A	9,67		3,68		68,12
1 a 4 Em cada piso	T1-A	9,67	8,57			
	T1-B	0				
	T2-C	0				
	T2-A	9,67				
5	T1-A	9,67	8,57			
	T1-B	0				
	T2-C	0				
	T2-A	9,67				
A _i Total		116,04		32		243,2
A _u Total		51,42		31,44		450,9
A _i /A _u		2,26		1,02		0,54
τ		0,3		0,3		0,9

Anexo B: Resultados obtidos para a Moradia Geminada

Classe de Exposição 1B.1.1: Valores de N_{ic} e N_{tc} para Exp. 1 em Bragança, Melgaço, Porto e Guarda - MG

Moradia Geminada			TRN (Inverno)	TRN (Verão)	N_{ic}	N_i	N_{vc}	N_v	TRN* (Inverno)	TRN* (Verão)	N_{ic}^*	N_{vc}^*	E_v	N_{ac}	N_a	N_{tc}	E_v	N_{tc}^*	N_{tc}^{**}	N_t
			(RPH)	(RPH)	(kWh/m ² .ano)	(kWh/m ² .ano)	(kW/h/m ² .ano)	(kW/h/m ² .ano)	(RPH)	(RPH)	(kW/h/m ² .ano)	(kWh/m ² .ano)	(kW/h/m ² .ano)	(kW/h/m ² .ano)	(kW/h/m ² .ano)	(kge p/m ² .ano)	(kge p/m ² .ano)	(kge p/m ² .ano)	(kge p/m ² .ano)	(kge p/m ² .ano)
Classe de Exposição 1	Bragança	Vent. Nat. – Caix. 1	0,9	0,9	72,9	117,1	2,9	18	0,90	0,9	72,9	2,9	0,0	13,5	25,2	1,9	0,0	1,9	8,7	4,6
		VME	0,6	0,6	58,7	117,1	5,6	18	0,60	0,6	58,7	5,7	3,7	13,5	25,2	1,8	1,1	2,9	8,2	4,6
		VMRC - Equilíbrio	0,6	0,6	61,2	117,1	6,9	18	0,42	0,9	51,3	5,4	7,5	13,5	25,2	1,8	2,2	3,9	9,3	4,6
		VMRC - Sobrepressão	0,6	0,6	61,2	117,1	6,9	18	0,36	0,6	48	6,9	7,5	13,5	25,2	1,8	2,2	3,9	9,3	4,6
	Melgaço	Vent. Nat. – Caix. 1	0,9	0,9	71,2	113,9	2,6	16	0,90	0,9	71,2	2,6	0,0	14,7	25,2	2,0	0,0	2,0	8,6	4,6
		VME	0,6	0,6	57,4	113,9	5,2	16	0,60	0,6	57,4	5,2	3,7	14,7	25,2	1,9	1,1	2,9	8,2	4,6
		VMRC - Equilíbrio	0,6	0,6	59,7	113,9	6,5	16	0,42	0,9	50,1	5,1	7,5	14,7	25,2	1,9	2,2	4,0	9,3	4,6
		VMRC - Sobrepressão	0,6	0,6	59,7	113,9	6,5	16	0,36	0,6	46,9	6,5	7,5	14,7	25,2	1,9	2,2	4,0	9,3	4,6
	Porto	Vent. Nat. – Caix. 1	0,9	0,9	32,2	68,1	2,6	16	0,90	0,9	32,2	2,6	0,0	14,7	25,2	1,6	0,0	1,6	4,7	4,2
		VME	0,6	0,6	25,1	68,1	5,2	16	0,60	0,6	25,1	5,2	3,7	14,7	25,2	1,6	1,1	2,6	5,0	4,2
		VMRC - Equilíbrio	0,6	0,6	27,1	68,1	6,5	16	0,42	0,9	21,8	5,1	7,5	14,7	25,2	1,6	2,2	3,7	6,1	4,2
		VMRC - Sobrepressão	0,6	0,6	27,1	68,1	6,5	16	0,36	0,6	20,1	6,5	7,5	14,7	25,2	1,6	2,2	3,7	6,1	4,2
	Guarda	Vent. Nat. – Caix. 1	0,9	0,9	75,5	119,8	2,6	16	0,90	0,9	75,5	2,6	0,0	14,4	25,2	2,0	0,0	2,0	8,9	4,6
		VME	0,6	0,6	60,9	119,8	5,2	16	0,60	0,6	60,9	5,2	3,7	14,4	25,2	1,9	1,1	2,9	8,5	4,6
		VMRC - Equilíbrio	0,6	0,6	63,3	119,8	6,5	16	0,42	0,9	53,2	5,1	7,5	14,4	25,2	1,9	2,2	4,0	9,6	4,6
		VMRC - Sobrepressão	0,6	0,6	63,3	119,8	6,5	16	0,36	0,6	49,8	6,5	7,5	14,4	25,2	1,9	2,2	4,0	9,6	4,6

B.1.2: Classe energética para Exp. 1 em Bragança, Melgaço, Porto e Guarda - MG

Moradia Geminada			Caldeira a combustível gasoso + Bomba Calor			RCCTE	RCCTE*	RCCTE**	Consumo dos Ventiladores em Energia primária [%]		Acréscimos de Energia Primária [%]			Redução do N _{ic} [%]	Redução do N _{ic} * [%]
			N _{tc} /N _t	N _{tc} */N _t	N _{tc} **/N _t				De acordo com SCE	RCCTE*	RCCTE**	RCCTE	RCCTE*		
Classe de Exposição 1	Bragança	Vent. Nat. – Caix. 1	0,41	-	1,87	A	-	D	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
		VME	0,39	0,62	1,78	A	B	D	38,1	13,2	-5,9	148,9	-4,8	19,4	19,4
		VMRC - Equilíbrio	0,40	0,85	2,02	A	B -	E	55,2	23,3	-4,0	-99,8	-5,3	16,1	29,7
		VMRC - Sobrepressão	0,40	0,85	2,02	A	B -	E	55,2	23,3	-4,0	-99,8	-7,3	16,1	34,2
	Melgaço	Vent. Nat. – Caix. 1	0,44	-	1,87	A	-	D	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
		VME	0,41	0,64	1,79	A	B	D	37,0	13,3	-5,5	147,1	-4,4	19,4	19,4
		VMRC - Equilíbrio	0,42	0,88	2,02	A	B -	E	54,0	23,4	-3,8	196,0	-4,5	16,1	29,6
		VMRC - Sobrepressão	0,42	0,88	2,02	A	B -	E	54,0	23,4	-3,8	195,1	-6,6	16,1	34,1
	Porto	Vent. Nat. – Caix. 1	0,38	-	1,13	A	-	C	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
		VME	0,37	0,63	1,20	A	B	C	41,5	21,6	-2,7	162,9	6,9	21,8	21,8
		VMRC - Equilíbrio	0,38	0,89	1,46	A	B -	C	58,7	35,7	-0,8	226,4	15,7	15,8	32,2
		VMRC - Sobrepressão	0,38	0,89	1,46	A	B -	C	58,7	35,7	-0,8	226,2	15	15,8	37,6
	Guarda	Vent. Nat. – Caix. 1	0,43	0,0	1,93	A	-	D	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
		VME	0,41	0,65	1,83	A	B	D	37,0	12,8	-5,9	146,4	-5,2	19,3	19,3
		VMRC - Equilíbrio	0,42	0,87	2,07	A	B -	E	54,0	22,7	-4,1	194,8	-5,8	16,1	29,5
		VMRC - Sobrepressão	0,42	0,87	2,07	A	B -	E	54,0	22,7	-4,1	193,8	-8,0	16,1	34,0

B.1.3: Valores de N_{ic} e N_{tc} para Exp. 1 em Penhas Douradas, Lisboa, Évora e Faro - MG

Moradia Geminada			TRN	TRN	N_{ic}	N_i	N_{vc}	N_v	TRN*	TRN*	N_{ic}^*	N_{vc}^*	E_v	N_{ac}	N_a	N_{tc}	E_v	N_{tc}^*	N_{tc}^{**}	N_t
			(Inverno)	(Verão)					(Inverno)	(Verão)										
			(RPH)	(RPH)	(kW h/m².ano)	(kWh/m².ano)	(kW h/m².ano)	(kW h/m².ano)	(RPH)	(RPH)	(kW h/m².ano)	(kWh/m².ano)	(kW h/m².ano)	(kW h/m².ano)	(kW h/m².ano)	(kge p/m².ano)	(kge p/m².ano)	(kge p/m².ano)	(kge p/m².ano)	(kge p/m².ano)
Classe de Exposição 1	Penhas Douradas	Vent. Nat. – Caix. 1	0,9	0,9	97,1	142,8	2,6	16	0,90	0,9	97,1	2,6	0,0	14,5	25,2	2,2	0,0	2,2	11,1	4,8
		VME	0,6	0,6	79,1	142,8	5,2	16	0,60	0,6	79,1	5,2	3,7	14,5	25,2	2,1	1,1	3,1	10,3	4,8
		VMRC - Equilíbrio	0,6	0,6	81,5	142,8	6,5	16	0,42	0,9	69,3	5,1	7,5	14,5	25,2	2,1	2,2	4,2	11,4	4,8
		VMRC - Sobrepressão	0,6	0,6	81,5	142,8	6,5	16	0,36	0,6	65,2	6,5	7,5	14,5	25,2	2,1	2,2	4,2	11,4	4,8
	Lisboa	Vent. Nat. – Caix. 1	0,9	0,9	21,4	51,5	13,5	32	0,90	0,9	21,4	13,5	0,0	13,8	25,2	1,5	0,0	1,5	4,6	4,2
		VME	0,6	0,6	16,5	51,5	16,1	32	0,60	0,6	16,5	16,1	3,7	13,8	25,2	1,5	1,1	2,6	5,2	4,2
		VMRC - Equilíbrio	0,6	0,6	17,9	51,5	17,3	32	0,42	0,9	14,2	16,0	7,5	13,8	25,2	1,5	2,2	3,6	6,2	4,2
		VMRC - Sobrepressão	0,6	0,6	17,9	51,5	17,3	32	0,36	0,6	13,0	17,3	7,5	13,8	25,2	1,5	2,2	3,6	6,2	4,2
	Évora	Vent. Nat. – Caix. 1	0,9	0,9	26,9	59,4	13,4	32	0,90	0,9	26,9	13,4	0,0	13,5	25,2	1,6	0,0	1,6	5,1	4,2
		VME	0,6	0,6	20,9	59,4	16,0	32	0,60	0,6	20,9	16,0	3,7	13,5	25,2	1,5	1,1	2,6	5,6	4,2
		VMRC - Equilíbrio	0,6	0,6	22,5	59,4	17,2	32	0,42	0,9	18,0	15,9	7,5	13,5	25,2	1,6	2,2	3,7	6,6	4,2
		VMRC - Sobrepressão	0,6	0,6	22,5	59,4	17,2	32	0,36	0,6	16,5	17,2	7,5	13,5	25,2	1,6	2,2	3,7	6,6	4,2
	Faro	Vent. Nat. – Caix. 1	0,9	0,9	20,7	46,4	13,5	32	0,90	0,9	20,7	13,5	0,0	13,5	25,2	1,5	0,0	1,5	4,5	4,1
		VME	0,6	0,6	15,5	46,4	15,5	32	0,60	0,6	15,5	15,5	1,9	13,5	25,2	1,5	0,5	2,0	4,6	4,1
		VMRC - Equilíbrio	0,6	0,6	17,3	46,4	17,3	32	0,60	0,6	17,3	17,3	7,5	13,5	25,2	1,5	2,2	3,6	6,2	4,1
		VMRC - Sobrepressão	0,6	0,6	17,3	46,4	17,3	32	0,36	0,6	23,3	17,3	7,5	13,5	25,2	1,5	2,2	3,6	6,2	4,1

B.1.4: Classe energética para Exp. 1 em Penhas Douradas, Lisboa, Évora e Faro - MG

Moradia Geminada			Caldeira a combustível gasoso + Bomba Calor			RCCTE	RCCTE*	RCCTE**	Consumo dos Ventiladores em Energia primária [%]		Acréscimos de Energia Primária [%]			Redução do N _{ic} [%]	Redução do N _{ic} * [%]
			N _{tc} /N _t	N _{tc} */N _t	N _{tc} */N _t				De acordo com SCE		RCCTE*	RCCTE**	RCCTE		
Classe de Exposição 1	Penhas Douradas	Vent. Nat. – Caix. 1	0,46	-	2,29	A	-	E	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
		VME	0,43	0,65	2,13	A	B	E	34,7	10,5	-6,9	140,2	-7,3	18,6	18,6
		VMRC - Equilíbrio	0,44	0,87	2,35	A	B -	E	51,5	19,1	-5,2	188,9	-9,6	16,0	28,7
		VMRC - Sobrepressão	0,44	0,87	2,35	A	B -	E	51,5	19,1	-5,2	188,9	-12,1	16,0	32,9
	Lisboa	Vent. Nat. – Caix. 1	0,37	0,0	1,11	A	-	C	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
		VME	0,36	0,62	1,24	A	B	C	42,3	21,0	-1,5	167,5	12,4	23,0	23,0
		VMRC - Equilíbrio	0,37	0,88	1,50	A	B -	D	59,5	34,7	0,2	238,4	24,6	16,2	33,7
		VMRC - Sobrepressão	0,37	0,88	1,50	A	B -	D	59,5	34,7	0,2	238,4	24,9	16,2	39,3
	Évora	Vent. Nat. – Caix. 1	0,37	0,0	1,21	A	-	C	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
		VME	0,36	0,61	1,31	A	B	C	42,1	19,5	-2,2	165,6	8,8	22,4	22,4
		VMRC - Equilíbrio	0,37	0,87	1,57	A	B -	D	59,2	32,7	-0,4	235,2	18,4	16,4	33,1
		VMRC - Sobrepressão	0,37	0,87	1,57	A	B -	D	59,2	32,7	-0,4	235,2	18,2	16,4	38,5
	Faro	Vent. Nat. – Caix. 1	0,36	0,0	1,10	A	-	C	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
		VME	0,35	0,48	1,12	A	A	C	27,3	11,8	-2,2	133,3	2,1	25,3	25,3
		VMRC - Equilíbrio	0,36	0,88	1,51	A	B -	D	60,0	34,9	0,3	242,2	37,8	16,4	16,4
		VMRC - Sobrepressão	0,36	0,88	1,51	A	B -	D	60,0	34,9	0,3	242,2	27,8	16,4	-12,3

B.1.5: Valores de N_{ic} e N_{tc} para Exp. 1 em Ponta Delgada e Funchal - MG

Moradia Geminada			TRN (Inverno)	TRN (Verão)	N_{ic}	N_i	N_{vc}	N_v	TRN* (Inverno)	TRN* (Verão)	N_{ic}^*	N_{vc}^*	E_v	N_{ac}	N_a	N_{tc}	E_v	N_{tc}^*	N_{tc}^{**}	N_t
			(RPH)	(RPH)	(kW h/m ² . ano)	(kW h/m ² . ano)	(kW h/m ² . ano)	(kW h/m ² . ano)	(RPH)	(RPH)	(kW h/m ² . ano)	(kW h/m ² . ano)	(kW h/m ² . ano)	(kW h/m ² . ano)	(kW h/m ² . ano)	(kge p/m ² . ano)	(kgep/ m ² .ano)	(kge p/m ² . ano)	(kgep/ m ² .ano)	(kge p/m ² . ano)
Classe de Exposição 1	Ponta Delgada - Açores	Vent. Nat. – Caix. 1	0,9	0,9	13,2	34,4	5,1	21	0,90	0,9	13,2	5,1	0,0	15,6	25,2	1,5	0,0	1,5	3,1	3,9
		VME	0,6	0,6	10,2	34,4	8,1	21	0,60	0,6	10,2	8,1	3,7	15,6	25,2	1,5	1,1	2,6	4,0	3,9
		VMRC - Equilíbrio	0,6	0,6	11,4	34,4	9,3	21	0,42	0,9	9,0	7,6	7,5	15,6	25,2	1,5	2,2	3,7	5,1	3,9
		VMRC - Sobrepressão	0,6	0,6	11,4	34,4	9,3	21	0,36	0,6	8,2	9,3	7,5	15,6	25,2	1,5	2,2	3,7	5,1	3,9
	Funchal - Madeira	Vent. Nat. – Caix. 1	0,9	0,9	16,4	34,9	5,4	16	0,90	0,9	16,4	5,4	0,0	15,8	25,2	1,6	0,0	1,6	3,5	3,9
		VME	0,6	0,6	12,9	34,9	8,5	16	0,60	0,6	12,9	8,5	3,7	15,8	25,2	1,6	1,1	2,6	4,3	3,9
		VMRC - Equilíbrio	0,6	0,6	13,8	34,9	9,7	16	0,42	0,9	11,2	7,9	7,5	15,8	25,2	1,6	2,2	3,7	5,4	3,9
		VMRC - Sobrepressão	0,6	0,6	13,8	34,9	9,7	16	0,36	0,6	10,3	9,7	7,5	15,8	25,2	1,6	2,2	3,7	5,4	3,9

B.1.6: Classe energética para Exp. 1 em Ponta Delgada e Funchal - MG

Moradia Geminada			Caldeira a combustível gasoso + Bomba Calor			RCCTE	RCCTE*	RCCTE**	Consumo dos Ventiladores em Energia primária [%]		Acréscimos de Energia Primária [%]			Redução do N _{ic} [%]	Redução do N _{ic} * [%]
			N _{tc} /N _t	N _{tc} * /N _t	N _{tc} **/ N _t				De acordo com SCE		RCCTE*	RCCTE**	RCCTE		
Classe de Exposição 1	Ponta Delgada - Açores	Vent. Nat. – Caix. 1	0,39	-	0,80	A	-	B -	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
		VME	0,39	0,66	1,02	A	B	C	42,0	27,3	0,0	169,6	26,9	22,2	22,2
		VMRC - Equilíbrio	0,40	0,94	1,29	A	B -	C	59,2	42,9	1,5	238,1	48,2	13,9	31,8
		VMRC - Sobrepressão	0,40	0,94	1,29	A	B -	C	59,2	42,9	1,5	238,8	51,2	13,9	37,6
	Funchal - Madeira	Vent. Nat. – Caix. 1	0,41	0,00	0,91	A	-	B -	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
		VME	0,41	0,68	1,12	A	B	C	41,2	25,0	-0,3	167,2	23,5	21,4	21,4
		VMRC - Equilíbrio	0,41	0,96	1,40	A	B -	C	58,3	40,1	1,0	233,2	42,1	16,2	31,9
		VMRC - Sobrepressão	0,41	0,96	1,40	A	B -	C	58,3	40,1	1,0	233,8	44,7	16,2	37,1

Classe de Exposição 2

B.2.1: Valores de N_{ic} e N_{tc} para Exp. 2 em Bragança, Melgaço, Porto e Guarda - MG

Moradia Geminada			TRN	TRN	N_{ic}	N_i	N_{vc}	N_v	TRN*	TRN*	N_{ic}^*	N_{vc}^*	E_v	N_{ac}	N_a	N_{tc}	E_v	N_{tc}^*	N_{tc}^{**}	N_t
			(Inverno)	(Verão)					(Inverno)	(Verão)										
			(RPH)	(RPH)	(kW h/m ² .ano)	(kWh/ m ² .ano)	(kW h/m ² .ano)	(kW h/m ² .ano)	(RPH)	(RPH)	(kW h/m ² .ano)	(kWh/ m ² .ano)	(kW h/m ² .ano)	(kW h/m ² .ano)	(kW h/m ² .ano)	(kge p/m ² .ano)	(kge p/m ² .ano)	(kge p/m ² .ano)	(kge p/m ² .ano)	(kge p/m ² .ano)
Classe de Exposição 2	Bragança	Vent. Nat. – Caix. 1	1,0	1,0	75,7	117,1	2,7	18	0,95	1,0	75,7	2,7	0,0	13,5	25,2	1,9	0,0	1,9	8,9	4,6
		VME	0,6	0,6	58,7	117,1	5,6	18	0,60	0,6	58,7	5,6	3,7	13,5	25,2	1,8	1,1	2,8	8,2	4,6
		VMRC - Equilíbrio	0,6	0,6	61,2	117,1	6,9	18	0,82	1,3	73,3	4,2	7,5	13,5	25,2	1,8	2,2	3,9	9,3	4,6
		VMRC - Sobrepressão	0,6	0,6	61,2	117,1	6,9	18	0,36	0,6	48,0	6,9	7,5	13,5	25,2	1,8	2,2	3,9	9,3	4,6
	Melgaço	Vent. Nat. – Caix. 1	1,0	1,0	73,8	113,9	2,4	16	0,95	1,0	73,8	2,4	0,0	14,7	25,2	2,0	0,0	2,0	8,8	4,6
		VME	0,6	0,6	57,4	113,9	5,2	16	0,60	0,6	57,4	5,2	3,7	14,7	25,2	1,9	1,1	2,9	8,2	4,6
		VMRC - Equilíbrio	0,6	0,6	59,7	113,9	6,5	16	0,82	1,3	71,5	4,0	7,5	14,7	25,2	1,9	2,2	4,0	9,3	4,6
		VMRC - Sobrepressão	0,6	0,6	59,7	113,9	6,5	16	0,36	0,6	46,9	6,5	7,5	14,7	25,2	1,9	2,2	4,0	9,3	4,6
	Porto	Vent. Nat. – Caix. 1	1,0	1,0	33,7	68,1	2,4	16	0,95	1,0	33,7	2,4	0,0	14,7	25,2	1,6	0,0	1,6	4,8	4,2
		VME	0,6	0,6	25,1	68,1	5,2	16	0,60	0,6	25,1	5,2	3,7	14,7	25,2	1,6	1,1	2,6	5,0	4,2
		VMRC - Equilíbrio	0,6	0,6	27,1	68,1	6,5	16	0,82	1,3	33,7	4,0	7,5	14,7	25,2	1,6	2,2	3,7	6,1	4,2
		VMRC - Sobrepressão	0,6	0,6	27,1	68,1	6,5	16	0,36	0,6	20,1	6,5	7,5	14,7	25,2	1,6	2,2	3,7	6,1	4,2
	Guarda	Vent. Nat. – Caix. 1	1,0	1,0	78,3	119,8	2,4	16	0,95	1,0	78,3	2,4	0,0	14,4	25,2	2,0	0,0	2,0	9,2	4,6
		VME	0,6	0,6	60,9	119,8	5,2	16	0,60	0,6	60,9	5,2	3,7	14,4	25,2	1,9	1,1	2,9	8,5	4,6
		VMRC - Equilíbrio	0,6	0,6	63,3	119,8	6,5	16	0,82	1,3	75,8	4,0	7,5	14,4	25,2	1,9	2,2	4,0	9,6	4,6
		VMRC - Sobrepressão	0,6	0,6	63,3	119,8	6,5	16	0,36	0,6	49,8	6,5	7,5	14,4	25,2	1,9	2,2	4,0	9,6	4,6

B.2.2: Classe energética para Exp. 2 em Bragança, Melgaço, Porto e Guarda - MG

Moradia Geminada			Caldeira a combustível gasoso + Bomba Calor			RCCTE	RCCTE*	RCCTE**	Consumo dos Ventiladores em Energia primária [%]		Acréscimos de Energia Primária [%]			Redução do N_{ic} [%]	Redução do N_{ic}^* [%]
			N_{ic}/N_t	N_{ic}^*/N_t	N_{ic}^{**}/N_t	De acordo com SCE			RCCTE*	RCCTE**	RCCTE	RCCTE*	RCCTE**		
Classe de Exposição 2	Bragança	Vent. Nat. – Caix. 1	0,42	-	1,93	A	-	D	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
		VME	0,39	0,62	1,78	A	B	D	38,1	13,2	-7,2	147,0	-7,5	22,4	22,4
		VMRC - Equilíbrio	0,40	0,85	2,02	A	B -	E	55,2	23,3	-5,3	207,8	15,2	19,2	3,1
		VMRC - Sobrepressão	0,40	0,85	2,02	A	B -	E	55,2	23,3	-5,3	196,2	-10,0	19,2	36,6
	Melgaço	Vent. Nat. – Caix. 1	0,44	-	1,92	A	-	D	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
		VME	0,41	0,64	1,79	A	B	D	37,0	13,3	-6,7	145,2	-7,1	22,3	22,3
		VMRC - Equilíbrio	0,42	0,88	2,02	A	B -	E	54,0	23,4	-5,0	203,5	15,7	19,1	3,1
		VMRC - Sobrepressão	0,42	0,88	2,02	A	B -	E	54,0	23,4	-5,0	192,7	-9,2	19,1	36,5
	Porto	Vent. Nat. – Caix. 1	0,39	-	1,16	A	-	C	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
		VME	0,37	0,63	1,20	A	B	C	41,5	21,6	-3,5	161,6	3,9	25,4	25,4
		VMRC - Equilíbrio	0,38	0,89	1,46	A	B -	C	58,7	35,7	-1,6	231,1	34,7	19,6	-0,1
		VMRC - Sobrepressão	0,38	0,89	1,46	A	B -	C	58,7	35,7	-1,6	224,3	11,8	19,6	40,4
	Guarda	Vent. Nat. – Caix. 1	0,44	0,00	1,99	A	-	D	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
		VME	0,41	0,63	1,83	A	B	D	37,0	12,8	-7,1	144,5	-7,9	22,2	22,2
		VMRC - Equilíbrio	0,42	0,87	2,07	A	B -	E	54,0	22,7	-5,3	202,7	14,6	19,1	3,2
		VMRC - Sobrepressão	0,42	0,87	2,07	A	B -	E	54,0	22,7	-5,3	191,3	-10,7	19,1	36,4

B.2.3: Valores de N_{ic} e N_{tc} para Exp. 2 em Penhas Douradas, Lisboa, Évora e Faro - MG

Moradia Geminada			TRN (Inverno)	TRN (Verão)	N_{ic}	N_i	N_{vc}	N_v	TRN* (Inverno)	TRN* (Verão)	N_{ic}^*	N_{vc}^*	E_v	N_{ac}	N_a	N_{tc}	E_v	N_{tc}^*	N_{tc}^{**}	N_t
			(RPH)	(RPH)	(kWh/ m ² .ano)	(kWh/ m ² .ano)	(kW h/m ² .ano)	(kW h/m ² .ano)	(RPH)	(RPH)	(kWh/ m ² .ano)	(kWh /m ² .ano)	(kW h/m ² .ano)	(kW h/m ² .ano)	(kWh/ m ² .ano)	(kge p/m ² .ano)	(kge p/m ² .ano)	(kge p/m ² .ano)	(kgep/ m ² .ano)	(kge p/m ² .ano)
Classe de Exposição 2	Penhas Douradas	Vent. Nat. – Caix. 1	1,0	1,0	100,6	142,8	2,4	16	0,95	1,0	100,6	2,4	0,0	14,5	25,2	2,3	0,0	2,3	11,4	4,8
		VME	0,6	0,6	79,1	142,8	5,2	16	0,60	0,6	79,1	5,2	3,7	14,5	25,2	2,1	1,1	3,1	10,3	4,8
		VMRC - Equilíbrio	0,6	0,6	81,5	142,8	6,5	16	0,82	1,3	96,6	4,0	7,5	14,5	25,2	2,1	2,2	4,2	11,4	4,8
		VMRC - Sobrepressão	0,6	0,6	81,5	142,8	6,5	16	0,36	0,6	65,2	6,5	7,5	14,5	25,2	2,1	2,2	4,2	11,4	4,8
	Lisboa	Vent. Nat. – Caix. 1	1,0	1,0	22,5	51,5	13,2	32	0,95	1,0	22,5	13,2	0,0	13,8	25,2	1,5	0,0	1,5	4,7	4,2
		VME	0,6	0,6	16,5	51,5	16,1	32	0,60	0,6	16,5	16,1	3,7	13,8	25,2	1,5	1,1	2,6	5,2	4,2
		VMRC - Equilíbrio	0,6	0,6	17,9	51,5	17,3	32	0,82	1,3	22,7	14,2	7,5	13,8	25,2	1,5	2,2	3,6	6,2	4,2
		VMRC - Sobrepressão	0,6	0,6	17,9	51,5	17,3	32	0,36	0,6	13,0	17,3	7,5	13,8	25,2	1,5	2,2	3,6	6,2	4,2
	Évora	Vent. Nat. – Caix. 1	1,0	1,0	28,2	59,4	13,1	32	0,95	1,0	28,2	13,1	0,0	13,5	25,2	1,6	0,0	1,6	5,2	4,2
		VME	0,6	0,6	20,9	59,4	16,0	32	0,60	0,6	20,9	16,0	3,7	13,5	25,2	1,5	1,1	2,6	5,6	4,2
		VMRC - Equilíbrio	0,6	0,6	22,5	59,4	17,2	32	0,82	1,3	28,2	14,1	7,5	13,5	25,2	1,6	2,2	3,7	6,6	4,2
		VMRC - Sobrepressão	0,6	0,6	22,5	59,4	17,2	32	0,36	0,6	16,5	17,2	7,5	13,5	25,2	1,6	2,2	3,7	6,6	4,2
	Faro	Vent. Nat. – Caix. 1	1,0	1,0	21,7	46,4	13,2	32	0,95	1,0	21,7	13,2	0,0	13,5	25,2	1,5	0,0	1,5	4,6	4,1
		VME	0,6	0,6	15,5	46,4	15,5	32	0,60	0,6	15,5	15,5	1,9	13,5	25,2	1,5	0,5	2,0	4,6	4,1
		VMRC - Equilíbrio	0,6	0,6	17,3	46,4	17,3	32	0,60	0,6	17,3	17,3	7,5	13,5	25,2	1,5	2,2	3,6	6,2	4,1
		VMRC - Sobrepressão	0,6	0,6	17,3	46,4	17,3	32	0,36	0,6	23,3	17,3	7,5	13,5	25,2	1,5	2,2	3,6	6,2	4,1

B.2.4: Classe energética para Exp. 2 em Penhas Douradas, Lisboa, Évora e Faro - MG

Moradia Geminada			Caldeira a combustível gasoso + Bomba Calor			RCCTE	RCCTE*	RCCTE**	Consumo dos Ventiladores em Energia primária [%]		Acréscimos de Energia Primária [%]			Redução do N _{ic} [%]	Redução do N _{ic} * [%]
			N _{tc} /N _t	N _{ic} */N _t	N _{tc} **/N _t				De acordo com SCE	RCCTE*	RCCTE**	RCCTE	RCCTE*		
Classe de Exposição 2	Penhas Douradas	Vent. Nat. – Caix. 1	0,47	-	2,36	A	-	E	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
		VME	0,43	0,65	2,13	A	B	E	34,7	10,5	-8,2	138,2	-9,9	21,3	21,3
		VMRC - Equilíbrio	0,44	0,87	2,35	A	B -	E	51,5	19,1	-6,6	191,7	10,5	18,9	4,0
		VMRC - Sobrepressão	0,44	0,87	2,35	A	B -	E	51,5	19,1	-6,6	179,0	-14,5	18,9	35,2
	Lisboa	Vent. Nat. – Caix. 1	0,37	0,00	1,13	A	-	C	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
		VME	0,36	0,62	1,24	A	B	C	42,3	21,0	-2,1	166,6	10,3	26,8	26,8
		VMRC - Equilíbrio	0,37	0,88	1,50	A	B -	D	59,5	34,7	-0,3	238,1	36,7	20,2	-1,0
		VMRC - Sobrepressão	0,37	0,88	1,50	A	B -	D	59,5	34,7	-0,3	233,8	22,6	20,2	42,3
	Évora	Vent. Nat. – Caix. 1	0,37	0,00	1,23	A	-	C	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
		VME	0,36	0,61	1,31	A	B	C	42,1	19,5	-2,9	164,4	6,5	26,0	26,0
		VMRC - Equilíbrio	0,37	0,87	1,57	A	B -	D	59,2	32,7	-1,1	235,2	32,0	20,2	0,1
		VMRC - Sobrepressão	0,37	0,87	1,57	A	B -	D	59,2	32,7	-1,1	229,8	15,8	20,2	41,4
	Faro	Vent. Nat. – Caix. 1	0,36	0,00	1,11	A	-	C	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
		VME	0,35	0,48	1,12	A	A	C	27,3	11,8	-2,7	132,6	0,3	28,7	28,7
		VMRC - Equilíbrio	0,36	0,88	1,51	A	B -	D	60,0	34,9	-0,2	241,0	35,5	20,2	20,2
		VMRC - Sobrepressão	0,36	0,88	1,51	A	B -	D	60,0	34,9	-0,2	244,9	48,3	20,2	-7,1

B.2.5: Valores de N_{ic} e N_{tc} para Exp. 2 em Ponta Delgada e Funchal - MG

Moradia Geminada			TRN (Inverno)	TRN (Verão)	N_{ic}	N_i	N_{vc}	N_v	TRN* (Inverno)	TRN* (Verão)	N_{ic}^*	N_{vc}^*	E_v	N_{ac}	N_a	N_{tc}	E_v	N_{tc}^*	N_{tc}^{**}	N_t
			(RPH)	(RPH)	(kW h/m ² . ano)	(kW h/m ² . ano)	(kW h/m ² . ano)	(kW h/m ² . ano)	(RPH)	(RPH)	(kW h/m ² . ano)	(kW h/m ² . ano)	(kW h/m ² . ano)	(kWh/ m ² .ano)	(kW h/m ² . ano)	(kge p/m ² . ano)	(kgep/ m ² .ano)	(kge p/m ² . ano)	(kgep/ m ² .ano)	(kge p/m ² . ano)
Classe de Exposição 2	Ponta Delgada - Açores	Vent. Nat. – Caix. 1	1,0	1,0	13,9	34,4	4,8	21	0,95	1,0	13,9	4,8	0,0	15,6	25,2	1,5	0,0	1,5	3,2	3,9
		VME	0,6	0,6	10,2	34,4	8,1	21	0,60	0,6	10,2	8,1	3,7	15,6	25,2	1,5	1,1	2,6	4,0	3,9
		VMRC - Equilíbrio	0,6	0,6	11,4	34,4	9,3	21	0,82	1,3	14,4	5,9	7,5	15,6	25,2	1,5	2,2	3,7	5,1	3,9
		VMRC - Sobrepressão	0,6	0,6	11,4	34,4	9,3	21	0,36	0,6	8,2	9,3	7,5	15,6	25,2	1,5	2,2	3,7	5,1	3,9
	Funchal - Madeira	Vent. Nat. – Caix. 1	1,0	1,0	17,2	34,9	5,2	16	0,95	1,0	17,2	5,2	0,0	15,8	25,2	1,6	0,0	1,6	3,6	3,9
		VME	0,6	0,6	12,9	34,9	8,5	16	0,60	0,6	12,9	8,5	3,7	15,8	25,2	1,6	1,1	2,6	4,3	3,9
		VMRC - Equilíbrio	0,6	0,6	13,8	34,9	9,7	16	0,82	1,3	17,0	6,1	7,5	15,8	25,2	1,6	2,2	3,7	5,4	3,9
		VMRC - Sobrepressão	0,6	0,6	13,8	34,9	9,7	16	0,36	0,6	10,3	9,7	7,5	15,8	25,2	1,6	2,2	3,7	5,4	3,9

B.2.6: Classe energética para Exp. 2 em Ponta Delgada e Funchal - MG

Moradia Geminada			Caldeira a combustível gasoso + Bomba Calor			RCCTE	RCCTE*	RCCTE**	Consumo dos Ventiladores em Energia primária [%]		Acréscimos de Energia Primária [%]				
			N_{tc}/N_t	N_{ic}^*/N_t	N_{tc}^*/N_t	De acordo com SCE			RCCTE*	RCCTE**	RCCTE	RCCTE*	RCCTE**	Redução do N_{ic} [%]	Redução do N_{ic}^* [%]
Classe de Exposição 2	Ponta Delgada - Açores	Vent. Nat. – Caix. 1	0,39	-	0,81	A	-	B -	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
		VME	0,39	0,66	1,02	A	B	C	42,0	27,3	-0,3	169,2	25,1	26,1	26,1
		VMRC - Equilíbrio	0,40	0,94	1,29	A	B -	C	59,2	42,9	1,2	239,9	57,7	18,1	-3,6
		VMRC - Sobrepressão	0,40	0,94	1,29	A	B -	C	59,2	42,9	1,2	238,1	49,1	18,1	40,7
	Funchal - Madeira	Vent. Nat. – Caix. 1	0,41	0,00	0,92	A	-	B -	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
		VME	0,41	0,68	1,12	A	B	C	41,2	25,0	-0,6	166,7	21,9	24,7	24,7
		VMRC - Equilíbrio	0,41	0,96	1,40	A	B -	C	58,3	40,1	0,7	235,0	51,4	19,8	1,1
		VMRC - Sobrepressão	0,41	0,96	1,40	A	B -	C	58,3	40,1	0,7	233,1	42,8	19,8	39,8

Classe de Exposição 3

B.3.1: Valores de N_{ic} e N_{tc} para Exp. 3 em Bragança, Melgaço, Porto e Guarda - MG

Moradia Geminada			TRN (Inverno)	TRN (Verão)	N_{ic}	N_i	N_{vc}	N_v	TRN* (Inverno)	TRN* (Verão)	N_{ic}^*	N_{vc}^*	E_v	N_{ac}	N_a	N_{tc}	E_v	N_{tc}^*	N_{tc}^{**}	N_t
			(RPH)	(RPH)	(kWh/m ² .ano)	(kWh/m ² .ano)	(kW/h/m ² .ano)	(kW/h/m ² .ano)	(RPH)	(RPH)	(kW/h/m ² .ano)	(kWh/m ² .ano)	(kW/h/m ² .ano)	(kW/h/m ² .ano)	(kW/h/m ² .ano)	(kge p/m ² .ano)	(kge p/m ² .ano)	(kge p/m ² .ano)	(kge p/m ² .ano)	(kge p/m ² .ano)
Classe de Exposição 3	Bragança	Vent. Nat. – Caix. 1	1,0	1,0	78,4	117,1	2,5	18	1,00	1,0	78,4	2,5	0,0	13,5	25,2	2,0	0,0	2,0	9,2	4,6
		VME	0,6	0,6	58,7	117,1	5,6	18	0,60	0,6	58,7	5,6	3,7	13,5	25,2	1,8	1,1	2,8	8,2	4,6
		VMRC - Equilíbrio	0,6	0,6	61,2	117,1	6,9	18	1,12	1,6	90,0	3,6	7,5	13,5	25,2	1,8	2,2	3,9	9,3	4,6
		VMRC - Sobrepressão	0,6	0,6	61,2	117,1	6,9	18	0,82	1,1	73,3	4,8	7,5	13,5	25,2	1,8	2,2	3,9	9,3	4,6
	Melgaço	Vent. Nat. – Caix. 1	1,0	1,0	76,5	113,9	2,2	16	1,00	1,0	76,5	2,2	0,0	14,7	25,2	2,0	0,0	2,0	9,0	4,6
		VME	0,6	0,6	57,4	113,9	5,2	16	0,60	0,6	57,4	5,2	3,7	14,7	25,2	1,9	1,1	2,9	8,2	4,6
		VMRC - Equilíbrio	0,6	0,6	59,7	113,9	6,5	16	1,12	1,6	87,7	3,5	7,5	14,7	25,2	1,9	2,2	4,0	9,3	4,6
		VMRC - Sobrepressão	0,6	0,6	59,7	113,9	6,5	16	0,82	1,1	71,5	4,5	7,5	14,7	25,2	1,9	2,2	4,0	9,3	4,6
	Porto	Vent. Nat. – Caix. 1	1,0	1,0	35,2	68,1	2,2	16	1,00	1,0	35,2	2,2	0,0	14,7	25,2	1,6	0,0	1,6	5,0	4,2
		VME	0,6	0,6	25,1	68,1	5,2	16	0,60	0,6	25,1	5,2	3,7	14,7	25,2	1,6	1,1	2,6	5,0	4,2
		VMRC - Equilíbrio	0,6	0,6	27,1	68,1	6,5	16	1,12	1,6	42,9	3,5	7,5	14,7	25,2	1,6	2,2	3,7	6,1	4,2
		VMRC - Sobrepressão	0,6	0,6	27,1	68,1	6,5	16	0,82	1,1	33,7	4,5	7,5	14,7	25,2	1,6	2,2	3,7	6,1	4,2
	Guarda	Vent. Nat. – Caix. 1	1,0	1,0	81,1	119,8	2,2	16	1,00	1,0	81,1	2,2	0,0	14,4	25,2	2,1	0,0	2,1	9,5	4,6
		VME	0,6	0,6	60,9	119,8	5,2	16	0,60	0,6	60,9	5,2	3,7	14,4	25,2	1,9	1,1	2,9	8,5	4,6
		VMRC - Equilíbrio	0,6	0,6	63,3	119,8	6,5	16	1,12	1,6	92,9	3,5	7,5	14,4	25,2	1,9	2,2	4,0	9,6	4,6
		VMRC - Sobrepressão	0,6	0,6	63,3	119,8	6,5	16	0,82	1,1	75,8	4,5	7,5	14,4	25,2	1,9	2,2	4,0	9,6	4,6

B.3.2: Classe energética para Exp. 3 em Bragança, Melgaço, Porto e Guarda - MG

Moradia Geminada			Caldeira a combustível gasoso + Bomba Calor			RCCTE	RCCTE*	RCCTE**	Consumo dos Ventiladores em Energia primária [%]		Acréscimos de Energia Primária [%]			Redução do N _{ic} [%]	Redução do N _{ic} * [%]
			N _{tc} /N _t	N _{tc} * /N _t	N _{tc} **/ N _t				De acordo com SCE	RCCTE*	RCCTE**	RCCTE	RCCTE*		
Classe de Exposição 3	Bragança	Vent. Nat. – Caix. 1	0,42	-	1,98	A	-	D	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
		VME	0,39	0,62	1,78	A	B	D	38,1	13,2	-8,4	145,0	-10,1	25,1	25,1
		VMRC - Equilíbrio	0,40	0,85	2,02	A	B -	E	55,2	23,3	-6,5	213,2	29,4	22,0	-14,7
		VMRC - Sobrepressão	0,40	0,85	2,02	A	B -	E	55,2	23,3	-6,5	205,4	12,7	22,0	6,5
	Melgaço	Vent. Nat. – Caix. 1	0,45	-	1,98	A	-	D	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
		VME	0,41	0,64	1,79	A	B	D	37,0	13,3	-7,9	143,5	-9,7	25,1	25,1
		VMRC - Equilíbrio	0,42	0,88	2,02	A	B -	E	54,0	23,4	-6,1	208,7	29,7	22,0	-14,6
		VMRC - Sobrepressão	0,42	0,88	2,02	A	B -	E	54,0	23,4	-6,1	201,3	13,1	22,0	6,5
	Porto	Vent. Nat. – Caix. 1	0,39	-	1,19	A	-	C	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
		VME	0,37	0,63	1,20	A	B	C	41,5	21,6	-4,3	160,2	1,1	28,6	28,6
		VMRC - Equilíbrio	0,38	0,89	1,46	A	B -	C	58,7	35,7	-2,4	234,5	48,5	23,1	-21,9
		VMRC - Sobrepressão	0,38	0,89	1,46	A	B -	C	58,7	35,7	-2,4	229,6	32,2	23,1	4,3
	Guarda	Vent. Nat. – Caix. 1	0,44	0,00	2,05	A	-	E	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
		VME	0,41	0,63	1,83	A	B	D	37,0	12,8	-8,3	142,6	-10,5	25,0	25,0
		VMRC - Equilíbrio	0,42	0,87	2,07	A	B -	E	54,0	22,7	-6,6	208,1	28,7	22,0	-14,5
		VMRC - Sobrepressão	0,42	0,87	2,07	A	B -	E	54,0	22,7	-6,6	200,4	12,0	22,0	6,6

B.3.3: Valores de N_{ic} e N_{tc} para Exp. 3 em Penhas Douradas, Lisboa, Évora e Faro - MG

Moradia Geminada			TRN (Inver no)	TRN (Verão)	N_{ic}	N_i	N_{vc}	N_v	TRN* (Inver no)	TRN* (Verão)	N_{ic}^*	N_{vc}^*	E_v	N_{ac}	N_a	N_{tc}	E_v	N_{tc}^*	N_{tc}^{**}	N_t
			(RPH)	(RPH)	(kWh/m ² .ano)	(kWh/m ² .ano)	(kW h/m ² .ano)	(kW h/m ² .ano)	(RPH)	(RPH)	(kWh/m ² .ano)	(kW h/m ² .ano)	(kW h/m ² .ano)	(kW h/m ² .ano)	(kW h/m ² .ano)	(kge p/m ² .ano)	(kge p/m ² .ano)	(kge p/m ² .ano)	(kge p/m ² .ano)	(kge p/m ² .ano)
Classe de Exposição 3	Penhas Douradas	Vent. Nat. – Caix. 1	1,0	1,0	104,0	142,8	2,2	16	1,00	1,0	104,0	2,2	0,0	14,5	25,2	2,3	0,0	2,3	11,7	4,8
		VME	0,6	0,6	79,1	142,8	5,2	16	0,60	0,6	79,1	5,2	3,7	14,5	25,2	2,1	1,1	3,1	10,3	4,8
		VMRC - Equilíbrio	0,6	0,6	81,5	142,8	6,5	16	1,12	1,6	117,1	3,5	7,5	14,5	25,2	2,1	2,2	4,2	11,4	4,8
		VMRC - Sobrepressão	0,6	0,6	81,5	142,8	6,5	16	0,82	1,1	96,6	4,5	7,5	14,5	25,2	2,1	2,2	4,2	11,4	4,8
	Lisboa	Vent. Nat. – Caix. 1	1,0	1,0	23,6	51,5	13,0	32	1,00	1,0	23,6	13,0	0,0	13,8	25,2	1,5	0,0	1,5	4,8	4,2
		VME	0,6	0,6	16,5	51,5	16,1	32	0,60	0,6	16,5	16,1	3,7	13,8	25,2	1,5	1,1	2,6	5,2	4,2
		VMRC - Equilíbrio	0,6	0,6	17,9	51,5	17,3	32	1,12	1,6	29,4	12,9	7,5	13,8	25,2	1,5	2,2	3,6	6,2	4,2
		VMRC - Sobrepressão	0,6	0,6	17,9	51,5	17,3	32	0,82	1,1	22,7	15,2	7,5	13,8	25,2	1,5	2,2	3,6	6,2	4,2
	Évora	Vent. Nat. – Caix. 1	1,0	1,0	29,5	59,4	12,9	32	1,00	1,0	29,5	12,9	0,0	13,5	25,2	1,6	0,0	1,6	5,3	4,2
		VME	0,6	0,6	20,9	59,4	16,0	32	0,60	0,6	20,9	16,0	3,7	13,5	25,2	1,5	1,1	2,6	5,6	4,2
		VMRC - Equilíbrio	0,6	0,6	22,5	59,4	17,2	32	1,12	1,6	36,1	12,8	7,5	13,5	25,2	1,6	2,2	3,7	6,6	4,2
		VMRC - Sobrepressão	0,6	0,6	22,5	59,4	17,2	32	0,82	1,1	28,2	15,1	7,5	13,5	25,2	1,6	2,2	3,7	6,6	4,2
	Faro	Vent. Nat. – Caix. 1	1,0	1,0	22,7	46,4	13,0	32	1,00	1,0	22,7	13,0	0,0	13,5	25,2	1,5	0,0	1,5	4,7	4,1
		VME	0,6	0,6	15,5	46,4	15,5	32	0,60	0,6	15,5	15,5	1,9	13,5	25,2	1,5	0,5	2,0	4,6	4,1
		VMRC - Equilíbrio	0,6	0,6	17,3	46,4	17,3	32	0,60	0,6	17,3	17,3	7,5	13,5	25,2	1,5	2,2	3,6	6,2	4,1
		VMRC - Sobrepressão	0,6	0,6	17,3	46,4	17,3	32	0,82	1,1	32,6	15,2	7,5	13,5	25,2	1,5	2,2	3,6	6,2	4,1

B.3.4: Classe energética para Exp. 3 em Penhas Douradas, Lisboa, Évora e Faro - MG

Moradia Geminada			Caldeira a combustível gasoso + Bomba Calor			RCCTE	RCCTE*	RCCTE**	Consumo dos Ventiladores em Energia primária [%]		Acréscimos de Energia Primária [%]			Redução do N_{ic} [%]	Redução do N_{ic}^* [%]
			N_{tc}/N_t	N_{tc}^*/N_t	N_{tc}^{**}/N_t	De acordo com SCE			RCCTE*	RCCTE**	RCCTE	RCCTE*	RCCTE**		
Classe de Exposição 3	Penhas Douradas	Vent. Nat. – Caix. 1	0,47	-	2,43	A	-	E	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
		VME	0,43	0,65	2,13	A	B	E	34,7	10,5	-9,5	136,3	-12,3	23,9	23,9
		VMRC - Equilíbrio	0,44	0,87	2,35	A	B -	E	51,5	19,1	-7,9	197,6	24,4	21,6	-12,6
		VMRC - Sobrepressão	0,44	0,87	2,35	A	B -	E	51,5	19,1	-7,9	189,2	8,0	21,6	7,1
	Lisboa	Vent. Nat. – Caix. 1	0,37	0,00	1,15	A	-	C	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
		VME	0,36	0,62	1,24	A	B	C	42,3	21,0	-2,6	165,7	8,3	30,2	30,2
		VMRC - Equilíbrio	0,37	0,88	1,50	A	B -	D	59,5	34,7	-0,9	240,2	45,5	24,0	-24,6
		VMRC - Sobrepressão	0,37	0,88	1,50	A	B -	D	59,5	34,7	-0,9	237,4	36,3	24,0	3,8
	Évora	Vent. Nat. – Caix. 1	0,37	0,00	1,26	A	-	C	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
		VME	0,36	0,61	1,31	A	B	C	42,1	19,5	-3,5	163,3	4,4	29,3	29,3
		VMRC - Equilíbrio	0,37	0,87	1,57	A	B -	D	59,2	32,7	-1,7	237,8	41,7	23,8	-22,3
		VMRC - Sobrepressão	0,37	0,87	1,57	A	B -	D	59,2	32,7	-1,7	234,2	31,2	23,8	4,5
	Faro	Vent. Nat. – Caix. 1	0,37	0,00	1,13	A	-	C	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
		VME	0,35	0,48	1,12	A	A	C	27,3	11,8	-3,2	132,0	-1,3	31,8	31,8
		VMRC - Equilíbrio	0,36	0,88	1,51	A	B -	D	60,0	34,9	-0,8	239,8	33,3	23,7	23,7
		VMRC - Sobrepressão	0,36	0,88	1,51	A	B -	D	60,0	34,9	-0,8	248,4	61,4	23,7	-43,5

B.3.5: Valores de N_{ic} e N_{tc} para Exp. 3 em Ponta Delgada e Funchal - MG

Moradia Geminada			TRN (Inverno)	TRN (Verão)	N_{ic}	N_i	N_{vc}	N_v	TRN* (Inverno)	TRN* (Verão)	N_{ic}^*	N_{vc}^*	E_v	N_{ac}	N_a	N_{tc}	E_v	N_{tc}^*	N_{tc}^{**}	N_t
			(RPH)	(RPH)	(kWh/m².a ano)	(kW h/m². ano)	(kW h/m². ano)	(kW h/m². ano)	(RPH)	(RPH)	(kW h/m². ano)	(kWh/m².an o)	(kW h/m². ano)	(kW h/m². ano)	(kW h/m². ano)	(kge p/m². ano)	(kge p/m². ano)	(kgep/m².ano)	(kgep/m².ano)	(kge p/m². ano)
Classe de Exposição 3	Ponta Delgada - Açores	Vent. Nat. – Caix. 1	1,0	1,0	14,6	34,4	4,6	21	1,00	1,0	14,6	4,6	0,0	15,6	25,2	1,5	0,0	1,5	3,2	3,9
		VME	0,6	0,6	10,2	34,4	8,1	21	0,60	0,6	10,2	8,1	3,7	15,6	25,2	1,5	1,1	2,6	4,0	3,9
		VMRC - Equilíbrio	0,6	0,6	11,4	34,4	9,3	21	1,12	1,6	18,6	5,0	7,5	15,6	25,2	1,5	2,2	3,7	5,1	3,9
		VMRC - Sobrepressão	0,6	0,6	11,4	34,4	9,3	21	0,82	1,1	14,4	6,8	7,5	15,6	25,2	1,5	2,2	3,7	5,1	3,9
	Funchal - Madeira	Vent. Nat. – Caix. 1	1,0	1,0	17,9	34,9	4,9	16	1,00	1,0	17,9	4,9	0,0	15,8	25,2	1,6	0,0	1,6	3,6	3,9
		VME	0,6	0,6	12,9	34,9	8,5	16	0,60	0,6	12,9	8,5	3,7	15,8	25,2	1,6	1,1	2,6	4,3	3,9
		VMRC - Equilíbrio	0,6	0,6	13,8	34,9	9,7	16	1,12	1,6	21,4	5,2	7,5	15,8	25,2	1,6	2,2	3,7	5,4	3,9
		VMRC - Sobrepressão	0,6	0,6	13,8	34,9	9,7	16	0,82	1,1	17,0	7,1	7,5	15,8	25,2	1,6	2,2	3,7	5,4	3,9

B.3.6: Classe energética para Exp. 3 em Ponta Delgada e Funchal - MG

Moradia Geminada			Caldeira a combustível gasoso + Bomba Calor			RCCTE	RCCTE*	RCCTE**	Consumo dos Ventiladores em Energia primária [%]		Acréscimos de Energia Primária [%]				
			N _{tc} /N _t	N _{tc} */N _t	N _{tc} */N _t				De acordo com SCE		RCCTE*	RCCTE**	RCCTE		
Classe de Exposição 3	Ponta Delgada - Açores	Vent. Nat. – Caix. 1	0,39	-	0,83	A	-	B -	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
		VME	0,39	0,66	1,02	A	B	C	42,0	27,3	-0,6	168,6	23,4	29,6	29,6
		VMRC - Equilíbrio	0,40	0,94	1,29	A	B -	C	59,2	42,9	0,9	241,3	65,8	22,1	-27,8
		VMRC - Sobrepressão	0,40	0,94	1,29	A	B -	C	59,2	42,9	0,9	239,7	58,3	22,1	1,4
	Funchal - Madeira	Vent. Nat. – Caix. 1	0,41	0,00	0,93	A	-	B -	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
		VME	0,41	0,68	1,12	A	B	C	41,2	25,0	-0,9	166,1	20,2	27,8	27,8
		VMRC - Equilíbrio	0,41	0,96	1,40	A	B -	C	58,3	40,1	0,4	236,5	59,0	23,1	-19,6
		VMRC - Sobrepressão	0,41	0,96	1,40	A	B -	C	58,3	40,1	0,4	234,9	52,0	23,1	5,2

Anexo C: Resultados obtidos para a Habitação Multifamiliar

Classe de Exposição 1

C.1.1: Valores de N_{ic} e N_{tc} para Exp. 1 em Bragança, Melgaço, Porto e Guarda - HMF

Habitação Multifamiliar			TRN (Inverno)	TRN (Verão)	N_{ic}	N_i	N_{vc}	N_v	TRN* (Inverno)	TRN* (Verão)	N_{ic}^*	N_{vc}^*	E_v	N_{ac}	N_a	N_{tc}	E_v	N_{tc}^*	N_{tc}^{**}	N_t
			(RPH)	(RPH)	(kWh/ m².ano)	(kWh/ m².ano)	(kW h/m². ano)	(kWh /m².a no)	(RPH)	(RPH)	(kWh/ m².ano)	(kWh /m².a no)	(kW h/m². ano)	(kW h/m². ano)	(kW h/m². ano)	(kge p/m². ano)	(kge p/m². ano)	(kge p/m². ano)	(kgep/ m².ano)	(kgep/ m².a no)
Classe de Exposição 1	Bragança	Vent. Nat. – Caix. 1	0,9	0,9	106,3	117,1	2,2	18	0,90	0,90	106,3	2,2	0,0	14,8	44,2	2,3	0,0	2,3	12,0	7,2
		VME	0,6	0,6	92,2	117,1	5,0	18	0,60	0,60	92,2	5,0	5,2	14,8	44,2	2,2	1,5	3,7	11,9	7,2
		VMRC - Equilíbrio	0,6	0,6	97,4	117,1	7,6	18	0,42	0,90	86,9	6,6	13,1	14,8	44,2	2,3	3,8	5,9	13,0	7,2
		VMRC - Sobrepressão	0,6	0,6	97,4	117,1	7,6	18	0,36	0,60	83,4	7,6	13,1	14,8	44,2	2,3	3,8	5,8	12,8	7,2
	Melgaço	Vent. Nat. – Caix. 1	0,9	0,9	96,9	113,9	2,0	16	0,90	0,90	96,9	2,0	0,0	18,0	44,2	2,5	0,0	2,5	11,3	7,1
		VME	0,6	0,6	90,0	113,9	4,6	16	0,60	0,60	90,0	4,6	5,2	18,0	44,2	2,5	1,5	4,0	11,9	7,1
		VMRC - Equilíbrio	0,6	0,6	94,9	113,9	7,2	16	0,42	0,90	84,7	6,3	13,1	18,0	44,2	2,6	3,8	6,1	13,1	7,1
		VMRC - Sobrepressão	0,6	0,6	94,9	113,9	7,2	16	0,36	0,60	81,3	7,2	13,1	18,0	44,2	2,6	3,8	6,1	12,8	7,1
	Porto	Vent. Nat. – Caix. 1	0,9	0,9	45,1	68,1	2,0	16	0,90	0,90	45,1	2,0	0,0	19,4	44,2	2,1	0,0	2,1	6,3	6,7
		VME	0,6	0,6	42,1	68,1	4,6	16	0,60	0,60	42,1	4,6	5,2	19,4	44,2	2,1	1,5	3,6	7,3	6,7
		VMRC - Equilíbrio	0,6	0,6	46,3	68,1	7,2	16	0,42	0,90	40,5	6,3	13,1	19,4	44,2	2,2	3,8	5,8	8,9	6,7
		VMRC - Sobrepressão	0,6	0,6	46,3	68,1	7,2	16	0,36	0,60	38,6	7,2	13,1	19,4	44,2	2,2	3,8	5,8	8,8	6,7
	Guarda	Vent. Nat. – Caix. 1	0,9	0,9	102,7	119,8	2,0	16	0,90	0,90	102,7	2,0	0,0	15,8	44,2	2,4	0,0	2,4	11,7	7,2
		VME	0,6	0,6	95,3	119,8	4,6	16	0,60	0,60	95,3	4,6	5,2	15,8	44,2	2,3	1,5	3,8	12,2	7,2
		VMRC - Equilíbrio	0,6	0,6	100,5	119,8	7,2	16	0,42	0,90	89,7	6,3	13,1	15,8	44,2	2,4	3,8	6,0	13,4	7,2
		VMRC - Sobrepressão	0,6	0,6	100,5	119,8	7,2	16	0,36	0,60	86,2	7,2	13,1	15,8	44,2	2,4	3,8	6,0	13,1	7,2

C.1.2: Classe energética para Exp. 1 em Bragança, Melgaço, Porto e Guarda - HMF

Habitação Multifamiliar			Caldeira a combustível gasoso + Bomba Calor			RCCTE	RCCTE*	RCCTE**	Consumo dos Ventiladores em Energia primária [%]		Acréscimos de Energia Primária [%]			Redução do N _{ic} [%]	Redução do N _{ic} * [%]
			N _{ic} /N _t	N _{ic} */N _t	N _{ic} **/N _t				De acordo com SCE		RCCTE*	RCCTE**	RCCTE		
Classe de Exposição 1	Bragança	Vent. Nat. – Caix. 1	0,33	-	1,67	A	-	D	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
		VME	0,31	0,52	1,65	A	B	D	41,0	12,8	-4,8	157,8	-1,0	13,2	13,2
		VMRC - Equilíbrio	0,32	0,83	1,97	A	B -	D	63,5	26,8	-1,5	250,1	8,6	8,4	18,3
		VMRC - Sobrepressão	0,32	0,83	1,97	A	B -	D	63,5	26,8	-1,5	249,0	6,5	8,4	21,6
	Melgaço	Vent. Nat. – Caix. 1	0,35	0,00	1,59	A	-	D	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
		VME	0,35	0,55	1,67	A	B	D	38,4	12,8	-1,1	156,5	5,3	7,1	7,1
		VMRC - Equilíbrio	0,36	0,87	1,99	A	B -	D	61,0	26,8	1,6	242,4	15,7	2,0	12,6
		VMRC - Sobrepressão	0,36	0,87	1,99	A	B -	D	61,0	26,8	1,6	241,4	13,5	2,0	16,1
	Porto	Vent. Nat. – Caix. 1	0,32	0,00	0,94	A	-	B -	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
		VME	0,32	0,54	1,09	A	B	C	42,2	20,7	0,2	169,1	16,3	6,6	6,6
		VMRC - Equilíbrio	0,33	0,87	1,43	A	B -	C	64,6	39,6	3,0	273,0	41,8	-2,7	10,1
		VMRC - Sobrepressão	0,33	0,87	1,43	A	B -	C	64,6	39,6	3,0	272,5	40,2	-2,7	14,4
	Guarda	Vent. Nat. – Caix. 1	0,33	0,00	1,63	A	-	D	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
		VME	0,33	0,53	1,70	A	B	D	39,8	12,4	-1,3	159,5	4,6	7,2	7,2
		VMRC - Equilíbrio	0,34	0,85	2,02	A	B -	E	62,4	26,2	1,7	249,9	14,3	2,1	12,6
		VMRC - Sobrepressão	0,34	0,85	2,02	A	B -	E	62,4	26,2	1,7	248,8	12,0	2,1	16,1

C.1.3: Valores de N_{ic} e N_{tc} para Exp. 1 em Penhas Douradas, Lisboa, Évora e Faro - HMF

Habitação Multifamiliar			TRN	TRN	N_{ic}	N_i	N_{vc}	N_v	TRN*	TRN*	N_{ic}^*	N_{vc}^*	E_v	N_{ac}	N_a	N_{tc}	E_v	N_{tc}^*	N_{tc}^{**}	N_t
			(Inverno)	(Verão)					(Inverno)	(Verão)										
			(RPH)	(RPH)	(kWh/m ² .ano)	(kWh/m ² .ano)	(kW h/m ² .ano)	(kW h/m ² .ano)	(RPH)	(RPH)	(kWh/m ² .ano)	(kWh/m ² .ano)	(kW h/m ² .ano)	(kW h/m ² .ano)	(kW h/m ² .ano)	(kge p/m ² .ano)	(kge p/m ² .ano)	(kge p/m ² .ano)	(kge p/m ² .ano)	(kge p/m ² .ano)
Classe de Exposição 1	Penhas Douradas	Vent. Nat. – Caix. 1	0,9	0,9	131,1	142,8	2,0	16	0,90	0,90	131,1	2,0	0,0	16,2	44,2	2,7	0,0	2,7	14,5	7,4
		VME	0,6	0,6	121,6	142,8	4,6	16	0,60	0,60	121,6	4,6	5,2	16,2	44,2	2,6	1,5	4,1	14,9	7,4
		VMRC - Equilíbrio	0,6	0,6	126,7	142,8	7,2	16	0,42	0,90	113,8	6,3	13,1	16,2	44,2	2,7	3,8	6,3	15,8	7,4
		VMRC - Sobrepressão	0,6	0,6	126,7	142,8	7,2	16	0,36	0,60	109,5	7,2	13,1	16,2	44,2	2,7	3,8	6,2	15,4	7,4
	Lisboa	Vent. Nat. – Caix. 1	0,9	0,9	32,8	51,5	14,4	32	0,90	0,90	32,8	14,4	0,0	12,7	44,2	1,6	0,0	1,6	5,7	6,7
		VME	0,6	0,6	27,9	51,5	17,5	32	0,60	0,60	27,9	17,5	5,2	12,7	44,2	1,5	1,5	3,0	6,7	6,7
		VMRC - Equilíbrio	0,6	0,6	31,2	51,5	20,2	32	0,42	0,90	27,0	18,8	13,1	12,7	44,2	1,6	3,8	5,2	8,4	6,7
		VMRC - Sobrepressão	0,6	0,6	31,2	51,5	20,2	32	0,36	0,60	25,6	20,2	13,1	12,7	44,2	1,6	3,8	5,2	8,4	6,7
	Évora	Vent. Nat. – Caix. 1	0,9	0,9	40,7	59,4	14,4	32	0,90	0,90	40,7	14,4	0,0	10,0	44,2	1,4	0,0	1,4	6,3	6,8
		VME	0,6	0,6	34,8	59,4	17,5	32	0,60	0,60	34,8	17,5	5,2	10,0	44,2	1,4	1,5	2,9	7,1	6,8
		VMRC - Equilíbrio	0,6	0,6	38,4	59,4	20,2	32	0,42	0,90	33,4	18,8	13,1	10,0	44,2	1,4	3,8	5,1	8,7	6,8
		VMRC - Sobrepressão	0,6	0,6	38,4	59,4	20,2	32	0,36	0,60	31,8	20,2	13,1	10,0	44,2	1,4	3,8	5,1	8,7	6,8
	Faro	Vent. Nat. – Caix. 1	0,9	0,9	28,8	46,4	14,4	32	0,90	0,90	28,8	14,4	0,0	10,5	44,2	1,3	0,0	1,3	5,1	6,7
		VME	0,6	0,6	26,8	46,4	17,5	32	0,60	0,60	26,8	17,5	5,2	10,5	44,2	1,3	1,5	2,8	6,4	6,7
		VMRC - Equilíbrio	0,6	0,6	29,4	46,4	20,2	32	0,42	0,90	25,7	18,8	13,1	10,5	44,2	1,4	3,8	5,1	8,2	6,7
		VMRC - Sobrepressão	0,6	0,6	29,4	46,4	20,2	32	0,36	0,60	24,4	20,2	13,1	10,5	44,2	1,4	3,8	5,1	8,2	6,7

C.1.4: Classe energética para Exp. 1 em Penhas Douradas, Lisboa, Évora e Faro - HMF

Habitação Multifamiliar			Caldeira a combustível gasoso + Bomba Calor			RCCTE	RCCTE*	RCCTE**	Consumo dos Ventiladores em Energia primária [%]		Acréscimos de Energia Primária [%]			Redução do N _{ic} [%]	Redução do N _{ic} * [%]
			N _{tc} /N _t	N _{tc} */N _t	N _{tc} */N _t	De acordo com SCE			RCCTE*	RCCTE**	RCCTE	RCCTE*	RCCTE**		
Classe de Exposição 1	Penhas Douradas	Vent. Nat. – Caix. 1	0,37	0,00	1,97	A	-	D	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
		VME	0,36	0,56	2,01	A	B	E	37,0	10,2	-1,8	151,7	2,3	7,3	7,3
		VMRC - Equilíbrio	0,37	0,86	2,32	A	B -	E	59,5	22,2	0,8	230,9	8,5	3,3	13,2
		VMRC - Sobrepressão	0,37	0,86	2,32	A	B -	E	59,5	22,2	0,8	229,6	6,2	3,3	16,5
	Lisboa	Vent. Nat. – Caix. 1	0,23	0,00	0,85	A +	-	B -	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
		VME	0,23	0,45	0,99	A +	A	B -	50,4	22,8	-0,3	194,3	16,7	14,7	14,7
		VMRC - Equilíbrio	0,24	0,79	1,33	A +	B -	C	71,8	42,5	3,0	337,7	46,6	4,8	17,5
		VMRC - Sobrepressão	0,24	0,79	1,33	A +	B -	C	71,8	42,5	3,0	337,7	46,6	4,8	21,8
	Évora	Vent. Nat. – Caix. 1	0,21	0,00	0,92	A +	-	B -	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
		VME	0,20	0,42	1,05	A +	A	C	53,3	21,4	-1,0	203,5	13,2	14,5	14,5
		VMRC - Equilíbrio	0,21	0,76	1,38	A +	B -	C	74,1	40,5	3,0	361,7	39,3	5,8	18,0
		VMRC - Sobrepressão	0,21	0,76	1,38	A +	B -	C	74,1	40,5	3,0	361,5	38,9	5,8	22,0
	Faro	Vent. Nat. – Caix. 1	0,20	0,00	0,77	A +	-	B -	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
		VME	0,20	0,42	0,96	A +	A	B -	53,8	23,7	1,3	212,5	24,8	7,0	7,0
		VMRC - Equilíbrio	0,21	0,76	1,30	A +	B -	C	74,4	43,8	4,9	380,0	59,0	-2,4	10,8
		VMRC - Sobrepressão	0,21	0,76	1,30	A +	B -	C	74,4	43,8	4,9	380,1	59,3	-2,4	15,1

C.1.5: Valores de N_{ic} e N_{tc} para Exp. 1 em Ponta Delgada e Funchal - HMF

Habitação Multifamiliar			TRN (Inverno)	TRN (Verão)	N_{ic}	N_i	N_{vc}	N_v	TRN* (Inverno)	TRN* (Verão)	N_{ic}^*	N_{vc}^*	E_v	N_{ac}	N_a	N_{tc}	E_v	N_{tc}^*	N_{tc}^{**}	N_t
			(RPH)	(RPH)	(kW h/m ² . ano)	(kW h/m ² . ano)	(kW h/m ² . ano)	(kW h/m ² . ano)	(RPH)	(RPH)	(kW h/m ² . ano)	(kW h/m ² . ano)	(kW h/m ² . ano)	(kW h/m ² . ano)	(kW h/m ² . ano)	(kge p/m ² . ano)	(kgep/ m ² .ano)	(kge p/m ² . ano)	(kgep/ m ² .ano)	(kge p/m ² . ano)
Classe de Exposição 1	Ponta Delgada - Açores	Vent. Nat. – Caix. 1	0,9	0,9	19,3	34,4	4,4	21	0,90	0,90	19,3	4,4	0,0	24,5	44,2	2,3	0,0	2,3	4,4	6,5
		VME	0,6	0,6	18,2	34,4	7,5	21	0,60	0,60	18,2	7,5	5,2	24,5	44,2	2,4	1,5	3,8	5,8	6,5
		VMRC - Equilíbrio	0,6	0,6	20,7	34,4	10,2	21	0,42	0,90	18,0	8,8	13,1	24,5	44,2	2,4	3,8	6,1	7,7	6,5
		VMRC - Sobrepressão	0,6	0,6	20,7	34,4	10,2	21	0,36	0,60	17,1	10,2	13,1	24,5	44,2	2,4	3,8	6,1	7,7	6,5
	Funchal - Madeira	Vent. Nat. – Caix. 1	0,9	0,9	22,7	34,9	12,7	16	0,90	0,90	22,7	12,7	0,0	26,5	44,2	2,6	0,0	2,6	5,8	6,4
		VME	0,6	0,6	21,1	34,9	15,9	16	0,60	0,60	21,1	15,9	5,2	26,5	44,2	2,6	1,5	4,1	7,1	6,4
		VMRC - Equilíbrio	0,6	0,6	22,9	34,9	18,5	16	0,42	0,90	20,2	17,1	13,1	26,5	44,2	2,7	3,8	6,4	9,0	6,4
		VMRC - Sobrepressão	0,6	0,6	22,9	34,9	18,5	16	0,36	0,60	19,2	18,5	13,1	26,5	44,2	2,7	3,8	6,4	9,0	6,4

C.1.6: Classe energética para Exp. 1 em Ponta Delgada e Funchal - HMF

Habitação Multifamiliar			Caldeira a combustível gasoso + Bomba Calor			RCCTE	RCCTE*	RCCTE**	Consumo dos Ventiladores em Energia primária [%]		Acréscimos de Energia Primária [%]			Redução do N _{ic} [%]	Redução do N _{ic} * [%]
			N _{tc} /N _t	N _{tc} * /N _t	N _{tc} **/ N _t				De acordo com SCE		RCCTE*	RCCTE**	RCCTE		
Classe de Exposição 1	Ponta Delgada - Açores	Vent. Nat. – Caix. 1	0,36	0,00	0,69	A	-	B	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
		VME	0,37	0,59	0,90	A	B	B -	39,5	26,1	1,0	164,3	31,2	5,4	5,4
		VMRC - Equilíbrio	0,37	0,95	1,25	A	B -	C	62,0	47,0	2,9	259,9	73,3	-7,5	6,4
		VMRC - Sobrepressão	0,37	0,95	1,25	A	B -	C	62,0	47,0	2,9	260,1	74,4	-7,5	11,0
	Funchal - Madeira	Vent. Nat. – Caix. 1	0,41	0,00	0,90	A	-	B -	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
		VME	0,41	0,64	1,11	A	B	C	36,8	21,3	0,7	157,3	23,9	7,0	7,0
		VMRC - Equilíbrio	0,42	1,00	1,46	A	B -	C	59,3	40,4	2,2	242,6	56,3	-1,0	11,3
		VMRC - Sobrepressão	0,42	1,00	1,46	A	B -	C	59,3	40,4	2,2	242,8	57,1	-1,0	15,3

Classe de Exposição 2

C.2.1: Valores de N_{ic} e N_{tc} para Exp. 2 em Bragança, Melgaço, Porto e Guarda - HMF

Habitação Multifamiliar			TRN (Inverno)	TRN (Verão)	N_{ic}	N_i	N_{vc}	N_v	TRN* (Inverno)	TRN* (Verão)	N_{ic}^*	N_{vc}^*	E_v	N_{ac}	N_a	N_{tc}	E_v	N_{tc}^*	N_{tc}^{**}	N_t
			(RPH)	(RPH)	(kWh/ m ² .ano)	(kWh/ m ² .ano)	(kW h/m ² . ano)	(kW h/m ² . ano)	(RPH)	(RPH)	(kWh/ m ² .ano)	(kWh/ m ² .ano)	(kW h/m ² . ano)	(kW h/m ² . ano)	(kW h/m ² . ano)	(kge p/m ² . ano)	(kge p/m ² . ano)	(kge p/m ² . ano)	(kgep/ m ² .ano)	(kge p/m ² . ano)
Classe de Exposição 2	Bragança	Vent. Nat. – Caix. 1	1,0	1,0	109,2	117,1	2,1	18	0,95	0,95	109,2	2,1	0,0	14,8	44,2	2,4	0,0	2,4	12,3	7,2
		VME	0,6	0,6	92,2	117,1	5,0	18	0,60	0,60	92,2	5,0	5,2	14,8	44,2	2,2	1,5	3,7	11,9	7,2
		VMRC - Equilíbrio	0,6	0,6	97,4	117,1	7,6	18	0,82	1,30	110,2	5,8	13,1	14,8	44,2	2,3	3,8	6,1	15,3	7,2
		VMRC - Sobrepresão	0,6	0,6	97,4	117,1	7,6	18	0,36	0,60	83,4	7,6	13,1	14,8	44,2	2,3	3,8	5,8	12,8	7,2
	Melgaço	Vent. Nat. – Caix. 1	1,0	1,0	99,7	113,9	1,8	16	0,95	0,95	99,7	1,8	0,0	18,0	44,2	2,6	0,0	2,6	11,6	7,1
		VME	0,6	0,6	90,0	113,9	4,6	16	0,60	0,60	90,0	4,6	5,2	18,0	44,2	2,5	1,5	4,0	11,9	7,1
		VMRC - Equilíbrio	0,6	0,6	94,9	113,9	7,2	16	0,82	1,30	107,4	5,6	13,1	18,0	44,2	2,6	3,8	6,3	15,3	7,1
		VMRC - Sobrepresão	0,6	0,6	94,9	113,9	7,2	16	0,36	0,60	81,3	7,2	13,1	18,0	44,2	2,6	3,8	6,1	12,8	7,1
	Porto	Vent. Nat. – Caix. 1	1,0	1,0	46,7	68,1	1,8	16	0,95	0,95	46,7	1,8	0,0	19,4	44,2	2,1	0,0	2,1	6,5	6,7
		VME	0,6	0,6	42,1	68,1	4,6	16	0,60	0,60	42,1	4,6	5,2	19,4	44,2	2,1	1,5	3,6	7,3	6,7
		VMRC - Equilíbrio	0,6	0,6	46,3	68,1	7,2	16	0,82	1,30	53,4	5,6	13,1	19,4	44,2	2,2	3,8	5,9	10,1	6,7
		VMRC - Sobrepresão	0,6	0,6	46,3	68,1	7,2	16	0,36	0,60	38,6	7,2	13,1	19,4	44,2	2,2	3,8	5,8	8,8	6,7
	Guarda	Vent. Nat. – Caix. 1	1,0	1,0	105,7	119,8	1,8	16	0,95	0,95	105,7	1,8	0,0	15,8	44,2	2,4	0,0	2,4	12,0	7,2
		VME	0,6	0,6	95,3	119,8	4,6	16	0,60	0,60	95,3	4,6	5,2	15,8	44,2	2,3	1,5	3,8	12,2	7,2
		VMRC - Equilíbrio	0,6	0,6	100,5	119,8	7,2	16	0,82	1,30	113,7	5,6	13,1	15,8	44,2	2,4	3,8	6,2	15,7	7,2
		VMRC - Sobrepresão	0,6	0,6	100,5	119,8	7,2	16	0,36	0,60	86,2	7,2	13,1	15,8	44,2	2,4	3,8	6,0	13,1	7,2

C.2.2: Classe energética para Exp. 2 em Bragança, Melgaço, Porto e Guarda - HMF

Habitação Multifamiliar			Caldeira a combustível gasoso + Bomba Calor			RCCTE	RCCTE*	RCCTE**	Consumo dos Ventiladores em Energia primária [%]		Acréscimos de Energia Primária [%]			Redução do N_{ic} [%]	Redução do N_{ic}^* [%]
			N_{ic}/N_t	N_{ic}^*/N_t	N_{ic}^{**}/N_t	De acordo com SCE			RCCTE*	RCCTE**	RCCTE	RCCTE*	RCCTE**		
Classe de Exposição 2	Bragança	Vent. Nat. – Caix. 1	0,33	-	1,71	A	-	D	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
		VME	0,35	0,55	1,67	A	B	D	41,0	12,8	-4,6	156,0	-3,2	15,6	15,6
		VMRC - Equilíbrio	0,32	0,83	1,97	A	B -	D	63,5	26,8	-1,6	256,6	24,3	10,8	-0,9
		VMRC - Sobrepressão	0,32	0,83	1,97	A	B -	D	63,5	26,8	-1,6	246,2	4,1	10,8	23,6
	Melgaço	Vent. Nat. – Caix. 1	0,36	0,00	1,62	A	-	D	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
		VME	0,35	0,55	1,67	A	B	D	38,4	12,8	-1,9	154,9	2,8	9,8	9,8
		VMRC - Equilíbrio	0,36	0,87	1,99	A	B -	D	61,0	26,8	0,8	248,4	31,7	4,8	-7,7
		VMRC - Sobrepressão	0,36	0,87	1,99	A	B -	D	61,0	26,8	0,8	238,9	10,9	4,8	18,4
	Porto	Vent. Nat. – Caix. 1	0,32	0,00	0,96	A	-	B -	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
		VME	0,32	0,54	1,09	A	B	C	42,2	20,7	-0,3	167,9	13,6	9,9	9,9
		VMRC - Equilíbrio	0,33	0,87	1,43	A	B -	C	64,6	39,6	2,4	276,7	57,2	0,9	-14,4
		VMRC - Sobrepressão	0,33	0,87	1,43	A	B -	C	64,6	39,6	2,4	270,6	36,9	0,9	17,3
	Guarda	Vent. Nat. – Caix. 1	0,34	0,00	1,67	A	-	D	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
		VME	0,33	0,53	1,70	A	B	D	39,8	12,4	-2,2	157,6	2,1	9,8	9,8
		VMRC - Equilíbrio	0,34	0,85	2,02	A	B -	E	62,4	26,2	0,7	256,5	30,7	4,9	-7,5
		VMRC - Sobrepressão	0,34	0,85	2,02	A	B -	E	62,4	26,2	0,7	245,9	9,3	4,9	18,5

C.2.3: Valores de N_{ic} e N_{tc} para Exp. 2 em Penhas Douradas, Lisboa, Évora e Faro - HMF

Habitação Multifamiliar			TRN (Inverno)	TRN (Verão)	N_{ic}	N_i	N_{vc}	N_v	TRN* (Inverno)	TRN* (Verão)	N_{ic}^*	N_{vc}^*	E_v	N_{ac}	N_a	N_{tc}	E_v	N_{tc}^*	N_{tc}^{**}	N_t
			(RPH)	(RPH)	(kWh/ m ² .ano)	(kWh/ m ² .ano)	(kW h/m ² . ano)	(kW h/m ² . ano)	(RPH)	(RPH)	(kWh/ m ² .ano)	(kWh /m ² .a no)	(kW h/m ² . ano)	(kW h/m ² . ano)	(kWh/ m ² .ano)	(kge p/m ² . ano)	(kge p/m ² . ano)	(kge p/m ² . ano)	(kgep/ m ² .ano)	(kge p/m ² . ano)
Classe de Exposição 2	Penhas Douradas	Vent. Nat. – Caix. 1	1,0	1,0	134,7	142,8	1,8	16	0,95	0,95	134,7	1,8	0,0	16,2	44,2	2,7	0,0	2,7	14,9	7,4
		VME	0,6	0,6	121,6	142,8	4,6	16	0,60	0,60	121,6	4,6	5,2	16,2	44,2	2,6	1,5	4,1	14,9	7,4
		VMRC - Equilíbrio	0,6	0,6	126,7	142,8	7,2	16	0,82	1,30	142,6	5,6	13,1	16,2	44,2	2,7	3,8	6,5	18,6	7,4
		VMRC - Sobrepresão	0,6	0,6	126,7	142,8	7,2	16	0,36	0,60	109,5	7,2	13,1	16,2	44,2	2,7	3,8	6,2	15,4	7,4
	Lisboa	Vent. Nat. – Caix. 1	1,0	1,0	33,9	51,5	14,2	32	0,95	0,95	33,9	14,2	0,0	12,7	44,2	1,6	0,0	1,6	5,8	6,7
		VME	0,6	0,6	27,9	51,5	17,5	32	0,60	0,60	27,9	17,5	5,2	12,7	44,2	1,5	1,5	3,0	6,7	6,7
		VMRC - Equilíbrio	0,6	0,6	31,2	51,5	20,2	32	0,82	1,30	36,4	17,0	13,1	12,7	44,2	1,6	3,8	5,3	9,1	6,7
		VMRC - Sobrepresão	0,6	0,6	31,2	51,5	20,2	32	0,36	0,60	25,6	20,2	13,1	12,7	44,2	1,6	3,8	5,2	8,4	6,7
	Évora	Vent. Nat. – Caix. 1	1,0	1,0	42,1	59,4	14,2	32	0,95	0,95	42,1	14,2	0,0	10,0	44,2	1,4	0,0	1,4	6,4	6,8
		VME	0,6	0,6	34,8	59,4	17,5	32	0,60	0,60	34,8	17,5	5,2	10,0	44,2	1,4	1,5	2,9	7,1	6,8
		VMRC - Equilíbrio	0,6	0,6	38,4	59,4	20,2	32	0,82	1,30	44,5	17,0	13,1	10,0	44,2	1,4	3,8	5,2	9,7	6,8
		VMRC - Sobrepresão	0,6	0,6	38,4	59,4	20,2	32	0,36	0,60	31,8	20,2	13,1	10,0	44,2	1,4	3,8	5,1	8,7	6,8
	Faro	Vent. Nat. – Caix. 1	1,0	1,0	29,8	46,4	14,2	32	0,95	0,95	29,8	14,2	0,0	10,5	44,2	1,3	0,0	1,3	5,2	6,7
		VME	0,6	0,6	26,8	46,4	17,5	32	0,60	0,60	26,8	17,5	5,2	10,5	44,2	1,3	1,5	2,8	6,4	6,7
		VMRC - Equilíbrio	0,6	0,6	29,4	46,4	20,2	32	0,82	1,30	34,1	17,0	13,1	10,5	44,2	1,4	3,8	5,1	8,8	6,7
		VMRC - Sobrepresão	0,6	0,6	29,4	46,4	20,2	32	0,36	0,60	24,4	20,2	13,1	10,5	44,2	1,4	3,8	5,1	8,2	6,7

C.2.4: Classe energética para Exp. 2 em Penhas Douradas, Lisboa, Évora e Faro - HMF

Habitação Multifamiliar			Caldeira a combustível gasoso + Bomba Calor			RCCTE	RCCTE*	RCCTE**	Consumo dos Ventiladores em Energia primária [%]		Acréscimos de Energia Primária [%]			Redução do N _{ic} [%]	Redução do N _{ic} * [%]
			N _{tc} /N _t	N _{ic} */N _t	N _{tc} **/N _t				De acordo com SCE	RCCTE*	RCCTE**	RCCTE	RCCTE*		
Classe de Exposição 2	Penhas Douradas	Vent. Nat. – Caix. 1	0,37	0,00	2,01	A	-	E	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
		VME	0,36	0,56	2,01	A	B	E	37,0	10,2	-2,9	149,8	-0,1	9,7	9,7
		VMRC - Equilíbrio	0,37	0,86	2,32	A	B -	E	59,5	22,2	-0,2	238,1	24,6	5,9	-5,8
		VMRC - Sobrepressão	0,37	0,86	2,32	A	B -	E	59,5	22,2	-0,2	226,7	3,8	5,9	18,7
	Lisboa	Vent. Nat. – Caix. 1	0,23	0,00	0,86	A +	-	B -	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
		VME	0,23	0,45	0,99	A +	A	B -	50,4	22,8	-0,7	193,2	14,8	17,7	17,7
		VMRC - Equilíbrio	0,24	0,79	1,33	A +	B -	C	71,8	42,5	2,6	340,5	57,2	8,1	-7,2
		VMRC - Sobrepressão	0,24	0,79	1,33	A +	B -	C	71,8	42,5	2,6	335,7	44,3	8,1	24,5
	Évora	Vent. Nat. – Caix. 1	0,21	0,00	0,94	A +	-	B -	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
		VME	0,20	0,42	1,05	A +	A	C	53,3	21,4	-1,6	201,9	11,2	17,4	17,4
		VMRC - Equilíbrio	0,21	0,76	1,38	A +	B -	C	74,1	40,5	2,4	365,2	51,3	8,9	-5,6
		VMRC - Sobrepressão	0,21	0,76	1,38	A +	B -	C	74,1	40,5	2,4	358,5	36,4	8,9	24,6
	Faro	Vent. Nat. – Caix. 1	0,20	0,00	0,78	A +	-	B -	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
		VME	0,20	0,42	0,96	A +	A	B -	53,8	23,7	0,8	211,2	22,8	10,3	10,3
		VMRC - Equilíbrio	0,21	0,76	1,30	A +	B -	C	74,4	43,8	4,4	382,6	69,2	1,3	-14,4
		VMRC - Sobrepressão	0,21	0,76	1,30	A +	B -	C	74,4	43,8	4,4	377,8	56,8	1,3	18,1

C.2.5: Valores de N_{ic} e N_{tc} para Exp. 2 em Ponta Delgada e Funchal - HMF

Habitação Multifamiliar			TRN (Inverno)	TRN (Verão)	N_{ic}	N_i	N_{vc}	N_v	TRN* (Inverno)	TRN* (Verão)	N_{ic}^*	N_{vc}^*	E_v	N_{ac}	N_a	N_{tc}	E_v	N_{tc}^*	N_{tc}^{**}	N_t
			(RPH)	(RPH)	(kW h/m ² . ano)	(kW h/m ² . ano)	(kW h/m ² . ano)	(kW h/m ² . ano)	(RPH)	(RPH)	(kW h/m ² . ano)	(kW h/m ² . ano)	(kW h/m ² . ano)	(kWh/ m ² .ano)	(kW h/m ² . ano)	(kge p/m ² . ano)	(kgep/ m ² .ano)	(kge p/m ² . ano)	(kgep/ m ² .ano)	(kge p/m ² . ano)
Classe de Exposição 2	Ponta Delgada - Açores	Vent. Nat. – Caix. 1	1,0	1,0	20,0	34,4	4,2	21	0,95	0,95	20,0	4,2	0,0	24,5	44,2	2,3	0,0	2,3	4,5	6,5
		VME	0,6	0,6	18,2	34,4	7,5	21	0,60	0,60	18,2	7,5	5,2	24,5	44,2	2,4	1,5	3,8	5,8	6,5
		VMRC - Equilíbrio	0,6	0,6	20,7	34,4	10,2	21	0,82	1,30	24,0	7,4	13,1	24,5	44,2	2,4	3,8	6,1	8,2	6,5
		VMRC - Sobrepressão	0,6	0,6	20,7	34,4	10,2	21	0,36	0,60	17,1	10,2	13,1	24,5	44,2	2,4	3,8	6,1	7,7	6,5
	Funchal - Madeira	Vent. Nat. – Caix. 1	1,0	1,0	23,5	34,9	12,5	16	0,95	0,95	23,5	12,5	0,0	26,5	44,2	2,6	0,0	2,6	5,8	6,4
		VME	0,6	0,6	21,1	34,9	15,9	16	0,60	0,60	21,1	15,9	5,2	26,5	44,2	2,6	1,5	4,1	7,1	6,4
		VMRC - Equilíbrio	0,6	0,6	22,9	34,9	18,5	16	0,82	1,30	26,4	15,4	13,1	26,5	44,2	2,7	3,8	6,4	9,4	6,4
		VMRC - Sobrepressão	0,6	0,6	22,9	34,9	18,5	16	0,36	0,60	19,2	18,5	13,1	26,5	44,2	2,7	3,8	6,4	9,0	6,4

C.2.6: Classe energética para Exp. 2 em Ponta Delgada e Funchal - HMF

Habitação Multifamiliar			Caldeira a combustível gasoso + Bomba Calor			RCCTE	RCCTE*	RCCTE**	Consumo dos Ventiladores em Energia primária [%]		Acréscimos de Energia Primária [%]					Redução do N_{ic} [%]	
			N_{tc}/N_t	N_{ic}^*/N_t	N_{tc}^*/N_t	De acordo com SCE			RCCTE*	RCCTE**	RCCTE	RCCTE*	RCCTE**			Redução do N_{ic} [%]	Redução do N_{ic}^* [%]
Classe de Exposição 2	Ponta Delgada - Açores	Vent. Nat. – Caix. 1	0,36	0,00	0,69	A	-	B	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0			0,0	0,0
		VME	0,37	0,59	0,90	A	B	B -	39,5	26,1	0,9	163,9	29,6			8,9	8,9
		VMRC - Equilíbrio	0,37	0,95	1,25	A	B -	C	62,0	47,0	2,7	261,3	81,4			-3,5	-20,0
		VMRC - Sobrepressão	0,37	0,95	1,25	A	B -	C	62,0	47,0	2,7	259,5	72,2			-3,5	14,3
	Funchal - Madeira	Vent. Nat. – Caix. 1	0,41	0,00	0,90	A	-	B -	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0			0,0	0,0
		VME	0,41	0,64	1,11	A	B	C	36,8	21,3	0,6	157,0	22,7			10,1	10,1
		VMRC - Equilíbrio	0,42	1,00	1,46	A	B -	C	59,3	40,4	2,1	243,8	62,5			2,3	-12,3
		VMRC - Sobrepressão	0,42	1,00	1,46	A	B -	C	59,3	40,4	2,1	242,3	55,6			2,3	18,1

Classe de Exposição 3

C.3.1: Valores de N_{ic} e N_{tc} para Exp. 3 em Bragança, Melgaço, Porto e Guarda - HMF

Habitação Multifamiliar			TRN (Inverno)	TRN (Verão)	N_{ic}	N_i	N_{vc}	N_v	TRN* (Inverno)	TRN* (Verão)	N_{ic}^*	N_{vc}^*	E_v	N_{ac}	N_a	N_{tc}	E_v	N_{tc}^*	N_{tc}^{**}	N_t
			(RPH)	(RPH)	(kWh/ m ² .ano)	(kWh/ m ² .ano)	(kW h/m ² .ano)	(kW h/m ² .ano)	(RPH)	(RPH)	(kWh/ m ² .ano)	(kWh/ m ² .ano)	(kW h/m ² .ano)	(kW h/m ² .ano)	(kW h/m ² .ano)	(kge p/m ² .ano)	(kge p/m ² .ano)	(kge p/m ² .ano)	(kgep/m ² .ano)	(kge p/m ² .ano)
Classe de Exposição 3	Bragança	Vent. Nat. – Caix. 1	1,0	1,0	112,2	117,1	2,0	18	1,00	1,00	112,2	2,0	0,0	14,8	44,2	2,4	0,0	2,4	12,6	7,2
		VME	0,6	0,6	92,2	117,1	5,0	18	0,60	0,60	92,2	5,0	5,2	14,8	44,2	2,2	1,5	3,7	11,9	7,2
		VMRC - Equilíbrio	0,6	0,6	97,4	117,1	7,6	18	1,12	1,60	127,8	5,4	13,1	14,8	44,2	2,3	3,8	6,3	16,9	7,2
		VMRC - Sobrepressão	0,6	0,6	97,4	117,1	7,6	18	0,82	1,06	110,2	6,2	13,1	14,8	44,2	2,3	3,8	6,1	15,3	7,2
	Melgaço	Vent. Nat. – Caix. 1	1,0	1,0	102,6	113,9	1,7	16	1,00	1,00	102,6	1,7	0,0	18,0	44,2	2,6	0,0	2,6	11,9	7,1
		VME	0,6	0,6	90,0	113,9	4,6	16	0,60	0,60	90,0	4,6	5,2	18,0	44,2	2,5	1,5	4,0	11,9	7,1
		VMRC - Equilíbrio	0,6	0,6	94,9	113,9	7,2	16	1,12	1,60	124,5	5,2	13,1	18,0	44,2	2,6	3,8	6,5	16,9	7,1
		VMRC - Sobrepressão	0,6	0,6	94,9	113,9	7,2	16	0,82	1,06	107,4	6,0	13,1	18,0	44,2	2,6	3,8	6,3	15,3	7,1
	Porto	Vent. Nat. – Caix. 1	1,0	1,0	48,3	68,1	1,7	16	1,00	1,00	48,3	1,7	0,0	19,4	44,2	2,2	0,0	2,2	6,6	6,7
		VME	0,6	0,6	42,1	68,1	4,6	16	0,60	0,60	42,1	4,6	5,2	19,4	44,2	2,1	1,5	3,6	7,3	6,7
		VMRC - Equilíbrio	0,6	0,6	46,3	68,1	7,2	16	1,12	1,60	63,2	5,2	13,1	19,4	44,2	2,2	3,8	6,0	11,1	6,7
		VMRC - Sobrepressão	0,6	0,6	46,3	68,1	7,2	16	0,82	1,06	53,4	6,0	13,1	19,4	44,2	2,2	3,8	5,9	10,2	6,7
	Guarda	Vent. Nat. – Caix. 1	1,0	1,0	108,7	119,8	1,7	16	1,00	1,00	108,7	1,7	0,0	15,8	44,2	2,4	0,0	2,4	12,3	7,2
		VME	0,6	0,6	95,3	119,8	4,6	16	0,60	0,60	95,3	4,6	5,2	15,8	44,2	2,3	1,5	3,8	12,2	7,2
		VMRC - Equilíbrio	0,6	0,6	100,5	119,8	7,2	16	1,12	1,60	131,6	5,2	13,1	15,8	44,2	2,4	3,8	6,4	17,4	7,2
		VMRC - Sobrepressão	0,6	0,6	100,5	119,8	7,2	16	0,82	1,06	113,7	6,0	13,1	15,8	44,2	2,4	3,8	6,2	15,7	7,2

C.3.2: Classe energética para Exp. 3 em Bragança, Melgaço, Porto e Guarda - HMF

Habitação Multifamiliar			Caldeira a combustível gasoso + Bomba Calor			RCCTE	RCCTE*	RCCTE**	Consumo dos Ventiladores em Energia primária [%]		Acréscimos de Energia Primária [%]			Redução do N_{ic} [%]	Redução do N_{ic}^* [%]
			N_{ic}/N_t	N_{ic}^*/N_t	N_{ic}^{**}/N_t	De acordo com SCE			RCCTE*	RCCTE**	RCCTE	RCCTE*	RCCTE**		
Classe de Exposição 3	Bragança	Vent. Nat. – Caix. 1	0,33	-	1,75	A	-	D	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
		VME	0,31	0,52	1,65	A	B	D	41,0	12,8	-5,5	154,2	-5,3	17,8	17,8
		VMRC - Equilíbrio	0,32	0,83	1,97	A	B -	D	63,5	26,8	-2,5	260,7	35,0	13,2	-13,9
		VMRC - Sobrepressão	0,32	0,83	1,97	A	B -	D	63,5	26,8	-2,5	253,8	21,9	13,2	1,7
	Melgaço	Vent. Nat. – Caix. 1	0,36	0,00	1,66	A	-	D	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
		VME	0,35	0,55	1,67	A	B	D	38,4	12,8	-2,7	153,2	0,5	12,3	12,3
		VMRC - Equilíbrio	0,36	0,87	1,99	A	B -	D	61,0	26,8	-0,1	252,2	42,7	7,5	-21,3
		VMRC - Sobrepressão	0,36	0,87	1,99	A	B -	D	61,0	26,8	-0,1	245,9	29,1	7,5	-4,7
	Porto	Vent. Nat. – Caix. 1	0,32	0,00	0,98	A	-	B -	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
		VME	0,32	0,54	1,09	A	B	C	42,2	20,7	-0,8	166,7	11,0	12,9	12,9
		VMRC - Equilíbrio	0,33	0,87	1,43	A	B -	C	64,6	39,6	1,9	279,1	67,8	4,2	-30,9
		VMRC - Sobrepressão	0,33	0,87	1,43	A	B -	C	64,6	39,6	1,9	275,0	54,2	4,2	-10,6
	Guarda	Vent. Nat. – Caix. 1	0,34	0,00	1,71	A	-	D	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
		VME	0,33	0,53	1,70	A	B	D	39,8	12,4	-3,2	155,7	-0,2	12,3	12,3
		VMRC - Equilíbrio	0,34	0,85	2,02	A	B -	E	62,4	26,2	-0,3	260,6	41,8	7,5	-21,1
		VMRC - Sobrepressão	0,34	0,85	2,02	A	B -	E	62,4	26,2	-0,3	253,6	28,0	7,5	-4,6

C.3.3: Valores de N_{ic} e N_{tc} para Exp. 3 em Penhas Douradas, Lisboa, Évora e Faro - HMF

Habitação Multifamiliar			TRN (Inver no)	TRN (Verão)	N_{ic}	N_i	N_{vc}	N_v	TRN* (Inver no)	TRN* (Verão)	N_{ic}^*	N_{vc}^*	E_v	N_{ac}	N_a	N_{tc}	E_v	N_{tc}^*	N_{tc}^{**}	N_t
			(RPH)	(RPH)	(kWh/m ² .ano)	(kWh/m ² .ano)	(kW h/m ² .ano)	(kW h/m ² .ano)	(RPH)	(RPH)	(kWh/m ² .ano)	(kW h/m ² .ano)	(kW h/m ² .ano)	(kW h/m ² .ano)	(kW h/m ² .ano)	(kge p/m ² .ano)	(kge p/m ² .ano)	(kge p/m ² .ano)	(kge p/m ² .ano)	(kge p/m ² .ano)
Classe de Exposição 3	Penhas Douradas	Vent. Nat. – Caix. 1	1,0	1,0	138,3	142,8	1,7	16	1,00	1,00	138,3	1,7	0,0	16,2	44,2	2,8	0,0	2,8	15,2	7,4
		VME	0,6	0,6	121,6	142,8	4,6	16	0,60	0,60	121,6	4,6	5,2	16,2	44,2	2,6	1,5	4,1	14,9	7,4
		VMRC - Equilíbrio	0,6	0,6	126,7	142,8	7,2	16	1,12	1,60	164,1	5,2	13,1	16,2	44,2	2,7	3,8	6,7	20,6	7,4
		VMRC - Sobrepressão	0,6	0,6	126,7	142,8	7,2	16	0,82	1,06	142,6	6,0	13,1	16,2	44,2	2,7	3,8	6,5	18,6	7,4
	Lisboa	Vent. Nat. – Caix. 1	1,0	1,0	35,1	51,5	13,9	32	1,00	1,00	35,1	13,9	0,0	12,7	44,2	1,6	0,0	1,6	5,9	6,7
		VME	0,6	0,6	27,9	51,5	17,5	32	0,60	0,60	27,9	17,5	5,2	12,7	44,2	1,5	1,5	3,0	6,7	6,7
		VMRC - Equilíbrio	0,6	0,6	31,2	51,5	20,2	32	1,12	1,60	43,6	15,7	13,1	12,7	44,2	1,6	3,8	5,4	9,7	6,7
		VMRC - Sobrepressão	0,6	0,6	31,2	51,5	20,2	32	0,82	1,06	36,4	18,0	13,1	12,7	44,2	1,6	3,8	5,3	9,2	6,7
	Évora	Vent. Nat. – Caix. 1	1,0	1,0	43,5	59,4	13,9	32	1,00	1,00	43,5	13,9	0,0	10,0	44,2	1,4	0,0	1,4	6,5	6,8
		VME	0,6	0,6	34,8	59,4	17,5	32	0,60	0,60	34,8	17,5	5,2	10,0	44,2	1,4	1,5	2,9	7,1	6,8
		VMRC - Equilíbrio	0,6	0,6	38,4	59,4	20,2	32	1,12	1,60	52,9	15,7	13,1	10,0	44,2	1,4	3,8	5,2	10,4	6,8
		VMRC - Sobrepressão	0,6	0,6	38,4	59,4	20,2	32	0,82	1,06	44,5	18,0	13,1	10,0	44,2	1,4	3,8	5,2	9,8	6,8
	Faro	Vent. Nat. – Caix. 1	1,0	1,0	30,9	46,4	13,9	32	1,00	1,00	30,9	13,9	0,0	10,5	44,2	1,3	0,0	1,3	5,3	6,7
		VME	0,6	0,6	26,8	46,4	17,5	32	0,60	0,60	26,8	17,5	5,2	10,5	44,2	1,3	1,5	2,8	6,4	6,7
		VMRC - Equilíbrio	0,6	0,6	29,4	46,4	20,2	32	1,12	1,60	40,5	15,7	13,1	10,5	44,2	1,4	3,8	5,2	9,4	6,7
		VMRC - Sobrepressão	0,6	0,6	29,4	46,4	20,2	32	0,82	1,06	34,1	18,0	13,1	10,5	44,2	1,4	3,8	5,1	8,9	6,7

C.3.4: Classe energética para Exp. 3 em Penhas Douradas, Lisboa, Évora e Faro - HMF

Habitação Multifamiliar			Caldeira a combustível gasoso + Bomba Calor			RCCTE	RCCTE*	RCCTE**	Consumo dos Ventiladores em Energia primária [%]		Acréscimos de Energia Primária [%]			Redução do N _{ic} [%]	Redução do N _{ic} * [%]
			N _{tc} /N _t	N _{tc} */N _t	N _{tc} **/N _t				De acordo com SCE		RCCTE*	RCCTE**	RCCTE		
Classe de Exposição 3	Penhas Douradas	Vent. Nat. – Caix. 1	0,38	0,00	2,06	A	-	E	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
		VME	0,36	0,56	2,01	A	B	E	37,0	10,2	-3,9	148,0	-2,4	12,1	12,1
		VMRC - Equilíbrio	0,37	0,86	2,32	A	B -	E	59,5	22,2	-1,3	242,7	35,6	8,3	-18,7
		VMRC - Sobrepressão	0,37	0,86	2,32	A	B -	E	59,5	22,2	-1,3	235,2	22,1	8,3	-3,1
	Lisboa	Vent. Nat. – Caix. 1	0,23	0,00	0,88	A +	-	B -	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
		VME	0,23	0,45	0,99	A +	A	B -	50,4	22,8	-1,2	192,0	12,9	20,5	20,5
		VMRC - Equilíbrio	0,24	0,79	1,33	A +	B -	C	71,8	42,5	2,2	342,2	64,6	11,2	-24,0
		VMRC - Sobrepressão	0,24	0,79	1,33	A +	B -	C	71,8	42,5	2,2	339,1	56,4	11,2	-3,6
	Évora	Vent. Nat. – Caix. 1	0,21	0,00	0,96	A +	-	B -	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
		VME	0,20	0,42	1,05	A +	A	C	53,3	21,4	-2,1	200,2	9,2	20,0	20,0
		VMRC - Equilíbrio	0,21	0,76	1,38	A +	B -	C	74,1	40,5	1,8	367,3	59,5	11,8	-21,6
		VMRC - Sobrepressão	0,21	0,76	1,38	A +	B -	C	74,1	40,5	1,8	363,0	50,1	11,8	-2,2
	Faro	Vent. Nat. – Caix. 1	0,20	0,00	0,79	A +	-	B -	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
		VME	0,20	0,42	0,96	A +	A	B -	53,8	23,7	0,4	209,9	20,9	13,3	13,3
		VMRC - Equilíbrio	0,21	0,76	1,30	A +	B -	C	74,4	43,8	3,9	384,1	76,3	4,7	-31,3
		VMRC - Sobrepressão	0,21	0,76	1,30	A +	B -	C	74,4	43,8	3,9	381,1	68,5	4,7	-10,5

C.3.5: Valores de N_{ic} e N_{tc} para Exp. 3 em Ponta Delgada e Funchal - HMF

Habitação Multifamiliar			TRN (Inverno)	TRN (Verão)	N_{ic}	N_i	N_{vc}	N_v	TRN* (Inverno)	TRN* (Verão)	N_{ic}^*	N_{vc}^*	E_v	N_{ac}	N_a	N_{tc}	E_v	N_{tc}^*	N_{tc}^{**}	N_t
			(RPH)	(RPH)	(kWh/m ² .ano)	(kW h/m ² .ano)	(kW h/m ² .ano)	(kW h/m ² .ano)	(RPH)	(RPH)	(kW h/m ² .ano)	(kWh/m ² .ano)	(kW h/m ² .ano)	(kW h/m ² .ano)	(kW h/m ² .ano)	(kge p/m ² .ano)	(kge p/m ² .ano)	(kgep/m ² .ano)	(kgep/m ² .ano)	(kge p/m ² .ano)
Classe de Exposição 3	Ponta Delgada - Açores	Vent. Nat. – Caix. 1	1,0	1,0	20,8	34,4	4,0	21	1,00	1,00	20,8	4,0	0,0	24,5	44,2	2,4	0,0	2,4	4,5	6,5
		VME	0,6	0,6	18,2	34,4	7,5	21	0,60	0,60	18,2	7,5	5,2	24,5	44,2	2,4	1,5	3,8	5,8	6,5
		VMRC - Equilíbrio	0,6	0,6	20,7	34,4	10,2	21	1,12	1,60	28,6	6,7	13,1	24,5	44,2	2,4	3,8	6,2	8,5	6,5
		VMRC - Sobrepressão	0,6	0,6	20,7	34,4	10,2	21	0,82	1,06	24,0	8,2	13,1	24,5	44,2	2,4	3,8	6,1	8,2	6,5
	Funchal - Madeira	Vent. Nat. – Caix. 1	1,0	1,0	24,3	34,9	12,3	16	1,00	1,00	24,3	12,3	0,0	26,5	44,2	2,6	0,0	2,6	5,9	6,4
		VME	0,6	0,6	21,1	34,9	15,9	16	0,60	0,60	21,1	15,9	5,2	26,5	44,2	2,6	1,5	4,1	7,1	6,4
		VMRC - Equilíbrio	0,6	0,6	22,9	34,9	18,5	16	1,12	1,60	31,1	14,2	13,1	26,5	44,2	2,7	3,8	6,4	9,8	6,4
		VMRC - Sobrepressão	0,6	0,6	22,9	34,9	18,5	16	0,82	1,06	26,4	16,4	13,1	26,5	44,2	2,7	3,8	6,4	9,5	6,4

C.3.6: Classe energética para Exp. 3 em Ponta Delgada e Funchal - HMF

Habitação Multifamiliar			Caldeira a combustível gasoso + Bomba Calor			RCCTE	RCCTE*	RCCTE**	Consumo dos Ventiladores em Energia primária [%]		Acréscimos de Energia Primária [%]					Redução do N_{ic} [%]	
			N_{ic}/N_t	N_{tc}^*/N_t	N_{ic}^*/N_t	De acordo com SCE			RCCTE*	RCCTE**	RCCTE	RCCTE*	RCCTE**				Redução do N_{ic}^* [%]
Classe de Exposição 3	Ponta Delgada - Açores	Vent. Nat. – Caix. 1	0,36	0,00	0,70	A	-	B	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
		VME	0,37	0,59	0,90	A	B	B -	39,5	26,1	0,7	163,6	28,0	12,2	12,2		12,2
		VMRC - Equilíbrio	0,37	0,95	1,25	A	B -	C	62,0	47,0	2,6	262,3	87,6	0,3	-37,7		-37,7
		VMRC - Sobrepressão	0,37	0,95	1,25	A	B -	C	62,0	47,0	2,6	261,0	80,8	0,3	-15,7		-15,7
	Funchal - Madeira	Vent. Nat. – Caix. 1	0,41	0,00	0,91	A	-	B -	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
		VME	0,41	0,64	1,11	A	B	C	36,8	21,3	0,5	156,7	21,5	12,9	12,9		12,9
		VMRC - Equilíbrio	0,42	1,00	1,46	A	B -	C	59,3	40,4	2,0	244,6	66,9	5,5	-28,0		-28,0
		VMRC - Sobrepressão	0,42	1,00	1,46	A	B -	C	59,3	40,4	2,0	243,7	62,7	5,5	-8,7		-8,7

Anexo D: Tabelas de resultados com potência de ventilação alterada - MG**D.1 – Moradia Geminada - Classe de Exposição 1****D.1.1: Valores de N_{ic} e N_{tc} para Exp. 1 em Bragança, Melgaço, Porto e Guarda – MG – $P_v/2$**

Moradia Geminada – $P_v/2$			TRN	TRN	N_{ic}	N_i	N_{vc}	N_v	TRN*	TRN*	N_{ic}^*	N_{vc}^*	E_v	N_{ac}	N_a	N_{tc}	E_v	N_{tc}^*	N_{tc}^{**}	N_t
			(Inver no)	(Verão)					(Inver no)	(Verão)										
			(RPH)	(RPH)	(kWh /m ² .a no)	(kWh/ m ² .an o)	(kW h/m ² . ano)	(kW h/m ² . ano)	(RPH)	(RPH)	(kW h/m ² . ano)	(kWh /m ² .a no)	(kW h/m ² . ano)	(kW h/m ² . ano)	(kW h/m ² . ano)	(kge p/m ² . ano)	(kge p/m ² . ano)	(kge p/m ² . ano)	(kgep/ m ² .ano)	(kgep /m ² .a no)
Classe de Exposição 1	Bragança	Vent. Nat. – Caix. 1	0,9	0,9	72,9	117,1	2,9	18	0,90	0,90	72,9	2,9	0,0	13,5	25,2	1,9	0,0	1,9	8,6	3,3
		VME	0,6	0,6	57,5	117,1	5,0	18	0,60	0,60	56,3	4,4	1,9	13,5	25,2	1,8	0,5	2,3	7,7	2,9
		VMRC - Equilíbrio	0,6	0,6	58,7	117,1	5,6	18	0,42	0,90	46,4	2,9	3,7	13,5	25,2	1,7	1,1	2,7	7,1	2,6
		VMRC - Sobrepresão	0,6	0,6	58,7	117,1	5,6	18	0,36	0,60	43,1	4,4	3,7	13,5	25,2	1,7	1,1	2,7	6,9	2,5
	Melgaço	Vent. Nat. – Caix. 1	0,9	0,9	71,2	113,9	2,6	16	0,90	0,90	71,2	2,6	0,0	14,7	25,2	2,0	0,0	2,0	8,5	3,4
		VME	0,6	0,6	56,2	113,9	4,6	16	0,60	0,60	55,0	4,0	1,9	14,7	25,2	1,9	0,5	2,4	7,6	2,9
		VMRC - Equilíbrio	0,6	0,6	57,4	113,9	5,2	16	0,42	0,90	45,4	2,6	3,7	14,7	25,2	1,8	1,1	2,8	7,1	2,7
		VMRC - Sobrepresão	0,6	0,6	57,4	113,9	5,2	16	0,36	0,60	42,2	4,0	3,7	14,7	25,2	1,8	1,1	2,8	6,9	2,6
	Porto	Vent. Nat. – Caix. 1	0,9	0,9	32,2	68,1	2,6	16	0,90	0,90	32,2	2,6	0,0	14,7	25,2	1,6	0,0	1,6	4,7	2,2
		VME	0,6	0,6	24,2	68,1	4,6	16	0,60	0,60	23,1	4,0	1,9	14,7	25,2	1,5	0,5	2,1	4,5	2,0
		VMRC - Equilíbrio	0,6	0,6	25,1	68,1	5,2	16	0,42	0,90	17,9	2,6	3,7	14,7	25,2	1,5	1,1	2,5	4,4	1,9
		VMRC - Sobrepresão	0,6	0,6	25,1	68,1	5,2	16	0,36	0,60	16,2	4,0	3,7	14,7	25,2	1,5	1,1	2,5	4,3	1,8
	Guarda	Vent. Nat. – Caix. 1	0,9	0,9	75,5	119,8	2,6	16	0,90	0,90	75,5	2,6	0,0	14,4	25,2	2,0	0,0	2,0	8,9	3,4
		VME	0,6	0,6	59,7	119,8	4,6	16	0,60	0,60	58,4	4,0	1,9	14,4	25,2	1,9	0,5	2,4	7,9	3,0
		VMRC - Equilíbrio	0,6	0,6	60,9	119,8	5,2	16	0,42	0,90	48,3	2,6	3,7	14,4	25,2	1,8	1,1	2,8	7,3	2,7
		VMRC - Sobrepresão	0,6	0,6	60,9	119,8	5,2	16	0,36	0,60	44,9	4,0	3,7	14,4	25,2	1,8	1,1	2,8	7,1	2,7

D.1.2: Classe energética para Exp. 1 em Bragança, Melgaço, Porto e Guarda – MG – P_v/2

Moradia Geminada – P _v /2			Caldeira a combustível gasoso + Bomba Calor			RCCTE	RCCTE*	RCCTE**	Consumo dos Ventiladores em Energia primária [%]		Acréscimos de Energia Primária [%]			Redução do N _{ic} [%]	Redução do N _{ic} * [%]
			N _{tc} /N _t	N _{tc} */N _t	N _{tc} **/N _t				De acordo com SCE	RCCTE*	RCCTE**	RCCTE	RCCTE*		
Classe de Exposição 1	Bragança	Vent. Nat. – Caix. 1	0,41	-	1,87	A	-	D	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
		VME	0,39	0,50	1,66	A	A	D	23,5	7,0	-6,9	120,6	-11,0	21,1	21,1
		VMRC - Equilíbrio	0,36	0,59	1,54	A	B	D	39,7	15,2	-11,8	-43,0	-17,7	19,4	33,0
		VMRC - Sobrepressão	0,36	0,59	1,50	A	B	D	39,9	15,6	-12,7	-42,1	-19,8	19,4	37,5
	Melgaço	Vent. Nat. – Caix. 1	0,44	-	1,87	A	-	D	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
		VME	0,41	0,52	1,67	A	B	D	22,7	7,1	-6,4	119,9	-10,7	21,0	21,0
		VMRC - Equilíbrio	0,39	0,62	1,55	A	B	D	38,4	15,3	-11,0	141,6	-17,1	19,4	32,9
		VMRC - Sobrepressão	0,38	0,61	1,51	A	B	D	38,6	15,7	-11,9	140,7	-19,2	19,4	37,3
	Porto	Vent. Nat. – Caix. 1	0,38	-	1,13	A	-	C	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
		VME	0,37	0,50	1,07	A	A	C	26,2	12,1	-3,7	129,1	-4,5	24,8	24,8
		VMRC - Equilíbrio	0,36	0,61	1,05	A	B	C	42,6	24,9	-6,8	158,8	-7,0	21,8	38,0
		VMRC - Sobrepressão	0,36	0,61	1,04	A	B	C	42,6	25,1	-7,0	158,6	-7,7	21,8	43,3
	Guarda	Vent. Nat. – Caix. 1	0,43	0,00	1,93	A	-	D	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
		VME	0,40	0,52	1,71	A	B	D	22,7	6,8	-6,8	119,3	-11,2	20,9	20,9
		VMRC - Equilíbrio	0,38	0,61	1,59	A	B	D	38,4	14,8	-11,6	140,7	-17,9	19,3	32,7
		VMRC - Sobrepressão	0,38	0,61	1,54	A	B	D	38,7	15,2	-12,6	139,7	-20,1	19,3	37,2

D.1.3: Valores de N_{ic} e N_{tc} para Exp. 1 em Penhas Douradas, Lisboa, Évora e Faro – MG – $P_v/2$

Moradia Geminada – $P_v/2$			TRN (Inverno)	TRN (Verão)	N_{ic}	N_i	N_{vc}	N_v	TRN* (Inverno)	TRN* (Verão)	N_{ic}^*	N_{vc}^*	E_v	N_{ac}	N_a	N_{tc}	E_v	N_{tc}^*	N_{tc}^{**}	N_t
			(RPH)	(RPH)	(kWh /m ² .a no)	(kWh/ m ² .an o)	(kW h/m ² . ano)	(kW h/m ² . ano)	(RPH)	(RPH)	(kW h/m ² . ano)	(kWh /m ² .a no)	(kW h/m ² . ano)	(kW h/m ² . ano)	(kW h/m ² . ano)	(kge p/m ² . ano)	(kge p/m ² . ano)	(kge p/m ² . ano)	(kgep/ m ² .ano)	(kgep /m ² .a no)
Classe de Exposição 1	Penhas Douradas	Vent. Nat. – Caix. 1	0,9	0,9	97,1	142,8	2,6	16	0,90	0,90	97,1	2,6	0,0	14,5	25,2	2,2	0,0	2,2	11,1	4,1
		VME	0,6	0,6	77,9	142,8	4,6	16	0,60	0,60	76,6	4,0	1,9	14,5	25,2	2,1	0,5	2,6	9,7	3,5
		VMRC - Equilíbrio	0,6	0,6	79,1	142,8	5,2	16	0,42	0,90	64,4	2,6	3,7	14,5	25,2	1,9	1,1	3,0	8,9	3,2
		VMRC - Sobrepressão	0,6	0,6	79,1	142,8	5,2	16	0,36	0,60	60,3	4,0	3,7	14,5	25,2	1,9	1,1	3,0	8,7	3,1
	Lisboa	Vent. Nat. – Caix. 1	0,9	0,9	21,4	51,5	13,5	32	0,90	0,90	21,4	13,5	0,0	13,8	25,2	1,5	0,0	1,5	4,6	1,9
		VME	0,6	0,6	15,7	51,5	15,5	32	0,60	0,60	14,9	14,8	1,9	13,8	25,2	1,5	0,5	2,0	4,6	1,8
		VMRC - Equilíbrio	0,6	0,6	16,5	51,5	16,1	32	0,42	0,90	11,2	13,5	3,7	13,8	25,2	1,5	1,1	2,5	4,7	1,7
		VMRC - Sobrepressão	0,6	0,6	16,5	51,5	16,1	32	0,36	0,60	10,0	14,8	3,7	13,8	25,2	1,5	1,1	2,5	4,7	1,7
	Évora	Vent. Nat. – Caix. 1	0,9	0,9	26,9	59,4	13,4	32	0,90	0,90	26,9	13,4	0,0	13,5	25,2	1,6	0,0	1,6	5,1	2,1
		VME	0,6	0,6	20,1	59,4	15,4	32	0,60	0,60	19,2	14,7	1,9	13,5	25,2	1,5	0,5	2,0	5,0	1,9
		VMRC - Equilíbrio	0,6	0,6	20,9	59,4	16,0	32	0,42	0,90	14,7	13,4	3,7	13,5	25,2	1,5	1,1	2,5	5,0	1,8
		VMRC - Sobrepressão	0,6	0,6	20,9	59,4	16,0	32	0,36	0,60	13,3	14,7	3,7	13,5	25,2	1,5	1,1	2,5	5,0	1,8
	Faro	Vent. Nat. – Caix. 1	0,9	0,9	20,7	46,4	13,5	32	0,90	0,90	20,7	13,5	0,0	13,5	25,2	1,5	0,0	1,5	4,5	1,9
		VME	0,6	0,6	15,5	46,4	15,5	32	0,60	0,60	14,8	14,8	1,9	13,5	25,2	1,5	0,5	2,0	4,6	1,8
		VMRC - Equilíbrio	0,6	0,6	16,1	46,4	16,1	32	0,42	0,90	11,4	13,5	3,7	13,5	25,2	1,4	1,1	2,5	4,7	1,7
		VMRC - Sobrepressão	0,6	0,6	16,1	46,4	16,1	32	0,36	0,60	10,3	14,8	3,7	13,5	25,2	1,4	1,1	2,5	4,7	1,6

D.1.4: Classe energética para Exp. 1 em Penhas Douradas, Lisboa, Évora e Faro – MG – P_v/2

Moradia Geminada – P _v /2			Caldeira a combustível gasoso + Bomba Calor			RCCTE	RCCTE*	RCCTE**	Consumo dos Ventiladores em Energia primária [%]		Acréscimos de Energia Primária [%]			Redução do N _{ic} [%]	Redução do N _{ic} * [%]
			N _{tc} /N _t	N _{tc} */N _t	N _{tc} **/N _t	De acordo com SCE			RCCTE*	RCCTE**	RCCTE	RCCTE*	RCCTE**		
Classe de Exposição 1	Penhas Douradas	Vent. Nat. – Caix. 1	0,46	-	2,29	A	-	E	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
		VME	0,43	0,53	2,02	A	B	E	21,0	5,6	-7,7	115,9	-12,1	19,8	19,8
		VMRC - Equilíbrio	0,40	0,62	1,85	A	B	D	36,3	12,1	-12,9	134,1	-19,4	18,6	31,2
		VMRC - Sobrepressão	0,40	0,61	1,79	A	B	D	36,6	12,5	-14,1	132,9	-21,8	18,6	35,4
	Lisboa	Vent. Nat. – Caix. 1	0,37	0,00	1,11	A	-	C	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
		VME	0,36	0,49	1,12	A	A	C	26,8	11,7	-2,4	132,1	0,8	26,5	26,5
		VMRC - Equilíbrio	0,35	0,60	1,12	A	B	C	43,2	23,2	-4,8	164,3	1,6	23,0	40,2
		VMRC - Sobrepressão	0,35	0,60	1,13	A	B	C	43,1	23,1	-4,7	164,4	1,9	23,0	45,7
	Évora	Vent. Nat. – Caix. 1	0,37	0,00	1,21	A	-	C	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
		VME	0,36	0,48	1,19	A	A	C	26,6	10,8	-3,1	130,8	-1,7	25,4	25,4
		VMRC - Equilíbrio	0,35	0,60	1,18	A	B	C	43,0	21,7	-5,9	161,9	-2,4	22,4	38,9
		VMRC - Sobrepressão	0,35	0,60	1,18	A	B	C	43,0	21,8	-5,9	161,8	-2,6	22,4	44,2
	Faro	Vent. Nat. – Caix. 1	0,36	0,00	1,10	A	-	C	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
		VME	0,35	0,48	1,12	A	A	C	27,3	11,8	-2,2	133,3	2,1	25,3	25,3
		VMRC - Equilíbrio	0,35	0,60	1,13	A	B	C	43,7	23,2	-4,5	166,5	3,6	22,3	38,8
		VMRC - Sobrepressão	0,35	0,60	1,14	A	B	C	43,6	23,1	-4,3	166,6	4,1	22,3	44,1

D.1.5: Valores de N_{ic} e N_{tc} para Exp. 1 em Ponta Delgada e Funchal – MG – $P_v/2$

Moradia Geminada – $P_v/2$			TRN (Inverno)	TRN (Verão)	N_{ic}	N_i	N_{vc}	N_v	TRN* (Inverno)	TRN* (Verão)	N_{ic}^*	N_{vc}^*	E_v	N_{ac}	N_a	N_{tc}	E_v	N_{tc}^*	N_{tc}^{**}	N_t
			(RPH)	(RPH)	(kW h/m ² . ano)	(kW h/m ² . ano)	(kW h/m ² . ano)	(kW h/m ² . ano)	(RPH)	(RPH)	(kW h/m ² . ano)	(kWh/ m ² .ano)	(kW h/m ² . ano)	(kW h/m ² . ano)	(kW h/m ² . ano)	(kge p/m ² . ano)	(kgep/ m ² .ano)	(kge p/m ² . ano)	(kgep/ m ² .ano)	(kge p/m ² . ano)
Classe de Exposição 1	Ponta Delgada - Açores	Vent. Nat. – Caix. 1	0,9	0,9	13,2	34,4	5,1	21	0,90	0,90	13,2	5,1	0,0	15,6	25,2	1,5	0,0	1,5	3,1	1,8
		VME	0,6	0,6	9,7	34,4	7,4	21	0,60	0,60	9,1	6,8	1,9	15,6	25,2	1,5	0,5	2,0	3,4	1,7
		VMRC - Equilíbrio	0,6	0,6	10,2	34,4	8,1	21	0,42	0,90	6,7	5,1	3,7	15,6	25,2	1,5	1,1	2,5	3,6	1,6
		VMRC - Sobrepressão	0,6	0,6	10,2	34,4	8,1	21	0,36	0,60	6,0	6,8	3,7	15,6	25,2	1,5	1,1	2,6	3,7	1,6
	Funchal - Madeira	Vent. Nat. – Caix. 1	0,9	0,9	16,4	34,9	5,4	16	0,90	0,90	16,4	5,4	0,0	15,8	25,2	1,6	0,0	1,6	3,5	1,9
		VME	0,6	0,6	12,5	34,9	7,9	16	0,60	0,60	12,0	7,2	1,9	15,8	25,2	1,6	0,5	2,1	3,8	1,8
		VMRC - Equilíbrio	0,6	0,6	12,9	34,9	8,5	16	0,42	0,90	9,5	5,4	3,7	15,8	25,2	1,5	1,1	2,6	3,9	1,7
		VMRC - Sobrepressão	0,6	0,6	12,9	34,9	8,5	16	0,36	0,60	8,6	7,2	3,7	15,8	25,2	1,5	1,1	2,6	4,0	1,7

D.1.6: Classe energética para Exp. 1 em Ponta Delgada e Funchal – MG – $P_v/2$

Moradia Geminada – $P_v/2$			Caldeira a combustível gasoso + Bomba Calor			RCCTE	RCCTE*	RCCTE**	Consumo dos Ventiladores em Energia primária [%]		Acréscimos de Energia Primária [%]				
			N_{tc}/N_t	N_{tc}^*/N_t	N_{tc}^{**}/N_t	De acordo com SCE			RCCTE*	RCCTE**	RCCTE	RCCTE*	RCCTE**	Redução do N_{ic} [%]	Redução do N_{ic}^* [%]
Classe de Exposição 1	Ponta Delgada - Açores	Vent. Nat. – Caix. 1	0,39	-	0,80	A	-	B -	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
		VME	0,39	0,52	0,88	A	B	B -	26,6	15,7	-0,7	134,1	9,8	26,4	26,4
		VMRC - Equilíbrio	0,38	0,65	0,92	A	B	B -	42,6	30,3	-2,6	167,0	14,2	22,2	39,8
		VMRC - Sobrepressão	0,38	0,65	0,94	A	B	B -	42,5	29,5	-2,0	167,7	17,3	22,2	45,4
	Funchal - Madeira	Vent. Nat. – Caix. 1	0,41	0,00	0,91	A	-	B -	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
		VME	0,40	0,54	0,98	A	B	B -	25,9	14,3	-1,0	132,8	8,1	23,9	23,9
		VMRC - Equilíbrio	0,40	0,67	1,01	A	B	C	41,8	27,8	-3,0	164,4	11,3	21,4	36,9
		VMRC - Sobrepressão	0,40	0,67	1,03	A	B	C	41,7	27,1	-2,4	165,0	14,0	21,4	42,0

D.2 – Moradia Geminada - Classe de Exposição 2

D.2.1: Valores de N_{ic} e N_{tc} para Exp. 2 em Bragança, Melgaço, Porto e Guarda – MG – P_v/2

Moradia Geminada – P _v /2			TRN (Inverno)	TRN (Verão)	N_{ic}	N_i	N_{vc}	N_v	TRN* (Inverno)	TRN* (Verão)	N_{ic}^*	N_{vc}^*	E_v	N_{ac}	N_a	N_{tc}	E_v	N_{tc}^*	N_{tc}^{**}	N_t
			(RPH)	(RPH)	(kWh/ m ² .ano)	(kWh/ m ² .ano)	(kW h/m ² . ano)	(kW h/m ² . ano)	(RPH)	(RPH)	(kW h/m ² . ano)	(kWh/ m ² .ano)	(kW h/m ² . ano)	(kW h/m ² . ano)	(kW h/m ² . ano)	(kge p/m ² . ano)	(kge p/m ² . ano)	(kge p/m ² . ano)	(kgep/ m ² .ano)	(kgep/ m ² .ano)
Classe de Exposição 2	Bragança	Vent. Nat. – Caix. 1	1,0	1,0	75,7	117,1	2,7	18	0,95	0,95	75,7	2,7	0,0	13,5	25,2	1,9	0,0	1,9	8,9	3,4
		VME	0,6	0,6	57,5	117,1	5,0	18	0,60	0,60	56,3	4,4	1,9	13,5	25,2	1,8	0,5	2,3	7,7	2,9
		VMRC - Equilíbrio	0,6	0,6	58,7	117,1	5,6	18	0,82	1,30	68,4	1,7	3,7	13,5	25,2	1,9	1,1	2,9	9,2	3,2
		VMRC - Sobrepressão	0,6	0,6	58,7	117,1	5,6	18	0,36	0,60	43,1	4,4	3,7	13,5	25,2	1,7	1,1	2,7	6,9	2,5
	Melgaço	Vent. Nat. – Caix. 1	1,0	1,0	73,8	113,9	2,4	16	0,95	0,95	73,8	2,4	0,0	14,7	25,2	2,0	0,0	2,0	8,8	3,4
		VME	0,6	0,6	56,2	113,9	4,6	16	0,60	0,60	55,0	4,0	1,9	14,7	25,2	1,9	0,5	2,4	7,6	2,9
		VMRC - Equilíbrio	0,6	0,6	57,4	113,9	5,2	16	0,82	1,30	66,8	1,5	3,7	14,7	25,2	2,0	1,1	3,0	9,1	3,3
		VMRC - Sobrepressão	0,6	0,6	57,4	113,9	5,2	16	0,36	0,60	42,2	4,0	3,7	14,7	25,2	1,8	1,1	2,8	6,9	2,6
	Porto	Vent. Nat. – Caix. 1	1,0	1,0	33,7	68,1	2,4	16	0,95	0,95	33,7	2,4	0,0	14,7	25,2	1,6	0,0	1,6	4,8	2,3
		VME	0,6	0,6	24,2	68,1	4,6	16	0,60	0,60	23,1	4,0	1,9	14,7	25,2	1,5	0,5	2,1	4,5	2,0
		VMRC - Equilíbrio	0,6	0,6	25,1	68,1	5,2	16	0,82	1,30	29,7	1,5	3,7	14,7	25,2	1,6	1,1	2,7	5,4	2,2
		VMRC - Sobrepressão	0,6	0,6	25,1	68,1	5,2	16	0,36	0,60	16,2	4,0	3,7	14,7	25,2	1,5	1,1	2,5	4,3	1,8
	Guarda	Vent. Nat. – Caix. 1	1,0	1,0	78,3	119,8	2,4	16	0,95	0,95	78,3	2,4	0,0	14,4	25,2	2,0	0,0	2,0	9,2	3,5
		VME	0,6	0,6	59,7	119,8	4,6	16	0,60	0,60	58,4	4,0	1,9	14,4	25,2	1,9	0,5	2,4	7,9	3,0
		VMRC - Equilíbrio	0,6	0,6	60,9	119,8	5,2	16	0,82	1,30	70,9	1,5	3,7	14,4	25,2	2,0	1,1	3,0	9,5	3,4
		VMRC - Sobrepressão	0,6	0,6	60,9	119,8	5,2	16	0,36	0,60	44,9	4,0	3,7	14,4	25,2	1,8	1,1	2,8	7,1	2,7

D.2.2: Classe energética para Exp. 2 em Bragança, Melgaço, Porto e Guarda – MG – P_v/2

Moradia Geminada – P _v /2			Caldeira a combustível gasoso + Bomba Calor			RCCTE	RCCTE*	RCCTE**	Consumo dos Ventiladores em Energia primária [%]		Acréscimos de Energia Primária [%]			Redução do N _{ic} [%]	Redução do N _{ic} * [%]
			N _{ic} /N _t	N _{ic} * /N _t	N _{ic} **/N _t	De acordo com SCE			RCCTE*	RCCTE**	RCCTE	RCCTE*	RCCTE**		
Classe de Exposição 2	Bragança	Vent. Nat. – Caix. 1	0,42	-	1,93	A	-	D	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
		VME	0,39	0,50	1,66	A	A	D	23,5	7,0	-8,1	119,0	-13,6	24,0	24,0
		VMRC - Equilíbrio	0,41	0,64	1,98	A	B	D	36,9	11,8	-2,3	151,8	3,1	22,4	6,3
		VMRC - Sobrepressão	0,36	0,59	1,50	A	B	D	39,9	15,6	-13,9	140,2	-22,1	22,4	39,7
	Melgaço	Vent. Nat. – Caix. 1	0,44	-	1,92	A	-	D	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
		VME	0,41	0,52	1,67	A	B	D	22,7	7,1	-7,6	118,4	-13,3	23,9	23,9
		VMRC - Equilíbrio	0,43	0,66	1,99	A	B	D	35,9	11,9	-2,1	149,8	3,4	22,3	6,3
		VMRC - Sobrepressão	0,38	0,61	1,51	A	B	D	38,6	15,7	-13,0	139,0	-21,5	22,3	39,6
	Porto	Vent. Nat. – Caix. 1	0,39	-	1,16	A	-	C	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
		VME	0,37	0,50	1,07	A	A	C	26,2	12,1	-4,5	128,1	-7,2	28,2	28,2
		VMRC - Equilíbrio	0,38	0,64	1,30	A	B	C	40,9	20,0	-1,0	164,1	12,4	25,4	5,8
		VMRC - Sobrepressão	0,36	0,61	1,04	A	B	C	42,6	25,1	-7,7	157,3	-10,2	25,4	45,9
	Guarda	Vent. Nat. – Caix. 1	0,44	0,00	1,99	A	-	D	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
		VME	0,40	0,52	1,71	A	B	D	22,7	6,8	-8,0	117,8	-13,8	23,8	23,8
		VMRC - Equilíbrio	0,43	0,66	2,05	A	B	E	35,7	11,5	-2,3	149,3	2,9	22,2	6,3
		VMRC - Sobrepressão	0,38	0,61	1,54	A	B	D	38,7	15,2	-13,7	137,9	-22,4	22,2	39,5

D.2.3: Valores de N_{ic} e N_{tc} para Exp. 2 em Penhas Douradas, Lisboa, Évora e Faro – MG – $P_v/2$

Moradia Geminada – $P_v/2$			TRN (Inverno)	TRN (Verão)	N_{ic}	N_i	N_{vc}	N_v	TRN* (Inverno)	TRN* (Verão)	N_{ic}^*	N_{vc}^*	E_v	N_{ac}	N_a	N_{tc}	E_v	N_{tc}^*	N_{tc}^{**}	N_t
			(RPH)	(RPH)	(kWh/ m ² .ano)	(kWh/ m ² .ano)	(kW h/m ² . ano)	(kW h/m ² . ano)	(RPH)	(RPH)	(kWh/ m ² .ano)	(kWh /m ² .a no)	(kW h/m ² . ano)	(kW h/m ² . ano)	(kWh/ m ² .ano)	(kge p/m ² . ano)	(kge p/m ² . ano)	(kge p/m ² . ano)	(kgep/ m ² .ano)	(kge p/m ² . ano)
Classe de Exposição 2	Penhas Douradas	Vent. Nat. – Caix. 1	1,0	1,0	100,6	142,8	2,4	16	0,95	0,95	100,6	2,4	0,0	14,5	25,2	2,3	0,0	2,3	11,4	4,2
		VME	0,6	0,6	77,9	142,8	4,6	16	0,60	0,60	76,6	4,0	1,9	14,5	25,2	2,1	0,5	2,6	9,7	3,5
		VMRC - Equilíbrio	0,6	0,6	79,1	142,8	5,2	16	0,82	1,30	91,7	1,5	3,7	14,5	25,2	2,2	1,1	3,2	11,5	4,0
		VMRC - Sobrepresão	0,6	0,6	79,1	142,8	5,2	16	0,36	0,60	60,3	4,0	3,7	14,5	25,2	1,9	1,1	3,0	8,7	3,1
	Lisboa	Vent. Nat. – Caix. 1	1,0	1,0	22,5	51,5	13,2	32	0,95	0,95	22,5	13,2	0,0	13,8	25,2	1,5	0,0	1,5	4,7	2,0
		VME	0,6	0,6	15,7	51,5	15,5	32	0,60	0,60	14,9	14,8	1,9	13,8	25,2	1,5	0,5	2,0	4,6	1,8
		VMRC - Equilíbrio	0,6	0,6	16,5	51,5	16,1	32	0,82	1,30	19,5	11,7	3,7	13,8	25,2	1,5	1,1	2,6	5,3	1,9
		VMRC - Sobrepresão	0,6	0,6	16,5	51,5	16,1	32	0,36	0,60	10,0	14,8	3,7	13,8	25,2	1,5	1,1	2,5	4,7	1,7
	Évora	Vent. Nat. – Caix. 1	1,0	1,0	28,2	59,4	13,1	32	0,95	0,95	28,2	13,1	0,0	13,5	25,2	1,6	0,0	1,6	5,2	2,1
		VME	0,6	0,6	20,1	59,4	15,4	32	0,60	0,60	19,2	14,7	1,9	13,5	25,2	1,5	0,5	2,0	5,0	1,9
		VMRC - Equilíbrio	0,6	0,6	20,9	59,4	16,0	32	0,82	1,30	24,8	11,6	3,7	13,5	25,2	1,5	1,1	2,6	5,8	2,1
		VMRC - Sobrepresão	0,6	0,6	20,9	59,4	16,0	32	0,36	0,60	13,3	14,7	3,7	13,5	25,2	1,5	1,1	2,5	5,0	1,8
	Faro	Vent. Nat. – Caix. 1	1,0	1,0	21,7	46,4	13,2	32	0,95	0,95	21,7	13,2	0,0	13,5	25,2	1,5	0,0	1,5	4,6	1,9
		VME	0,6	0,6	15,5	46,4	15,5	32	0,60	0,60	14,8	14,8	1,9	13,5	25,2	1,5	0,5	2,0	4,6	1,8
		VMRC - Equilíbrio	0,6	0,6	16,1	46,4	16,1	32	0,82	1,30	19,1	11,7	3,7	13,5	25,2	1,5	1,1	2,5	5,3	1,9
		VMRC - Sobrepresão	0,6	0,6	16,1	46,4	16,1	32	0,36	0,60	10,3	14,8	3,7	13,5	25,2	1,4	1,1	2,5	4,7	1,6

D.2.4: Classe energética para Exp. 2 em Penhas Douradas, Lisboa, Évora e Faro – MG – P_v/2

Moradia Geminada – P _v /2			Caldeira a combustível gasoso + Bomba Calor			RCCTE	RCCTE*	RCCTE**	Consumo dos Ventiladores em Energia primária [%]		Acréscimos de Energia Primária [%]			Redução do N _{ic} [%]	Redução do N _{ic} * [%]
			N _{tc} /N _t	N _{tc} */N _t	N _{tc} **/N _t				De acordo com SCE	RCCTE*	RCCTE**	RCCTE	RCCTE*		
Classe de Exposição 2	Penhas Douradas	Vent. Nat. – Caix. 1	0,47	-	2,36	A	-	E	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
		VME	0,43	0,53	2,02	A	B	E	21,0	5,6	-9,0	114,2	-14,6	22,6	22,6
		VMRC - Equilíbrio	0,45	0,67	2,38	A	B	E	33,4	9,4	-2,7	143,7	1,0	21,3	6,4
		VMRC - Sobrepressão	0,40	0,61	1,79	A	B	D	36,6	12,5	-15,3	131,1	-24,0	21,3	37,6
	Lisboa	Vent. Nat. – Caix. 1	0,37	0,00	1,13	A	-	C	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
		VME	0,36	0,49	1,12	A	A	C	26,8	11,7	-2,9	131,4	-1,1	30,0	30,0
		VMRC - Equilíbrio	0,37	0,62	1,28	A	B	C	42,1	20,3	-1,0	167,6	13,7	26,8	5,9
		VMRC - Sobrepressão	0,35	0,60	1,13	A	B	C	43,1	23,1	-5,2	163,5	0,1	26,8	48,4
	Évora	Vent. Nat. – Caix. 1	0,37	0,00	1,23	A	-	C	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
		VME	0,36	0,48	1,19	A	A	C	26,6	10,8	-3,8	129,9	-3,7	28,9	28,9
		VMRC - Equilíbrio	0,37	0,62	1,37	A	B	C	41,7	18,7	-1,3	166,1	11,4	26,0	6,1
		VMRC - Sobrepressão	0,35	0,60	1,18	A	B	C	43,0	21,8	-6,6	160,7	-4,6	26,0	46,8
	Faro	Vent. Nat. – Caix. 1	0,36	0,00	1,11	A	-	C	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
		VME	0,35	0,48	1,12	A	A	C	27,3	11,8	-2,7	132,6	0,3	28,7	28,7
		VMRC - Equilíbrio	0,36	0,62	1,28	A	B	C	42,6	20,6	-1,1	169,6	14,7	25,9	6,1
		VMRC - Sobrepressão	0,35	0,60	1,14	A	B	C	43,6	23,1	-4,8	165,8	2,4	25,9	46,6

D.2.5: Valores de N_{ic} e N_{tc} para Exp. 2 em Ponta Delgada e Funchal – MG – $P_v/2$

Moradia Geminada – $P_v/2$			TRN (Inverno)	TRN (Verão)	N_{ic}	N_i	N_{vc}	N_v	TRN* (Inverno)	TRN* (Verão)	N_{ic}^*	N_{vc}^*	E_v	N_{ac}	N_a	N_{tc}	E_v	N_{tc}^*	N_{tc}^{**}	N_t
			(RPH)	(RPH)	(kW h/m ² . ano)	(kW h/m ² . ano)	(kW h/m ² . ano)	(kW h/m ² . ano)	(RPH)	(RPH)	(kW h/m ² . ano)	(kW h/m ² . ano)	(kW h/m ² . ano)	(kWh/ m ² .ano)	(kW h/m ² . ano)	(kge p/m ² . ano)	(kgep/ m ² .ano)	(kge p/m ² . ano)	(kgep/ m ² .ano)	(kge p/m ² . ano)
Classe de Exposição 2	Ponta Delgada - Açores	Vent. Nat. – Caix. 1	1,0	1,0	13,9	34,4	4,8	21	0,95	0,95	13,9	4,8	0,0	15,6	25,2	1,5	0,0	1,5	3,2	1,8
		VME	0,6	0,6	9,7	34,4	7,4	21	0,60	0,60	9,1	6,8	1,9	15,6	25,2	1,5	0,5	2,0	3,4	1,7
		VMRC - Equilíbrio	0,6	0,6	10,2	34,4	8,1	21	0,82	1,30	12,0	3,4	3,7	15,6	25,2	1,5	1,1	2,6	3,9	1,8
		VMRC - Sobrepresão	0,6	0,6	10,2	34,4	8,1	21	0,36	0,60	6,0	6,8	3,7	15,6	25,2	1,5	1,1	2,6	3,7	1,6
	Funchal - Madeira	Vent. Nat. – Caix. 1	1,0	1,0	17,2	34,9	5,2	16	0,95	0,95	17,2	5,2	0,0	15,8	25,2	1,6	0,0	1,6	3,6	1,9
		VME	0,6	0,6	12,5	34,9	7,9	16	0,60	0,60	12,0	7,2	1,9	15,8	25,2	1,6	0,5	2,1	3,8	1,8
		VMRC - Equilíbrio	0,6	0,6	12,9	34,9	8,5	16	0,82	1,30	15,2	3,6	3,7	15,8	25,2	1,6	1,1	2,6	4,3	1,9
		VMRC - Sobrepresão	0,6	0,6	12,9	34,9	8,5	16	0,36	0,60	8,6	7,2	3,7	15,8	25,2	1,5	1,1	2,6	4,0	1,7

D.2.6: Classe energética para Exp. 2 em Ponta Delgada e Funchal – MG – $P_v/2$

Moradia Geminada – $P_v/2$			Caldeira a combustível gasoso + Bomba Calor			RCCTE	RCCTE*	RCCTE**	Consumo dos Ventiladores em Energia primária [%]		Acréscimos de Energia Primária [%]					Redução do N_{ic} [%]	
			N_{tc}/N_t	N_{tc}^*/N_t	N_{tc}^{**}/N_t	De acordo com SCE			RCCTE*	RCCTE**	RCCTE	RCCTE*	RCCTE**			Redução do N_{ic} [%]	Redução do N_{ic}^* [%]
Classe de Exposição 2	Ponta Delgada - Açores	Vent. Nat. – Caix. 1	0,39	-	0,81	A	-	B -	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0			0,0	0,0
		VME	0,39	0,52	0,88	A	B	B -	26,6	15,7	-1,0	133,7	8,3			30,0	30,0
		VMRC - Equilíbrio	0,39	0,66	1,01	A	B	C	42,1	27,5	-0,6	168,9	23,8			26,1	4,7
		VMRC - Sobrepresão	0,38	0,65	0,94	A	B	B -	42,5	29,5	-2,3	167,2	15,6			26,1	48,1
	Funchal - Madeira	Vent. Nat. – Caix. 1	0,41	0,00	0,92	A	-	B -	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0			0,0	0,0
		VME	0,40	0,54	0,98	A	B	B -	25,9	14,3	-1,3	132,4	6,7			27,2	27,2
		VMRC - Equilíbrio	0,41	0,68	1,11	A	B	C	41,2	25,2	-0,8	166,5	21,0			24,7	6,1
		VMRC - Sobrepresão	0,40	0,67	1,03	A	B	C	41,7	27,1	-2,7	164,5	12,5			24,7	44,5

D.3 – Moradia Geminada - Classe de Exposição 3**D.3.1: Valores de N_{ic} e N_{tc} para Exp. 3 em Bragança, Melgaço, Porto e Guarda – MG – P_v/2**

Moradia Geminada – P _v /2			TRN (Inverno)	TRN (Verão)	N_{ic}	N_i	N_{vc}	N_v	TRN* (Inverno)	TRN* (Verão)	N_{ic}^*	N_{vc}^*	E_v	N_{ac}	N_a	N_{tc}	E_v	N_{tc}^*	N_{tc}^{**}	N_t
			(RPH)	(RPH)	(kWh/m ² .ano)	(kWh/m ² .ano)	(kW/h/m ² .ano)	(kW/h/m ² .ano)	(RPH)	(RPH)	(kW/h/m ² .ano)	(kWh/m ² .ano)	(kW/h/m ² .ano)	(kW/h/m ² .ano)	(kW/h/m ² .ano)	(kge p/m ² .ano)	(kge p/m ² .ano)	(kge p/m ² .ano)	(kge p/m ² .ano)	(kge p/m ² .ano)
Classe de Exposição 3	Bragança	Vent. Nat. – Caix. 1	1,0	1,0	78,4	117,1	2,5	18	1,00	1,00	78,4	2,5	0,0	13,5	25,2	2,0	0,0	2,0	9,2	3,5
		VME	0,6	0,6	57,5	117,1	5,0	18	0,60	0,60	56,3	4,4	1,9	13,5	25,2	1,8	0,5	2,3	7,7	2,9
		VMRC - Equilíbrio	0,6	0,6	58,7	117,1	5,6	18	1,12	1,60	85,1	1,1	3,7	13,5	25,2	2,1	1,1	3,1	10,8	3,7
		VMRC - Sobrepressão	0,6	0,6	58,7	117,1	5,6	18	0,82	1,06	68,4	2,3	3,7	13,5	25,2	1,9	1,1	2,9	9,2	3,3
	Melgaço	Vent. Nat. – Caix. 1	1,0	1,0	76,5	113,9	2,2	16	1,00	1,00	76,5	2,2	0,0	14,7	25,2	2,0	0,0	2,0	9,0	3,5
		VME	0,6	0,6	56,2	113,9	4,6	16	0,60	0,60	55,0	4,0	1,9	14,7	25,2	1,9	0,5	2,4	7,6	2,9
		VMRC - Equilíbrio	0,6	0,6	57,4	113,9	5,2	16	1,12	1,60	83,0	1,0	3,7	14,7	25,2	2,1	1,1	3,2	10,7	3,8
		VMRC - Sobrepressão	0,6	0,6	57,4	113,9	5,2	16	0,82	1,06	66,8	2,0	3,7	14,7	25,2	2,0	1,1	3,0	9,2	3,3
	Porto	Vent. Nat. – Caix. 1	1,0	1,0	35,2	68,1	2,2	16	1,00	1,00	35,2	2,2	0,0	14,7	25,2	1,6	0,0	1,6	5,0	2,3
		VME	0,6	0,6	24,2	68,1	4,6	16	0,60	0,60	23,1	4,0	1,9	14,7	25,2	1,5	0,5	2,1	4,5	2,0
		VMRC - Equilíbrio	0,6	0,6	25,1	68,1	5,2	16	1,12	1,60	38,8	1,0	3,7	14,7	25,2	1,7	1,1	2,7	6,3	2,5
		VMRC - Sobrepressão	0,6	0,6	25,1	68,1	5,2	16	0,82	1,06	29,7	2,0	3,7	14,7	25,2	1,6	1,1	2,7	5,5	2,2
	Guarda	Vent. Nat. – Caix. 1	1,0	1,0	81,1	119,8	2,2	16	1,00	1,00	81,1	2,2	0,0	14,4	25,2	2,1	0,0	2,1	9,5	3,6
		VME	0,6	0,6	59,7	119,8	4,6	16	0,60	0,60	58,4	4,0	1,9	14,4	25,2	1,9	0,5	2,4	7,9	3,0
		VMRC - Equilíbrio	0,6	0,6	60,9	119,8	5,2	16	1,12	1,60	88,0	1,0	3,7	14,4	25,2	2,1	1,1	3,2	11,1	3,9
		VMRC - Sobrepressão	0,6	0,6	60,9	119,8	5,2	16	0,82	1,06	70,9	2,0	3,7	14,4	25,2	2,0	1,1	3,0	9,5	3,4

D.3.2: Classe energética para Exp. 3 em Bragança, Melgaço, Porto e Guarda – MG – P_v/2

Moradia Geminada – P _v /2			Caldeira a			RCCTE	RCCTE*	RCCTE**	Consumo dos		Acréscimos de Energia				
			combustível gasoso + Bomba Calor						Ventiladores em Energia primária [%]		Primária [%]				
			N _{tc} /N _t	N _{tc} * /N _t	N _{tc} **/ N _t	De acordo com SCE			RCCTE*	RCCTE**	RCCTE	RCCTE*	RCCTE**	Redução do N _{ic} [%]	Redução do N _{ic} * [%]
Classe de Exposição 3	Bragança	Vent. Nat. – Caix. 1	0,42	-	1,98	A	-	D	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
		VME	0,39	0,50	1,66	A	A	D	23,5	7,0	-9,3	117,4	-16,0	26,7	26,7
		VMRC - Equilíbrio	0,44	0,67	2,33	A	B	E	35,0	10,1	4,5	157,9	17,6	25,1	-11,6
		VMRC - Sobrepressão	0,41	0,64	2,00	A	B	D	36,8	11,7	-3,3	150,1	0,8	25,1	9,6
	Melgaço	Vent. Nat. – Caix. 1	0,45	-	1,98	A	-	D	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
		VME	0,41	0,52	1,67	A	B	D	22,7	7,1	-8,7	116,9	-15,7	26,6	26,6
		VMRC - Equilíbrio	0,47	0,69	2,33	A	B	E	34,1	10,2	4,3	155,6	17,7	25,1	-11,5
		VMRC - Sobrepressão	0,43	0,66	2,00	A	B	E	35,8	11,8	-3,1	148,3	1,2	25,1	9,6
	Porto	Vent. Nat. – Caix. 1	0,39	-	1,19	A	-	C	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
		VME	0,37	0,50	1,07	A	A	C	26,2	12,1	-5,3	127,0	-9,7	31,3	31,3
		VMRC - Equilíbrio	0,40	0,66	1,51	A	B	D	39,6	17,3	3,5	168,0	26,7	28,6	-16,2
		VMRC - Sobrepressão	0,39	0,64	1,31	A	B	C	40,8	19,8	-1,5	163,1	10,5	28,6	9,9
	Guarda	Vent. Nat. – Caix. 1	0,44	0,00	2,05	A	-	E	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
		VME	0,40	0,52	1,71	A	B	D	22,7	6,8	-9,2	116,3	-16,2	26,5	26,5
		VMRC - Equilíbrio	0,46	0,69	2,40	A	B	E	33,9	9,8	4,5	155,4	17,3	25,0	-11,4
		VMRC - Sobrepressão	0,43	0,66	2,06	A	B	E	35,7	11,4	-3,2	147,7	0,6	25,0	9,6

D.3.3: Valores de N_{ic} e N_{tc} para Exp. 3 em Penhas Douradas, Lisboa, Évora e Faro – MG – $P_v/2$

Moradia Geminada – $P_v/2$			TRN (Inverno)	TRN (Verão)	N_{ic}	N_i	N_{vc}	N_v	TRN* (Inverno)	TRN* (Verão)	N_{ic}^*	N_{vc}^*	E_v	N_{ac}	N_a	N_{tc}	E_v	N_{tc}^*	N_{tc}^{**}	N_t
			(RPH)	(RPH)	(kWh/m ² .ano)	(kWh/m ² .ano)	(kW h/m ² .ano)	(kW h/m ² .ano)	(RPH)	(RPH)	(kWh/m ² .ano)	(kW h/m ² .ano)	(kW h/m ² .ano)	(kW h/m ² .ano)	(kW h/m ² .ano)	(kge p/m ² .ano)	(kge p/m ² .ano)	(kge p/m ² .ano)	(kge p/m ² .ano)	(kge p/m ² .ano)
Classe de Exposição 3	Penhas Douradas	Vent. Nat. – Caix. 1	1,0	1,0	104,0	142,8	2,2	16	1,00	1,00	104,0	2,2	0,0	14,5	25,2	2,3	0,0	2,3	11,7	4,3
		VME	0,6	0,6	77,9	142,8	4,6	16	0,60	0,60	76,6	4,0	1,9	14,5	25,2	2,1	0,5	2,6	9,7	3,5
		VMRC - Equilíbrio	0,6	0,6	79,1	142,8	5,2	16	1,12	1,60	112,2	1,0	3,7	14,5	25,2	2,4	1,1	3,4	13,5	4,6
		VMRC - Sobrepressão	0,6	0,6	79,1	142,8	5,2	16	0,82	1,06	91,7	2,0	3,7	14,5	25,2	2,2	1,1	3,3	11,6	4,0
	Lisboa	Vent. Nat. – Caix. 1	1,0	1,0	23,6	51,5	13,0	32	1,00	1,00	23,6	13,0	0,0	13,8	25,2	1,5	0,0	1,5	4,8	2,0
		VME	0,6	0,6	15,7	51,5	15,5	32	0,60	0,60	14,9	14,8	1,9	13,8	25,2	1,5	0,5	2,0	4,6	1,8
		VMRC - Equilíbrio	0,6	0,6	16,5	51,5	16,1	32	1,12	1,60	26,2	10,4	3,7	13,8	25,2	1,6	1,1	2,6	5,9	2,1
		VMRC - Sobrepressão	0,6	0,6	16,5	51,5	16,1	32	0,82	1,06	19,5	12,7	3,7	13,8	25,2	1,5	1,1	2,6	5,4	1,9
	Évora	Vent. Nat. – Caix. 1	1,0	1,0	29,5	59,4	12,9	32	1,00	1,00	29,5	12,9	0,0	13,5	25,2	1,6	0,0	1,6	5,3	2,1
		VME	0,6	0,6	20,1	59,4	15,4	32	0,60	0,60	19,2	14,7	1,9	13,5	25,2	1,5	0,5	2,0	5,0	1,9
		VMRC - Equilíbrio	0,6	0,6	20,9	59,4	16,0	32	1,12	1,60	32,6	10,3	3,7	13,5	25,2	1,6	1,1	2,7	6,5	2,3
		VMRC - Sobrepressão	0,6	0,6	20,9	59,4	16,0	32	0,82	1,06	24,8	12,6	3,7	13,5	25,2	1,6	1,1	2,6	5,9	2,1
	Faro	Vent. Nat. – Caix. 1	1,0	1,0	22,7	46,4	13,0	32	1,00	1,00	22,7	13,0	0,0	13,5	25,2	1,5	0,0	1,5	4,7	1,9
		VME	0,6	0,6	15,5	46,4	15,5	32	0,60	0,60	14,8	14,8	1,9	13,5	25,2	1,5	0,5	2,0	4,6	1,8
		VMRC - Equilíbrio	0,6	0,6	16,1	46,4	16,1	32	1,12	1,60	25,1	10,4	3,7	13,5	25,2	1,5	1,1	2,6	5,7	2,0
		VMRC - Sobrepressão	0,6	0,6	16,1	46,4	16,1	32	0,82	1,06	19,1	12,7	3,7	13,5	25,2	1,5	1,1	2,6	5,4	1,9

D.3.4: Classe energética para Exp. 3 em Penhas Douradas, Lisboa, Évora e Faro – MG – P_v/2

Moradia Geminada – P _v /2			Caldeira a combustível gasoso + Bomba Calor			RCCTE	RCCTE*	RCCTE**	Consumo dos Ventiladores em Energia primária [%]		Acréscimos de Energia Primária [%]			Redução do N _{ic} [%]	Redução do N _{ic} * [%]
			N _{tc} /N _t	N _{tc} */N _t	N _{tc} **/N _t	De acordo com SCE			RCCTE*	RCCTE**	RCCTE	RCCTE*	RCCTE**		
Classe de Exposição 3	Penhas Douradas	Vent. Nat. – Caix. 1	0,47	-	2,43	A	-	E	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
		VME	0,43	0,53	2,02	A	B	E	21,0	5,6	-10,3	112,6	-17,0	25,1	25,1
		VMRC - Equilíbrio	0,50	0,71	2,79	A	B	F	31,5	8,0	4,6	150,3	15,1	23,9	-10,3
		VMRC - Sobrepressão	0,46	0,67	2,40	A	B	E	33,3	9,4	-3,8	141,9	-1,3	23,9	9,5
	Lisboa	Vent. Nat. – Caix. 1	0,37	0,00	1,15	A	-	C	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
		VME	0,36	0,49	1,12	A	A	C	26,8	11,7	-3,5	130,7	-2,9	33,3	33,3
		VMRC - Equilíbrio	0,38	0,63	1,41	A	B	C	41,2	18,5	1,9	170,2	22,9	30,2	-17,9
		VMRC - Sobrepressão	0,37	0,62	1,31	A	B	C	41,9	19,9	-0,9	167,4	13,8	30,2	10,2
	Évora	Vent. Nat. – Caix. 1	0,37	0,00	1,26	A	-	C	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
		VME	0,36	0,48	1,19	A	A	C	26,6	10,8	-4,4	129,0	-5,7	32,0	32,0
		VMRC - Equilíbrio	0,38	0,63	1,53	A	B	D	40,6	16,8	2,2	169,1	21,5	29,3	-16,5
		VMRC - Sobrepressão	0,37	0,62	1,40	A	B	C	41,5	18,3	-1,3	165,6	11,0	29,3	10,2
	Faro	Vent. Nat. – Caix. 1	0,37	0,00	1,13	A	-	C	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
		VME	0,35	0,48	1,12	A	A	C	27,3	11,8	-3,2	132,0	-1,3	31,8	31,8
		VMRC - Equilíbrio	0,37	0,63	1,39	A	B	C	41,9	18,9	1,6	171,8	23,0	29,2	-16,3
		VMRC - Sobrepressão	0,36	0,62	1,30	A	B	C	42,5	20,2	-0,9	169,4	15,0	29,2	10,2

D.3.5: Valores de N_{ic} e N_{tc} para Exp. 3 em Ponta Delgada e Funchal – MG – $P_v/2$

Moradia Geminada – $P_v/2$			TRN (Inverno)	TRN (Verão)	N_{ic}	N_i	N_{vc}	N_v	TRN* (Inverno)	TRN* (Verão)	N_{ic}^*	N_{vc}^*	E_v	N_{ac}	N_a	N_{tc}	E_v	N_{tc}^*	N_{tc}^{**}	N_t
			(RPH)	(RPH)	(kWh/m ² .ano)	(kW h/m ² .ano)	(kW h/m ² .ano)	(kW h/m ² .ano)	(RPH)	(RPH)	(kW h/m ² .ano)	(kWh/m ² .ano)	(kW h/m ² .ano)	(kW h/m ² .ano)	(kW h/m ² .ano)	(kge p/m ² .ano)	(kge p/m ² .ano)	(kgep/m ² .ano)	(kgep/m ² .ano)	(kge p/m ² .ano)
Classe de Exposição 3	Ponta Delgada - Açores	Vent. Nat. – Caix. 1	1,0	1,0	14,6	34,4	4,6	21	1,00	1,00	14,6	4,6	0,0	15,6	25,2	1,5	0,0	1,5	3,2	1,8
		VME	0,6	0,6	9,7	34,4	7,4	21	0,60	0,60	9,1	6,8	1,9	15,6	25,2	1,5	0,5	2,0	3,4	1,7
		VMRC - Equilíbrio	0,6	0,6	10,2	34,4	8,1	21	1,12	1,60	16,2	2,5	3,7	15,6	25,2	1,6	1,1	2,6	4,3	1,9
		VMRC - Sobrepressão	0,6	0,6	10,2	34,4	8,1	21	0,82	1,06	12,0	4,3	3,7	15,6	25,2	1,5	1,1	2,6	4,0	1,8
	Funchal - Madeira	Vent. Nat. – Caix. 1	1,0	1,0	17,9	34,9	4,9	16	1,00	1,00	17,9	4,9	0,0	15,8	25,2	1,6	0,0	1,6	3,6	1,9
		VME	0,6	0,6	12,5	34,9	7,9	16	0,60	0,60	12,0	7,2	1,9	15,8	25,2	1,6	0,5	2,1	3,8	1,8
		VMRC - Equilíbrio	0,6	0,6	12,9	34,9	8,5	16	1,12	1,60	19,6	2,7	3,7	15,8	25,2	1,6	1,1	2,7	4,6	2,0
		VMRC - Sobrepressão	0,6	0,6	12,9	34,9	8,5	16,0	0,82	1,06	15,2	4,6	3,7	15,8	25,2	1,6	1,1	2,6	4,4	1,9

D.3.6: Classe energética para Exp. 3 em Ponta Delgada e Funchal – MG – $P_v/2$

Moradia Geminada – $P_v/2$			Caldeira a combustível gasoso + Bomba Calor			RCCTE	RCCTE*	RCCTE**	Consumo dos Ventiladores em Energia primária [%]		Acréscimos de Energia Primária [%]					Redução do N_{ic} [%]	
			N_{tc}/N_t	N_{tc}^*/N_t	N_{tc}^{**}/N_t	De acordo com SCE			RCCTE*	RCCTE**	RCCTE	RCCTE*	RCCTE**			Redução do N_{ic} [%]	Redução do N_{ic}^* [%]
Classe de Exposição 3	Ponta Delgada - Açores	Vent. Nat. – Caix. 1	0,39	-	0,83	A	-	B -	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
		VME	0,39	0,52	0,88	A	B	B -	26,6	15,7	-1,3	133,3	6,8	33,4	33,4	33,4	33,4
		VMRC - Equilíbrio	0,40	0,67	1,09	A	B	C	41,5	25,4	1,3	170,5	32,3	29,6	-19,6	29,6	-19,6
		VMRC - Sobrepressão	0,39	0,66	1,03	A	B	C	41,9	26,9	-0,3	169,0	24,9	29,6	9,2	29,6	9,2
	Funchal - Madeira	Vent. Nat. – Caix. 1	0,41	0,00	0,93	A	-	B -	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
		VME	0,40	0,54	0,98	A	B	B -	25,9	14,3	-1,6	132,0	5,2	30,2	30,2	30,2	30,2
		VMRC - Equilíbrio	0,41	0,69	1,20	A	B	C	40,7	23,3	1,1	168,1	29,0	27,8	-14,8	27,8	-14,8
		VMRC - Sobrepressão	0,41	0,68	1,14	A	B	C	41,1	24,7	-0,5	166,5	22,0	27,8	10,0	27,8	10,0

Anexo E: Tabelas de resultados com potência de ventilação alterada - HMF**E.1 – Habitação Multifamiliar - Classe de Exposição 1****E.1.1: Valores de N_{ic} e N_{tc} para Exp. 1 em Bragança, Melgaço, Porto e Guarda – HMF – $P_v/2$**

Habitação Multifamiliar – $P_v/2$			TRN (Inverno)	TRN (Verão)	N_{ic}	N_i	N_{vc}	N_v	TRN* (Inverno)	TRN* (Verão)	N_{ic}^*	N_{vc}^*	E_v	N_{ac}	N_a	N_{tc}	E_v	N_{tc}^*	N_{tc}^{**}	N_t
			(RPH)	(RPH)	(kWh/ m ² .ano)	(kWh/ m ² .ano)	(kW h/m ² .ano)	(kW h/m ² .ano)	(RPH)	(RPH)	(kWh/ m ² .ano)	(kWh /m ² .ano)	(kW h/m ² .ano)	(kW h/m ² .ano)	(kW h/m ² .ano)	(kge p/m ² .ano)	(kge p/m ² .ano)	(kge p/m ² .ano)	(kgep/ m ² .ano)	(kgep/ m ² .ano)
Classe de Exposição 1	Bragança	Vent. Nat. – Caix. 1	0,9	0,9	106,3	117,1	2,2	18	0,90	0,90	106,3	2,2	0,0	14,8	44,2	2,3	0,0	2,3	12,0	7,2
		VME	0,6	0,6	90,5	117,1	4,1	18	0,60	0,60	90,5	4,1	2,6	14,8	44,2	2,2	0,8	2,9	11,1	7,2
		VMRC - Equilíbrio	0,6	0,6	93,1	117,1	5,4	18	0,42	0,90	82,6	4,4	6,6	14,8	44,2	2,1	1,9	4,0	11,1	7,2
		VMRC - Sobrepressão	0,6	0,6	93,1	117,1	5,4	18	0,36	0,60	79,1	5,4	6,6	14,8	44,2	2,1	1,9	3,9	10,9	7,2
	Melgaço	Vent. Nat. – Caix. 1	0,9	0,9	96,9	113,9	2,0	16	0,90	0,90	96,9	2,0	0,0	18,0	44,2	2,5	0,0	2,5	11,3	7,1
		VME	0,6	0,6	88,3	113,9	3,7	16	0,60	0,60	88,3	3,7	2,6	18,0	44,2	2,5	0,8	3,2	11,2	7,1
		VMRC - Equilíbrio	0,6	0,6	90,8	113,9	5,1	16	0,42	0,90	80,6	4,1	6,6	18,0	44,2	2,4	1,9	4,2	11,2	7,1
		VMRC - Sobrepressão	0,6	0,6	90,8	113,9	5,1	16	0,36	0,60	77,2	5,1	6,6	18,0	44,2	2,4	1,9	4,2	11,0	7,1
	Porto	Vent. Nat. – Caix. 1	0,9	0,9	45,1	68,1	2,0	16	0,90	0,90	45,1	2,0	0,0	19,4	44,2	2,1	0,0	2,1	6,3	6,7
		VME	0,6	0,6	40,7	68,1	3,7	16	0,60	0,60	40,7	3,7	2,6	19,4	44,2	2,1	0,8	2,8	6,6	6,7
		VMRC - Equilíbrio	0,6	0,6	42,8	68,1	5,1	16	0,42	0,90	37,0	4,1	6,6	19,4	44,2	2,1	1,9	3,9	7,1	6,7
		VMRC - Sobrepressão	0,6	0,6	42,8	68,1	5,1	16	0,36	0,60	35,1	5,1	6,6	19,4	44,2	2,1	1,9	3,9	7,0	6,7
	Guarda	Vent. Nat. – Caix. 1	0,9	0,9	102,7	119,8	2,0	16	0,90	0,90	102,7	2,0	0,0	15,8	44,2	2,4	0,0	2,4	11,7	7,2
		VME	0,6	0,6	93,6	119,8	3,7	16	0,60	0,60	93,6	3,7	2,6	15,8	44,2	2,3	0,8	3,1	11,5	7,2
		VMRC - Equilíbrio	0,6	0,6	96,2	119,8	5,1	16	0,42	0,90	85,5	4,1	6,6	15,8	44,2	2,2	1,9	4,1	11,5	7,2
		VMRC - Sobrepressão	0,6	0,6	96,2	119,8	5,1	16	0,36	0,60	81,9	5,1	6,6	15,8	44,2	2,2	1,9	4,1	11,2	7,2

E.1.2: Classe energética para Exp. 1 em Bragança, Melgaço, Porto e Guarda – HMF – P_v/2

Habitação Multifamiliar – P _v /2			Caldeira a combustível gasoso + Bomba Calor			RCCTE	RCCTE*	RCCTE**	Consumo dos Ventiladores em Energia primária [%]		Acréscimos de Energia Primária [%]			Redução do N _{ic} [%]	Redução do N _{ic} * [%]
			N _{tc} /N _t	N _{tc} * /N _t	N _{tc} **/ N _t	De acordo com SCE			RCCTE*	RCCTE**	RCCTE	RCCTE*	RCCTE**		
Classe de Exposição 1	Bragança	Vent. Nat. – Caix. 1	0,33	-	1,67	A	-	D	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
		VME	0,31	0,41	1,55	A	A	D	25,8	6,8	-5,9	125,4	-7,3	14,8	14,8
		VMRC - Equilíbrio	0,30	0,55	1,55	A	B	D	47,9	17,1	-4,2	169,2	-7,2	12,4	22,3
		VMRC - Sobrepressão	0,29	0,55	1,51	A	B	D	48,2	17,5	-4,2	168,1	-9,3	12,4	25,6
	Melgaço	Vent. Nat. – Caix. 1	0,35	0,00	1,59	A	-	D	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
		VME	0,34	0,45	1,56	A	A	D	23,8	6,8	-2,7	126,4	-1,4	8,8	8,8
		VMRC - Equilíbrio	0,33	0,59	1,57	A	B	D	45,0	17,0	-1,2	167,2	-1,1	6,3	16,8
		VMRC - Sobrepressão	0,33	0,59	1,53	A	B	D	45,2	17,3	-1,2	166,2	-3,2	6,3	20,3
	Porto	Vent. Nat. – Caix. 1	0,32	0,00	0,94	A	-	B -	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
		VME	0,31	0,42	0,98	A	A	B -	26,8	11,5	-1,2	133,4	4,3	9,7	9,7
		VMRC - Equilíbrio	0,31	0,58	1,05	A	B	C	48,5	26,9	0,3	183,8	11,9	5,1	17,8
		VMRC - Sobrepressão	0,31	0,58	1,03	A	B	C	48,7	27,3	0,3	183,3	10,3	5,1	22,0
	Guarda	Vent. Nat. – Caix. 1	0,33	0,00	1,63	A	-	D	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
		VME	0,32	0,42	1,60	A	A	D	24,9	6,6	-3,0	127,7	-1,9	8,8	8,8
		VMRC - Equilíbrio	0,31	0,57	1,59	A	B	D	46,6	16,6	-1,4	170,5	-2,0	6,3	16,8
		VMRC - Sobrepressão	0,31	0,56	1,56	A	B	D	46,9	17,0	-1,4	169,4	-4,2	6,3	20,3

E.1.3: Valores de N_{ic} e N_{tc} para Exp. 1 em Penhas Douradas, Lisboa, Évora e Faro – HMF – $P_v/2$

Habitação Multifamiliar – $P_v/2$			TRN (Inverno)	TRN (Verão)	N_{ic}	N_i	N_{vc}	N_v	TRN* (Inverno)	TRN* (Verão)	N_{ic}^*	N_{vc}^*	E_v	N_{ac}	N_a	N_{tc}	E_v	N_{tc}^*	N_{tc}^{**}	N_t
			(RPH)	(RPH)	(kWh/ m ² .ano)	(kWh/ m ² .ano)	(kW h/m ² .ano)	(kW h/m ² .ano)	(RPH)	(RPH)	(kWh/ m ² .ano)	(kWh/ m ² .ano)	(kW h/m ² .ano)	(kW h/m ² .ano)	(kW h/m ² .ano)	(kge p/m ² .ano)	(kge p/m ² .ano)	(kge p/m ² .ano)	(kgep/ m ² .ano)	(kgep/ m ² .ano)
Classe de Exposição 1	Penhas Douradas	Vent. Nat. – Caix. 1	0,9	0,9	131,1	142,8	2,0	16	0,90	0,90	131,1	2,0	0,0	16,2	44,2	2,7	0,0	2,7	14,5	7,4
		VME	0,6	0,6	119,9	142,8	3,7	16	0,60	0,60	119,9	3,7	2,6	16,2	44,2	2,6	0,8	3,3	14,1	7,4
		VMRC - Equilíbrio	0,6	0,6	122,4	142,8	5,1	16	0,42	0,90	109,5	4,1	6,6	16,2	44,2	2,5	1,9	4,4	13,9	7,4
		VMRC - Sobrepressão	0,6	0,6	122,4	142,8	5,1	16	0,36	0,60	105,2	5,1	6,6	16,2	44,2	2,5	1,9	4,3	13,5	7,4
	Lisboa	Vent. Nat. – Caix. 1	0,9	0,9	32,8	51,5	14,4	32	0,90	0,90	32,8	14,4	0,0	12,7	44,2	1,6	0,0	1,6	5,7	6,7
		VME	0,6	0,6	26,9	51,5	16,7	32	0,60	0,60	26,9	16,7	2,6	12,7	44,2	1,5	0,8	2,3	5,9	6,7
		VMRC - Equilíbrio	0,6	0,6	28,5	51,5	18,0	32	0,42	0,90	24,3	16,6	6,6	12,7	44,2	1,5	1,9	3,3	6,5	6,7
		VMRC - Sobrepressão	0,6	0,6	28,5	51,5	18,0	32	0,36	0,60	23,0	18,0	6,6	12,7	44,2	1,5	1,9	3,3	6,5	6,7
	Évora	Vent. Nat. – Caix. 1	0,9	0,9	40,7	59,4	14,4	32	0,90	0,90	40,7	14,4	0,0	10,0	44,2	1,4	0,0	1,4	6,3	6,8
		VME	0,6	0,6	33,6	59,4	16,7	32	0,60	0,60	33,6	16,7	2,6	10,0	44,2	1,4	0,8	2,1	6,4	6,8
		VMRC - Equilíbrio	0,6	0,6	35,4	59,4	18,0	32	0,42	0,90	30,5	16,6	6,6	10,0	44,2	1,3	1,9	3,2	6,9	6,8
		VMRC - Sobrepressão	0,6	0,6	35,4	59,4	18,0	32	0,36	0,60	21,0	18,0	6,6	10,0	44,2	1,2	1,9	3,1	6,1	6,8
	Faro	Vent. Nat. – Caix. 1	0,9	0,9	28,8	46,4	14,4	32	0,90	0,90	28,8	14,4	0,0	10,5	44,2	1,3	0,0	1,3	5,1	6,7
		VME	0,6	0,6	25,9	46,4	16,7	32	0,60	0,60	25,9	16,7	2,6	10,5	44,2	1,3	0,8	2,1	5,7	6,7
		VMRC - Equilíbrio	0,6	0,6	27,2	46,4	18,0	32	0,42	0,90	23,5	16,6	6,6	10,5	44,2	1,3	1,9	3,2	6,3	6,7
		VMRC - Sobrepressão	0,6	0,6	27,2	46,4	18,0	32	0,36	0,60	22,2	18,0	6,6	10,5	44,2	1,3	1,9	3,2	6,3	6,7

E.1.4: Classe energética para Exp. 1 em Penhas Douradas, Lisboa, Évora e Faro – HMF – P_v/2

Habitação Multifamiliar – P _v /2			Caldeira a combustível gasoso + Bomba Calor			RCC TE	RCCTE*	RCCTE**	Consumo dos Ventiladores em Energia primária [%]		Acréscimos de Energia Primária [%]			Redução do N _{ic} [%]	Redução do N _{ic} * [%]
			N _{tc} /N _t	N _{tc} * /N _t	N _{tc} **/ N _t		De acordo com SCE		RCCTE*	RCCTE**	RCCTE	RCCT E*	RCCTE**		
Classe de Exposição 1	Penhas Douradas	Vent. Nat. – Caix. 1	0,37	0,00	1,97	A	-	D	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
		VME	0,35	0,45	1,91	A	A	D	22,7	5,4	-3,5	123,7	-3,0	8,6	8,6
		VMRC - Equilíbrio	0,34	0,59	1,88	A	B	D	43,7	13,7	-2,1	160,7	-4,5	6,6	16,5
		VMRC - Sobrepressão	0,34	0,58	1,83	A	B	D	44,0	14,0	-2,1	159,5	-6,8	6,6	19,7
	Lisboa	Vent. Nat. – Caix. 1	0,23	0,00	0,85	A +	-	B -	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
		VME	0,23	0,34	0,88	A +	A	B -	33,7	12,8	-2,3	145,4	3,5	18,0	18,0
		VMRC - Equilíbrio	0,22	0,50	0,97	A +	A	B -	56,9	29,2	-0,5	215,3	13,7	13,1	25,7
		VMRC - Sobrepressão	0,22	0,50	0,97	A +	A	B -	56,9	29,2	-0,5	215,3	13,8	13,1	29,8
	Évora	Vent. Nat. – Caix. 1	0,21	0,00	0,92	A +	-	B -	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
		VME	0,20	0,31	0,93	A +	A	B -	36,3	12,0	-3,4	149,3	1,2	17,4	17,4
		VMRC - Equilíbrio	0,19	0,47	1,01	A +	A	C	59,9	27,7	-1,3	226,2	9,3	13,1	25,1
		VMRC - Sobrepressão	0,18	0,45	0,89	A +	A	B -	61,5	31,4	-1,3	220,5	-3,5	13,1	48,5
	Faro	Vent. Nat. – Caix. 1	0,20	0,00	0,77	A +	-	B -	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
		VME	0,20	0,31	0,85	A +	A	B -	36,8	13,4	-0,5	155,3	10,1	10,1	10,1
		VMRC - Equilíbrio	0,19	0,47	0,94	A +	A	B -	60,2	30,2	1,5	237,2	22,3	5,4	18,5
		VMRC - Sobrepressão	0,19	0,47	0,94	A +	A	B -	60,2	30,2	1,5	237,3	22,6	5,4	22e,8

E.1.5: Valores de N_{ic} e N_{tc} para Exp. 1 em Ponta Delgada e Funchal – HMF – $P_v/2$

Habitação Multifamiliar – $P_v/2$			TRN (Inverno)	TRN (Verão)	N_{ic}	N_i	N_{vc}	N_v	TRN* (Inverno)	TRN* (Verão)	N_{ic}^*	N_{vc}^*	E_v	N_{ac}	N_a	N_{tc}	E_v	N_{tc}^*	N_{tc}^{**}	N_t
			(RPH)	(RPH)	(kW h/m ² . ano)	(kW h/m ² . ano)	(kW h/m ² . ano)	(kW h/m ² . ano)	(RPH)	(RPH)	(kW h/m ² . ano)	(kWh/ m ² .ano)	(kW h/m ² . ano)	(kW h/m ² . ano)	(kW h/m ² . ano)	(kge p/m ² . ano)	(kgep/ m ² .ano)	(kge p/m ² . ano)	(kgep/ m ² .ano)	(kge p/m ² . ano)
Classe de Exposição 1	Ponta Delgada - Açores	Vent. Nat. – Caix. 1	0,9	0,9	19,3	34,4	4,4	21	0,90	0,90	19,3	4,4	0,0	24,5	44,2	2,3	0,0	2,3	4,4	6,5
		VME	0,6	0,6	17,4	34,4	6,7	21	0,60	0,60	17,4	6,7	2,6	24,5	44,2	2,3	0,8	3,1	5,1	6,5
		VMRC - Equilíbrio	0,6	0,6	18,6	34,4	8,0	21	0,42	0,90	16,0	6,6	6,6	24,5	44,2	2,3	1,9	4,2	5,8	6,5
		VMRC - Sobrepressão	0,6	0,6	18,6	34,4	8,0	21	0,36	0,60	15,1	8,0	6,6	24,5	44,2	2,3	1,9	4,2	5,9	6,5
	Funchal - Madeira	Vent. Nat. – Caix. 1	0,9	0,9	22,7	34,9	12,7	16	0,90	0,90	22,7	12,7	0,0	26,5	44,2	2,6	0,0	2,6	5,8	6,4
		VME	0,6	0,6	20,5	34,9	15,0	16	0,60	0,60	20,5	15,0	2,6	26,5	44,2	2,6	0,8	3,4	6,4	6,4
		VMRC - Equilíbrio	0,6	0,6	21,4	34,9	16,3	16	0,42	0,90	18,7	14,9	6,6	26,5	44,2	2,6	1,9	4,5	7,1	6,4
		VMRC - Sobrepressão	0,6	0,6	21,4	34,9	16,3	16	0,36	0,60	17,7	16,3	6,6	26,5	44,2	2,6	1,9	4,5	7,1	6,4

E.1.6: Classe energética para Exp. 1 em Ponta Delgada e Funchal – HMF – $P_v/2$

Habitação Multifamiliar – $P_v/2$			Caldeira a combustível gasoso + Bomba Calor			RCCTE	RCCTE*	RCCTE**	Consumo dos Ventiladores em Energia primária [%]		Acréscimos de Energia Primária [%]			Redução do N_{ic} [%]	Redução do N_{ic}^* [%]
			N_{tc}/N_t	N_{tc}^*/N_t	N_{tc}^{**}/N_t	De acordo com SCE			RCCTE*	RCCTE**	RCCTE	RCCTE*	RCCTE**		
Classe de Exposição 1	Ponta Delgada - Açores	Vent. Nat. – Caix. 1	0,36	0,00	0,69	A	-	B	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
		VME	0,36	0,48	0,78	A	A	B -	24,6	15,0	0,2	131,9	14,1	9,6	9,6
		VMRC - Equilíbrio	0,36	0,65	0,90	A	B	B -	45,4	32,7	1,2	178,8	30,7	3,2	17,0
		VMRC - Sobrepressão	0,36	0,65	0,90	A	B	B -	45,3	32,5	1,2	179,1	31,9	3,2	21,5
	Funchal - Madeira	Vent. Nat. – Caix. 1	0,41	0,00	0,90	A	-	B -	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
		VME	0,41	0,52	0,99	A	B	B -	22,5	11,9	0,0	128,4	10,7	9,6	9,6
		VMRC - Equilíbrio	0,41	0,70	1,10	A	B	C	42,5	26,8	0,8	170,3	23,4	5,7	17,9
		VMRC - Sobrepressão	0,41	0,70	1,11	A	B	C	42,5	26,6	0,8	170,4	24,1	5,7	21,9

E.2 – Habitação Multifamiliar - Classe de Exposição 2**E.2.1: Valores de N_{ic} e N_{tc} para Exp. 2 em Bragança, Melgaço, Porto e Guarda – HMF – $P_v/2$**

Habitação Multifamiliar – $P_v/2$			TRN (Inverno)	TRN (Verão)	N_{ic}	N_i	N_{vc}	N_v	TRN* (Inverno)	TRN* (Verão)	N_{ic}^*	N_{vc}^*	E_v	N_{ac}	N_a	N_{tc}	E_v	N_{tc}^*	N_{tc}^{**}	N_t
			(RPH)	(RPH)	(kWh/ m ² .ano)	(kWh/ m ² .ano)	(kW h/m ² . ano)	(kW h/m ² . ano)	(RPH)	(RPH)	(kWh/ m ² .ano)	(kWh/ m ² .ano)	(kW h/m ² . ano)	(kW h/m ² . ano)	(kW h/m ² . ano)	(kge p/m ² . ano)	(kge p/m ² . ano)	(kge p/m ² . ano)	(kgep/ m ² .ano)	(kgep/ m ² .ano)
					)	)					)	)							)	)
Classe de Exposição 2	Bragança	Vent. Nat. – Caix. 1	1,0	1,0	109,2	117,1	2,1	18	0,95	0,95	109,2	2,1	0,0	14,8	44,2	2,4	0,0	2,4	12,3	7,2
		VME	0,6	0,6	90,5	117,1	4,1	18	0,60	0,60	90,5	4,1	2,6	14,8	44,2	2,2	0,8	2,9	11,1	7,2
		VMRC - Equilíbrio	0,6	0,6	93,1	117,1	5,4	18	0,82	1,30	105,9	3,6	6,6	14,8	44,2	2,4	1,9	4,2	13,4	7,2
		VMRC - Sobrepressão	0,6	0,6	93,1	117,1	5,4	18	0,36	0,60	79,1	5,4	6,6	14,8	44,2	2,1	1,9	3,9	10,9	7,2
	Melgaço	Vent. Nat. – Caix. 1	1,0	1,0	99,7	113,9	1,8	16	0,95	0,95	99,7	1,8	0,0	18,0	44,2	2,6	0,0	2,6	11,6	7,1
		VME	0,6	0,6	88,3	113,9	3,7	16	0,60	0,60	88,3	3,7	2,6	18,0	44,2	2,5	0,8	3,2	11,2	7,1
		VMRC - Equilíbrio	0,6	0,6	90,8	113,9	5,1	16	0,82	1,30	103,3	3,4	6,6	18,0	44,2	2,6	1,9	4,4	13,4	7,1
		VMRC - Sobrepressão	0,6	0,6	90,8	113,9	5,1	16	0,36	0,60	77,2	5,1	6,6	18,0	44,2	2,4	1,9	4,2	11,0	7,1
	Porto	Vent. Nat. – Caix. 1	1,0	1,0	46,7	68,1	1,8	16	0,95	0,95	46,7	1,8	0,0	19,4	44,2	2,1	0,0	2,1	6,5	6,7
		VME	0,6	0,6	40,7	68,1	3,7	16	0,60	0,60	40,7	3,7	2,6	19,4	44,2	2,1	0,8	2,8	6,6	6,7
		VMRC - Equilíbrio	0,6	0,6	42,8	68,1	5,1	16	0,82	1,30	49,9	3,4	6,6	19,4	44,2	2,2	1,9	4,0	8,3	6,7
		VMRC - Sobrepressão	0,6	0,6	42,8	68,1	5,1	16	0,36	0,60	35,1	5,1	6,6	19,4	44,2	2,1	1,9	3,9	7,0	6,7
	Guarda	Vent. Nat. – Caix. 1	1,0	1,0	105,7	119,8	1,8	16	0,95	0,95	105,7	1,8	0,0	15,8	44,2	2,4	0,0	2,4	12,0	7,2
		VME	0,6	0,6	93,6	119,8	3,7	16	0,60	0,60	93,6	3,7	2,6	15,8	44,2	2,3	0,8	3,1	11,5	7,2
		VMRC - Equilíbrio	0,6	0,6	96,2	119,8	5,1	16	0,82	1,30	109,4	3,4	6,6	15,8	44,2	2,5	1,9	4,3	13,8	7,2
		VMRC - Sobrepressão	0,6	0,6	96,2	119,8	5,1	16	0,36	0,60	81,9	5,1	6,6	15,8	44,2	2,2	1,9	4,1	11,2	7,2

E.2.2: Classe energética para Exp. 2 em Bragança, Melgaço, Porto e Guarda – HMF – P_v/2

Habitação Multifamiliar – P _v /2			Caldeira a combustível gasoso + Bomba Calor			RCCTE	RCCTE*	RCCTE**	Consumo dos Ventiladores em Energia primária [%]		Acréscimos de Energia Primária [%]			Redução do N _{ic} [%]	Redução do N _{ic} * [%]
			N _{ic} /N _t	N _{ic} * /N _t	N _{ic} **/N _t	De acordo com SCE			RCCTE*	RCCTE**	RCCTE	RCCTE*	RCCTE**		
Classe de Exposição 2	Bragança	Vent. Nat. – Caix. 1	0,33	-	1,71	A	-	D	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
		VME	0,31	0,41	1,55	A	A	D	25,8	6,8	-7,0	124,0	-9,4	17,1	17,1
		VMRC - Equilíbrio	0,33	0,58	1,86	A	B	D	45,3	14,2	-5,4	176,6	8,8	14,8	3,0
		VMRC - Sobrepressão	0,29	0,55	1,51	A	B	D	48,2	17,5	-5,4	166,2	-11,3	14,8	27,6
	Melgaço	Vent. Nat. – Caix. 1	0,36	0,00	1,62	A	-	D	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
		VME	0,34	0,45	1,56	A	A	D	23,8	6,8	-3,7	125,1	-3,7	11,4	11,4
		VMRC - Equilíbrio	0,36	0,62	1,87	A	B	D	42,8	14,2	-2,2	173,9	15,4	9,0	-3,6
		VMRC - Sobrepressão	0,33	0,59	1,53	A	B	D	45,2	17,3	-2,2	164,5	-5,5	9,0	22,6
	Porto	Vent. Nat. – Caix. 1	0,32	0,00	0,96	A	-	B -	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
		VME	0,31	0,42	0,98	A	A	B -	26,8	11,5	-1,9	132,5	1,9	12,9	12,9
		VMRC - Equilíbrio	0,33	0,60	1,23	A	B	C	47,1	23,0	-0,3	188,1	27,8	8,4	-6,8
		VMRC - Sobrepressão	0,31	0,58	1,03	A	B	C	48,7	27,3	-0,3	182,1	7,8	8,4	24,7
	Guarda	Vent. Nat. – Caix. 1	0,34	0,00	1,67	A	-	D	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
		VME	0,32	0,42	1,60	A	A	D	24,9	6,6	-4,2	126,2	-4,2	11,4	11,4
		VMRC - Equilíbrio	0,34	0,60	1,91	A	B	D	44,1	13,8	-2,6	178,0	14,8	9,0	-3,5
		VMRC - Sobrepressão	0,31	0,56	1,56	A	B	D	46,9	17,0	-2,6	167,4	-6,5	9,0	22,5

E.2.3: Valores de N_{ic} e N_{tc} para Exp. 2 em Penhas Douradas, Lisboa, Évora e Faro – HMF – $P_v/2$

Habitação Multifamiliar – $P_v/2$			TRN (Inverno)	TRN (Verão)	N_{ic}	N_i	N_{vc}	N_v	TRN* (Inverno)	TRN* (Verão)	N_{ic}^*	N_{vc}^*	E_v	N_{ac}	N_a	N_{tc}	E_v	N_{tc}^*	N_{tc}^{**}	N_t
			(RPH)	(RPH)	(kWh/ m ² .ano o)	(kWh/ m ² .ano)	(kW h/m ² . ano)	(kW h/m ² . ano)	(RPH)	(RPH)	(kWh/ m ² .ano)	(kWh /m ² .a no)	(kW h/m ² . ano)	(kW h/m ² . ano)	(kWh/ m ² .ano)	(kge p/m ² . ano)	(kge p/m ² . ano)	(kge p/m ² . ano)	(kgep/ m ² .ano)	(kge p/m ² . ano)
Classe de Exposição 2	Penhas Douradas	Vent. Nat. – Caix. 1	1,0	1,0	134,7	142,8	1,8	16	0,95	0,95	134,7	1,8	0,0	16,2	44,2	2,7	0,0	2,7	14,9	7,4
		VME	0,6	0,6	119,9	142,8	3,7	16	0,60	0,60	119,9	3,7	2,6	16,2	44,2	2,6	0,8	3,3	14,1	7,4
		VMRC - Equilíbrio	0,6	0,6	122,4	142,8	5,1	16	0,82	1,30	138,3	3,4	6,6	16,2	44,2	2,8	1,9	4,6	16,7	7,4
		VMRC - Sobrepressão	0,6	0,6	122,4	142,8	5,1	16	0,36	0,60	105,2	5,1	6,6	16,2	44,2	2,5	1,9	4,3	13,5	7,4
	Lisboa	Vent. Nat. – Caix. 1	1,0	1,0	33,9	51,5	14,2	32	0,95	0,95	33,9	14,2	0,0	12,7	44,2	1,6	0,0	1,6	5,8	6,7
		VME	0,6	0,6	26,9	51,5	16,7	32	0,60	0,60	26,9	16,7	2,6	12,7	44,2	1,5	0,8	2,3	5,9	6,7
		VMRC - Equilíbrio	0,6	0,6	28,5	51,5	18,0	32	0,82	1,30	33,6	14,8	6,6	12,7	44,2	1,6	1,9	3,4	7,2	6,7
		VMRC - Sobrepressão	0,6	0,6	28,5	51,5	18,0	32	0,36	0,60	23,0	18,0	6,6	12,7	44,2	1,5	1,9	3,3	6,5	6,7
	Évora	Vent. Nat. – Caix. 1	1,0	1,0	42,1	59,4	14,2	32	0,95	0,95	42,1	14,2	0,0	10,0	44,2	1,4	0,0	1,4	6,4	6,8
		VME	0,6	0,6	33,6	59,4	16,7	32	0,60	0,60	33,6	16,7	2,6	10,0	44,2	1,4	0,8	2,1	6,4	6,8
		VMRC - Equilíbrio	0,6	0,6	35,4	59,4	18,0	32	0,82	1,30	41,5	14,8	6,6	10,0	44,2	1,4	1,9	3,3	7,8	6,8
		VMRC - Sobrepressão	0,6	0,6	35,4	59,4	18,0	32	0,36	0,60	21,0	18,0	6,6	10,0	44,2	1,2	1,9	3,1	6,1	6,8
	Faro	Vent. Nat. – Caix. 1	1,0	1,0	29,8	46,4	14,2	32	0,95	0,95	29,8	14,2	0,0	10,5	44,2	1,3	0,0	1,3	5,2	6,7
		VME	0,6	0,6	25,9	46,4	16,7	32	0,60	0,60	25,9	16,7	2,6	10,5	44,2	1,3	0,8	2,1	5,7	6,7
		VMRC - Equilíbrio	0,6	0,6	27,2	46,4	18,0	32	0,82	1,30	31,9	14,8	6,6	10,5	44,2	1,4	1,9	3,2	6,9	6,7
		VMRC - Sobrepressão	0,6	0,6	27,2	46,4	18,0	32	0,36	0,60	22,2	18,0	6,6	10,5	44,2	1,3	1,9	3,2	6,3	6,7

E.2.4: Classe energética para Exp. 2 em Penhas Douradas, Lisboa, Évora e Faro – HMF – P_v/2

Habitação Multifamiliar – P _v /2			Caldeira a combustível gasoso + Bomba Calor			RCCTE	RCCTE*	RCCTE**	Consumo dos Ventiladores em Energia primária [%]		Acréscimos de Energia Primária [%]			Redução do N _{ic} [%]	Redução do N _{ic} * [%]
			N _{ic} /N _t	N _{ic} */N _t	N _{ic} **/N _t				De acordo com SCE		RCCTE*	RCCTE**	RCCTE		
Classe de Exposição 2	Penhas Douradas	Vent. Nat. – Caix. 1	0,37	0,00	2,01	A	-	E	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
		VME	0,35	0,45	1,91	A	A	D	22,7	5,4	-4,7	122,1	-5,2	11,0	11,0
		VMRC - Equilíbrio	0,38	0,63	2,25	A	B	E	41,0	11,4	-3,3	168,8	11,9	9,1	-2,6
		VMRC - Sobrepressão	0,34	0,58	1,83	A	B	D	44,0	14,0	-3,3	157,5	-9,0	9,1	21,9
	Lisboa	Vent. Nat. – Caix. 1	0,23	0,00	0,86	A +	-	B -	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
		VME	0,23	0,34	0,88	A +	A	B -	33,7	12,8	-2,9	144,5	1,8	20,9	20,9
		VMRC - Equilíbrio	0,23	0,51	1,08	A +	B	C	55,7	26,2	-1,1	218,8	24,7	16,1	0,9
		VMRC - Sobrepressão	0,22	0,50	0,97	A +	A	B -	56,9	29,2	-1,1	214,0	11,9	16,1	32,3
	Évora	Vent. Nat. – Caix. 1	0,21	0,00	0,94	A +	-	B -	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
		VME	0,20	0,31	0,93	A +	A	B -	36,3	12,0	-4,2	148,1	-0,7	20,1	20,1
		VMRC - Equilíbrio	0,21	0,48	1,14	A +	A	C	58,3	24,4	-2,1	230,8	21,6	15,9	1,5
		VMRC - Sobrepressão	0,18	0,45	0,89	A +	A	B -	61,5	31,4	-2,1	218,7	-5,2	15,9	50,2
	Faro	Vent. Nat. – Caix. 1	0,20	0,00	0,78	A +	-	B -	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
		VME	0,20	0,31	0,85	A +	A	B -	36,8	13,4	-1,1	154,4	8,3	13,2	13,2
		VMRC - Equilíbrio	0,20	0,48	1,04	A +	A	C	59,0	27,4	0,8	240,7	33,0	8,8	-6,8
		VMRC - Sobrepressão	0,19	0,47	0,94	A +	A	B -	60,2	30,2	0,8	235,9	20,6	8,8	25,5

E.2.5: Valores de N_{ic} e N_{tc} para Exp. 2 em Ponta Delgada e Funchal – HMF – $P_v/2$

Habitação Multifamiliar – $P_v/2$			TRN (Inverno)	TRN (Verão)	N_{ic}	N_i	N_{vc}	N_v	TRN* (Inverno)	TRN* (Verão)	N_{ic}^*	N_{vc}^*	E_v	N_{ac}	N_a	N_{tc}	E_v	N_{tc}^*	N_{tc}^{**}	N_t
			(RPH)	(RPH)	(kW h/m ² . ano)	(kW h/m ² . ano)	(kW h/m ² . ano)	(kW h/m ² . ano)	(RPH)	(RPH)	(kW h/m ² . ano)	(kW h/m ² . ano)	(kW h/m ² . ano)	(kWh/ m ² .ano)	(kW h/m ² . ano)	(kge p/m ² . ano)	(kgep/ m ² .ano)	(kge p/m ² . ano)	(kgep/ m ² .ano)	(kge p/m ² . ano)
Classe de Exposição 2	Ponta Delgada - Açores	Vent. Nat. – Caix. 1	1,0	1,0	20,0	34,4	4,2	21	0,95	0,95	20,0	4,2	0,0	24,5	44,2	2,3	0,0	2,3	4,5	6,5
		VME	0,6	0,6	17,4	34,4	6,7	21	0,60	0,60	17,4	6,7	2,6	24,5	44,2	2,3	0,8	3,1	5,1	6,5
		VMRC - Equilíbrio	0,6	0,6	18,6	34,4	8,0	21	0,82	1,30	21,9	5,2	6,6	24,5	44,2	2,4	1,9	4,2	6,3	6,5
		VMRC - Sobrepressão	0,6	0,6	18,6	34,4	8,0	21	0,36	0,60	15,1	8,0	6,6	24,5	44,2	2,3	1,9	4,2	5,9	6,5
	Funchal - Madeira	Vent. Nat. – Caix. 1	1,0	1,0	23,5	34,9	12,5	16	0,95	0,95	23,5	12,5	0,0	26,5	44,2	2,6	0,0	2,6	5,8	6,4
		VME	0,6	0,6	20,5	34,9	15,0	16	0,60	0,60	20,5	15,0	2,6	26,5	44,2	2,6	0,8	3,4	6,4	6,4
		VMRC - Equilíbrio	0,6	0,6	21,4	34,9	16,3	16	0,82	1,30	24,9	13,2	6,6	26,5	44,2	2,7	1,9	4,5	7,5	6,4
		VMRC - Sobrepressão	0,6	0,6	21,4	34,9	16,3	16	0,36	0,60	17,7	16,3	6,6	26,5	44,2	2,6	1,9	4,5	7,1	6,4

E.2.6: Classe energética para Exp. 2 em Ponta Delgada e Funchal – HMF – $P_v/2$

Habitação Multifamiliar – $P_v/2$			Caldeira a combustível gasoso + Bomba Calor			RCCTE	RCCTE*	RCCTE**	Consumo dos Ventiladores em Energia primária [%]		Acréscimos de Energia Primária [%]				
			N_{tc}/N_t	N_{tc}^*/N_t	N_{tc}^{**}/N_t	De acordo com SCE			RCCTE*	RCCTE**	RCCTE	RCCTE*	RCCTE**	Redução do N_{ic} [%]	Redução do N_{ic}^* [%]
Classe de Exposição 2	Ponta Delgada - Açores	Vent. Nat. – Caix. 1	0,36	0,00	0,69	A	-	B	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
		VME	0,36	0,48	0,78	A	A	B -	24,6	15,0	-0,1	131,6	12,8	13,0	13,0
		VMRC - Equilíbrio	0,37	0,65	0,97	A	B	B -	44,9	30,4	1,0	180,4	39,3	6,8	-9,6
		VMRC - Sobrepressão	0,36	0,65	0,90	A	B	B -	45,3	32,5	1,0	178,6	30,3	6,8	24,4
	Funchal - Madeira	Vent. Nat. – Caix. 1	0,41	0,00	0,90	A	-	B -	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
		VME	0,41	0,52	0,99	A	B	B -	22,5	11,9	-0,2	128,1	9,7	12,6	12,6
		VMRC - Equilíbrio	0,41	0,70	1,17	A	B	C	42,1	25,2	0,6	171,6	29,9	8,8	-5,8
		VMRC - Sobrepressão	0,41	0,70	1,11	A	B	C	42,5	26,6	0,6	170,1	23,0	8,8	24,5

E.3 – Habitação Multifamiliar - Classe de Exposição 3**E.3.1: Valores de N_{ic} e N_{tc} para Exp. 3 em Bragança, Melgaço, Porto e Guarda – HMF – $P_v/2$**

Habitação Multifamiliar – $P_v/2$			TRN (Inverno)	TRN (Verão)	N_{ic}	N_i	N_{vc}	N_v	TRN* (Inverno)	TRN* (Verão)	N_{ic}^*	N_{vc}^*	E_v	N_{ac}	N_a	N_{tc}	E_v	N_{tc}^*	N_{tc}^{**}	N_t
			(RPH)	(RPH)	(kWh/ m ² .ano)	(kWh/ m ² .ano)	(kW h/m ² .ano)	(kW h/m ² .ano)	(RPH)	(RPH)	(kWh/ m ² .ano)	(kWh/ m ² .ano)	(kW h/m ² .ano)	(kW h/m ² .ano)	(kW h/m ² .ano)	(kge p/m ² .ano)	(kge p/m ² .ano)	(kge p/m ² .ano)	(kgep/ m ² .ano)	(kge p/m ² .ano)
			(RPH)	(RPH)	(kWh/ m ² .ano)	(kWh/ m ² .ano)	(kW h/m ² .ano)	(kW h/m ² .ano)	(RPH)	(RPH)	(kWh/ m ² .ano)	(kWh/ m ² .ano)	(kW h/m ² .ano)	(kW h/m ² .ano)	(kW h/m ² .ano)	(kge p/m ² .ano)	(kge p/m ² .ano)	(kge p/m ² .ano)	(kgep/ m ² .ano)	(kge p/m ² .ano)
Classe de Exposição 3	Bragança	Vent. Nat. – Caix. 1	1,0	1,0	112,2	117,1	2,0	18	1,00	1,00	112,2	2,0	0,0	14,8	44,2	2,4	0,0	2,4	12,6	7,2
		VME	0,6	0,6	90,5	117,1	4,1	18	0,60	0,60	90,5	4,1	2,6	14,8	44,2	2,2	0,8	2,9	11,1	7,2
		VMRC - Equilíbrio	0,6	0,6	93,1	117,1	5,4	18	1,12	1,60	123,5	3,2	6,6	14,8	44,2	2,5	1,9	4,4	15,0	7,2
		VMRC - Sobrepressão	0,6	0,6	93,1	117,1	5,4	18	0,82	1,06	105,9	4,0	6,6	14,8	44,2	2,4	1,9	4,2	13,4	7,2
	Melgaço	Vent. Nat. – Caix. 1	1,0	1,0	102,6	113,9	1,7	16	1,00	1,00	102,6	1,7	0,0	18,0	44,2	2,6	0,0	2,6	11,9	7,1
		VME	0,6	0,6	88,3	113,9	3,7	16	0,60	0,60	88,3	3,7	2,6	18,0	44,2	2,5	0,8	3,2	11,2	7,1
		VMRC - Equilíbrio	0,6	0,6	90,8	113,9	5,1	16	1,12	1,60	120,3	3,0	6,6	18,0	44,2	2,8	1,9	4,6	15,0	7,1
		VMRC - Sobrepressão	0,6	0,6	90,8	113,9	5,1	16	0,82	1,06	103,3	3,8	6,6	18,0	44,2	2,6	1,9	4,4	13,4	7,1
	Porto	Vent. Nat. – Caix. 1	1,0	1,0	48,3	68,1	1,7	16	1,00	1,00	48,3	1,7	0,0	19,4	44,2	2,2	0,0	2,2	6,6	6,7
		VME	0,6	0,6	40,7	68,1	3,7	16	0,60	0,60	40,7	3,7	2,6	19,4	44,2	2,1	0,8	2,8	6,6	6,7
		VMRC - Equilíbrio	0,6	0,6	42,8	68,1	5,1	16	1,12	1,60	59,7	3,0	6,6	19,4	44,2	2,3	1,9	4,1	9,2	6,7
		VMRC - Sobrepressão	0,6	0,6	42,8	68,1	5,1	16	0,82	1,06	49,9	3,8	6,6	19,4	44,2	2,2	1,9	4,0	8,3	6,7
	Guarda	Vent. Nat. – Caix. 1	1,0	1,0	108,7	119,8	1,7	16	1,00	1,00	108,7	1,7	0,0	15,8	44,2	2,4	0,0	2,4	12,3	7,2
		VME	0,6	0,6	93,6	119,8	3,7	16	0,60	0,60	93,6	3,7	2,6	15,8	44,2	2,3	0,8	3,1	11,5	7,2
		VMRC - Equilíbrio	0,6	0,6	96,2	119,8	5,1	16	1,12	1,60	127,3	3,0	6,6	15,8	44,2	2,6	1,9	4,5	15,5	7,2
		VMRC - Sobrepressão	0,6	0,6	96,2	119,8	5,1	16	0,82	1,06	109,4	3,8	6,6	15,8	44,2	2,5	1,9	4,3	13,8	7,2

E.3.2: Classe energética para Exp. 3 em Bragança, Melgaço, Porto e Guarda – HMF – P_v/2

Habitação Multifamiliar – P _v /2			Caldeira a combustível gasoso + Bomba Calor			RCCTE	RCCTE*	RCCTE**	Consumo dos Ventiladores em Energia primária [%]		Acréscimos de Energia Primária [%]			Redução do N _{ic} [%]	Redução do N _{ic} * [%]
			N _{ic} /N _t	N _{ic} * /N _t	N _{ic} **/ N _t	De acordo com SCE			RCCTE*	RCCTE**	RCCTE	RCCTE*	RCCTE**		
Classe de Exposição 3	Bragança	Vent. Nat. – Caix. 1	0,33	-	1,75	A	-	D	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
		VME	0,31	0,41	1,55	A	A	D	25,8	6,8	-8,0	122,5	-11,4	19,3	19,3
		VMRC - Equilíbrio	0,35	0,61	2,09	A	B	E	43,6	12,6	-6,5	181,6	19,9	17,0	-10,1
		VMRC - Sobrepressão	0,33	0,58	1,86	A	B	D	45,3	14,2	-6,5	174,7	6,7	17,0	5,5
	Melgaço	Vent. Nat. – Caix. 1	0,36	0,00	1,66	A	-	D	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
		VME	0,34	0,45	1,56	A	A	D	23,8	6,8	-4,7	123,8	-5,9	13,9	13,9
		VMRC - Equilíbrio	0,39	0,65	2,10	A	B	E	41,2	12,7	-3,3	178,5	26,7	11,5	-17,3
		VMRC - Sobrepressão	0,37	0,62	1,88	A	B	D	42,7	14,2	-3,3	172,3	13,1	11,5	-0,7
	Porto	Vent. Nat. – Caix. 1	0,32	0,00	0,98	A	-	B -	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
		VME	0,31	0,42	0,98	A	A	B -	26,8	11,5	-2,6	131,6	-0,4	15,8	15,8
		VMRC - Equilíbrio	0,34	0,61	1,37	A	B	C	46,0	20,7	-1,0	191,1	39,1	11,4	-23,5
		VMRC - Sobrepressão	0,33	0,60	1,23	A	B	C	47,1	22,9	-1,0	187,0	25,5	11,4	-3,3
	Guarda	Vent. Nat. – Caix. 1	0,34	0,00	1,71	A	-	D	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
		VME	0,32	0,42	1,60	A	A	D	24,9	6,6	-5,3	124,7	-6,4	13,8	13,8
		VMRC - Equilíbrio	0,37	0,62	2,16	A	B	E	42,4	12,3	-3,7	183,0	26,4	11,5	-17,2
		VMRC - Sobrepressão	0,34	0,60	1,92	A	B	D	44,1	13,8	-3,7	176,1	12,5	11,5	-0,6

E.3.3: Valores de N_{ic} e N_{tc} para Exp. 3 em Penhas Douradas, Lisboa, Évora e Faro – HMF – $P_v/2$

Habitação Multifamiliar – $P_v/2$			TRN (Inverno)	TRN (Verão)	N_{ic}	N_i	N_{vc}	N_v	TRN* (Inverno)	TRN* (Verão)	N_{ic}^*	N_{vc}^*	E_v	N_{ac}	N_a	N_{tc}	E_v	N_{tc}^*	N_{tc}^{**}	N_t
			(RPH)	(RPH)	(kWh/m ² .ano)	(kWh/m ² .ano)	(kW h/m ² .ano)	(kW h/m ² .ano)	(RPH)	(RPH)	(kWh/m ² .ano)	(kW h/m ² .ano)	(kW h/m ² .ano)	(kW h/m ² .ano)	(kW h/m ² .ano)	(kge p/m ² .ano)	(kge p/m ² .ano)	(kge p/m ² .ano)	(kge p/m ² .ano)	(kge p/m ² .ano)
Classe de Exposição 3	Penhas Douradas	Vent. Nat. – Caix. 1	1,0	1,0	138,3	142,8	1,7	16	1,00	1,00	138,3	1,7	0,0	16,2	44,2	2,8	0,0	2,8	15,2	7,4
		VME	0,6	0,6	119,9	142,8	3,7	16	0,60	0,60	119,9	3,7	2,6	16,2	44,2	2,6	0,8	3,3	14,1	7,4
		VMRC - Equilíbrio	0,6	0,6	122,4	142,8	5,1	16	1,12	1,60	159,8	3,0	6,6	16,2	44,2	3,0	1,9	4,8	18,7	7,4
		VMRC - Sobrepressão	0,6	0,6	122,4	142,8	5,1	16	0,82	1,06	138,3	3,8	6,6	16,2	44,2	2,8	1,9	4,6	16,7	7,4
	Lisboa	Vent. Nat. – Caix. 1	1,0	1,0	35,1	51,5	13,9	32	1,00	1,00	35,1	13,9	0,0	12,7	44,2	1,6	0,0	1,6	5,9	6,7
		VME	0,6	0,6	26,9	51,5	16,7	32	0,60	0,60	26,9	16,7	2,6	12,7	44,2	1,5	0,8	2,3	5,9	6,7
		VMRC - Equilíbrio	0,6	0,6	28,5	51,5	18,0	32	1,12	1,60	40,8	13,5	6,6	12,7	44,2	1,6	1,9	3,5	7,8	6,7
		VMRC - Sobrepressão	0,6	0,6	28,5	51,5	18,0	32	0,82	1,06	33,6	15,9	6,6	12,7	44,2	1,6	1,9	3,4	7,4	6,7
	Évora	Vent. Nat. – Caix. 1	1,0	1,0	43,5	59,4	13,9	32	1,00	1,00	43,5	13,9	0,0	10,0	44,2	1,4	0,0	1,4	6,5	6,8
		VME	0,6	0,6	33,6	59,4	16,7	32	0,60	0,60	33,6	16,7	2,6	10,0	44,2	1,4	0,8	2,1	6,4	6,8
		VMRC - Equilíbrio	0,6	0,6	35,4	59,4	18,0	32	1,12	1,60	49,9	13,5	6,6	10,0	44,2	1,5	1,9	3,3	8,5	6,8
		VMRC - Sobrepressão	0,6	0,6	35,4	59,4	18,0	32	0,82	1,06	33,2	15,9	6,6	10,0	44,2	1,3	1,9	3,2	7,1	6,8
	Faro	Vent. Nat. – Caix. 1	1,0	1,0	30,9	46,4	13,9	32	1,00	1,00	30,9	13,9	0,0	10,5	44,2	1,3	0,0	1,3	5,3	6,7
		VME	0,6	0,6	25,9	46,4	16,7	32	0,60	0,60	25,9	16,7	2,6	10,5	44,2	1,3	0,8	2,1	5,7	6,7
		VMRC - Equilíbrio	0,6	0,6	27,2	46,4	18,0	32	1,12	1,60	38,3	13,5	6,6	10,5	44,2	1,4	1,9	3,3	7,5	6,7
		VMRC - Sobrepressão	0,6	0,6	27,2	46,4	18,0	32	0,82	1,06	31,9	15,9	6,6	10,5	44,2	1,4	1,9	3,2	7,0	6,7

E.3.4: Classe energética para Exp. 3 em Penhas Douradas, Lisboa, Évora e Faro – HMF – P_v/2

Habitação Multifamiliar – P _v /2			Caldeira a combustível gasoso + Bomba Calor			RCCTE	RCCTE*	RCCTE**	Consumo dos Ventiladores em Energia primária [%]		Acréscimos de Energia Primária [%]			Redução do N _{ic} [%]	Redução do N _{ic} * [%]
			N _{tc} /N _t	N _{tc} */N _t	N _{tc} **/N _t	De acordo com SCE			RCCTE*	RCCTE**	RCCTE	RCCTE*	RCCTE**		
Classe de Exposição 3	Penhas Douradas	Vent. Nat. – Caix. 1	0,38	0,00	2,06	A	-	E	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
		VME	0,35	0,45	1,91	A	A	D	22,7	5,4	-5,9	120,6	-7,4	13,3	13,3
		VMRC - Equilíbrio	0,41	0,65	2,53	A	B	F	39,3	10,1	-4,5	174,2	23,1	11,5	-15,6
		VMRC - Sobrepressão	0,38	0,63	2,26	A	B	E	41,0	11,4	-4,5	166,8	9,6	11,5	0,0
	Lisboa	Vent. Nat. – Caix. 1	0,23	0,00	0,88	A +	-	B -	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
		VME	0,23	0,34	0,88	A +	A	B -	33,7	12,8	-3,5	143,6	0,2	23,5	23,5
		VMRC - Equilíbrio	0,24	0,52	1,17	A +	B	C	54,7	24,3	-1,7	221,2	32,6	18,9	-16,0
		VMRC - Sobrepressão	0,23	0,51	1,09	A +	B	C	55,5	25,8	-1,7	218,1	24,4	18,9	4,3
	Évora	Vent. Nat. – Caix. 1	0,21	0,00	0,96	A +	-	B -	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
		VME	0,20	0,31	0,93	A +	A	B -	36,3	12,0	-5,0	146,9	-2,4	22,7	22,7
		VMRC - Equilíbrio	0,22	0,49	1,25	A +	A	C	57,0	22,4	-2,9	233,9	30,4	18,6	-14,6
		VMRC - Sobrepressão	0,20	0,47	1,04	A +	A	C	59,6	26,9	-2,9	223,9	8,5	18,6	23,7
	Faro	Vent. Nat. – Caix. 1	0,20	0,00	0,79	A +	-	B -	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
		VME	0,20	0,31	0,85	A +	A	B -	36,8	13,4	-1,7	153,4	6,7	16,2	16,2
		VMRC - Equilíbrio	0,21	0,49	1,12	A +	A	C	58,1	25,5	0,2	243,0	40,5	11,9	-23,9
		VMRC - Sobrepressão	0,21	0,48	1,06	A +	A	C	58,8	27,0	0,2	240,0	32,8	11,9	-3,2

E.3.5: Valores de N_{ic} e N_{tc} para Exp. 3 em Ponta Delgada e Funchal – HMF – $P_v/2$

Habitação Multifamiliar – $P_v/2$			TRN (Inverno)	TRN (Verão)	N_{ic}	N_i	N_{vc}	N_v	TRN* (Inverno)	TRN* (Verão)	N_{ic}^*	N_{vc}^*	E_v	N_{ac}	N_a	N_{tc}	E_v	N_{tc}^*	N_{tc}^{**}	N_t
			(RPH)	(RPH)	(kWh/m².a ano)	(kW/h/m². ano)	(kW/h/m². ano)	(kW/h/m². ano)	(RPH)	(RPH)	(kW/h/m². ano)	(kWh/m².an o)	(kW/h/m². ano)	(kW/h/m². ano)	(kW/h/m². ano)	(kge p/m². ano)	(kge p/m². ano)	(kgep/ m².ano)	(kgep/ m².ano)	(kge p/m². ano)
Classe de Exposição 3	Ponta Delgada - Açores	Vent. Nat. – Caix. 1	1,0	1,0	20,8	34,4	4,0	21	1,00	1,00	20,8	4,0	0,0	24,5	44,2	2,4	0,0	2,4	4,5	6,5
		VME	0,6	0,6	17,4	34,4	6,7	21	0,60	0,60	17,4	6,7	2,6	24,5	44,2	2,3	0,8	3,1	5,1	6,5
		VMRC - Equilíbrio	0,6	0,6	18,6	34,4	8,0	21	1,12	1,60	26,5	4,5	6,6	24,5	44,2	2,4	1,9	4,3	6,6	6,5
		VMRC - Sobrepressão	0,6	0,6	18,6	34,4	8,0	21	0,82	1,06	21,9	6,0	6,6	24,5	44,2	2,4	1,9	4,2	6,3	6,5
	Funchal - Madeira	Vent. Nat. – Caix. 1	1,0	1,0	24,3	34,9	12,3	16	1,00	1,00	24,3	12,3	0,0	26,5	44,2	2,6	0,0	2,6	5,9	6,4
		VME	0,6	0,6	20,5	34,9	15,0	16	0,60	0,60	20,5	15,0	2,6	26,5	44,2	2,6	0,8	3,4	6,4	6,4
		VMRC - Equilíbrio	0,6	0,6	21,4	34,9	16,3	16	1,12	1,60	29,5	12,0	6,6	26,5	44,2	2,7	1,9	4,5	7,9	6,4
		VMRC - Sobrepressão	0,6	0,6	21,4	34,9	16,3	16,0	0,82	1,06	24,9	14,2	6,6	26,5	44,2	2,7	1,9	4,5	7,6	6,4

E.3.6: Classe energética para Exp. 3 em Ponta Delgada e Funchal – HMF – $P_v/2$

Habitação Multifamiliar – $P_v/2$			Caldeira a combustível gasoso + Bomba Calor			RCCTE	RCCTE*	RCCTE**	Consumo dos Ventiladores em Energia primária [%]		Acréscimos de Energia Primária [%]				
			N_{tc}/N_t	N_{tc}^*/N_t	N_{tc}^{**}/N_t	De acordo com SCE			RCCTE*	RCCTE**	RCCTE	RCCTE*	RCCTE**	Redução do N_{ic} [%]	Redução do N_{ic}^* [%]
Classe de Exposição 3	Ponta Delgada - Açores	Vent. Nat. – Caix. 1	0,36	0,00	0,70	A	-	B	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
		VME	0,36	0,48	0,78	A	A	B -	24,6	15,0	-0,3	131,3	11,4	16,1	16,1
		VMRC - Equilíbrio	0,37	0,66	1,03	A	B	C	44,5	28,6	0,7	181,5	45,9	10,2	-27,5
		VMRC - Sobrepressão	0,37	0,66	0,98	A	B	B -	44,8	30,0	0,7	180,2	39,2	10,2	-5,6
	Funchal - Madeira	Vent. Nat. – Caix. 1	0,41	0,00	0,91	A	-	B -	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
		VME	0,41	0,52	0,99	A	B	B -	22,5	11,9	-0,4	127,9	8,6	15,4	15,4
		VMRC - Equilíbrio	0,42	0,71	1,23	A	B	C	41,8	24,1	0,4	172,5	34,6	11,7	-21,7
		VMRC - Sobrepressão	0,41	0,70	1,19	A	B	C	42,0	24,9	0,4	171,6	30,3	11,7	-2,4

Anexo F: Resultados da análise do N_{tc} em função do GD

E.1 – Valores obtidos para a Moradia Geminada

Classe de Exposição 1

F.1.1.1: Valores de GD, N_{ic} e N_{tc} para Exp. 1 com Vent. Nat e VME – MG

Moradia Geminada	Sistema de Ventilação	Cidade	Nº GD	Coef. Global Perdas	N_{ic}	N_{ic}^*	N_{vc}	N_{vc}^*	N_{ac}	N_{tc}	N_{tc}^*	N_{tc}^{**}	E_v
			(°C.dia)	(W/°C)	(kWh/m².ano)	(kWh/m².ano)	(kWh/m².ano)	(kWh/m².ano)	(kgep/m².ano)	(kgep/m².ano)	(kgep/m².ano)	(kgep/m².ano)	(kgep/m².ano)
Classe de Exposição 1	Ventilação Natural	Ponta Delgada	757	326,25	13,0	2,6	13,0	2,6	15,6	1,50	1,50	2,89	0,00
		Funchal	770	326,25	16,5	2,7	16,5	2,7	15,8	1,55	1,55	3,25	0,00
		Faro	1060	326,25	20,8	2,9	20,8	2,9	13,5	1,39	1,39	3,50	0,00
		Lisboa	1190	326,25	21,2	2,9	21,2	2,9	13,8	1,43	1,43	3,57	0,00
		Évora	1390	326,25	27,1	2,9	27,1	2,9	13,5	1,46	1,46	4,12	0,00
		Porto	1610	326,25	32,3	2,8	32,3	2,8	14,7	1,61	1,61	4,72	0,00
		Melgaço	2770	326,25	71,1	2,8	71,1	2,8	14,7	2,00	2,00	8,56	0,00
		Bragança	2850	326,25	72,8	2,9	72,8	2,9	13,5	1,91	1,91	8,64	0,00
		Guarda	2919	326,25	75,5	2,8	75,5	2,8	14,4	2,01	2,01	8,97	0,00
		Penhas Douradas	3500	326,25	97,2	2,8	97,2	2,8	14,5	2,23	2,23	11,12	0,00
	Ventilação Extracção	Ponta Delgada	757	326,25	9,8	5,3	9,8	5,3	15,6	1,49	2,55	3,66	1,08
		Funchal	770	326,25	12,8	5,4	12,8	5,4	15,8	1,54	2,60	4,01	1,08
		Faro	1060	326,25	15,9	5,7	15,9	5,7	13,5	1,37	2,43	4,11	1,08
		Lisboa	1190	326,25	15,8	5,7	15,8	5,7	13,8	1,40	2,46	4,10	1,08
		Évora	1390	326,25	20,6	5,7	20,6	5,7	13,5	1,42	2,48	4,53	1,08
		Porto	1610	326,25	24,9	5,5	24,9	5,5	14,7	1,56	2,62	5,00	1,08
		Melgaço	2770	326,25	57,2	5,5	57,2	5,5	14,7	1,88	2,95	8,17	1,08
		Bragança	2850	326,25	58,6	5,7	58,6	5,7	13,5	1,80	2,86	8,21	1,08
		Guarda	2919	326,25	60,8	5,5	60,8	5,5	14,4	1,89	2,95	8,49	1,08
		Penhas Douradas	3500	326,25	79,1	5,5	79,1	5,5	14,5	2,08	3,14	10,30	1,08

F.1.1.2: Valores de GD, N_{ic} e N_{tc} para Exp. 1 com VMRC – MG

Moradia Geminada	Sistema de Ventilação	Cidade	Nº GD	Coef. Global Perdas	N_{ic}	N_{ic}^*	N_{vc}	N_{vc}^*	N_{ac}	N_{tc}	N_{tc}^*	N_{tc}^{**}	E_v
			(°C.dia)	(W/°C)	(kWh/m². ano)	(kWh/m². ano)	(kWh/m². ano)	(kWh/m². ano)	(kgep/m². ano)	(kgep/m². ano)	(kgep/m². ano)	(kgep/m². ano)	(kgep/m². ano)
Classe de Exposição 1	Ventilação Mecª -RC - Equilíbrio	Ponta Delgada	757	326,25	11,1	6,5	8,4	5,1	15,6	1,52	3,58	4,33	2,15
		Funchal	770	326,25	13,7	6,6	11,0	5,2	15,8	1,56	3,63	4,69	2,15
		Faro	1060	326,25	17,2	7,0	13,5	5,4	13,5	1,40	3,44	4,66	2,15
		Lisboa	1190	326,25	17,5	7,0	13,3	5,4	13,8	1,43	3,47	4,61	2,15
		Évora	1390	326,25	22,4	6,9	17,5	5,4	13,5	1,45	3,48	4,98	2,15
		Porto	1610	326,25	27,0	6,8	21,3	5,3	14,7	1,59	3,61	5,38	2,15
		Melgaço	2770	326,25	59,6	6,8	49,8	5,3	14,7	1,92	3,89	8,14	2,15
		Bragança	2850	326,25	61,0	6,9	51,0	5,4	13,5	1,83	3,80	8,14	2,15
		Guarda	2919	326,25	63,3	6,8	53,0	5,3	14,4	1,92	3,89	8,41	2,15
		Penhas Douradas	3500	326,25	81,5	6,8	69,2	5,3	14,5	2,11	4,06	10,02	2,15
	Ventilação Mecª -RC - Sobrepressão	Ponta Delgada	757	326,25	11,1	6,5	7,5	6,5	15,6	1,52	3,58	4,38	2,15
		Funchal	770	326,25	13,7	6,6	10,1	6,6	15,8	1,56	3,63	4,73	2,15
		Faro	1060	326,25	17,2	7,0	12,2	7,0	13,5	1,40	3,45	4,69	2,15
		Lisboa	1190	326,25	17,5	7,0	11,9	7,0	13,8	1,43	3,47	4,62	2,15
		Évora	1390	326,25	22,4	6,9	15,9	6,9	13,5	1,45	3,48	4,96	2,15
		Porto	1610	326,25	27,0	6,8	19,4	6,8	14,7	1,59	3,60	5,33	2,15
		Melgaço	2770	326,25	59,6	6,8	46,5	6,8	14,7	1,92	3,87	7,96	2,15
		Bragança	2850	326,25	61,0	6,9	47,6	6,9	13,5	1,83	3,78	7,96	2,15
		Guarda	2919	326,25	63,3	6,8	49,5	6,8	14,4	1,92	3,87	8,21	2,15
		Penhas Douradas	3500	326,25	81,5	6,8	65,1	6,8	14,5	2,11	4,03	9,75	2,15

Classe de Exposição 2**F.1.2.1: Valores de GD, N_{ic} e N_{tc} para Exp. 2 com Vent. Nat e VME – MG**

Moradia Geminada	Sistema de Ventilação	Cidade	Nº GD	Coef. Global Perdas	N_{ic}	N_{ic}^*	N_{vc}	N_{vc}^*	N_{ac}	N_{tc}	N_{tc}^*	N_{tc}^{**}	E_v
			(°C.dia)	(W/°C)	(kWh/m². ano)	(kWh/m². ano)	(kWh/m². ano)	(kWh/m². ano)	(kgep/m². ano)	(kgep/m². ano)	(kgep/m². ano)	(kgep/m². ano)	(kgep/m². ano)
Classe de Exposição 2	Ventilação Natural	Ponta Delgada	757	326,25	13,8	2,5	13,8	2,5	15,6	1,50	1,50	2,94	0,00
		Funchal	770	326,25	17,2	2,5	17,2	2,5	15,8	1,56	1,56	3,31	0,00
		Faro	1060	326,25	21,9	2,7	21,9	2,7	13,5	1,40	1,40	3,58	0,00
		Lisboa	1190	326,25	22,4	2,7	22,4	2,7	13,8	1,44	1,44	3,66	0,00
		Évora	1390	326,25	28,4	2,7	28,4	2,7	13,5	1,47	1,47	4,23	0,00
		Porto	1610	326,25	33,9	2,6	33,9	2,6	14,7	1,62	1,62	4,86	0,00
		Melgaço	2770	326,25	73,8	2,6	73,8	2,6	14,7	2,02	2,02	8,81	0,00
		Bragança	2850	326,25	75,6	2,7	75,6	2,7	13,5	1,94	1,94	8,90	0,00
		Guarda	2919	326,25	78,4	2,6	78,4	2,6	14,4	2,03	2,03	9,23	0,00
		Penhas Douradas	3500	326,25	100,6	2,6	100,6	2,6	14,5	2,26	2,26	11,44	0,00
	Ventilação Extracção	Ponta Delgada	757	326,25	9,8	5,3	9,8	5,3	15,6	1,49	2,55	3,66	1,08
		Funchal	770	326,25	12,8	5,4	12,8	5,4	15,8	1,54	2,60	4,01	1,08
		Faro	1060	326,25	15,9	5,7	15,9	5,7	13,5	1,37	2,43	4,11	1,08
		Lisboa	1190	326,25	15,8	5,7	15,8	5,7	13,8	1,40	2,46	4,10	1,08
		Évora	1390	326,25	20,6	5,7	20,6	5,7	13,5	1,42	2,48	4,53	1,08
		Porto	1610	326,25	24,9	5,5	24,9	5,5	14,7	1,56	2,62	5,00	1,08
		Melgaço	2770	326,25	57,2	5,5	57,2	5,5	14,7	1,88	2,95	8,17	1,08
		Bragança	2850	326,25	58,6	5,7	58,6	5,7	13,5	1,80	2,86	8,21	1,08
		Guarda	2919	326,25	60,8	5,5	60,8	5,5	14,4	1,89	2,95	8,49	1,08
		Penhas Douradas	3500	326,25	79,1	5,5	79,1	5,5	14,5	2,08	3,14	10,30	1,08

F.1.2.2: Valores de GD, N_{ic} e N_{tc} para Exp. 2 com VMRC – MG

Moradia Geminada	Sistema de Ventilação	Cidade	Nº GD	Coef. Global Perdas	N_{ic}	N_{ic}^*	N_{vc}	N_{vc}^*	N_{ac}	N_{tc}	N_{tc}^*	N_{tc}^{**}	E_v
			(°C.dia)	(W/°C)	(kWh/m². ano)	(kWh/m². ano)	(kWh/m². ano)	(kWh/m². ano)	(kgep/m². ano)	(kgep/m². ano)	(kgep/m². ano)	(kgep/m². ano)	(kgep/m². ano)
Classe de Exposição 2	Ventilação Mecª -RC - Equilíbrio	Ponta Delgada	757	326,25	11,1	6,5	14,3	4,0	15,6	1,52	3,63	4,81	2,15
		Funchal	770	326,25	13,7	6,6	17,0	4,1	15,8	1,56	3,68	5,17	2,15
		Faro	1060	326,25	17,2	7,0	21,8	4,2	13,5	1,40	3,51	5,37	2,15
		Lisboa	1190	326,25	17,5	7,0	22,6	4,2	13,8	1,43	3,55	5,41	2,15
		Évora	1390	326,25	22,4	7,0	28,4	4,2	13,5	1,45	3,57	5,94	2,15
		Porto	1610	326,25	26,9	6,8	33,9	4,1	14,7	1,59	3,72	6,51	2,15
		Melgaço	2770	326,25	59,6	6,8	71,5	4,1	14,7	1,92	4,09	10,17	2,15
		Bragança	2850	326,25	61,0	6,9	73,3	4,2	13,5	1,83	4,01	10,23	2,15
		Guarda	2919	326,25	63,3	6,8	75,8	4,1	14,4	1,92	4,10	10,55	2,15
		Penhas Douradas	3500	326,25	81,5	6,8	96,6	4,1	14,5	2,11	4,32	12,61	2,15
	Ventilação Mecª -RC - Sobrepressão	Ponta Delgada	757	326,25	11,2	6,5	7,5	6,5	15,6	1,52	3,58	4,38	2,15
		Funchal	770	326,25	13,7	6,6	10,1	6,6	15,8	1,56	3,63	4,73	2,15
		Faro	1060	326,25	17,2	7,0	12,3	7,0	13,5	1,40	3,45	4,69	2,15
		Lisboa	1190	326,25	17,5	7,0	11,9	7,0	13,8	1,43	3,47	4,62	2,15
		Évora	1390	326,25	22,4	7,0	15,9	7,0	13,5	1,45	3,48	4,96	2,15
		Porto	1610	326,25	26,9	6,8	19,4	6,8	14,7	1,59	3,60	5,33	2,15
		Melgaço	2770	326,25	59,6	6,8	46,6	6,8	14,7	1,92	3,87	7,96	2,15
		Bragança	2850	326,25	61,0	6,9	47,6	6,9	13,5	1,83	3,78	7,96	2,15
		Guarda	2919	326,25	63,3	6,8	49,5	6,8	14,4	1,92	3,87	8,21	2,15
		Penhas Douradas	3500	326,25	81,5	6,8	65,1	6,8	14,5	2,11	4,03	9,75	2,15

Classe de Exposição 3**F.1.3.1: Valores de GD, N_{ic} e N_{tc} para Exp. 3 com Vent. Nat e VME – MG**

Moradia Geminada	Sistema de Ventilação	Cidade	Nº GD	Coef. Global Perdas	N_{ic}	N_{ic}^*	N_{vc}	N_{vc}^*	N_{ac}	N_{tc}	N_{tc}^*	N_{tc}^{**}	E_v
			(°C.dia)	(W/°C)	(kWh/m².ano)	(kWh/m².ano)	(kWh/m².ano)	(kWh/m².ano)	(kgep/m².ano)	(kgep/m².ano)	(kgep/m².ano)	(kgep/m².ano)	(kgep/m².ano)
Classe de Exposição 3	Ventilação Natural	Ponta Delgada	757	326,25	14,5	2,3	14,5	2,3	15,6	1,51	1,51	3,00	0,00
		Funchal	770	326,25	18,0	2,3	18,0	2,3	15,8	1,56	1,56	3,36	0,00
		Faro	1060	326,25	22,9	2,6	22,9	2,6	13,5	1,41	1,41	3,67	0,00
		Lisboa	1190	326,25	23,5	2,6	23,5	2,6	13,8	1,45	1,45	3,76	0,00
		Évora	1390	326,25	29,8	2,5	29,8	2,5	13,5	1,48	1,48	4,35	0,00
		Porto	1610	326,25	35,5	2,4	35,5	2,4	14,7	1,63	1,63	5,00	0,00
		Melgaço	2770	326,25	76,5	2,4	76,5	2,4	14,7	2,05	2,05	9,07	0,00
		Bragança	2850	326,25	78,4	2,5	78,4	2,5	13,5	1,96	1,96	9,16	0,00
		Guarda	2919	326,25	81,2	2,4	81,2	2,4	14,4	2,06	2,06	9,50	0,00
		Penhas Douradas	3500	326,25	104,0	2,4	104,0	2,4	14,5	2,29	2,29	11,76	0,00
	Ventilação Extracção	Ponta Delgada	757	326,25	9,8	5,3	9,8	5,3	15,6	1,49	2,55	3,66	1,08
		Funchal	770	326,25	12,8	5,4	12,8	5,4	15,8	1,54	2,60	4,01	1,08
		Faro	1060	326,25	15,9	5,7	15,9	5,7	13,5	1,37	2,43	4,11	1,08
		Lisboa	1190	326,25	15,8	5,7	15,8	5,7	13,8	1,40	2,46	4,10	1,08
		Évora	1390	326,25	20,6	5,7	20,6	5,7	13,5	1,42	2,48	4,53	1,08
		Porto	1610	326,25	24,9	5,5	24,9	5,5	14,7	1,56	2,62	5,00	1,08
		Melgaço	2770	326,25	57,2	5,5	57,2	5,5	14,7	1,88	2,95	8,17	1,08
		Bragança	2850	326,25	58,6	5,7	58,6	5,7	13,5	1,80	2,86	8,21	1,08
		Guarda	2919	326,25	60,8	5,5	60,8	5,5	14,4	1,89	2,95	8,49	1,08
		Penhas Douradas	3500	326,25	79,1	5,5	79,1	5,5	14,5	2,08	3,14	10,30	1,08

F.1.3.2: Valores de GD, N_{ic} e N_{tc} para Exp. 3 com VMRC – MG

Moradia Geminada	Sistema de Ventilação	Cidade	Nº GD	Coef. Global Perdas	N_{ic}	N_{ic}^*	N_{vc}	N_{vc}^*	N_{ac}	N_{tc}	N_{tc}^*	N_{tc}^{**}	E_v
			(°C.dia)	(W/°C)	(kWh/m².ano)	(kWh/m².ano)	(kWh/m².ano)	(kWh/m².ano)	(kgep/m².ano)	(kgep/m².ano)	(kgep/m².ano)	(kgep/m².ano)	(kgep/m².ano)
Classe de Exposição 3	Ventilação Mecª -RC - Equilíbrio	Ponta Delgada	757	326,25	11,1	6,5	18,8	3,5	15,6	1,52	3,67	5,21	2,15
		Funchal	770	326,25	13,7	6,6	21,5	3,6	15,8	1,56	3,72	5,57	2,15
		Faro	1060	326,25	17,2	7,0	28,0	3,7	13,5	1,40	3,57	5,93	2,15
		Lisboa	1190	326,25	17,5	7,0	29,6	3,7	13,8	1,43	3,61	6,05	2,15
		Évora	1390	326,25	22,4	7,0	36,6	3,6	13,5	1,45	3,65	6,69	2,15
		Porto	1610	326,25	27,0	6,8	43,4	3,6	14,7	1,59	3,81	7,40	2,15
		Melgaço	2770	326,25	59,6	6,8	87,8	3,6	14,7	1,92	4,25	11,73	2,15
		Bragança	2850	326,25	61,0	6,9	90,0	3,6	13,5	1,83	4,17	11,84	2,15
		Guarda	2919	326,25	63,3	6,8	93	3,6	14,4	1,92	4,27	12,20	2,15
		Penhas Douradas	3500	326,25	81,5	6,8	117,2	3,6	14,5	2,11	4,51	14,59	2,15
	Ventilação Mecª -RC - Sobrepressão	Ponta Delgada	757	326,25	11,1	6,5	14,3	4,6	15,6	1,52	3,63	4,87	2,15
		Funchal	770	326,25	13,7	6,6	17,0	4,7	15,8	1,56	3,68	5,23	2,15
		Faro	1060	326,25	17,2	7,0	21,8	4,9	13,5	1,40	3,52	5,43	2,15
		Lisboa	1190	326,25	17,5	7,0	22,6	4,9	13,8	1,43	3,55	5,48	2,15
		Évora	1390	326,25	22,4	7,0	28,4	4,8	13,5	1,45	3,58	6,00	2,15
		Porto	1610	326,25	27,0	6,8	33,9	4,7	14,6	1,59	3,73	6,57	2,15
		Melgaço	2770	326,25	59,6	6,8	71,5	4,7	14,7	1,92	4,10	10,23	2,15
		Bragança	2850	326,25	61,0	6,9	73,3	4,8	13,5	1,83	4,01	10,30	2,15
		Guarda	2919	326,25	63,3	6,8	75,8	4,7	14,4	1,92	4,11	10,61	2,15
		Penhas Douradas	3500	326,25	81,5	6,8	96,6	4,7	14,5	2,11	4,32	12,67	2,15

E.2 – Valores obtidos para a Habitação Multifamiliar

F.2.1.1: Valores de GD, N_{ic} e N_{tc} para Exp. 1 com Vent. Nat e VME – HMF

Habitação Multifamiliar	Sistema de Ventilação	Cidade	Nº GD	Coef. Global Perdas	N_{ic}	N_{ic}^*	N_{vc}	N_{vc}^*	N_{ac}	N_{tc}	N_{tc}^*	N_{tc}^{**}	E_v
			(°C.dia)	(W/°C)	(kWh/m².ano)	(kWh/m².ano)	(kWh/m².ano)	(kWh/m².ano)	(kgep/m².ano)	(kgep/m².ano)	(kgep/m².ano)	(kgep/m².ano)	(kgep/m².ano)
Classe de Exposição 1	Ventilação Natural	Ponta Delgada	757	114,73	16,3	2,0	16,3	2,0	24,5	2,29	2,29	3,92	0,00
		Funchal	770	114,73	15,9	2,1	15,9	2,1	26,5	2,46	2,46	4,06	0,00
		Faro	1060	114,73	29,1	2,3	29,1	2,3	10,5	1,22	1,22	4,01	0,00
		Lisboa	1190	114,73	35,8	2,3	35,8	2,3	12,7	1,46	1,46	4,85	0,00
		Évora	1390	114,73	46,1	2,3	46,1	2,3	10,0	1,34	1,34	5,64	0,00
		Porto	1610	114,73	59,0	2,2	59,0	2,2	19,4	2,27	2,27	7,70	0,00
		Melgaço	2770	114,73	118,7	2,2	118,7	2,2	18,0	2,74	2,74	13,49	0,00
		Bragança	2850	114,73	121,9	2,2	121,9	2,2	14,8	2,50	2,50	13,55	0,00
		Guarda	2919	114,73	126,4	2,2	126,4	2,2	15,8	2,63	2,63	14,06	0,00
		Penhas Douradas	3500	114,73	156,3	2,2	156,3	2,2	16,2	2,96	2,96	17,05	0,00
	Ventilação Extracção	Ponta Delgada	757	114,73	15,1	4,7	15,1	4,7	24,5	2,30	3,76	5,06	1,51
		Funchal	770	114,73	14,6	4,9	14,6	4,9	26,5	2,47	3,93	5,19	1,51
		Faro	1060	114,73	26,0	5,1	26,0	5,1	10,5	1,21	2,67	4,97	1,51
		Lisboa	1190	114,73	31,9	5,1	31,9	5,1	12,7	1,45	2,91	5,73	1,51
		Évora	1390	114,73	41,0	5,1	41,0	5,1	10,0	1,31	2,77	6,40	1,51
		Porto	1610	114,73	52,5	4,9	52,5	4,9	19,4	2,23	3,69	8,32	1,51
		Melgaço	2770	114,73	105,0	4,9	105,0	4,9	18,0	2,64	4,09	13,40	1,51
		Bragança	2850	114,73	107,8	5,0	107,8	5,0	14,8	2,39	3,85	13,41	1,51
		Guarda	2919	114,73	111,8	4,9	111,8	4,9	15,8	2,51	3,97	13,88	1,51
		Penhas Douradas	3500	114,73	138,1	4,9	138,1	4,9	16,2	2,81	4,26	16,52	1,51

F.2.1.2: Valores de GD, N_{ic} e N_{tc} para Exp. 1 com VMRC – MG

Habitação Multifamiliar	Sistema de Ventilação	Cidade	Nº GD	Coef. Global Perdas	N_{ic}	N_{ic}^*	N_{vc}	N_{vc}^*	N_{ac}	N_{tc}	N_{tc}^*	N_{tc}^{**}	E_v
			(°C.dia)	(W/°C)	(kWh/m². ano)	(kWh/m². ano)	(kWh/m². ano)	(kWh/m². ano)	(kgep/m². ano)	(kgep/m². ano)	(kgep/m². ano)	(kgep/m². ano)	(kgep/m². ano)
Classe de Exposição 1	Ventilação Mecª -RC - Equilíbrio	Ponta Delgada	757	114,73	20,3	7,4	17,5	6,4	24,5	2,38	6,02	7,32	3,77
		Funchal	770	114,73	19,8	7,5	16,9	6,5	26,5	2,55	6,19	7,45	3,77
		Faro	1060	114,73	31,2	7,7	27,3	6,7	10,5	1,29	4,93	7,23	3,77
		Lisboa	1190	114,73	37,1	7,7	32,7	6,7	12,7	1,53	5,17	7,99	3,77
		Évora	1390	114,73	46,1	7,7	41,0	6,7	10,0	1,39	5,03	8,66	3,77
		Porto	1610	114,73	57,6	7,5	51,7	6,5	19,4	2,31	5,95	10,58	3,77
		Melgaço	2770	114,73	110,2	7,5	100,0	6,5	18,0	2,71	6,35	15,66	3,77
		Bragança	2850	114,73	113,0	7,6	102,4	6,6	14,8	2,47	6,11	15,67	3,77
		Guarda	2919	114,73	117,0	7,5	106,2	6,5	15,8	2,59	6,23	16,14	3,77
		Penhas Douradas	3500	114,73	143,3	7,5	130,3	6,5	16,2	2,88	6,52	18,78	3,77
	Ventilação Mecª -RC - Sobrepressão	Ponta Delgada	757	114,73	20,3	7,4	16,5	7,4	24,5	2,38	6,02	7,32	3,77
		Funchal	770	114,73	19,8	7,5	16,0	7,5	26,5	2,55	6,19	7,45	3,77
		Faro	1060	114,73	31,2	7,7	26,0	7,7	10,5	1,29	4,93	7,23	3,77
		Lisboa	1190	114,73	37,1	7,7	31,2	7,7	12,7	1,53	5,17	7,99	3,77
		Évora	1390	114,73	46,1	7,7	39,3	7,7	10,0	1,39	5,03	8,66	3,77
		Porto	1610	114,73	57,6	7,5	49,7	7,5	19,4	2,31	5,95	10,58	3,77
		Melgaço	2770	114,73	110,2	7,5	96,5	7,5	18,0	2,71	6,35	15,66	3,77
		Bragança	2850	114,73	113,0	7,6	98,9	7,6	14,8	2,47	6,11	15,67	3,77
		Guarda	2919	114,73	117,0	7,5	102,6	7,5	15,8	2,59	6,23	16,14	3,77
		Penhas Douradas	3500	114,73	143,3	7,5	126,0	7,5	16,2	2,88	6,52	18,78	3,77

Classe de Exposição 2**F.2.2.1: Valores de GD, N_{ic} e N_{tc} para Exp. 2 com Vent. Nat e VME – HMF**

Habitação Multifamiliar	Sistema de Ventilação	Cidade	Nº GD	Coef. Global Perdas	N_{ic}	N_{ic}^*	N_{vc}	N_{vc}^*	N_{ac}	N_{tc}	N_{tc}^*	N_{tc}^{**}	E_v
			(°C.dia)	(W/°C)	(kWh/m².ano)	(kWh/m².ano)	(kWh/m².ano)	(kWh/m².ano)	(kgep/m².ano)	(kgep/m².ano)	(kgep/m².ano)	(kgep/m².ano)	(kgep/m².ano)
Classe de Exposição 2	Ventilação Natural	Ponta Delgada	757	114,73	17,1	1,9	17,9	1,8	24,5	2,30	2,30	3,99	0,00
		Funchal	770	114,73	16,7	2,0	17,5	1,9	26,5	2,46	2,46	4,12	0,00
		Faro	1060	114,73	30,2	2,2	31,3	2,0	10,5	1,23	1,23	4,10	0,00
		Lisboa	1190	114,73	37,0	2,2	38,2	2,0	12,7	1,47	1,47	4,96	0,00
		Évora	1390	114,73	47,5	2,2	49,0	2,0	10,0	1,35	1,35	5,77	0,00
		Porto	1610	114,73	60,6	2,0	62,3	1,9	19,4	2,28	2,28	7,85	0,00
		Melgaço	2770	114,73	121,5	2,0	124,4	1,9	18,0	2,77	2,77	13,76	0,00
		Bragança	2850	114,73	124,9	2,1	127,8	2,0	14,8	2,53	2,53	13,82	0,00
		Guarda	2919	114,73	129,4	2,0	132,4	1,9	15,8	2,66	2,66	14,34	0,00
		Penhas Douradas	3500	114,73	159,9	2,0	163,5	1,9	16,2	2,99	2,99	17,39	0,00
	Ventilação Extracção	Ponta Delgada	757	114,73	15,1	4,7	15,1	4,7	24,5	2,30	3,76	5,06	1,51
		Funchal	770	114,73	14,6	4,9	14,6	4,9	26,5	2,47	3,93	5,19	1,51
		Faro	1060	114,73	26,0	5,1	26,0	5,1	10,5	1,21	2,67	4,97	1,51
		Lisboa	1190	114,73	31,9	5,1	31,9	5,1	12,7	1,45	2,91	5,73	1,51
		Évora	1390	114,73	41,0	5,1	41,0	5,1	10,0	1,31	2,77	6,40	1,51
		Porto	1610	114,73	52,5	4,9	52,5	4,9	19,4	2,23	3,69	8,32	1,51
		Melgaço	2770	114,73	105,0	4,9	105,0	4,9	18,0	2,64	4,09	13,40	1,51
		Bragança	2850	114,73	107,8	5,0	107,8	5,0	14,8	2,39	3,85	13,41	1,51
		Guarda	2919	114,73	111,8	4,9	111,8	4,9	15,8	2,51	3,97	13,88	1,51
		Penhas Douradas	3500	114,73	138,1	4,9	138,1	4,9	16,2	2,81	4,26	16,52	1,51

F.2.2.2: Valores de GD, N_{ic} e N_{tc} para Exp. 2 com VMRC – MG

Habitação Multifamiliar	Sistema de Ventilação	Cidade	Nº GD	Coef. Global Perdas	N_{ic}	N_{ic}^*	N_{vc}	N_{vc}^*	N_{ac}	N_{tc}	N_{tc}^*	N_{tc}^{**}	E_v
			(°C.dia)	(W/°C)	(kWh/m². ano)	(kWh/m². ano)	(kWh/m². ano)	(kWh/m². ano)	(kgep/m². ano)	(kgep/m². ano)	(kgep/m². ano)	(kgep/m². ano)	(kgep/m². ano)
Classe de Exposição 2	Ventilação Mec ^a -RC - Equilíbrio	Ponta Delgada	757	114,73	20,3	7,3	28,4	5,3	24,5	2,38	6,02	7,32	3,77
		Funchal	770	114,73	19,8	7,5	28,0	5,3	26,5	2,55	6,19	7,45	3,77
		Faro	1060	114,73	31,2	7,7	42,5	5,4	10,5	1,29	4,93	7,23	3,77
		Lisboa	1190	114,73	37,1	7,7	49,8	5,4	12,7	1,53	5,17	7,99	3,77
		Évora	1390	114,73	46,1	7,7	61,0	5,4	10,0	1,39	5,03	8,66	3,77
		Porto	1610	114,73	57,6	7,5	74,9	5,3	19,4	2,31	5,95	10,58	3,77
		Melgaço	2770	114,73	110,2	7,5	139,8	5,3	18,0	2,71	6,35	15,66	3,77
		Bragança	2850	114,73	113,0	7,6	143,5	5,4	14,8	2,47	6,11	15,67	3,77
		Guarda	2919	114,73	117,0	7,5	148,2	5,3	15,8	2,59	6,23	16,14	3,77
		Penhas Douradas	3500	114,73	143,3	7,5	180,7	5,3	16,2	2,88	6,52	18,78	3,77
	Ventilação Mec ^a -RC - Sobrepressão	Ponta Delgada	757	114,73	20,3	7,3	23,7	6,1	24,5	2,38	6,02	7,32	3,77
		Funchal	770	114,73	19,8	7,5	23,2	6,1	26,5	2,55	6,19	7,45	3,77
		Faro	1060	114,73	31,2	7,7	36,0	6,3	10,5	1,29	4,93	7,23	3,77
		Lisboa	1190	114,73	37,1	7,7	42,5	6,3	12,7	1,53	5,17	7,99	3,77
		Évora	1390	114,73	46,1	7,7	52,4	6,3	10,0	1,39	5,03	8,66	3,77
		Porto	1610	114,73	57,6	7,5	64,9	6,2	19,4	2,31	5,95	10,58	3,77
		Melgaço	2770	114,73	110,2	7,5	122,7	6,2	18,0	2,71	6,35	15,66	3,77
		Bragança	2850	114,73	113,0	7,6	125,9	6,2	14,8	2,47	6,11	15,67	3,77
		Guarda	2919	114,73	117,0	7,5	130,2	6,2	15,8	2,59	6,23	16,14	3,77
		Penhas Douradas	3500	114,73	143,3	7,5	159,1	6,2	16,2	2,88	6,52	18,78	3,77

Classe de Exposição 3**F.2.3.1: Valores de GD, N_{ic} e N_{tc} para Exp. 3 com Vent. Nat e VME – HMF**

Habitação Multifamiliar	Sistema de Ventilação	Cidade	Nº GD	Coef. Global Perdas	N_{ic}	N_{ic}^*	N_{vc}	N_{vc}^*	N_{ac}	N_{tc}	N_{tc}^*	N_{tc}^{**}	E_v
			(°C.dia)	(W/°C)	(kWh/m².ano)	(kWh/m².ano)	(kWh/m².ano)	(kWh/m².ano)	(kgep/m².ano)	(kgep/m².ano)	(kgep/m².ano)	(kgep/m².ano)	(kgep/m².ano)
Classe de Exposição 3	Ventilação Natural	Ponta Delgada	757	114,73	17,9	1,8	17,9	1,8	24,5	2,30	2,30	4,05	0,00
		Funchal	770	114,73	17,5	1,9	17,5	1,9	26,5	2,47	2,47	4,19	0,00
		Faro	1060	114,73	31,3	2,0	31,3	2,0	10,5	1,24	1,24	4,20	0,00
		Lisboa	1190	114,73	38,2	2,0	38,2	2,0	12,7	1,49	1,49	5,07	0,00
		Évora	1390	114,73	49,0	2,0	49,0	2,0	10,0	1,36	1,36	5,90	0,00
		Porto	1610	114,73	62,3	1,9	62,3	1,9	19,4	2,30	2,30	8,01	0,00
		Melgaço	2770	114,73	124,4	1,9	124,4	1,9	18,0	2,80	2,80	14,03	0,00
		Bragança	2850	114,73	127,8	2,0	127,8	2,0	14,8	2,56	2,56	14,10	0,00
		Guarda	2919	114,73	132,4	1,9	132,4	1,9	15,8	2,69	2,69	14,63	0,00
		Penhas Douradas	3500	114,73	163,5	1,9	163,5	1,9	16,2	3,03	3,03	17,74	0,00
	Ventilação Extracção	Ponta Delgada	757	114,73	15,1	4,7	15,1	4,7	24,5	2,30	3,76	5,06	1,51
		Funchal	770	114,73	14,6	4,9	14,6	4,9	26,5	2,47	3,93	5,19	1,51
		Faro	1060	114,73	26,0	5,1	26,0	5,1	10,5	1,21	2,67	4,97	1,51
		Lisboa	1190	114,73	31,9	5,1	31,9	5,1	12,7	1,45	2,91	5,73	1,51
		Évora	1390	114,73	41,0	5,1	41,0	5,1	10,0	1,31	2,77	6,40	1,51
		Porto	1610	114,73	52,5	4,9	52,5	4,9	19,4	2,23	3,69	8,32	1,51
		Melgaço	2770	114,73	105,0	4,9	105,0	4,9	18,0	2,64	4,09	13,40	1,51
		Bragança	2850	114,73	107,8	5,0	107,8	5,0	14,8	2,39	3,85	13,41	1,51
		Guarda	2919	114,73	111,8	4,9	111,8	4,9	15,8	2,51	3,97	13,88	1,51
		Penhas Douradas	3500	114,73	138,1	4,9	138,1	4,9	16,2	2,81	4,26	16,52	1,51

F.2.3.2: Valores de GD, N_{ic} e N_{tc} para Exp. 3 com VMRC – MG

Habitação Multifamiliar	Sistema de Ventilação	Cidade	Nº GD	Coef. Global Perdas	N_{ic}	N_{ic}^*	N_{vc}	N_{vc}^*	N_{ac}	N_{tc}	N_{tc}^*	N_{tc}^{**}	E_v
			(°C.dia)	(W/°C)	(kWh/m².ano)	(kWh/m².ano)	(kWh/m².ano)	(kWh/m².ano)	(kgep/m².ano)	(kgep/m².ano)	(kgep/m².ano)	(kgep/m².ano)	(kgep/m².ano)
Classe de Exposição 3	Ventilação Mecª -RC - Equilíbrio	Ponta Delgada	757	114,73	20,3	7,3	28,4	5,3	24,5	2,38	6,02	7,32	3,77
		Funchal	770	114,73	19,8	7,5	28,0	5,3	26,5	2,55	6,19	7,45	3,77
		Faro	1060	114,73	31,2	7,7	42,5	5,4	10,5	1,29	4,93	7,23	3,77
		Lisboa	1190	114,73	37,1	7,7	49,8	5,4	12,7	1,53	5,17	7,99	3,77
		Évora	1390	114,73	46,1	7,7	61,0	5,4	10,0	1,39	5,03	8,66	3,77
		Porto	1610	114,73	57,6	7,5	74,9	5,3	19,4	2,31	5,95	10,58	3,77
		Melgaço	2770	114,73	110,2	7,5	139,8	5,3	18,0	2,71	6,35	15,66	3,77
		Bragança	2850	114,73	113,0	7,6	143,5	5,4	14,8	2,47	6,11	15,67	3,77
		Guarda	2919	114,73	117,0	7,5	148,2	5,3	15,8	2,59	6,23	16,14	3,77
		Penhas Douradas	3500	114,73	143,3	7,5	180,7	5,3	16,2	2,88	6,52	18,78	3,77
	Ventilação Mecª -RC - Sobrepressão	Ponta Delgada	757	114,73	20,3	7,3	23,7	6,1	24,5	2,38	6,02	7,32	3,77
		Funchal	770	114,73	19,8	7,5	23,2	6,1	26,5	2,55	6,19	7,45	3,77
		Faro	1060	114,73	31,2	7,7	36,0	6,3	10,5	1,29	4,93	7,23	3,77
		Lisboa	1190	114,73	37,1	7,7	42,5	6,3	12,7	1,53	5,17	7,99	3,77
		Évora	1390	114,73	46,1	7,7	52,4	6,3	10,0	1,39	5,03	8,66	3,77
		Porto	1610	114,73	57,6	7,5	64,9	6,2	19,4	2,31	5,95	10,58	3,77
		Melgaço	2770	114,73	110,2	7,5	122,7	6,2	18,0	2,71	6,35	15,66	3,77
		Bragança	2850	114,73	113,0	7,6	125,9	6,2	14,8	2,47	6,11	15,67	3,77
		Guarda	2919	114,73	117,0	7,5	130,2	6,2	15,8	2,59	6,23	16,14	3,77
		Penhas Douradas	3500	114,73	143,3	7,5	159,1	6,2	16,2	2,88	6,52	18,78	3,77