

Ventilação de edifícios de habitação:
Qualidade do ar interior e eficiência energética

Princípios gerais da proposta para a revisão do RCCTE

1. INTRODUÇÃO

No atual contexto de aplicação do RCCTE as perdas térmicas associadas à renovação do ar são muito relevantes, chegando a corresponder a mais de 50% das perdas térmicas na estação de aquecimento. Para assegurar a qualidade do ar interior os edifícios devem ser ventilados em permanência, sendo definido no RCCTE uma taxa mínima de renovação de ar de 0,6 h⁻¹, em condições médias de funcionamento. Como solução de “referência” no RCCTE para assegurar a QAI e a eficiência energética é considerado um sistema de ventilação natural com uma taxa de renovação de ar de 0,6 h⁻¹ a 0,8 h⁻¹. No RCCTE, no cálculo das perdas térmicas de edifícios com ventilação natural são consideradas taxas de renovação de ar convencionais que variam entre 0,6 a 1,35 h⁻¹. Estes são valores elevados, que foram estabelecidos para penalizar soluções de maior permeabilidade ao ar da envolvente e sem grelhas de ventilação. Em diversos edifícios, as taxas de ventilação são substancialmente inferiores aos valores do

regulamento (figura 1), tendo sido medidos valores de 0,2 h⁻¹ em alguns casos, o que pode comprometer a qualidade do ar interior devido aos elevados teores de humidade (superior a 80%, Figura 2), da concentração de CO₂ (atinge 4000 ppm) e de outros eventuais poluentes. Numa fração foi medida uma taxa d erenvação de ar de 0,2 h⁻¹, e no entanto esta tem uma taxa de renovação de ar convencional de 1,05 h⁻¹ de acordo com o RCCTE. Esta baixa taxa de renovação de ar é justificada, dado tratar-se de uma fração sem aberturas de admissão de ar, com janelas de correr que pertencem à classe 3 de permeabilidade ao ar e que tem persianas com caixas de estores exteriores, não tendo assim aberturas ou frinchas que permitam o escoamento de ar. Esta grande diferença entre os valores da taxa de renovação de ar convencional e os valores típicos de frações com ventilação natural, conduz a uma majoração excessiva da estimativa das perdas térmicas, distorcendo o balanço térmico, bem como

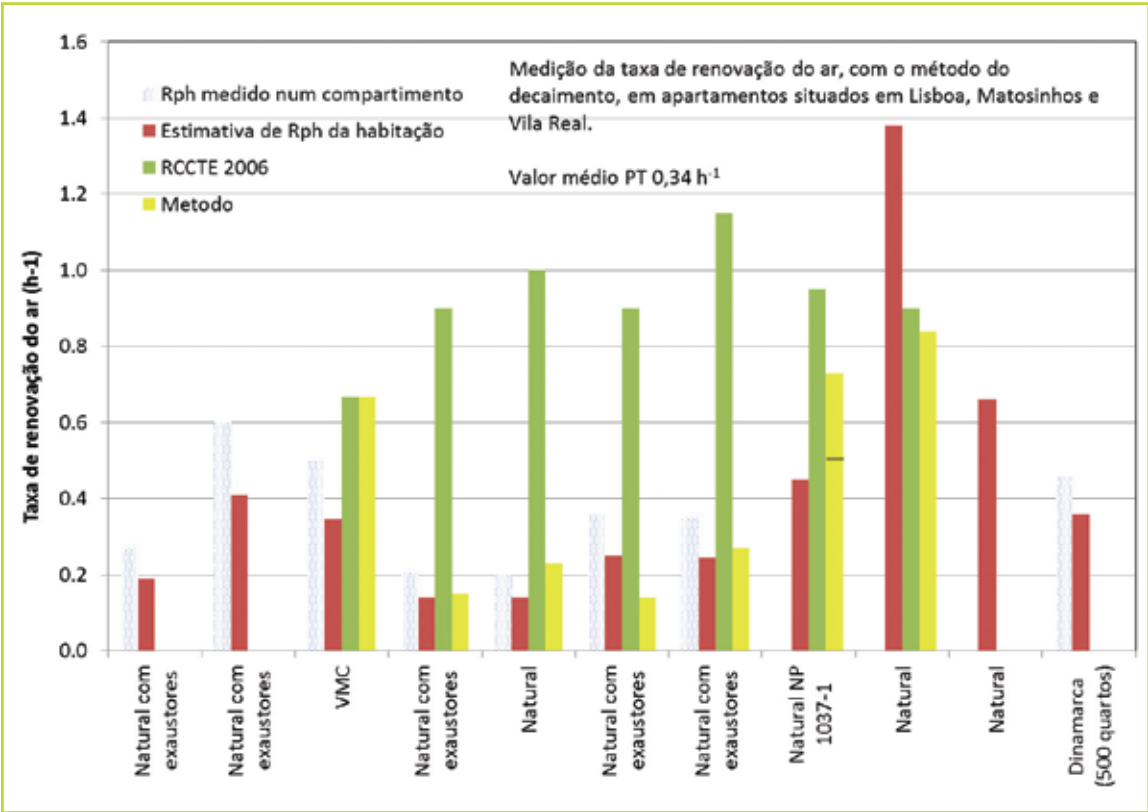


Figura 1 Resultados de medição da taxa de renovação de ar e estimativas RCCTE/método proposto.

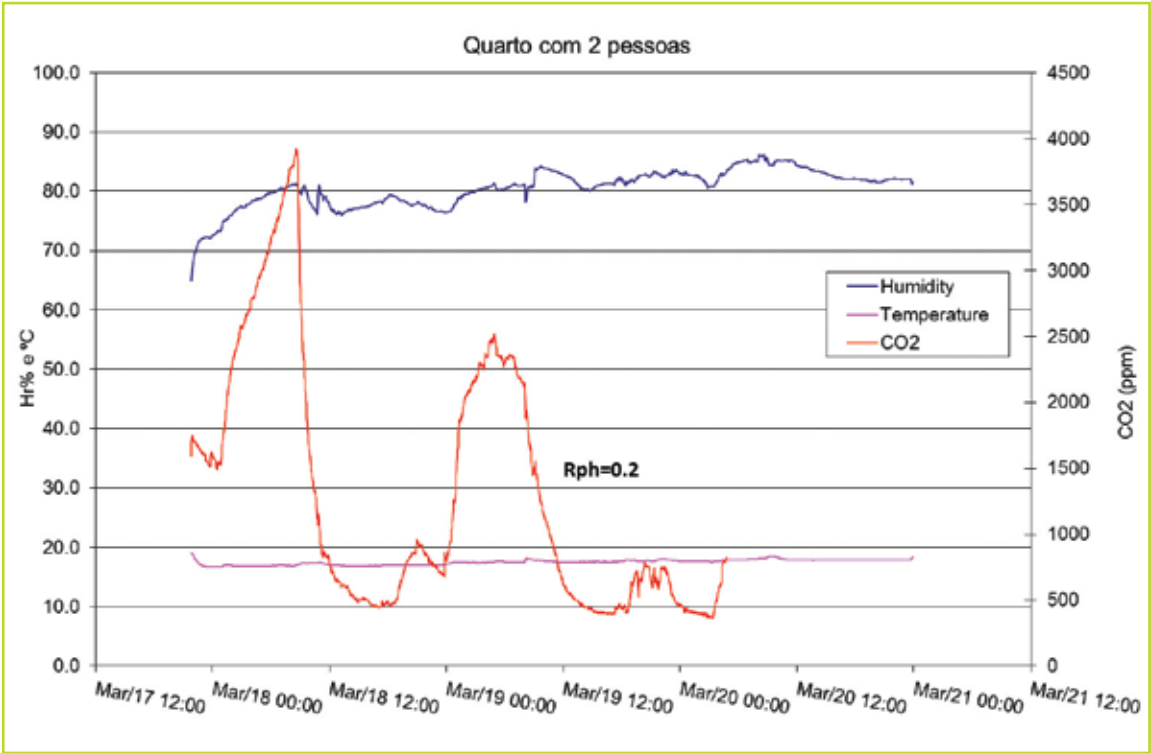


Figura 2 Condições termo-higrométricas num quarto de uma habitação recente.

não permite identificar edifícios em que a taxa de renovação de ar é insuficiente para assegurar a qualidade do ar interior. No contexto da revisão regulamentar foi considerado fundamental melhorar estes aspetos, pois cerca de 90% das frações estão dotadas desse sistema.

2. METODOLOGIA

Tendo em conta o impacto da ventilação no comportamento térmico dos edifícios e na qualidade do ar interior, na revisão desta secção do RCCTE foi adotada a seguinte metodologia:

1. Apreciação da aplicação do RCCTE 2006 e identificação das necessidades de melhoria;
2. Definição do caudal mínimo de ventilação geral e permanente que deve ser satisfeito em condições médias de funcionamento;
3. Seleção dos parâmetros do sistema de ventilação com influência relevante na taxa média de renovação do ar e nas necessidades térmicas e energéticas associadas à ventilação;
4. Definição do procedimento de verificação regulamentar destinado a valorizar as soluções que permitam assegurar o caudal mínimo de ventilação e a eficiência energética das frações.

Nesta revisão procurou-se que o método a adotar fosse consistente com a atual versão do regulamento, ou seja, melhorar a qualidade das estimativas das taxas de renovação de ar e do consumo de energia da ventilação, considerando tanto quanto possível apenas os parâmetros atualmente utilizados na veri-

ficação do RCCTE para não aumentar a complexidade de verificação do regulamento.

Para promover a inovação e o desenvolvimento tecnológico neste domínio, procurou-se que a metodologia a adotar fosse exigencial e permitisse uma avaliação adequada das diferentes soluções, em vez de ter um carácter prescritivo e por vezes discricionário. Esta perspetiva é particularmente importante neste momento de decréscimo de construção nova e de um expetável aumento das intervenções de reabilitação, onde é necessária uma maior flexibilidade para a definição das soluções técnicas que permitam responder às necessidades de ventilação e de conservação de energia.

Foi estabelecido que o RCCTE não é um regulamento de projeto de ventilação, mas que permite avaliar de forma idónea a adequação dos diferentes sistemas de ventilação projetados/existentes para assegurar a QAI através da renovação de ar geral e permanente das habitações, bem como, para avaliar as implicações no comportamento térmico e energético das frações. Na conceção deste capítulo procurou-se que os critérios e métodos fossem suportados pela normalização. Dado a regulamentação se aplicar a edifícios novos, a edifícios sujeitos a intervenções e a edifícios existentes, procurou-se que o método fosse aplicável a essas diferentes possibilidades. Nos dois primeiros casos conduzindo à adoção de soluções eficientes do ponto de vista energético e da QAI e no último caso de forma a permitir avaliar o funcionamento e a possibilitar a identificação de oportunidades de melhoria.

3. APRECIACÃO DA APLICAÇÃO DO RCCTE 2006 E IDENTIFICAÇÃO DAS NECESSIDADES DE MELHORIA

Nos apartamentos certificados cerca de 8% das frações novas estão dotadas de ventilação mecânica, enquanto nas frações existentes essa proporção é de 4% (STE 2011), concluindo-se que em Portugal dominam as frações com ventilação natural com extratores individuais na cozinha ou nas instalações sanitárias. Os valores médios de Rph da aplicação do RCCTE a apartamentos novos e existentes, com ventilação natural é de $0,96 \text{ h}^{-1}$, enquanto com ventilação mecânica esse valor é de $0,73 \text{ h}^{-1}$ (Figura 3). Uma taxa de renovação de ar 30% superior em ventilação natural face à ventilação mecânica não é muito consistente com o comportamento das frações, pois é normal que estas últimas apresentem caudais superiores devido ao funcionamento contínuo dos ventiladores. Dos valores médios de Rph (Figura 3), constata-se que a metodologia de penalizar Rph não conduziu à adoção das melhores soluções, para as quais era de esperar Rph entre $0,6 \text{ h}^{-1}$ e $0,8 \text{ h}^{-1}$. A promoção da utilização de grelhas de admissão de ar através de um valor convencional Rph menor no balanço térmico não conduziu a sua efetiva utilização. O facto do valor de Rph convencional ser superior a $0,6 \text{ h}^{-1}$ independentemente da envolvente, permitiu que fosse considerado que todas as soluções satisfaziam ao requisito de caudal mínimo de ar novo, não permitindo identificar soluções de qualidade insuficiente. Em fevereiro de 2007 foi iniciado o período de coexistência de marcação CE de janelas e no mercado nacional ocorreu um processo generalizado de qualificação da permeabilidade ao ar das janelas, que tipicamente pertencem à classe 4 ou 3, em concordância com a classe mais eficiente definida no RCCTE.

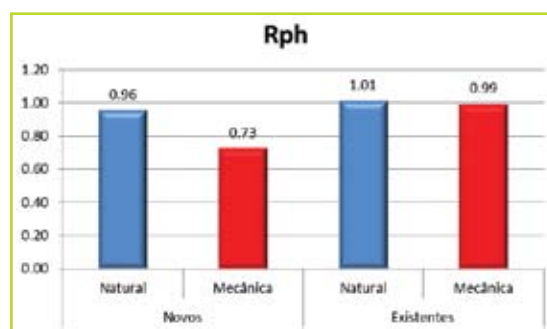


Figura 3 Valores médios de Rph de apartamentos certificados

Em síntese, verificou-se um aumento da penetração dos sistemas de ventilação mecânica nos edifícios novos, por questões diversas, mas também provavelmente por permitir Rph menores do que os da ventilação natural e não ter exigências em relação à permeabilidade ao ar da envolvente. Nos edifícios com ventilação natural a metodologia não conduziu a soluções mais eficientes (Rph de $0,6$ a $0,8 \text{ h}^{-1}$), verificando-se que existem situações com insufici-

ências em termos de renovação mínima de ar e de eficiência energética que devem ser mitigadas. Nas construções mais recentes o problema principal está na necessidade de assegurar a renovação mínima de ar, pois as habitações portuguesas podem ter uma baixa permeabilidade ao ar da envolvente e não estarem dotados de meios de admissão e de exaustão de ar. Na reabilitação devem ser incentivada a redução a permeabilidade ao ar excessiva da envolvente, sem contudo comprometer a ventilação mínima das frações.

4. CAUDAL MÍNIMO DE VENTILAÇÃO GERAL E PERMANENTE QUE DEVE SER SATISFEITO EM CONDIÇÕES MÉDIAS DE FUNCIONAMENTO

Os problemas de qualidade do ar interior sucedem essencialmente durante os períodos mais frios, nos quais a probabilidade de abrir as janelas é menor. Nesta época do ano surgem com maior frequência problemas de condensações superficiais, desenvolvimento de fungos e bolores. O caudal mínimo de ar novo para assegurar a QAI em condições normais de utilização das frações tem valores diferentes nos diversos países, o que se compreende devido às especificidades climáticas. Efetivamente, verifica-se que numa habitação as necessidades de ventilação são ditadas essencialmente pelo controlo da humidade do ar interior, de forma a reduzir o risco de ocorrência de condensações, bem como condições higroscópicas propícias ao desenvolvimento de fungos, bolores, ácaros (Pinto, 2006). Em Portugal, para espaços com ocupação típica e sem fontes de poluição especiais, é suficiente um caudal de ar novo de cerca de 5 l/(s.p) nos quartos e 6 l/(s.p) nas salas (Pinto, 2006). Em termos internacionais não existe uma forma unívoca de expressar as necessidades de ar novo, sendo especificados caudais de ar por pessoa, por unidade de área, por unidade de volume ou por uma combinação desses fatores. Nesse sentido, na proposta de revisão manteve-se a coerência com o RCCTE anterior, continuando as necessidades de ar novo a ser expressas por unidade de volume. O caudal mínimo de ar novo foi definido com base na aplicação dos princípios enunciados (Pinto, 2006, NP 1037-2 e EN 15251) a algumas tipologias, verificando-se que o caudal de base para assegurar a ventilação geral e permanente varia entre $0,4$ a $0,6 \text{ h}^{-1}$, dependendo da relação entre compartimentos princípios e de serviço, do valor do pé-direito e do escamento do ar na habitação.

Nesse sentido, preconiza-se que o sistema de ventilação geral e permanente das habitações possa conduzir a uma taxa de renovação de ar nominal de $0,4$ a $0,6 \text{ h}^{-1}$ para assegurar a qualidade do ar interior, sendo penalizadas no balanço energético as soluções com uma taxa de renovação de ar superior a $0,6 \text{ h}^{-1}$. Em frações com ventilação natural transversal para obter $5/6 \text{ l/(s.p)}$ pode ser suficiente um

NUMA ORQUESTRA É ESSENCIAL UMA HARMONIA PERFEITA DE TODOS OS INSTRUMENTOS

Numa instalação integrada de energias renováveis é essencial harmonizar bons equipamentos com uma boa instalação

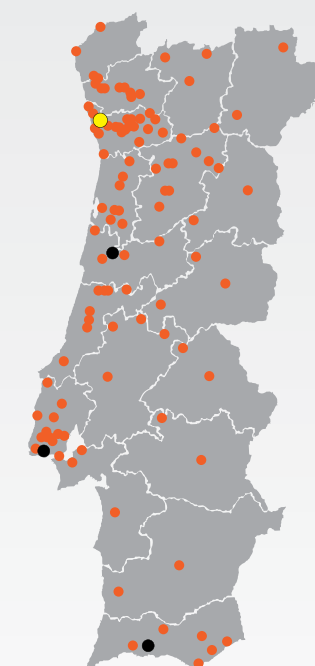
NÓS SABEMOS COMO O FAZER!

solius
INTELLIGENT ENERGY

Especialistas em Sistemas Integrados

-  **Energia Solar**
-  **Aerotermia**
-  **Biomassa**
-  **Sistemas Radiantes**
-  **Climatização**

www.solius.pt



●●● apoio clientes 808 10 33 35

casaplus

Rede Nacional de Instaladores
Especialistas em Energias Renováveis

-  **Diagnóstico térmico gratuito**
-  **Orçamento chave-na-mão**
-  **Garantia de satisfação**
-  **Cobertura Nacional**
-  **Instalamos Soluções - Não Problemas**

www.casaplus.pt

caudal de ar de $0,4 \text{ h}^{-1}$ e de $0,6 \text{ h}^{-1}$ nas frações com sistemas de ventilação permanente com admissão de ar nos compartimentos principais e extrações nos compartimentos de serviço.

Para evitar a ocorrência de condensações, além da taxa mínima de renovação de ar é necessário assegurar algum aquecimento do ambiente interior (Freitas, 2002; Pinto, 2006). Em frações não aquecidas e com ventilação transversal (Figura 4), desde que estas tenham isolamento térmico compatível com os níveis de referência do atual RCCTE (retas verticais), a humidade relativa será normalmente inferior a 70% com a taxa de renovação de $0,4 \text{ h}^{-1}$, sendo o nível de conforto tanto maior quanto maior o isolamento térmico e menor o fator de forma da fração. Para edifícios com isolamento compatível com o exigido no atual RCCTE aumentar a taxa de ventilação de $0,4 \text{ h}^{-1}$, para $0,6 \text{ h}^{-1}$ ou $0,8 \text{ h}^{-1}$ (em ventilação transversal), não se traduz numa alteração relevante das condições higroscópicas e poderá implicar soluções de ventilação mais complexas (o que se pretende evitar), bem como se poderia traduzir numa redução sensível da temperatura média interior.

Os aspetos relacionados com o funcionamento dos aparelhos de combustão e a sua ventilação são objeto de legislação e de inspeções específicas, pelo que as necessidades de ventilação destes aparelhos não são incluídas explicitamente no RCCTE. A inten-

sificação da ventilação pela abertura de janelas é definida no RGEU, não estando também definida nesta proposta.

5. SELEÇÃO DOS PARÂMETROS COM INFLUÊNCIA RELEVANTE NO SISTEMA DE VENTILAÇÃO E NA TAXA MÉDIA DE RENOVAÇÃO DO AR

Na atual versão do regulamento, para avaliar a influência da ventilação no comportamento térmico dos edifícios são considerados diferentes aspetos consoante o sistema. Neste processo de revisão, foram identificados mais de três dezenas de parâmetros que afetam a taxa média de renovação de ar das habitações. Para avaliar a influência dos mesmos foi realizada uma apreciação crítica da sua aplicabilidade no contexto do RCCTE, bem como foram realizadas simulações para avaliar a influência desses parâmetros nas taxas médias de renovação de ar. As simulações foram realizadas com um modelo nodal de acordo com o previsto na norma EN 15242. Dessa análise crítica, verificou-se que era necessário incluir os seguintes ajustamentos:

- Incluir o efeito das condutas de exaustão ou de admissão de ar na estimativa da taxa de renovação de ar das frações, o que não sucedia na anterior versão do regulamento. Na ausência de outra informação os projetistas podem usar 3 valores de perda de carga das condutas.

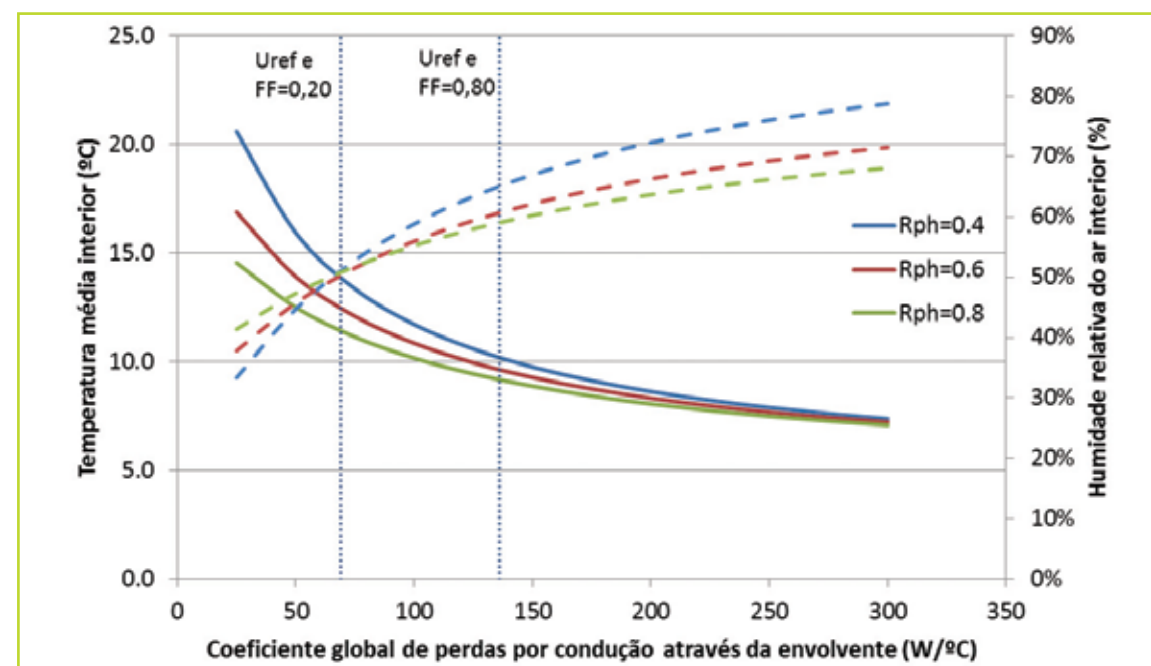


Figura 4 Apreciação do efeito da taxa de ventilação na temperatura e na humidade relativa do ar interior

Exigência: O sistema de ventilação deve permitir assegurar em condições médias de funcionamento um caudal de ar novo não inferior a $0,4 \text{ h}^{-1}$, para as condições de velocidade média do vento, para as condições da temperatura média mensal do mês mais frio e para uma temperatura interior de 20°C . No edifício de referência considera-se um sistema igual ao do edifício com uma taxa de renovação de ar igual à da fração até ao valor máximo de $0,6 \text{ h}^{-1}$.

- A estimativa da ação do vento é efetuada com base nos princípios da regulamentação e da normalização portuguesa, sendo agora adotados os coeficientes de pressão da norma EN 15242, em vez de se adotarem classes de exposição ao vento, de forma a melhorar as estimativas da ação do vento principalmente em ambiente urbano. Foi incluído o efeito da temperatura exterior média mensal do mês mais frio.
- Devido ao efeito importante da ação do vento na ventilação e nas infiltrações, considerou-se necessário distinguir as frações com apenas uma fachada exposta ao vento, das restantes em que se considera a permeabilidade e as grelhas dispostas simetricamente em duas fachadas opostas.
- Incluir a especificação das grelhas de ventilação (caudal nominal e pressão de autorregulação), de forma a permitir a seleção de soluções adequadas face às diferenças de pressão médias nas fachadas. Face à oferta escassa destes dispositivos, ainda não se procedeu a uma valorização no Rph das diferentes grelhas.
- Permitir que a permeabilidade ao ar seja especificada com base no valor n50 de em ensaios de pressurização de frações. É um incentivo à utilização deste ensaio, pois será certamente possível obter uma permeabilidade ao ar da envolvente inferior aos valores obtidos por defeito com as características das janelas e das caixas de estore, bem como permitirá na fase de receção da obra identificar as principais frinchas e introduzir correções se necessário (Pinto, 2010).
- Melhorar a estimativa do consumo de energia dos ventiladores, considerando a potência absorvida pelos mesmos para as condições normais de funcionamento, em vez de utilizar a potência do motor que majora essa estimativa.

Existem outros fatores que foram analisados, mas que não foram considerados devido à sua especificidade ou por constituírem um aumento da complexidade do método sem benefícios evidentes para a aplicação do RCCTE, como por exemplo o efeito das portas interiores.

6. MÉTODO PROPOSTO

Tendo em conta a variação de Rph com os diferentes fatores identificados, foram realizadas diversas aplicações com o modelo de cálculo desenvolvido para tentar sistematizar a estimativa da taxa de renovação de ar numa tabela ou numa expressão simples. Contudo, a multiplicidade de situações e as variações de caudais obtidas excediam em muito 20%, pelo

SE VOCÊ ACREDITA QUE A AEROTERMIA É O FUTURO, SEJA BEM-VINDO À ATLANTIC.

Como especialistas em soluções térmicas, Atlantic leva anos de investigação e tem criado novos caminhos em aerotermia. Aproveitar a temperatura natural do ar para gerar conforto é uma solução sustentável. Mas com a Atlantic é simples... É eficiência e rentabilidade para todos.



Bomba de calor para AQS

ODYSSÉE

- A bomba de calor mais eficiente do mercado.
- Tão simples de instalar, como um termo-acumulador.
- Permite poupar até 80% em consumo elétrico.
- Uma solução eficaz, rentável e 100% fiável.

Bombas de calor para aquecimento

ALFEA

- 3 soluções num único equipamento: Aquecimento, arrefecimento e AQS.
- Novos grupos hidráulicos com acumulador de AQS de 190 litros integrado.
- Grande versatilidade: Modelos de alta e baixa temperatura.
- COP>4 em toda a gama.
- Permutador de calor coaxial patenteado e regulação intuitiva Siemens.



2 anos de garantia integral e 5 anos no compressor.

AGORA MAIS PERTO DE SI.

www.atlantic-thermor.es
www.alfea.es

NOVA SEDE EM PORTUGAL:

Edifício Mar Vermelho
Av. D. João II, lote 1.06.2.5B, 4º piso
Parque das Nações 1990 · 095 Lisboa
Tel. 211 212 085
atlanticportugal@groupe-atlantic.com

que se considerou adequado que fosse adotado na verificação do RCCTE o método de cálculo da norma EN 15242, para estimar a taxa de renovação de ar para verificar o requisito mínimo de ventilação, para estimar as perdas térmicas e para estimar os consumos de energia dos ventiladores de sistemas mecânicos ou de sistemas híbridos, Figura 5. A adoção de um método de cálculo normalizado é coerente com a solução adotada para o método de cálculo das necessidades térmicas e energéticas do edifício que se encontra baseado na norma EN ISO 13790 e confere uma maior flexibilidade aos técnicos na seleção de diferentes soluções para satisfazer às exigências de ventilação do RCCTE.

A norma tem diversas variáveis para as quais é necessário definir os respetivos valores. Na proposta foram incluídos todos os pressupostos que devem ser adotados na ausência de informações mais detalhadas, possibilitando que sejam desenvolvidas aplicações para efetuar esse cálculo. Além disso, é disponibilizada uma folha de cálculo automática que operacionaliza esse cálculo.

Tendo em conta o objetivo de melhorar as estimativas de Rph e manter alguma simplicidade, para determinar as perdas térmicas do edifício são considerados todos os fatores aplicáveis ao edifício, enquanto para verificar a taxa mínima de renovação de ar nos edifícios novos ou sujeitos a grandes intervenções, não se considera o efeito de soluções que não são energeticamente eficientes para a admissão de ar, como as frinchas das caixas de estore, janelas da classe 2, 1 ou sem classificação. As grelhas de seção fixa não são adequadas para locais com maior exposição ao vento, nesse sentido estas são incluídas na verificação da taxa mínima de ventilação apenas em frações situadas até 10 m de altura e na rugosidade I.

Este método requer uma intervenção dos técnicos RCCTE semelhante à da anterior versão, contudo permite uma estimativa mais adequada da eficiência energética do sistema de ventilação e permite avaliar por cálculo a capacidade do mesmo em satisfazer ao caudal mínimo de ventilação recomendado para as condições definidas, suprimindo a principal difi-

culdade identificada na aplicação do RCCTE. Com este método, elimina-se o trabalho de interpolação associado a diferentes combinações de classes de janelas, caixas de estore, bem como se eliminam as descontinuidades associadas às classes de exposição ao vento e às áreas envidraçadas.

Com a aplicação deste método, ao ser estimada a diferença de pressão nas fachadas, é possível aos técnicos identificar o caudal nominal e a pressão de funcionamento das grelhas autorreguláveis mais adequados para assegurar a ventilação natural ou mecânica dos edifícios, para a condição do caudal nominal.

Numa fase inicial foram incluídas recomendações mais específicas para a conceção de algumas soluções de ventilação, mas foi considerado pela comissão de ventilação, que essas regras de conceção deveriam constar apenas de documentos complementares, como recomendações de projeto.

7. ALGUNS EXEMPLOS DE APLICAÇÃO

Este método foi submetido a uma campanha de testes por técnicos RCCTE. Dessa aplicação inicial, ressalta um elevado número de casos que não satisfazem ao requisito do caudal mínimo de ventilação. No entanto, através de uma análise crítica dos resultados, foi possível identificar as causas e através de um ajustamento do tipo de grelhas ou da introdução de condutas de ventilação foi possível obter soluções tecnicamente adequadas que permitem satisfazer ao caudal mínimo de ventilação.

Na Figura 1 apresentam-se resultados de medições de Rph em frações, de estimativas do RCCTE 2006 e do método proposto, verificando-se que este permite uma concordância melhor entre os valores obtidos e os medidos. No Quadro 1 apresenta-se uma síntese de resultados de Rph de um apartamento com 66 m², Pd de 2,4 m, Aenv/Au de 18%, porta de patamar sem vedante, Região B, Rugosidade II, 11 m de altura, todas as quatro janelas da classe 3, três delas com caixas de estore. A fração tem uma conduta de exaustão natural na cozinha e outra na instalação sanitária.

Dos casos 2,3 e 4 verifica-se que os diferentes tipos de grelhas auto-reguláveis não se traduzem num maior caudal de ventilação (como se pretendia nesta fase), mas apenas numa maior dimensão/número de grelhas a aplicar para assegurar a taxa mínima de renovação de ar. As soluções ineficientes que conduzem a um maior número de dispositivos devem ser evitadas para não comprometer o isolamento sonoro das fachadas.

Dos casos 2,6,7,8 e 9 identifica-se a relevância da seleção de janelas de baixa permeabilidade ao ar e o potencial associado à reabilitação de soluções com frinchas significavas.

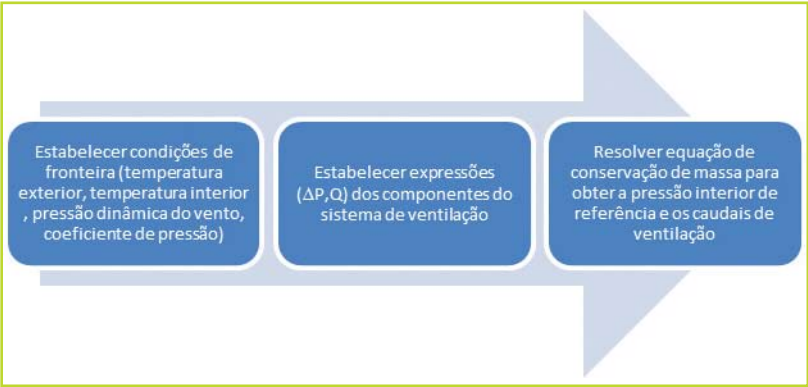


Figura 5 Processo de cálculo da taxa de ventilação EN 15242

n.	Dados gerais	RCCTE 2006	Proposta
1	Sem grelhas de admissão de ar	1,10 h ⁻¹	0,1 h ⁻¹ (a) Não satisfaz requisito mínimo
2	Auto-reguláveis 2 Pa com caudal de 110 m3/h (0,7 h ⁻¹) , janelas classe 3	1,00 h ⁻¹	0,45 h ⁻¹ (a)
3	Auto-reguláveis 10 Pa com caudal de 146 m3/h (0,9 h ⁻¹), janelas classe 3	1,00 h ⁻¹	0,45 h ⁻¹ (a)
4	Auto-reguláveis 20 Pa com caudal de 215 m3/h (1,3 h ⁻¹), janelas classe 3	1,00 h ⁻¹	0,45 h ⁻¹ (a)
5	Ventilação natural com admissão e exaustão por condutas	1,15 h ⁻¹	0,47 h ⁻¹
6	Auto-reguláveis 2 Pa com caudal de 110 m3/h, janelas classe 4	1,00 h ⁻¹	0,43 h ⁻¹ (a)
7	Auto-reguláveis 2 Pa com caudal de 110 m3/h, janelas classe 2	1,05 h ⁻¹	0,55 h ⁻¹ (a)
8	Auto-reguláveis 2 Pa com caudal de 110 m3/h, janelas classe 1	1,10 h ⁻¹	0,68 h ⁻¹ (a)
9	Auto-reguláveis 2 Pa com caudal de 110 m3/h, janelas sem classificação	1,15 h ⁻¹	0,96 h ⁻¹ (a)
10	Ventilação mecânica e grelhas de admissão de ar auto-reguláveis a 20 Pa	0,60 h ⁻¹	0,6 h ⁻¹ (Ev=260 kWh)
11	Ventilação mecânica e janelas da classe 1, caixas de estore sem vedantes e grelhas de admissão de ar auto-reguláveis a 20 Pa	0,60 h ⁻¹	0,9 h ⁻¹ (Ev=260 kWh)

Quadro 1 Estimativas das taxas de renovação de ar para o piso 3 (a) Maior valor de ΔP na fachada de 6 Pa.

Entre a melhor e a pior solução existe uma diferença de 0,53 h⁻¹ no método proposto, enquanto no RCCTE essa diferença era de apenas 0,15 h⁻¹.

No piso 0, para uma condição equivalente ao cenário 2 (0,45 h⁻¹), devido ao efeito de chaminé, é estimada uma taxa de renovação de ar de 0,7 h⁻¹, evidenciando a necessidade de gerir as perdas de carga nos sistema de ventilação natural quando as chaminés têm uma altura relevante. Nos sistemas mecânicos (casos 6 e 7), evidencia-se que mesmo com um desequilíbrio de caudais importante, a permeabilidade ao ar da envolvente pode conduzir a infiltrações de ar, que devem ser minoradas especificando uma envolvente de baixa permeabilidade.

Com este pequeno exercício mostrou-se as variações de Rph associadas a pequenas variações de soluções construtivas e mostrou-se a potencialidade do modelo nodal proposto para identificar soluções menos eficientes, bem como para conceber estratégias para as mitigar. Competirá aos projetistas, caso a caso, selecionarem as soluções mais eficientes, que apontam no sentido de uma envolvente de baixa permeabilidade ar, dispositivos dedicados de admissão de ar (autorreguláveis a 2 Pa para locais com menor exposição ao vento e com uma diferença de pressão nas fachadas até 10 Pa e dispositivos auto-reguláveis a 10 ou 20 Pa para as restantes exposições e para edifícios dotados de sistemas mecânicos). Neste exemplo é evidenciado que edifícios sem soluções de ventilação não satisfazem ao requisito de caudal mínimo. Se a envolvente tiver elementos de menor qualidade estes conduzirão a valores mais elevados de Rph, que penalizam o indicador Nic.

8. SÍNTESE

O RCCTE apresentava algumas insuficiências na articulação entre os valores convencionais de Rph de edifícios com ventilação natural e os valores prováveis, não permitindo aferir a verificação do requisito da taxa mínima de renovação de ar.

Na proposta é adotada uma formulação exigencial requerendo um caudal mínimo de ventilação que é verificado por cálculo com base num método normalizado, sendo penalizadas em termos do balanço energético soluções com Rph superior a 0,6 h⁻¹.

Mantendo no essencial os dados de entrada do RCCTE, foi possível melhorar a qualidade da estimativa dos valores de Rph convencionais e assim verificar o requisito mínimo de ventilação, contribuindo desta forma para promover edifícios mais eficientes, sustentáveis e com melhor qualidade do ar interior. Com o método preconizado permite-se uma comparação equitativa de diferentes soluções de ventilação, podendo caso a caso serem selecionadas as soluções mais sustentáveis e que respondam às exigências e expectativas dos utentes.

Esta abordagem exigencial é adequada para edifícios novos, mas especialmente adequada para cenários de reabilitação onde os projetistas necessitam de maior flexibilidade para compatibilizar as soluções técnicas com o edificado. O método de cálculo pode auxiliar na especificação das aberturas de admissão de ar.

A proposta de revisão deste capítulo do RCCTE contem mais alguns detalhes que não foram abordados neste texto e teve a colaboração dos colegas/entidades representadas na comissão executiva da ventilação do RCCTE. ■

REFERÊNCIAS

Freitas, V., 2002. Building condensation. How to solve the problem in Portugal. Coimbra, XXX IAHS World Congress on Housing.

Pinto, A., 2006. Qualidade do ar em edifícios de habitação. Recomendação para caudais de ventilação. Lisboa, Congresso QIC.

Pinto, A., 2010 - Limites para a permeabilidade ao ar da envolvente de edifícios. Eficiência energética e qualidade do ar interior. In Caderno de Edifícios, nº6.