



METODOLOGIA DE REABILITAÇÃO CONSTRUTIVA EM HABITAÇÃO SOCIAL DA BEIRA INTERIOR PARA CLIMAS FUTUROS

LANZINHA, João (1); BRANDÃO, Pedro (2)

(1) Universidade da Beira Interior, pedro.isaac.brandao@ubi.pt

(2) Universidade da Beira Interior, joao.lanzinha@ubi.pt

RESUMO

A região portuguesa da Beira Interior apresenta uma importante parte do seu parque de habitação social construído antes dos anos 90, aquando da introdução da primeira regulamentação térmica para edifícios, apresentando portanto sistemas construtivos inapropriados face aos requisitos de conforto dos residentes. O uso de sistemas ativos para corrigir fracos desempenhos térmicos é limitado devido à predominância do fenómeno de pobreza energética em contextos do sul da Europa, tornando esses hábitos de aquecimento/arrefecimento escassos na maioria dos casos. Este cenário é agravado considerando que esta região apresenta um dos mais rigorosos contextos climáticos do território português no inverno e verão, prevendo-se mais exigente devido à repercussão das alterações climáticas. Atendendo ao importante papel da reabilitação em estratégias nacionais para habitação, como oportunidades relevantes para melhorar os desempenhos dos edifícios, o presente artigo apresenta uma contribuição para este caso específico através do desenvolvimento de uma metodologia apropriada à reabilitação construtiva de edifícios de habitação social e respetiva adaptação aos cenários climáticos previstos. É considerada a inventariação e caracterização do parque edificado, bem como o respetivo diagnóstico do seu desempenho térmico através da construção de modelos dinâmicos multi-zona para simulações térmicas em cenários climáticos presentes/futuros e segundo hábitos realistas de aquecimento/arrefecimento. Comparando os dados resultantes com padrões de conforto térmico apropriados, serão identificadas e testadas medidas de reabilitação adequadas à melhoria do desempenho dos edifícios, sendo proposta a criação de diretrizes de reabilitação construtiva. Estas diretrizes podem constituir um valioso instrumento para o desenvolvimento de projetos, para planeamento de respostas a situações de emergência, e para "stakeholders" interessados na reabilitação do parque de edificação social. Esta investigação consiste num trabalho ainda em desenvolvimento: é apresentada uma formulação prévia de intenções e respetiva metodologia, estando a obtenção de resultados prevista para uma fase posterior.

Palavras-chave: Reabilitação construtiva, Habitação social, Conforto térmico, Adaptação às alterações climáticas, Hábitos dos residentes.

ABSTRACT

The Portuguese region of Beira Interior presents an important part of its social housing building stock constructed prior to the 90's, when the first thermal national building regulation was introduced, therefore with unappropriated constructive systems regarding the resident's comfort requirements. The use of active systems to correct poor building thermal performances is limited due to the predominance of energy poverty phenomenon in southern European contexts; therefore those heating/cooling habits are scarce in the majority of cases. This scenario is aggravated considering that this region presents one of the most rigorous climatic contexts of the Portuguese territory during winter/summer seasons, which is expected to become more demanding due to climate change repercussion. Considering the important role of retrofitting in Portuguese housing building strategies as relevant opportunities to improve buildings' performances, the

present article presents a contribution for this specific case through the development of a proper methodology for social housing constructive retrofit and its adaptation to predicted climate scenarios. It considers the inventory and characterization of the building stock, as well as the diagnosis of its thermal performance through the construction of a dynamical multi-zone model for thermal simulations under present/future climate scenario and realistic heating/cooling habits. Comparing the resulting data with appropriate thermal comfort standards, proper retrofit measures are identified and tested in order to improve the building performance, aiming the accomplishment of constructive retrofit guidelines. These guidelines can be a valuable tool for the development of projects, for emergency response planning, and for stakeholders interested in the retrofit of the social housing stock. This research reflects the work still in progress: a prior formulation of intentions and respective methodology is presented, with results expected to be carried out at a later stage.

Keywords: *Constructive retrofit, Social housing, Thermal comfort, Adaptation do climate change, User behavior.*

1 INTRODUÇÃO

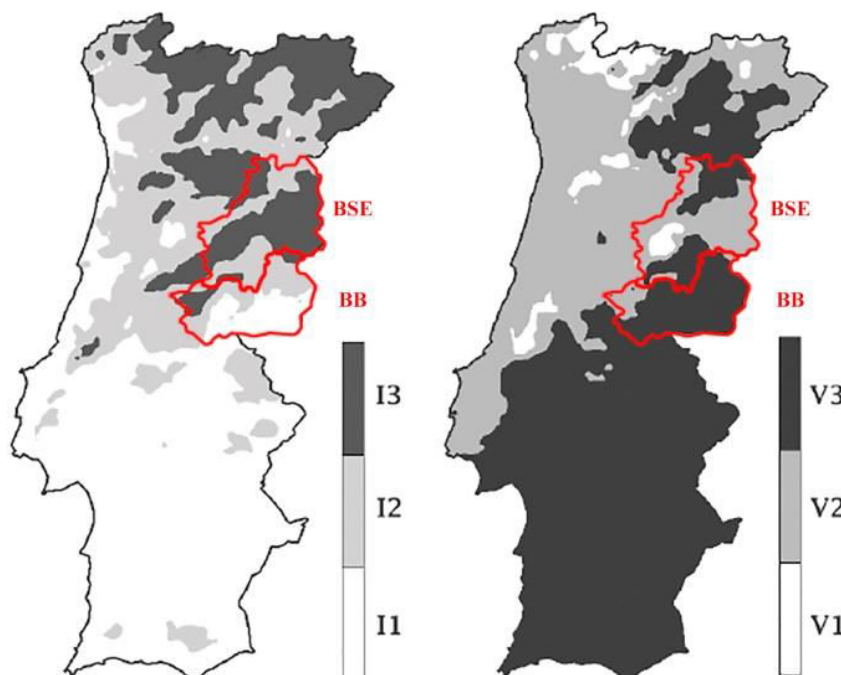
No presente trabalho a região portuguesa da Beira Interior é definida como o conjunto de unidades “Beiras e Serra da Estrela” (BSE) e “Beira Baixa” (BB) da NUTS III, a nomenclatura nacional para a definição de unidades territoriais para fins estatísticos.

A caracterização do seu parque de habitação social, foco desta pesquisa, segue a tendência do parque de habitação português (FREIRE, 2009), que apresenta uma parte considerável dos seus edifícios (na ordem dos 70%) construídos previamente a 1990 (INE, 2012) e à implementação da primeira regulamentação nacional incidente na térmica de edifícios, o Decreto-Lei 40/90 de 6 de Fevereiro. Como tal, uma relevante parte do parque de habitação social português, construído durante o século XX como resultado da definição de políticas nacionais para a habitação (IHRU, 2018), não garante o cumprimento dos requisitos de conforto dos seus ocupantes, considerando a falta de qualidade de muitos materiais de construção e de processos construtivos utilizados até então, em particular o uso de sistemas de betão armado sem adequados critérios térmicos na definição da envolvente construtiva dos edifícios (MATOS, 2018).

Existindo a necessidade de corrigir os fracos desempenhos térmicos dos edifícios, o recurso a sistemas ativos para o efeito apresenta grandes limitações no contexto particular de países do sul da Europa devido ao fenómeno de pobreza energética, e que contribui significativamente para que os consumos permanentes com aquecimento e arrefecimento praticamente não existam nesses contextos (FREITAS, MAGALHÃES, 2017). Em Portugal predominam consumos intermitentes com aquecimento e insignificantes com arrefecimento (FREITAS, MAGALHÃES, 2017), sendo que em contextos de habitação social esses consumos são nulos na maioria dos casos (CURADO, 2014), especialmente em regiões com pouca prosperidade económica como é o caso da Beira Interior (INE, 2012).

Este cenário prevê-se agravado pelo impacto das alterações climáticas, cuja repercussão será o aumento das exigências de conforto nos edifícios de habitação. Comparativamente com outras regiões europeias, prevê-se que o sul da Europa será sujeito aos mais adversos efeitos resultantes da alteração do clima [IPCC, 2014], estando previstas para Portugal nas estações de verão um aumento das temperaturas máximas e de eventos de onda de calor, enquanto que as estações de inverno manterão um perfil rigoroso numa relevante parte do território (IPMA, 2015; AGUIAR et al., 2002; FORBES et al., 2002]. A Beira Interior, para além de ser representativa de uma realidade climática comum a uma considerável extensão do território central da Península Ibérica (ATTIA et al., 2017), apresenta um caso pertinente de estudo por ser uma das poucas regiões de Portugal que apresenta em muitos locais os mais severos cenários para as estações de inverno e verão (15793-F/2013, 2013) – I3 e V3 respetivamente, segundo o representado na Figura 1 –, estando previsto um agravamento da severidade nos verões e a manutenção da severidade nos invernos (IPMA, 2015).

Figura 1 – Zonas climáticas de Inverno (I) e de Verão (V) em Portugal



Fonte: 15793-F/2013 (2013)

A reabilitação de edifícios ocupa presentemente um importante papel em estratégias nacionais para a habitação (ENH, 2015), em parte pelas oportunidades que daí resultam para melhorar os seus desempenhos, entre os quais o desempenho térmico, resolvendo ou minimizando cenários de vulnerabilidade pela sua melhoria e adaptação (DOUGLAS, 2002). Por outro lado, as limitações de instrumentos oficiais que permitam identificar medidas de reabilitação apropriadas para essa melhoria e adaptação carecem de uma abordagem enquadrada em contextos do

sul da Europa, sendo considerados consumos irrealistas nas respetivas metodologias de cálculo (FREITAS, MAGALHÃES, 2017), tornando portanto pertinentes os estudos dentro deste âmbito.

Como tal, face à situação exposta que permite identificar um cenário de considerável vulnerabilidade dos desempenhos de edifícios de habitação social em contextos do sul da Europa, o presente artigo apresenta uma contribuição para um caso específico da Península Ibérica – a região portuguesa da Beira Interior – ao estabelecer uma abordagem incidente na reabilitação construtiva e respetiva melhoria do desempenho térmico e de conforto dos ocupantes, adaptando os edifícios para cenários climáticos futuros segundo hábitos passivos de aquecimento e arrefecimento.

Tratando-se de um trabalho em desenvolvimento, a abordagem consiste na apresentação de uma metodologia que integre a inventariação e caracterização do parque de habitação social da Beira Interior, assim como o diagnóstico do seu desempenho térmico e de conforto recorrendo a monitorizações e a modelos dinâmicos multi-zona para simulações térmicas, pelo que somente se obterão resultados numa fase posterior. Comparando os dados resultantes com padrões de conforto térmico apropriados, serão identificadas, testadas e selecionadas medidas de melhoria adequadas de reabilitação construtiva, que se prevê que componham diretrizes aplicáveis a vários casos existentes.

Prevê-se que estas diretrizes possam constituir um valioso instrumento no desenvolvimento de projetos e planeamento de respostas a situações de emergência, bem como para projetistas e “stakeholders” interessados na reabilitação do parque de habitação social da região, especialmente os Municípios, que poderão enriquecer ações municipais de intervenção em edifícios e candidaturas a distintos programas nacionais de reabilitação (IHRU, 2019).

2 REVISÃO DE LITERATURA

Os princípios, abordagens e metodologias gerais de reabilitação sustentável estão considerados em obras como as de Aguiar et al. (2006), sendo que o estudo do seu impacto no desempenho passivo de edifícios foi estudado em trabalhos como os de Roaf et al. (2004). O fenómeno das alterações climáticas alargou este entendimento, relativamente à necessidade de melhoria dos edifícios para o ajuste das respetivas necessidades às condições exteriores, como referem os trabalhos de Douglas (2002) e Roaf et al. (2004).

Em contextos de edifícios de habitação no sul da Europa, a reabilitação construtiva considerando o respetivo desempenho térmico foi estudada em cenário climático atual em trabalhos como os de Ortiz et al. (2016) e Flores (2013), enfocada na integração de medidas de melhoria passivas visando o incremento do conforto térmico, tendo como consequência a

diminuição do consumo energético com sistemas ativos. Em cenário climático futuro, o âmbito das medidas de melhoria passivas foi tratado em trabalhos como os de Barbosa et al. (2015), considerando também o respetivo comportamento sob o efeito de fenómenos climáticos rigorosos.

Em contextos de edifícios de habitação social no sul da Europa, a reabilitação construtiva considerando o respetivo desempenho térmico e de conforto sem recurso a sistemas ativos foi estudada por Curado (2014), enquanto que estudos como os de Alonso et al. (2017) incidiram nas medidas necessárias à redução da dependência desses sistemas. Como exemplos construídos de edifícios de habitação social reabilitados que incluem medidas de melhoria passivas, destaca-se a intervenção de Transformação de 530 apartamentos em Bordéus, reconhecida com o prémio Mies van der Rohe 2019 (FMVDR, 2019). No entanto, a literatura incidente nos desempenhos térmico e de conforto em habitação social do sul da Europa sob o impacto de cenários climáticos futuros é ainda escassa, o que, considerando o potencial de variedade de contextos a estudar dentro deste campo na Península Ibérica, torna pertinente o presente caso de estudo.

3 DEFINIÇÃO DE CASOS DE ESTUDO

A definição dos casos de estudo para o desenvolvimento da pesquisa contempla três tópicos essenciais: edifício, clima e ocupantes.

No que respeita ao tópico “edifício”, propõe-se a escolha de um edifício representativo do parque de habitação social da região para ser estudado enquanto bloco-tipo. São consideradas características comuns aos edifícios desse parque, nomeadamente o sistema construtivo (natureza da envolvente construtiva, materiais empregues e respetivos valores de U), data de construção (prévia a 1990), tipologia e especificidades dos fogos constituintes (localização no volume, distribuição, área, volume, orientação, área de envidraçados, área de envolvente construtiva, número de fachadas em contacto com o exterior ou possibilidades de ventilação cruzada).

No que respeita ao “tópico” clima, são consideradas as severidades das estações de aquecimento e arrefecimento locais para cenários presentes e futuros. Como tal, três cidades foram escolhidas para estudar o comportamento do bloco-tipo sob o efeito desses cenários, de modo a estabelecer uma adequada delimitação da realidade climática da Beira Interior (IPMA, 2015; 15793-F/2013, 2013). As cidades da Guarda (pertencente à região BSE) e Castelo Branco (pertencente à região BB) foram selecionadas de modo a obter dois âmbitos de estudo com severidade climática no inverno e no verão, respetivamente; considerando a severidade no verão, Castelo Branco foi também considerada para o estudo do comportamento do bloco-tipo exposto a fenómenos de onda de calor. A cidade da Covilhã (pertencente à região

BSE) foi selecionada de modo a obter um exemplo com severidade intermédia em ambas as estações.

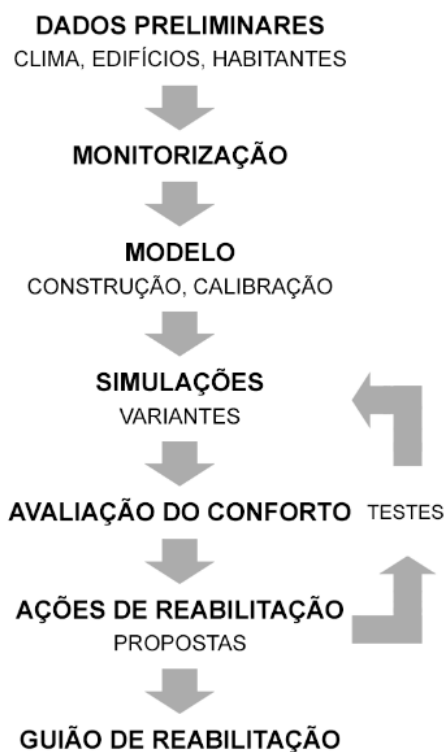
No que respeita ao tópico “ocupantes”, propõe-se a composição de distintos perfis de ocupação em cenário presente e futuro, sendo analisado o respetivo impacto no comportamento dos edifícios. Os perfis de ocupação têm em conta as possibilidades e características dos ocupantes, os seus hábitos passivos de aquecimento e arrefecimento, e a repercussão de fatores culturais durante as diferentes estações do ano.

4 PROPOSTA METODOLÓGICA

4.1 Definição geral

Tratando-se de um trabalho em desenvolvimento, é apresentada uma formulação prévia de intenções e respetiva metodologia, pelo que somente se obterão resultados numa fase posterior. A proposta metodológica contempla as fases identificadas na Figura 2, tendo a particularidade de recorrer ao diagnóstico do desempenho térmico do bloco-tipo através de monitorizações e de simulações térmicas recorrendo a modelos dinâmicos multi-zona, sendo um procedimento identificado em literatura incidente no estudo do desempenho térmico e de conforto de edifícios de habitação no sul da Europa expostos a cenários climáticos presentes e futuros e hábitos passivos de aquecimento e arrefecimento (BARBOSA et al., 2015).

Figura 2 – Diagrama da metodologia desenvolvida



Fonte: Autor

Como tal, as etapas consideradas no desenvolvimento da metodologia para o presente estudo são as seguintes: 1) a primeira etapa consiste em obter os dados preliminares de edifício, clima e ocupantes; 2) a segunda etapa consiste em implementar uma monitorização no edifício selecionado como bloco-tipo; 3) a terceira etapa consiste em construir e calibrar um modelo do bloco-tipo para efetuar simulações dinâmicas no software EnergyPlus (EP) usando o interface DesignBuilder (DB); 4) a quarta etapa consiste em efetuar as simulações dinâmicas segundo distintas variantes de clima e de ocupantes; 5) a quinta etapa consiste em comparar os resultados obtidos nas simulações com padrões de conforto térmico apropriados; 6) a sexta etapa consiste em propor um conjunto de propostas de reabilitação construtiva, testando-as a partir da repetição do processo desde a quarta etapa; 7) a sétima e última etapa consiste na seleção das propostas com melhores resultados, agrupando-as em diretrizes de intervenção construtiva.

4.2 Etapa 1: obtenção de dados preliminares

A primeira etapa consiste em obter os dados necessários relativos ao bloco-tipo selecionado, ao clima e aos ocupantes.

O bloco-tipo selecionado será anterior a 1990, com características construtivas enquadradas no histórico construtivo do parque de habitação multifamiliar português relativo ao período entre 1960 e 1990, e que representa quase 50% dos edifícios dessa tipologia na Beira Interior (INE, 2012). É caracterizado pela vulgarização da estrutura reticulada pilar/viga, pavimentos e coberturas em betão armado, e de alvenarias de tijolo cerâmico sem função estrutural (MATOS, 2018). Na Figura 3 está representado um edifício localizado na cidade da Covilhã, e que exemplifica uma possibilidade de bloco-tipo. As características do edifício definido como bloco-tipo podem ser obtidas com visitas ao Arquivo Municipal correspondente e recorrendo a levantamentos no local, sendo que as propriedades térmicas de materiais ou soluções construtivas utilizadas são definidas através de valores de referência (MATIAS, SANTOS, 2006).

Figura 3 – Bloco Marinel (1978)



Fonte: Autor

A obtenção de dados climáticos é feita considerando as possibilidades de cenários atuais e futuros. Para cenário climático atual podem ser obtidos ficheiros TMY (Typical Meteorological Years) para as cidades da Guarda, Castelo Branco e Covilhã, em formato compatível com o EP, e gerados por entidades oficiais como o LNEG ou o INETI. Para cenário climático futuro propõe-se o uso da metodologia “morphing” definida por Belcher et al. (2005), através do software “CCWorldWeatherGen” (2012), de modo a criar ficheiros TMY de clima futuro em formato compatível com o EP: o procedimento definido no software consiste na importação de ficheiros TMY de clima atual, gerando depois o ficheiro TMY de clima futuro respetivo para três possíveis períodos de tempo 2011-2040 (2020), 2041-2070 (2050) ou 2071-2100 (2080). Embora a aplicação ainda não inclua os mais recentes cenários RCP desenvolvidos pelo IPCC, disponibilizando somente o cenário de emissões A2 (médio-alto, de acordo com os dados do Terceiro Relatório de Avaliação do IPCC do conjunto experimental HadCM3), foram identificadas semelhanças consideráveis entre ambos os cenários, viabilizando a sua utilização em diversos estudos (BARBOSA et al., 2015). Para a obtenção de dados correspondentes a períodos que compreendam fenómenos de onda de calor podem ser consultadas as estações meteorológicas correspondentes às cidades estudadas.

Propõe-se que os dados relativos aos ocupantes sejam obtidos por intermédio de pesquisas quantitativa e qualitativa, cuja complementaridade se verificou em alguns estudos (SDEI, 2015). A pesquisa quantitativa consiste na análise dos dados obtidos no processo de monitorização de frações constituintes do bloco-tipo (a efetuar na etapa 2), contribuindo para o entendimento da influência dos ocupantes no seu desempenho térmico. A pesquisa qualitativa consiste no desenvolvimento e distribuição de questionários aos residentes depois de terminado o período de monitorização, incidentes nos seus hábitos de aquecimento e arrefecimento, mais concretamente em informação sobre o porquê, como e quando as estratégias passivas (como abertura de janelas ou ativação de dispositivos de sombreamento) foram utilizadas.

Também no recurso a literatura apropriada (BARBOSA et al., 2015; FREITAS, MAGALHÃES, 2017; ODPM, 2006) pode obter-se informação útil para a definição de possíveis perfis de ocupação, pela combinação de características como a idade, possibilidade de agravamento de doenças ou períodos em que as habitações são usadas, assim como a repercussão de fatores culturais durante as estações do ano (como a tolerância a algumas situações de desconforto), de modo a abranger possibilidades também em período futuro. A partir de toda esta informação poderão ser criados os perfis a serem usados na definição de variantes para as simulações dinâmicas, como definido na etapa 4.

4.3 Etapa 2: monitorização

O processo de monitorização visa obter informação sobre o desempenho real do edifício sob influência dos hábitos dos habitantes. Como tal, propõe-se que pelo menos três frações sejam analisadas simultaneamente durante um mês no verão e um mês no inverno, considerando as medições dos valores de temperatura e humidade relativa no exterior, na sala e num quarto (estes dois últimos as divisões com maior ocupação durante o período diário). Deve analisar-se também o controlo da infiltração com recurso a ensaios de ventilação a efetuar nos fogos monitorizados, de modo a obter a informação necessária à calibração dos modelos para simulação (etapa seguinte).

4.4 Etapa 3: definição de modelo para simulação dinâmica

O modelo do bloco-tipo analisado é construído no interface DB, sendo dada particular incidência a características essenciais com repercussão no desempenho térmico, como a definição de várias zonas térmicas (para além de quartos e salas) e respetivo impacto de zonas/frações adjacentes ocupadas/climatizadas, a introdução de ganhos internos de fontes de calor segundo valores tipificados (BARBOSA et al., 2015), a caracterização da envolvente construtiva, e a inclusão no modelo de edifícios ou obstáculos vizinhos que possam causar sombreamento. Para a calibração do modelo são realizadas simulações dinâmicas em EP usando os dados relativos ao clima e ocupantes obtidos no processo de monitorização, com o propósito de verificar o adequado comportamento do modelo face aos valores medidos.

4.5 Etapa 4: simulações dinâmicas

As simulações dinâmicas são realizadas em EP no modelo já construído e devidamente calibrado, de modo a prever os desempenhos do bloco-tipo em climas atuais, futuros e sujeitos a fenómenos extremos (onda de calor) sob o efeito de hábitos passivos de aquecimento e arrefecimento. O número de simulações a efetuar será conforme o conjunto de variantes para cada uma das frações analisadas, considerando as combinações possíveis entre perfis de ocupação (criados segundo a informação obtida

na etapa 1) e cenários climáticos presentes e futuros das cidades da Guarda, Covilhã e Castelo Branco. Para cada uma delas são consideradas as respetivas estações de aquecimento e arrefecimento, sendo que para fenómenos extremos (onda de calor) somente Castelo Branco será analisada.

4.6 Etapa 5: avaliação do conforto

Os resultados das simulações efetuadas nas diferentes frações com as variantes consideradas podem ser analisados segundo distintos modelos de avaliação de conforto térmico (BARBOSA et al., 2015; CURADO, 2014; FREITAS, MAGALHÃES, 2017), sendo depois organizada a informação relativa ao total de horas fora de intervalos de conforto, o indicador principal na avaliação dos desempenhos.

4.7 Etapa 6: proposta e teste de medidas de reabilitação construtiva

Na sexta etapa, são propostas e testadas medidas de reabilitação construtiva, individualmente ou combinadas, e incidentes somente no desempenho passivo do bloco-tipo. As medidas a testar poderão ser indicentes na geometria (como o aumento/redução de áreas de envidraçados ou o dimensionamento de proteções solares) ou na envolvente (como a melhoria do isolamento térmico ou do fator solar dos vãos envidraçados). A adequabilidade das medidas será medida considerando uma lógica de otimização, incidente nas variáveis de obtenção do conforto térmico e na prevenção do sobreaquecimento, sendo que deverão cumprir-se hierarquicamente os seguintes objetivos: 1) eliminar o total de horas em intervalos de desconforto; 2) reduzir o máximo de horas em intervalos de desconforto, removendo as restantes de intervalos com condições de risco para a saúde humana. Para o teste das mesmas deve repetir-se o processo desde a quarta etapa.

4.8 Etapa 7: proposta de diretrizes de intervenção construtiva

Na sétima e última etapa, considerando o sucesso das medidas testadas de acordo com o definido na etapa anterior, são agrupadas aquelas com melhor valor ótimo em função das variantes de clima e ocupantes consideradas, num conjunto de diretrizes de intervenção construtiva que possam ser aplicáveis a demais casos de estudo no parque de habitação social da região.

5 CONCLUSÕES

O presente artigo propõe uma metodologia para a criação de diretrizes de intervenção construtiva para a reabilitação de edifícios de habitação social na Beira Interior, adaptando o seu desempenho térmico e de conforto aos respetivos cenários climáticos atuais e futuros segundo práticas de climatização passiva dos respetivos ocupantes. Considerando a necessidade de estudos desta natureza incidentes no sul da Europa,

espera-se que o presente trabalho possa constituir uma mais-valia enquanto estudo-piloto de medição e intervenção para o desenvolvimento de demais estudos e instrumentos aplicáveis a contextos semelhantes. Como desenvolvimentos futuros realça-se o potencial em serem adicionadas outras variáveis à lógica de otimização proposta, como os custos de intervenção, a viabilidade técnica da sua implementação ou a aceitação dos ocupantes.

REFERÊNCIAS

- AGUIAR, J. et al. **Guia Técnico de Reabilitação Habitacional**. Lisboa: Publicações LNEC, 2006. 792p.
- AGUIAR, R. et al. Climate change impacts on the thermal performance of Portuguese buildings. Results of the SIAM study. **Building Services Engineering Research and Technology**, v. 23, n. 4, pp. 223-231, Nov. 2002.
- ALONSO, C. et al. Methodological proposal for monitoring energy refurbishment. Indoor environmental quality in two case studies of social housing in Madrid. **Energy and Buildings**, v. 155, pp. 492-502, Nov. 2017.
- ATTIA, S. et al. Overview and future challenges of nearly zero energy buildings (nZEB) design in Southern Europe. **Energy and Buildings**, v. 155, pp. 439-458, Nov. 2017.
- BARBOSA, R. et al. Climate change and thermal comfort in Southern Europe housing: A case study from Lisbon. **Building and Environment**, v. 92, pp. 440-451, Out. 2015.
- BELCHER, S. et al. S. Belcher, J. Hacker, D. Powell (2005). Constructing design weather data for future climates. **Building Services Engineering Research and Technology**, v. 26, n. 1, pp. 49-61, Fev. 2005.
- CURADO, A. **Conforto térmico e eficiência energética nos edifícios de habitação social reabilitados**. 2014. 264f. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) – Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Porto.
- DOUGLAS, J. **Building Adaptation**. Edimburgo: Butterworth-Heinemann, 2002. 545p.
- EU MIES AWARD Winner 2019. In: FUNDACIÓ MIES VAN DER ROHE (FMVDR). **EUmiesaward19**. 2019. Disponível em: <<https://miesarch.com/work/3889>>. Acesso em: 28 outubro 2019.
- FLORES, J. **The investigation of energy efficiency measures in the traditional buildings in Oporto World Heritage Site**. 2013. 393f. Tese (Doutorado em Arquitetura) – Oxford Brookes University, Oxford.
- FORBES, R. et al. **Climate Change in Portugal. Scenarios, Impacts and Adaptation Measures - SIAM Project**. Lisboa: Gradiva, 2002. 454p.
- FREIRE, M. **Aspectos da qualidade arquitectónica no Bairro da Estação – 2ª Fase, Covilhã**. 2009. 320f. Tese (Mestrado em Engenharia Civil) – Faculdade de Engenharia da Universidade da Beira Interior, Covilhã.
- FREITAS, V.; MAGALHÃES, S. A complementary approach for energy efficiency and comfort evaluation of renovated dwellings in Southern Europe. **Energy Procedia**, v. 132, pp. 909-914, Out. 2017.

- FUNDO NACIONAL DE REABILITAÇÃO DO EDIFICADO para Portugal. In: INSTITUTO DA HABITAÇÃO E DA REABILITAÇÃO URBANA (IHRU). **Portal da Habitação**. 2019. Disponível em: <<https://www.portaldahabitacao.pt/>>. Acesso em: 28 outubro 2019.
- INSTITUTO DA HABITAÇÃO E DA REABILITAÇÃO URBANA (IHRU). **Habitação. Cem anos de políticas públicas em Portugal. 1918-2018**. Lisboa: Publicações do IHRU, 2018. 525p.
- INSTITUTO NACIONAL DE ESTATÍSTICA (INE). **Censos 2011**. Lisboa, 2012.
- INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE (IPCC). **Climate Change 2014: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Core Writing Team, R.K. Pachauri and L.A. Meyer (eds.)]**. Geneva: Publicações IPCC, 2014. 151p.
- MATIAS, L; SANTOS, C.A.P. **Coeficientes de transmissão térmica de elementos da envolvente dos edifícios – ITE50**. Lisboa: Publicações LNEC, 2006. 170p.
- MATOS, V. **Habitação coletiva de promoção cooperativa, critérios de autenticidade na sua conservação e reabilitação**. 2018. 534f. Tese (Doutorado em Arquitetura) – Faculdade de Arquitetura da Universidade de Lisboa, Lisboa.
- NORMAIS CLIMATOLÓGICAS (CENÁRIOS: RCP4.5; RCP8.5) em Portugal. In: INSTITUTO PORTUGUÊS DO MAR E DA ATMOSFERA (IPMA). **Portal do Clima**. 2015. Disponível em: <<http://portaldoclima.pt/pt/>>. Acesso em: 28 outubro 2019.
- OFFICE OF THE DEPUTY PRIME MINISTER (ODPM). **Housing Health and Safety Rating System. Operating Guidance**. Londres: Publicações ODPM, 2006. 188p.
- ORTIZ, J. et al. Comfort and economic criteria for selecting passive measures for the energy refurbishment of residential buildings in Catalonia. **Energy and Buildings**, v. 110, pp. 195-210, Jan. 2016.
- PORTUGAL, **Despacho (extrato) nº 15793-F/2013, de 3 de dezembro de 2013**. Parâmetros para o zonamento climático e respetivos dados. Disponível em: <<https://dre.pt/application/conteudo/2975219>>. Acesso em: 28 outubro 2019.
- PORTUGAL, **ENH – Resolução n.º 48/2015, de 15 de julho de 2015**. Estratégia Nacional para a Habitação (ENH) para o período de 2015 -2031. Disponível em: < <https://dre.pt/application/conteudo/69812100>>. Acesso em: 28 outubro 2019.
- ROAF, S. et al. **Adapting buildings and cities for climate change: A 21st Century Survival Guide**. Kidlington: Architectural Press, 2004. 384p.
- SDEI, A. **Climate change adaptation of retrofitted social housing in the South-East of England**. 2015. 313f. Tese (Doutorado em Arquitetura) – University of Brighton, Brighton.
- SUSTAINABLE ENERGY RESEARCH GROUP CCWorldWeatherGen. Versão 1.7. [S.l.]: University of Southampton, 2012.

