

CODE 48

REGULATION AND STANDARDIZATION ON THE QUALITY OF THE INDOOR ENVIRONMENT APPLICABLE TO KINDERGARTENS AND ELDERLY CARE CENTERS: PORTUGAL - BRAZIL

REGULAMENTAÇÃO E NORMALIZAÇÃO SOBRE QUALIDADE DO AMBIENTE INTERIOR APLICÁVEL A INFANTÁRIOS E RESIDÊNCIAS DE IDOSOS: PORTUGAL - BRASIL

Pinto, Manuel^{1*}; Lanzinha, João²; Silva, Fernando³

1: CONSTRUCT-LFC

School of Technology & Management - Viseu - Portugal
e-mail: mpinto@estgv.ipv.pt

2: LABSED - UBIMedical, C-made - Centre of Materials and Building Technologies, Faculty of Engineering, University of Beira Interior - Covilhã - Portugal
joao.lanzinha@ubi.pt.

3: Federal University of Minas Gerais - Brazil
fernandojsilva@ufmg.br

RESUMO

Ao assumir-se a importância da obtenção de uma adequada qualidade de vida no interior dos edifícios, o estudo da Qualidade do Ambiente Interior assume um desafio bastante significativo quando analisado, principalmente, em edifícios que englobam um tipo de população mais sensível e suscetível, como é o caso das crianças e idosos.

Para a manutenção de um ambiente interior adequado à permanência dos ocupantes, com níveis de qualidade do ar e de conforto higrotérmico aceitáveis, verifica-se ser necessário o cumprimento de um conjunto de exigências, nomeadamente a limitação da concentração de poluentes e as condições de conforto higrotérmico em intervalos de valores de referência regulamentados e recomendados.

Este artigo visa apoiar a evolução dos critérios de projeto em Portugal e Brasil recorrendo a uma análise comparativa da regulamentação e normalização sobre Qualidade do Ambiente Interior aplicável a infantários e residências de idosos. A análise comparativa pretende analisar, nomeadamente, os seguintes parâmetros ambientais: temperatura do ar, humidade relativa, concentrações de dióxido de carbono e de compostos orgânicos voláteis totais e caudais de ar novo.

Relativamente aos edifícios e espaços, pretende-se analisar alguns parâmetros que poderão ter influência na Qualidade do Ambiente Interior, tais como: coeficiente transmissão térmica da envolvente vertical opaca e envidraçados [U], fator solar de envidraçados [g], isolamento a sons aéreos de fachadas [$D_{2m, nT, w}$], Iluminância [E_m] e áreas dos espaços.

A título de exemplo, são apresentadas algumas medições realizadas em edifícios de duas cidades do interior centro de Portugal, Viseu e Covilhã.

Com base na análise comparativa, são propostas algumas recomendações, nomeadamente ao nível dos requisitos da envolvente, de forma a obter-se uma melhoria geral da Qualidade do Ambiente Interior.

PALAVRAS-CHAVE: Berçários; Creches; Qualidade do Ar Interior; Conforto Higrotérmico.

1. INTRODUÇÃO

Na sociedade contemporânea as pessoas passam a maior parte da sua vida no interior de edifícios, o que leva a um crescente interesse no tema da qualidade do ambiente interior.

A qualidade do ambiente interior depende significativamente dos parâmetros e critérios utilizados na sua avaliação (ex.: temperatura, humidade relativa e poluentes), assim como da conceção e funcionamento do edifício (incluindo os sistemas ativos e passivos) e do comportamento dos indivíduos. Por outro lado, o ambiente interno afeta, nomeadamente, a saúde, o conforto e a produtividade dos ocupantes [1].

As crianças são mais suscetíveis que os adultos aos efeitos adversos de poluentes do ar interior, uma vez que não têm ainda o sistema imunitário plenamente desenvolvido [2]. As crianças têm também diferentes níveis de sensação térmica, de taxas metabólicas, de restrições de roupas e de sensibilidades às mudanças de temperatura. Os níveis de resposta entre as crianças também variam muito e as atividades destas em sala de aula são mais diversas do que as atividades dos adultos em um dia normal [3]. Por outro lado, as pessoas mais velhas tendem a ter sensações e preferências térmicas diferentes em comparação com as pessoas mais jovens. Isso, por sua vez, afeta a forma como os idosos respondem às mudanças nas condições térmicas ao seu redor [4, 5].

Este artigo visa apoiar a evolução dos critérios de projeto em Portugal e Brasil recorrendo a uma análise comparativa da regulamentação e normalização sobre Qualidade do Ambiente Interior aplicável a infantários e residências de idosos.

Neste artigo apresentam-se os dados relativos às diferentes exigências regulamentares e normativas aplicáveis em Portugal e Brasil aos edifícios destinados a infantários (crianças entre os 3 e 6 anos) e residências de idosos (designação equivalente a lares de idosos em Portugal).

2. CONFORTO HIGROTÉRMICO E CONCENTRAÇÕES DE REFERÊNCIA DE POLUENTES

As condições higrotérmicas e os limiares de proteção de alguns poluentes encontram-se apresentados na Tabela 1. É de referir que, no caso de Portugal, o controle da qualidade do ar abrange também o formaldeído, o monóxido de carbono, o radão, as partículas PM_{2,5} e PM₁₀ e bactérias e fungos [6]. No caso do Brasil, abrange também o monóxido de carbono, o formaldeído, o dióxido de nitrogénio as partículas PM₁₀, o dióxido de enxofre e o ozono [7].

Tabela 1: Parâmetros ambientais e concentrações de referência de poluentes.

		Portugal [6,8]		Brasil [9,10]
		Limiar de proteção em edifícios novos (valores regulamentares)	Limiar de proteção em edifícios existentes (valores regulamentares)	Limiar de proteção para ambientes climatizados
Poluentes Físicos-Químicos	Parâmetros	[ppmv]	[ppmv]	[ppmv]
	Compostos orgânicos voláteis totais (TCOV)	0,26	0,52 ^a	
	Dióxido de carbono (CO ₂)	1250	1625 ^a	1000 (valor regulamentar)
Conforto higrotérmico	Temperatura	20 - 25°C (valores regulamentares)		Gama normativa alargada de valores
	Humidade Relativa (HR)	30 - 70% (valores normativos)		Gama normativa alargada de valores

a) Limiar de proteção em edifícios existentes e edifícios novos sem sistemas mecânicos de ventilação.

Relativamente ao Brasil, é de referir que as variáveis de conforto higrotérmico, temperatura e humidade relativa, baseiam-se na norma de conforto ASHRAE 55 (Thermal environmental conditions for human occupancy) e, neste caso, a gama de variação não é tão “apertada” como no caso de Portugal. Esta norma também tem um modelo adaptativo de aplicação geográfica genérica. No entanto, para o caso dos lares de idosos, realizou-se em Portugal uma tese de doutoramento que propôs um modelo para o conforto adaptativo (Figura 1). Contudo, o conforto adaptativo ainda não está refletido em legislação. Somente, estipula-se que nos edifícios híbridos ou passivos, o intervalo de temperatura interior a considerar na determinação do balanço de energia no edifício previsto e de referência é de 19 °C a 27 °C, inclusive [6].

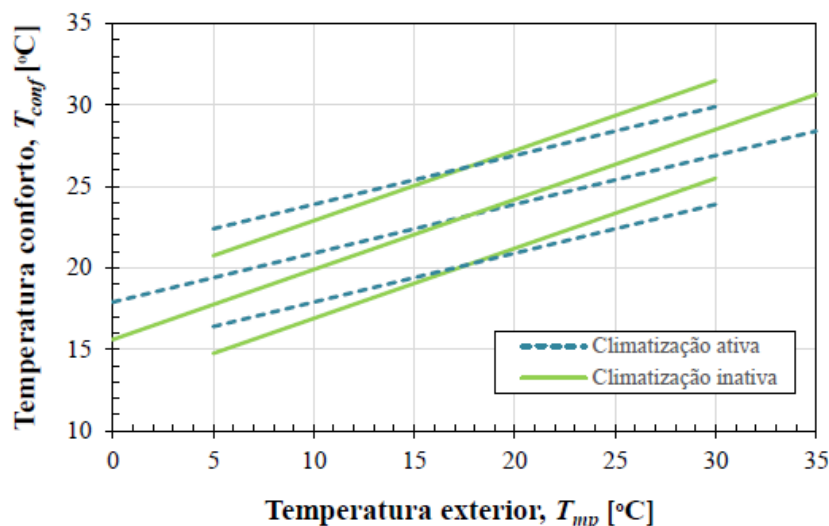


Figura 1: Modelo adaptativo de conforto térmico - lares de idosos [11].

3. VALORES MÍNIMOS DE CAUDAIS DE AR NOVO

A admissão de ar exterior (ar novo) é requerida para garantir a Qualidade do Ambiente Interior e salvaguardar a saúde dos ocupantes e tem, nomeadamente, a função de diluição de poluentes. Os caudais mínimos de ar novo exigidos nos dois países estão apresentados na Tabela 2.

Tabela 2: Caudais mínimos de ar novo.

Compartimento	Portugal		Brasil	
	Tipo de atividade	Caudal de ar novo [m ³ /(h·pessoa)]	[7] ^a (val. normativos)	[12] (val regul.)
Quartos, dormitórios e similares	Sono	16	9	27
Salas de convívio	Sedentária	24	9	
Salas de jardim de infância, pré-escolar e creche ^b	Sedentária	28	18	

a) valores baseados na norma ASHRAE 62.1, Ventilation for acceptable indoor air quality;
 b) a creche acolhe crianças com idade inferior a 3 anos.

Pode-se concluir que os caudais mínimos adotados em Portugal são superiores aos adotados na normalização brasileira, estando esta em revisão.

4. ISOLAMENTO ACÚSTICO A SONS AÉREOS

O conforto acústico é um importante fator de condicionamento e qualificação dos edifícios durante a sua utilização. De uma forma geral, os efeitos do ruído no Homem situam-se entre a afetação da audição e a incomodidade que pode manifestar-se em perturbação no sono e stress fisiológico. Apresentam-se na Tabela 3 as exigências de isolamento sonoro a sons de condução aérea em fachadas.

Na falta de valores aplicáveis a lares de idosos e infantários, presume-se que são equivalentes aos requeridos para habitações e escolas, respetivamente. Embora os parâmetros de análise e sejam diferentes ($D_{2m,n,w}$ em Portugal e $D_{2m,nT,w}$ no Brasil), pode-se concluir que a legislação portuguesa é mais exigente que a normalização brasileira sendo que esta é omissa em relação a alguns compartimentos e tipos de edifícios.

Tabela 3: Índice de isolamento sonoro a sons de condução aérea em fachadas.

Tipo de edifício	Portugal [13] (valores regulamentares)	Brasil [14] (valor normativo)
Habitações: quartos e salas ^c	$D_{2m,n,w} \geq 33$ dB ^a	
Habitações: quartos ^c		$D_{2m,nT,w} \geq 25$ dB ^b
Escolas ^d	$D_{2m,n,w} \geq 33$ dB ^a	
a) valores aplicáveis a zonas mistas - exclui zonas com uso habitacional, escolas, hospitais ou similares, ou espaços de lazer, podendo conter pequenas unidades de comércio e de serviços (ex.: cafés, restaurantes, papelarias e outros estabelecimentos de comércio tradicional); b) valores aplicáveis à Classe de ruído II - habitação não distante de fontes de ruído intenso de quaisquer naturezas e não exposta a ruído intenso de meios de transporte e de outras naturezas; c) valores também aplicáveis a lares de idosos; d) valores também aplicáveis a infantários.		

5. PARÂMETROS TÉRMICOS

Em Portugal existem 3 zonas climáticas de inverno, classificadas segundo o número de graus-dias (GD), base 18°C, sendo a mais “rigorosa” (clima mais frio) a I3 com $GD > 1800^\circ\text{C}$. No Brasil seguiu-se uma metodologia baseada no trabalho de Baruch Givoni [15]. Estabelecem-se 8 zonas, sendo a mais “rigorosa” (clima mais frio) a zona bioclimática 1. Apresentam-se na Tabela 4 os valores máximos dos coeficientes de transmissão térmica da envolvente vertical opaca e envidraçados.

Tabela 4: Coeficiente de transmissão térmica máxima da envolvente vertical opaca e envidraçados [$U - \text{W/m}^2\cdot^\circ\text{C}$].

Tipo de envolvente	Portugal			Brasil					
	Serviços [6] ^e (valores regulamentares)			Habitação [14] ^b (valores normativos)			Serviços [16,17] ^f (valores regulamentares)		
	Zonas climáticas			Zonas climáticas			Zonas climáticas		
	I1	I2	I3	1 e 2	3 a 8		1 e 2	3 a 6	7 e 8
					$\alpha \leq 0,6^a$	$\alpha > 0,6$			
Opaca vertical	0,70	0,60	0,50	2,5	3,7	2,5	1,0	3,7 2,39 ^c	2,5-3,7 2,39 ^c
Envidraçados	3,30	3,30	3,30					5,7 ^d	
a) α é a absorvância à radiação solar da superfície externa da parede; b) para o caso do Brasil e segundo o Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação - FNDE (Manual de Orientações Técnicas para Elaboração de Projetos de Edificações Escolares para Educação Infantil, página 15, 2017): “com base na NBR 15575, o FNDE elaborou os Cadernos Técnicos de Desempenho de Edificações Escolares de Ensino Público, aos quais, esse Manual se referencia, passando a adotar o atendimento a esses cadernos como balizador para a elaboração e revisão de seus projetos padrão”; valores também aplicáveis a escolas e infantários; c) valor de referência [17]; d) valor de referência para o vidro [17]; e) valores também aplicáveis a lares de idosos e infantários; f) valores também aplicáveis a lares de idosos.									

No caso de Portugal e na falta de valores específicos aplicáveis a lares de idosos e infantários, presume-se que são equivalentes aos requeridos para edifícios de serviços. No caso do Brasil, os valores referentes

à habitação também são aplicáveis a escolas (presume-se que também aplicáveis a infantários) e os valores aplicáveis a edifícios de serviços são referentes ao nível A de certificação energética (presume-se que aplicáveis a lares de idosos).

Relativamente aos valores do coeficiente de transmissão térmica (U) da envolvente vertical opaca, a legislação portuguesa é muito mais exigente que a normalização brasileira. No entanto, a certificação energética de nível A do Brasil apresenta valores máximos para as zonas climáticas 1 e 2 próximos dos adotados em Portugal.

Em Portugal existem 3 zonas climáticas de verão, classificadas segundo a temperatura exterior média ($\theta_{\text{ext}, v}$), sendo a mais “rigorosa” (clima mais quente) a V3 com $\theta_{\text{ext}, v} > 22^\circ\text{C}$. Apresentam-se na Tabela 5 os valores máximos do fator solar de envidraçados com dispositivos de proteção ativos.

Em Portugal e para infantários é recomendável que a área de envidraçados ($A_{\text{env, espaço}}$) seja inferior a 15% da área de pavimento (A_{pav}). Neste caso, o Brasil não apresenta restrições ao valor máximo do fator solar se $A_{\text{env, espaço}} \leq 0,2 \cdot A_{\text{pav}}$. Para Portugal, é de referir que em edifícios de habitação e grandes edifícios de serviços (GES) nos espaços interiores úteis em que $A_{\text{env, espaço}}$ seja superior, respetivamente, a 15 % 30% da A_{pav} , o fator solar máximo sofre um agravamento (diminuição) [6].

Tabela 5: Fator solar máximo de envidraçados com dispositivos de proteção ativos [$g_{\text{Tmáx}}$ - (-)].

Portugal			Brasil	
Serviços [6] ^c (valores regulamentares)			Habitação [18] ^a (valor normativo)	Serviços [17] (valores regulamentares)
Zonas climáticas			-	0,82 ^b
V1	V2	V3		
0,56	0,56	0,50		
a) valor normativo para área de envidraçados $\leq 20\%$ da área de pavimento (para ambientes de permanência prolongada); aplicável a escolas e infantários; b) valor regulamentar de referência para o vidro [17]; valor aplicável a lares de idosos; c) valores também aplicáveis a lares de idosos e infantários.				

6. PARÂMETROS LÚMNICOS

Relativamente às condições de iluminação interior, pretende-se evitar a fadiga visual, exigindo-se, nomeadamente, que o nível de iluminação seja adaptado às atividades que se exercem nos espaços. Apresentam-se na Tabela 6 os níveis de iluminância mínima exigidos em espaços interiores.

Tabela 6: Iluminância mínima em espaços interiores [E_m - lux].

Compartimento	Portugal			Brasil
	Lares de idosos ^a [19]	Creches [20]	Espaços de trabalho ^b [6] (val. regulamentares)	Espaços de trabalho [21] (valores normativos)
Salas de estar/convívio	100			
Quartos	150			
Salas de atividade/parque		300		
Sala de refeições		200		
Espaços de repouso/descanso		150	300	100
Berçários ^c /salas de aula			300	300
a) a iluminância ambiente mantida em qualquer espaço ocupado de modo contínuo não deve ser inferior a 200 lux; b) valores baseados na norma EN 12464-1, Light and lighting; Lighting of work places; Part 1: Indoor work places, 2017; c) o berçário destina-se a crianças até à aquisição da marcha (12-15 meses).				

Constata-se que as condições mínimas de iluminação são baseadas em normalização, embora não seja fácil discernir as diferenças de terminologia de qualificação dos espaços.

7. ÁREAS MÍNIMAS

A área dos espaços é um fator fundamental para um adequado desenvolvimento das atividades aí desenvolvidas bem como da preservação de um “espaço privado” mesmo em compartimentos partilhados com outros utentes. Apresentam-se nas Tabelas 7 e 8 as áreas mínimas de espaços interiores, respetivamente, de lares de idosos e creches.

Relativamente aos lares de idosos, constata-se que as áreas estipuladas no Brasil são inferiores às estipuladas em Portugal, admitindo o Brasil a existência de quartos quádruplos (situação não permitida em Portugal). No Brasil não existe regulamentação sobre área dos compartimentos das creches.

Tabela 7: Área mínima de espaços interiores de lares de idosos.

Compartimento	Portugal		Brasil
	[19]	[22] (val. regulamentares)	[23] (val. regulamentares)
Sala de estar	2 m ² /utente ^a ; 20 m ²	2 m ² /utente ^a ; 15 m ²	1,3 m ² /utente
Sala de refeições	2,5 m ² /utente ^a ; 30 m ²	2 m ² /utente ^a ; 20 m ²	
Quarto individual	10 m ²	10 m ²	7,5 m ²
Quarto duplo	16 m ²	16 m ²	5,5 m ² /utente
Quarto triplo		20,5 m ²	5,5 m ² /utente
Quarto quádruplo			5,5 m ² /utente

a) considerando a utilização em simultâneo, no mínimo, de 80% dos utentes.

Tabela 8: Área mínima de espaços interiores de creches.

Compartimento	Portugal	
	[20]	[24] (val. regulamentares)
Sala de berços	2 m ² /criança; 16 m ²	2 m ² /criança; ≤ 10 crianças
Sala de atividades (aquisição de marcha a 24 meses)	2 m ² /criança; 20 m ²	2 m ² /criança; ≤ 14 crianças
Sala de atividades (24 a 36 meses)	2,5 m ² /criança; 37,5 m ²	2 m ² /criança; ≤ 18 crianças
Sala de repouso	2 m ² /criança; 20 m ²	
Sala polivalente	40 m ²	
Sala de refeições	25 m ²	

8. EXEMPLOS DE MEDIÇÕES

A título de exemplo, apresentam-se de seguida medições em instituições de duas cidades portuguesas: Covilhã e Viseu, com uma altitude média de 750 m e 480 m, respetivamente, ambas no interior centro de Portugal.

A regulamentação térmica portuguesa [6] indica cerca de 1700°C GD (zona climática I2) para Viseu e 2 000°C GD (zona climática I3) para a cidade da Covilhã. Quanto à estação de arrefecimento, ambas as cidades situam-se na zona climática V2 ($20^{\circ}\text{C} < \theta_{\text{ext}, v} \leq 22^{\circ}\text{C}$).

8.1 Cidade da Covilhã - lar de idosos

A campanha experimental decorreu entre fevereiro e junho de 2014. As condições de conforto higrotérmico encontram-se apresentadas na Tabela 9 [25]. Da análise da Tabela 9, pode concluir-se que:

- os três compartimentos apresentam valores médios razoáveis para a temperatura média interior, reflexo, nomeadamente dos sistemas de climatização/aquecimento existentes;
- o quarto triplo tem uma percentagem excessiva de tempo com temperaturas inferiores às regulamentares;
- a sala de convívio apresenta algum tempo com temperaturas superiores às regulamentares. Este comportamento pode dever-se à orientação (E) ou à insuficiente proteção solar dos vãos;
- os diferentes compartimentos não apresentam valores preocupantes de humidade relativa.

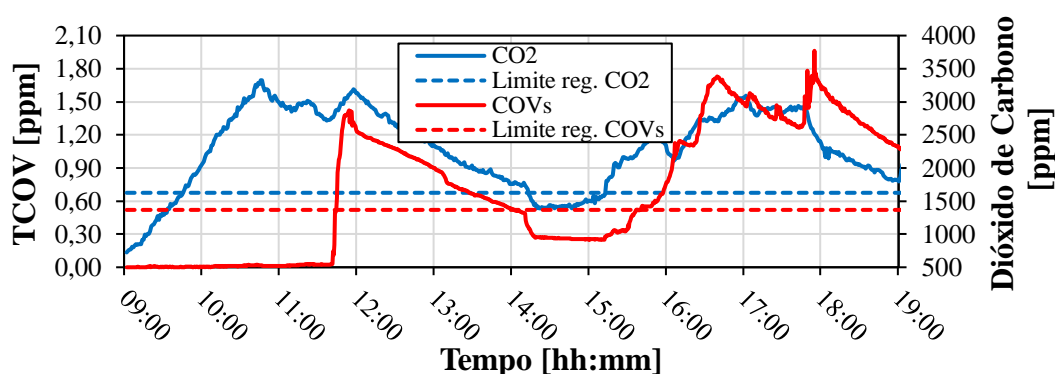
Tabela 9: Resultados das medições dos parâmetros higrótérmicos.

Edifício (meses ensaios)	Compartimento	T_{ocu} [°C] ^a			HR_{ocu} [%] ^a			T_{ext} [°C] ^b	ΔT [°C] ^c
		$\mu \pm \sigma$	Perc \leq 20°C	Perc \geq 25°C	$\mu \pm \sigma$	Perc \leq 30%	Perc \geq 70%	$\mu \pm \sigma$	
Lar de idosos (fev-março 2014)	Sala de convívio	23,8 \pm 1,2	7	16	44 \pm 5	0	0	10,4 \pm 4,9	13,4
	Refeitório	22,7 \pm 1,3	2	1	46 \pm 5	0	0	7,4 \pm 3,3	15,3
	Quarto triplo	22,0 \pm 2,3	26	11	47 \pm 7	1	0	7,4 \pm 3,3	14,6

a) T_{ocu} , HR_{ocu} : parâmetros medidos durante o período de ocupação;
 b) T_{ext} : temperatura exterior;
 c) ΔT : diferença entre as médias de T_{ocu} e T_{ext} .

8.2 Cidade de Viseu - infantário

Nas salas do infantário as medições foram realizadas durante o período de ocupação [7h30 - 19h30]. A campanha experimental decorreu entre dezembro de 2015 e janeiro de 2016. Na Figura 2 encontra-se apresentada a variação de TCOV, juntamente com a variação de CO₂ da sala 4 do infantário 1, para o dia 14 de janeiro de 2016 [26].


 Figura 2: Evolução de CO₂ e TCOV na sala 4 do infantário 1 (14 de janeiro).

De acordo com a Figura 2, é possível observar que para a sala 4 o limite máximo de TCOV é ultrapassado durante um largo período de tempo analisado. As concentrações elevadas de TCOV podem ser reflexo do uso de materiais pedagógicos, como por exemplo, a utilização de tintas e colas (materiais frequentemente utilizados nos trabalhos manuais realizados), da exposição dos trabalhos pela sala e da existência de deficientes condições de ventilação. O terceiro pico máximo de TCOV ocorre por volta das 18h00, horário que corresponde ao habitual período de limpezas. No que respeita ao CO₂, a sua concentração deve estar associada à respiração humana (na ausência de fontes com combustão) e não ao uso de materiais pedagógicos e também pela existência de deficientes condições de ventilação.

9. RECOMENDAÇÕES E CONCLUSÕES

Depois de analisadas as exigências praticadas em ambos países, relativamente ao Brasil, estabelecem-se as seguintes recomendações:

- na existência somente de valores normativos, legislar no sentido da adoção de valores regulamentares (ex.: isolamento sonoro a sons de condução aérea);

- apesar das diferenças climáticas relativamente a Portugal, adoção de valores máximos mais exigentes (inferiores) do coeficiente de transmissão térmica, fator solar e isolamento a sons aéreos da envolvente vertical;
- adoção de, nomeadamente, maiores áreas individuais nos lares de idosos e legislar sobre a área dos compartimentos das creches.

De um modo geral as especificações brasileiras são menos exigentes que as portuguesas. Devido à dimensão territorial do Brasil e também pela diversidade de legislação (municipal, estadual e federal), a legislação/normatização não é devidamente tida em conta. No entanto, deve referir-se que a regulamentações/normatização está em contante atualização. Relativamente a Portugal, devem adotar-se as condições de conforto adaptativo.

10. BIBLIOGRAFIA

- [1] Frontczak, M.; Wargocki, P. Literature survey on how different factors influence human comfort in indoor environments. *Building and Environment*. vol. 46, 2011. (<https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2010.10.021>)
- [2] WHO, Effects of air pollution on children's health and development: a review of the evidence, Copenhagen, Denmark, 2005.
- [3] Mishra, A.; Ramgopal, M. Field studies on human thermal comfort - An overview. *Building and Environment* vol. 64, 2013. (<https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2013.02.015>)
- [4] Hoof, J.; Schellen, L.; Soebarto, V.; Wong, J.; Kazak, J. Ten questions concerning thermal comfort and ageing. *Building and Environment*. vol. 120, 2017. (doi:10.1016/j.buildenv.2017.05.008)
- [5] Wang, Z.; De Dear, R.; Luo, M.; Lin, B.; He, Y.; Ghahramani, A.; Zhu, Y. Individual difference in thermal comfort: A literature review. *Building and Environment*. vol. 138, 2018. (<https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2018.04.040>)
- [6] Decreto-Lei 101-D/2020 (PT), Sistema de certificação energética dos edifícios (SCE) e demais legislação conexa, de 7 de dezembro.
- [7] ABNT, Instalações de ar-condicionado - Sistemas centrais e unitários. Parte 3: Qualidade do ar interior, NBR 16401-3, 2008.
- [8] CEN, Ventilation for buildings. Design and dimensioning of residential ventilation systems, CEN/TR 14788, 2006.
- [9] Resolução 9/2003 (BR), Orientação técnica sobre padrões referenciais de qualidade do ar interior, em ambientes climatizados artificialmente de uso público e coletivo, de 16 de janeiro.
- [10] ABNT, Instalações de ar-condicionado - Sistemas centrais e unitários. Parte 2: Parâmetros de conforto térmico, NBR 16401-2, 2021. (Projeto de revisão, 2021).
- [11] Matias, L., Desenvolvimento de um modelo adaptativo para definição das condições de conforto térmico em Portugal, Tese de doutoramento submetida ao IST, Lisboa, 2010.
- [12] Portaria 3523/1998 (BR), Regulamento técnico da qualidade do ar de interiores e prevenção de riscos à saúde dos ocupantes de ambientes climatizados, de 28 de agosto.
- [13] Decreto-Lei 129/2002 (PT), Regulamento dos requisitos acústicos dos edifícios, de 11 de maio.
- [14] ABNT, Edificações habitacionais - Desempenho. Parte 4: Sistemas de vedações verticais internas e externas - SVVIE, NBR 15575-4, 2013.
- [15] Givoni, B., Comfort, climate analysis and building design guidelines”, *Energy and Buildings*, vol. 18, 1992. ([https://doi.org/10.1016/0378-7788\(92\)90047-K](https://doi.org/10.1016/0378-7788(92)90047-K))
- [16] Portaria 372/2010 (BR) (com alterações das Portarias 17 de 2012 e 299 de 2013), Regulamento técnico da qualidade para o nível de eficiência energética de edificações comerciais, de serviços e públicas, de 17 de setembro.
- [17] Portaria 42/2021 (BR), Instrução normativa Inmetro para a classificação de eficiência energética de edificações comerciais, de serviços e públicas, de 24 de fevereiro.
- [18] ABNT, Edificações habitacionais - Desempenho. Parte 4: Requisitos para os sistemas de vedações verticais internas e externas - SVVIE, NBR 15575-4, 2021 (Projeto de emenda, março 2021).
- [19] Instituto da Segurança Social (PT), Recomendações técnicas para equipamentos sociais - Lares de idosos, 2007.
- [20] Instituto da Segurança Social (PT), Recomendações técnicas para equipamentos sociais - Creches, 2007.
- [21] ABNT, Iluminação de ambientes de trabalho. Parte 1: Interior, NBR ISO/CIE 8995-1, 2013.
- [22] Portaria 67/2012 (PT), Condições de organização, funcionamento e instalação a que devem obedecer as estruturas residenciais para pessoas idosas, de 21 de março.
- [23] Resolução 283/2005 (BR), Regulamento técnico para o funcionamento das instituições de longa permanência para idosos, de 26 de setembro.
- [24] Portaria 262/2011 (PT), Normas reguladoras das condições de instalação e funcionamento de creches, de 31 de agosto.
- [25] Pinto, M.; Lanzinha, J.; Viegas, J.; Infante, C.; Freire, T., Quality of the indoor environment in elderly care centers in two cities in central Portugal: Viseu and Covilhã, *Environmental Research and Public Health*, vol. 16, 2019. (DOI:10.3390/ijerph16203801)
- [26] Pinto, M.; Lanzinha, J.; Viegas, J.; Infante, C.; Freire, T., Kindergartens and nurseries in central Portugal. Assessments of indoor environment quality, *International Journal of Sustainable Building Technology & Urban Development*, vol. 12, 2021. (DOI: <https://doi.org/10.22712/susb.20210004>)