

Repositório ISCTE-IUL

Deposited in *Repositório ISCTE-IUL*:

2021-06-15

Deposited version:

Accepted Version

Peer-review status of attached file:

Peer-reviewed

Citation for published item:

Pinheiro, L., Oliveira, P., Bernardino, J. & Pedrosa, I. (2020). Business intelligence applied in buildings energy efficiency. In Álvaro Rocha, Bernabé Escobar Pérez, Francisco Garcia Peñalvo, Maria del Mar Miras, Ramiro Gonçalves (Ed.), 2020 15th Iberian Conference on Information Systems and Technologies (CISTI). Sevilla: IEEE.

Further information on publisher's website:

10.23919/CISTI49556.2020.9141019

Publisher's copyright statement:

This is the peer reviewed version of the following article: Pinheiro, L., Oliveira, P., Bernardino, J. & Pedrosa, I. (2020). Business intelligence applied in buildings energy efficiency. In Álvaro Rocha, Bernabé Escobar Pérez, Francisco Garcia Peñalvo, Maria del Mar Miras, Ramiro Gonçalves (Ed.), 2020 15th Iberian Conference on Information Systems and Technologies (CISTI). Sevilla: IEEE., which has been published in final form at <https://dx.doi.org/10.23919/CISTI49556.2020.9141019>. This article may be used for non-commercial purposes in accordance with the Publisher's Terms and Conditions for self-archiving.

Use policy

Creative Commons CC BY 4.0

The full-text may be used and/or reproduced, and given to third parties in any format or medium, without prior permission or charge, for personal research or study, educational, or not-for-profit purposes provided that:

- a full bibliographic reference is made to the original source
- a link is made to the metadata record in the Repository
- the full-text is not changed in any way

The full-text must not be sold in any format or medium without the formal permission of the copyright holders.

Business Intelligence Aplicado à análise de Eficiência Energética nos Edifícios

Business Intelligence Applied in Buildings Energy Efficiency

Luís Pinheiro
Coimbra Business School |
ISCAC, Polytechnic of
Coimbra
Coimbra, Portugal
a2019123207@alumni.iscac.pt

Pedro Oliveira
Coimbra Business School |
ISCAC, Polytechnic of
Coimbra,
Coimbra, Portugal
a2019150905@alumni.iscac.pt

Jorge Bernardino
Instituto Politécnico de
Coimbra – ISEC
i2A – Instituto de
Investigação Aplicada
Coimbra, Portugal
jorge@isec.pt

Isabel Pedrosa
Coimbra Business School |
ISCAC, Polytechnic of
Coimbra
Instituto Universitário de
Lisboa (ISCTE-IUL)
ISTAR-IUL, Portugal
ipedrosa@iscac.pt

Resumo — A melhoria do desempenho energético dos edifícios está entre os principais objetivos da política energética e climática da União Europeia (UE). Este trabalho aplica o *business intelligence*, em particular, uma ferramenta de visualização de dados, para analisar a melhoria da eficiência energética nos edifícios habitacionais em Portugal. Para o efeito, utilizamos os dados da Agência para a Energia (ADENE), aplicando-lhes sistemas de *business intelligence* para análise histórica e elaboração de projeções até ao ano 2035. Os resultados obtidos demonstraram ineficiência energética nos edifícios habitacionais portugueses, com aproximadamente 44% deles classificados com certificação energética D, E, e F, sendo A a melhor classificação e G a pior. Criámos um cenário tendo como meta elevar essas habitações, pelo menos à classificação energética C, tal como preconiza o estudo realizado pelo *Committee on Climate Change* do Reino Unido. Neste trabalho, identificamos os vários benefícios desta solução, desde a redução do valor da fatura de eletricidade até à redução da emissão de gases de efeito estufa.

Palavras Chave - *business intelligence; eficiência energética; edifícios; monitorização.*

Abstract — This article deals with the application of business intelligence, data visualization tools, to analyze the improvement of energy efficiency in residential buildings in Portugal. We used an exploratory data method, which was obtained from the Energy Agency (ADENE), applying business intelligence systems for historical analysis and drawing up projections until the year 2035. The results obtained showed energy inefficiency in Portuguese housing buildings, with approximately 44% of them classified with energy certification D, E, and F. We created a scenario with the goal of raising these homes to at least energy classification C, as recommended by the study carried out by the Committee on Climate Change of the United Kingdom. This time, we identified that several benefits would be achieved, from reducing the value of the electricity bill to reducing the emission of greenhouse gases.

Keywords - *business; intelligence; efficiency; energy; buildings; monitoring.*

I. INTRODUÇÃO

A melhoria do desempenho energético dos edifícios está entre os principais objetivos da política energética e climática da União Europeia (UE), sendo que a Comissão Europeia tem como meta a economia de energia de 30% até o ano de 2030 [1]. A potencial economia de energia resultante da (adequada) implementação das normas da UE é avaliada em, pelo menos, 60 Megatonelada equivalente de petróleo (Mtep) até 2020. A Comissão Europeia estimou que políticas de renovação adicionais e de caráter ambicioso podem levar a uma economia de energia até 46%, entre 2021 e 2030 [2]

Os Certificados de Desempenho Energético (EPCs), parte integrante do *Energy Performance of Buildings Directive* (EPBD), são um instrumento importante que deve contribuir para melhorar o desempenho energético dos edifícios. O principal objetivo dos EPCs é servir como ferramenta de informação para proprietários de edifícios, ocupantes e agentes do ramo imobiliário quando uma unidade de construção é vendida ou arrendada [3-4]. Portanto, os EPCs podem ser uma poderosa ferramenta de mercado para criar procura por eficiência energética em edifícios, visando melhorias como critério de tomada de decisão em transações imobiliárias e fornecendo recomendações para a atualização económica ou otimizada da energia.

Além disso, como também é confirmado por vários estudos e pesquisas da *Buildings Performance Institute Europe* (BPIE), em 2011 [5] e em 2013 [6-7], os EPCs tiveram o potencial de serem fontes importantes de informações sobre o desempenho energético dos edifícios da UE e o impacto das medidas de renovação. Consequentemente, os EPCs podem ser mais do que uma ferramenta de informação e tornarem-se um instrumento eficaz para mapear o desempenho energético das habitações de um País, monitorizar o impacto das políticas de construção e até apoiar os requisitos mínimos de energia dentro do processo regulatório.

Este estudo tem como objetivo mapear o desempenho energético das habitações de Portugal através da análise exploratória dos dados de todos os EPCs emitidos nos últimos 5

anos para, em seguida: a) avaliar o cenário futuro considerando a hipótese de nenhuma alteração de impacto energético ser feita nos edifícios D-F; b) prever tendências até 2035 para o cenário de transformação de todos os edifícios com classe D-F em C.

Os sistemas de *business intelligence* permitem que as organizações obtenham um conhecimento mais abrangente sobre os seus processos e podem contribuir para uma melhor tomada de decisão, melhorando assim a competitividade e os serviços oferecidos [24]. Para isso usaremos uma ferramenta de *business intelligence*, [8], vocacionada para a visualização de dados, o Power BI, o qual permitirá evidenciar informação útil e servir como base para a elaboração de previsões baseadas nos dados históricos e estatísticos que constam nos Relatórios da ADENE [9]. Além disso, será criado um cenário que evidencie o impacto da alteração das classes energéticas D, E e F para C até 2035, tendo como base o estudo realizado pelo *Committee on Climate Change* (CCC) do Reino Unido [10].

Este artigo é composto por 4 secções: a primeira, uma introdução ao estudo onde se apresenta o contexto, objetivos, metodologia e contributos esperados. A segunda secção, informa sobre o estado da arte da certificação energética dos edifícios em Portugal, transpondo as normas europeias para a realidade nacional. Seguidamente, na terceira secção, fazemos a análise exploratória dos dados, através das ferramentas Excel e Power BI Desktop, que permitem análises de *Business Intelligence*. Por fim, a última secção apresenta a conclusão, síntese e sugestões para o cumprimento dos objetivos traçados e propostas de trabalho futuro.

II. CERTIFICAÇÃO ENERGÉTICA DOS EDIFÍCIOS EM PORTUGAL

A certificação energética de edifícios é uma ferramenta de avaliação e validação do desempenho energético de imóveis, com possibilidade de registo de oportunidades de melhoria que podem ser adotadas para que os edifícios sejam mais eficientes, poupando na fatura energética e melhorando o conforto e saúde.

Por outro lado, a certificação energética permite que, no momento da compra ou arrendamento, o cidadão seja informado sobre o desempenho energético do imóvel, indo além das tradicionais considerações relativas à arquitetura, acabamentos, preço e local do imóvel. Passam a ser do conhecimento do comprador/arrendatário aspetos como o nível de isolamento da envolvente, os materiais de construção, a eficiência dos sistemas técnicos instalados, as energias renováveis, os possíveis consumos de energia e emissões de CO₂ [11].

Os EPC são definidos numa escala de A (Muito eficiente) a G (Ineficiente), quanto mais elevada for a letra, mais ineficiente é o edifício, conforme a Diretiva nº 2002/91/CE, do Parlamento Europeu e do Conselho, de 16 de dezembro de 2002 [12].

Em Portugal, as normas acerca do Sistema de Certificação Energética (SCE) são, maioritariamente, resultado da transposição de Diretivas Europeias para o direito nacional. Desde a já referida Diretiva nº 2002/91/CE, o Estado vem promovendo com eficácia o sistema de certificação energética e também o diagnóstico de aspetos passíveis de melhoria nos edifícios [13].

Entretanto, merece relevo a Diretiva nº 2010/31/UE, do Parlamento e do Conselho, de 19 de maio de 2010, que possibilitou a melhoria da sistematização e âmbito de aplicação da certificação energética. Com a transposição desta Diretiva, via Decreto-Lei nº 118/2013, de 20 de agosto [14], consolidou-se num único documento o Sistema de Certificação Energética dos Edifícios (SCE), o Regulamento de Desempenho Energético dos Edifícios de Habitação (REH) e o Regulamento de Desempenho Energético dos Edifícios de Comércio e Serviços (RECS).

Como consta na exposição de motivos deste Decreto-Lei, a separação clara do âmbito de aplicação do REH e do RECS, passando o REH a incidir, exclusivamente, sobre os edifícios de habitação e o RECS sobre os de comércio e serviços, facilita o tratamento técnico e a gestão administrativa dos processos, ao mesmo tempo que reconhece as especificidades técnicas de cada tipo de edifício naquilo que é mais relevante para a caracterização e melhoria do desempenho energético [15].

Além disso, com o Decreto-Lei nº 118/2013, de 20 de agosto, a definição dos requisitos de avaliação de desempenho energético dos edifícios ficou melhor definida, tendo como base os seguintes pilares: a) em edifícios de habitação, o comportamento térmico e a eficiência dos sistemas (artigos 26º e 27º); b) em edifícios de comércio e serviços, além do comportamento térmico e da eficiência dos sistemas, também a instalação, a condução e a manutenção de sistemas técnicos (artigos 38º a 41º).

A gestão do SCE compete à ADENE, que, entre outras atribuições, faz o registo e acompanha o desempenho dos técnicos do SCE, sejam de instalação e manutenção, sejam peritos qualificados, nos termos da Portaria nº 349-A/2013, de 29 de novembro [16].

III. ANÁLISE EXPLORATÓRIA DOS DADOS UTILIZANDO UM BUSINESS INTELLIGENCE

A. Dados Históricos

Foram obtidos todos os registos de dados, através do site da ADENE [17], totalizando quase 1,2 milhões de certificados emitidos desde sua implementação em 2014 até janeiro de 2020. Destes, aproximadamente 1,04 milhões foram certificados emitidos para edifícios residenciais. Os dados foram recolhidos, preparados e transformados no Excel (Microsoft). Em seguida, foi utilizada a ferramenta de *Business Intelligence Power BI* para analisar os dados e gerar os gráficos e análises descritas na secção de análise de dados.

B. Análise de Dados

Os dados recolhidos do período de 2014 até janeiro de 2020 do site da ADENE permitem identificar que 48.7% dos edifícios habitacionais de Portugal têm certificação energética nas classes D, E ou F, portanto, correspondem a edifícios com baixa eficiência energética, como se ilustra na Fig. 1, onde são representadas as diversas classificações energéticas de referência, de A+ a F, sendo A+ a certificação mais eficiente (onde estão classificados 2,1% dos edifícios) e F a menos.

Em termos absolutos por número de edifícios, conclui-se que 499.443 edifícios ainda estão abaixo da categoria C, portanto,

com baixa eficiência energética, conforme podemos visualizar na Fig. 2.

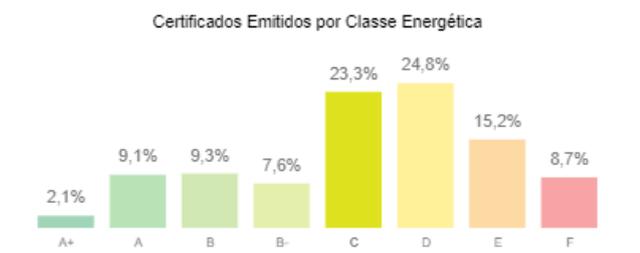


Figure 1. Certificados emitidos por percentagem de classe energética entre 2014 – janeiro 2020.

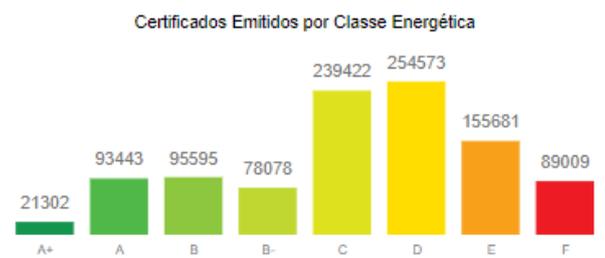


Figure 2. Certificados emitidos de número de edifícios por classe energética entre 2014 – janeiro 2020.

Identificamos também que a região com melhor eficiência energética de seus edifícios habitacionais, no ano de 2014, foi o Distrito de Viseu e o pior foi o Distrito de Portalegre, conforme Fig. 3. Viseu apresenta na classe A cerca de 15% dos edifícios residenciais, enquanto Portalegre só apresenta aproximadamente 1%. Para os edifícios abaixo da classe C, Viseu apresenta aproximadamente 39%, enquanto Portalegre apresenta 69%.

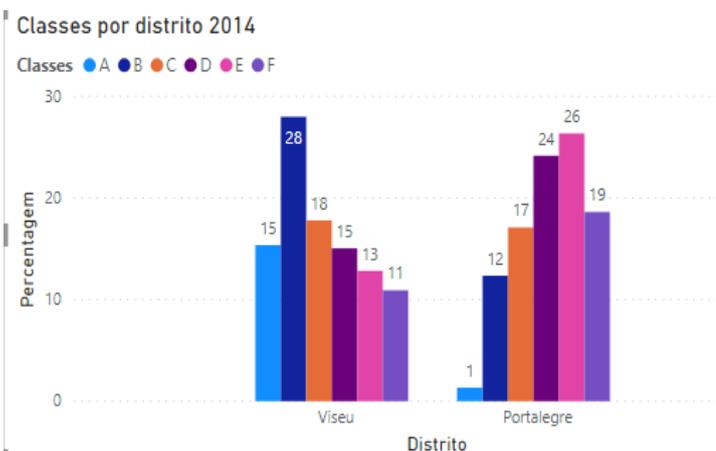


Figure 3. Certificados emitidos para os distritos de Viseu e Portalegre em 2014

Para o ano de 2014, fizemos ainda a comparação dos distritos de Viseu e Portalegre que, como referido, são respetivamente, o melhor e o pior em eficiência energética, com

distritos da região centro-litoral (Aveiro, Coimbra e Leiria). Podemos ver na Fig. 4, que os distritos da região centro-litoral estão mais próximos da realidade de eficiência energética de Viseu do que de Portalegre.

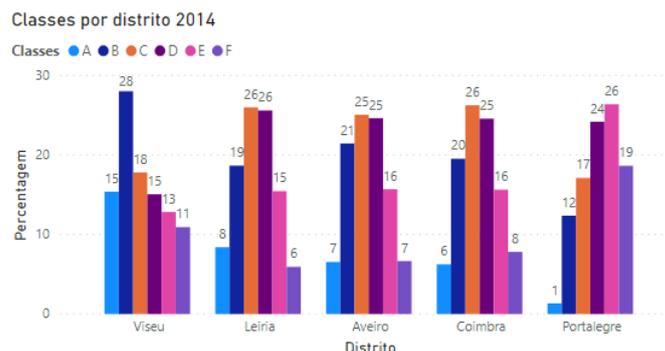


Figure 4. Certificados emitidos para os distritos de Viseu, Leiria, Aveiro, Coimbra e Portalegre em 2014

Voltando exclusivamente para os distritos de Viseu e Portalegre, comparamos os valores de 2014 com os valores de 2019. Concluímos que ambos apresentam melhores percentagens nas classes energéticas A e B, o que corresponde a uma melhoria da eficiência energética, mas que ainda 35% dos edifícios residenciais de Viseu estão abaixo da categoria C, enquanto que em Portalegre a percentagem aumenta para 63%, de acordo com a Fig. 5.

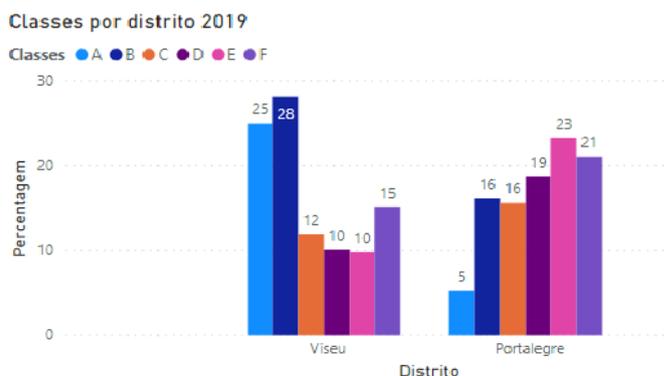


Figure 5. Certificados emitidos para os distritos de Viseu e Portalegre em 2019

Nos distritos da região centro litoral a que nos referimos anteriormente - Aveiro, Coimbra e Leiria -, houve melhoria da certificação energética em 2019, com maior aproximação ao distrito de Viseu, de acordo com a Fig. 6.

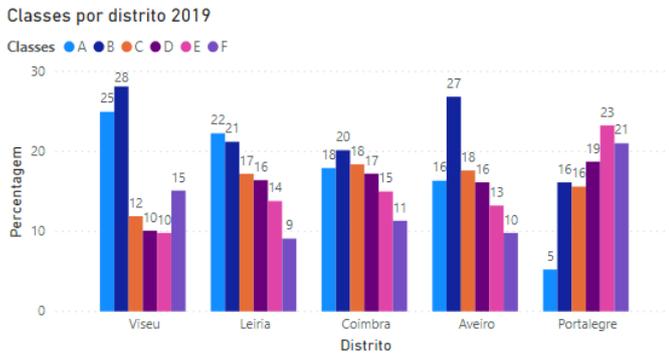


Figure 6. Certificados emitidos para os distritos de Viseu, Leiria, Aveiro, Coimbra e Portalegre em 2019

Percebemos que essa tendência de melhoria nas classificações das habitações ao longo dos últimos anos (Fig. 7) ocorreu, especialmente devido às novas habitações e não por remodelação das antigas, conforme desagregação dos certificados energéticos emitidos entre os anos de 2014 e 2020 mostrados nos gráficos abaixo (Fig. 8, 9 e 10).



Figure 8. Desagregação dos certificados energéticos

Desagregação dos Certificados Energéticos



Figure 9. Desagregação dos certificados energéticos



Figure 10. Desagregação dos certificados energéticos

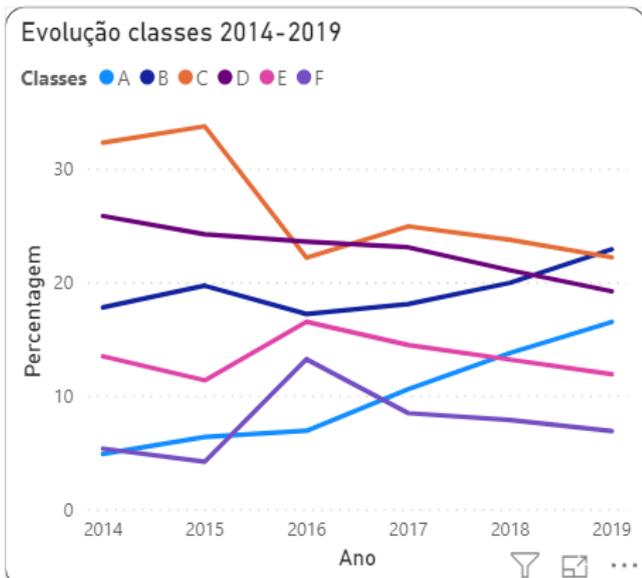


Tabela classes 2014-2019

Ano	A	B	C	D	E	F
2014	4,95	17,85	32,34	25,90	13,54	5,42
2015	6,45	19,76	33,79	24,29	11,43	4,27
2016	6,99	17,27	22,22	23,64	16,59	13,29
2017	10,65	18,15	24,98	23,14	14,54	8,54
2018	13,85	20,02	23,80	21,12	13,26	7,95
2019	16,57	22,96	22,26	19,27	11,97	6,97

Figure 7. Evolução das classes energéticas entre os anos de 2014-2019

C. Previsões baseadas nos dados históricos

Com os dados obtidos, e para cumprimento dos objetivos definidos neste trabalho, projetámos as linhas de tendência até o ano 2035 e obtivemos, como resultado, o gráfico da Fig. 11, no qual é possível visualizar que existe tendência para um aumento da eficiência energética nos edifícios, o que se constata pela tendência de crescimento de certificados com classes A e B e a melhoria, de descida da classe C. A previsão de descida da linha que represente a classe C (linha verde), provavelmente está associada à facilidade de se aumentar a classe energética com a construção de novos edifícios, ao contrário da remodelação de edifícios antigos (ver Fig. 11).

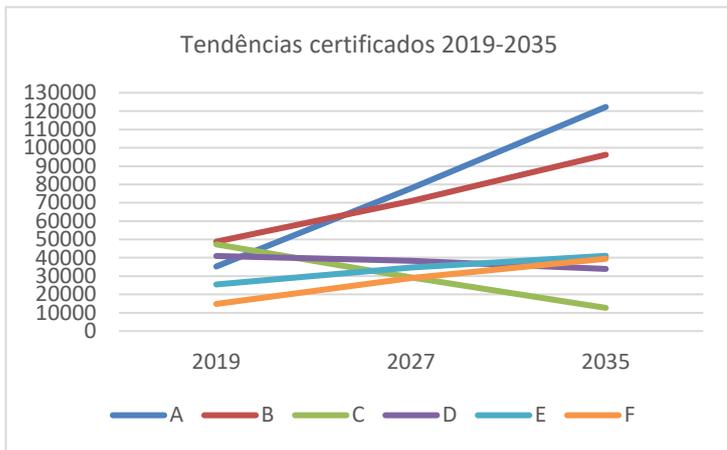


Figure 11. Previsão da evolução das classes energéticas entre os anos de 2019-2035

Definimos como termo final da projeção o ano de 2035, pois tomámos como referência o estudo realizado pelo *Committee on Climate Change* (CCC 2016a) [18] do Reino Unido, com o qual a seguir faremos um cruzamento de dados, a fim de estimar e verificar o impacto a ser gerado em Portugal.

D. Cenário tendo como meta a classificação mínima “C”

Tomando como base o estudo realizado pelo *Committee on Climate Change* (CCC 2016a) [19] do Reino Unido, identificamos que, caso as habitações de classe D, E e F em Portugal passassem à classe C até 2035, teríamos o seguinte cenário mostrado na Fig. 12.

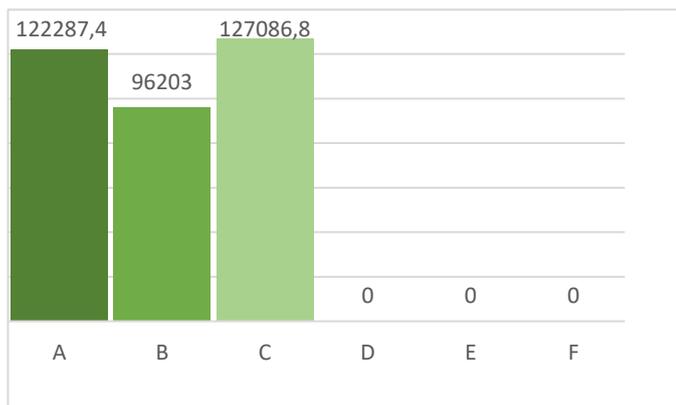


Figure 12. Previsão de Cenário em 2035 com classificação mínima “C”

Embora o ideal fosse projetar o resultado para o alcance de certificações A, delimitamos a previsão para a certificação C pelas habitações que hoje são D, E e F, pois, na prática, essa medida seria impossível de se alcançar, devido aos elevados custos de remodelação pelos quais os edifícios teriam que passar. Ademais, a certificação C, como patamar médio, já tem sido tomada como medida de alcance concreto satisfatório [20].

Traçando-se um paralelo da realidade de Portugal com os estudos realizados no Reino Unido, obteríamos os seguintes benefícios:

a) Redução da emissão de CO₂ em 30%, com melhoria no cumprimento dos orçamentos de carbono.

b) Redução das faturas de eletricidade: conforme Estudo de Mercado sobre a Eficiência Energética na Habitação Particular, desenvolvido pela ADENE, em 17 de julho de 2017 [21], os consumidores gastaram, em média, 112 euros mensais com energia e água na habitação, sendo a eletricidade a fonte que implicou em maior despesa (aproximadamente 60% desse valor). Partindo-se do pressuposto de que em Portugal, assim como no Reino Unido, a remodelação de uma habitação para a classificação C representaria uma poupança de 25% nos custos com energia, ter-se-ia ao final de um ano uma economia de 202 euros.

c) Melhoria na saúde e bem-estar: passar o tempo num lar frio e húmido pode agravar doenças cardíacas, problemas respiratórios e de saúde mental, além de aumentar o risco de doenças e morte entre grupos vulneráveis, como jovens, idosos e deficientes. Portanto, a eficiência energética das habitações não se limita a numerário, mas chega a ser questão de saúde pública.

d) Geração de emprego no setor de obras de construção civil: com a remodelação das habitações classificadas como D, E e F para tornarem-se C, seriam gerados empregos na área da construção civil, espalhados por todas as regiões de Portugal, e incentivados pela bilionária indústria de *Energy Saving Company* (ESCO) [22].

e) Segurança energética: estima-se que a melhoria do desempenho energético das casas de Portugal pode reduzir o consumo de energia em 25%, o que, conseqüentemente, reduziria a importação de energia e diminuiria a dependência externa. Trata-se de questão de extrema relevância, pois hoje 70% da energia consumida em Portugal é importada [23].

IV. CONCLUSÕES

Melhorar o desempenho energético das residências é uma das estratégias mais rápidas e baratas de gerar faturas de eletricidade mais baixas, habitações mais sustentáveis, com melhor bem-estar e saúde para os moradores, além de colaborar substancialmente para atingir as metas climáticas, com reduções nas emissões de CO₂ (Acordo de Paris).

No entanto, para alcançar os benefícios previstos, os sistemas de EPC devem ser adequadamente implementados, endossados e apoiados por mecanismos de gestão, controle e monitorização que funcionem bem. Somente assim os EPC aumentarão o valor de mercado da eficiência energética em edifícios e apoiarão efetivamente a transição do setor imobiliário para a construção de baixo consumo de energia.

Além do mencionado, sabe-se que a longa vida útil da rede de infraestrutura de energia significa que as decisões tomadas agora terão impacto nos próximos anos e moldarão a trajetória do sistema de energia de Portugal. Sendo assim, é essencial que sejam feitas as escolhas certas para que Portugal tenha um futuro de energia sustentável, acessível e seguro. Para além das

decisões políticas, são necessárias decisões individuais, tomadas por cada cidadão, de forma consciente acerca da importância da melhoria da eficiência energética, mesmo que isso represente investimento em remodelações dos edifícios em que habitam.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] Communication from the Commission to the European Parliament and the Council on Energy Efficiency and its contribution to energy security and the 2030 Framework for climate and energy policy COM(2014) 520 final.
- [2] Communication from the Commission to the European Parliament and the Council on Energy Efficiency and its contribution to energy security and the 2030 Framework for climate and energy policy COM(2014) 520 final.
- [3] Directiva 2010/31/UE do Parlamento e do Conselho de 19 de Maio de 2010.
- [4] Directiva 2012/27/UE do Parlamento e do Conselho de 25 de Outubro de 2012.
- [5] Principles for nearly zero-energy buildings, <http://bpie.eu/publication/principles-for-nearly-zero-energy-buildings/>. Último acesso em 01/02/2020.
- [6] Boosting building renovation: an overview of good practices, <http://bpie.eu/publication/boosting-building-renovation-an-overview-of-good-practices/>. Último acesso em 01/02/2020.
- [7] Investing in energy efficiency in Europe's buildings, <http://bpie.eu/publication/investing-in-energy-efficiency-in-europes-buildings/>. Último acesso em 01/02/2020.
- [8] SANTOS, Maribel Yasmina; RAMOS, Isabel. *Business Intelligence: da informação ao conhecimento*. 3ª ed. Lisboa. FCA, 2017, pp. 77-137.
- [9] Eficiência Energética nos Edifícios, <https://www.adene.pt/edificios/>. Último acesso em 01/02/2020.
- [10] Progress report 2016: meeting carbon budgets <https://www.theccc.org.uk/publication/meeting-carbon-budgets-2016-progress-report-to-parliament/>. Último acesso em 01/02/2020.
- [11] Eficiência Energética nos Edifícios, <https://www.adene.pt/edificios/>. Último acesso em 01/02/2020.
- [12] Diretiva transposta para o ordenamento nacional como Decreto-Lei nº 78/2006, de 4 de abril, com alterações feitas pelo Decreto-Lei nº 28/2016, de 23 de Junho.
- [13] IMPRENSA NACIONAL DA CASA MOEDA. *Eficiência Energética nos Edifícios: Sistema Nacional de Certificação Energética e da Qualidade do Ar interior nos Edifícios - Legislação Complementar*. 2ª Ed. Lisboa: Imprensa Nacional, 2017, pp. 9-34.
- [14] Com alterações feitas pelo Decreto-Lei nº 28/2016, de 23 de junho.
- [15] Decreto-Lei nº 118/2013, de 20 de agosto.
- [16] Portaria nº 349-A/2013, de 29 de novembro.
- [17] Estatística do Sistema de Certificação Energética dos Edifícios, <https://www.sce.pt/estatisticas/>. Último acesso em 01/02/2020.
- [18] ROSENOW, Jan; EYRE, Nick; SORRELL, Steve; GUERTLER, Pedro. *Unlocking Britain's First Fuel: The potential for energy savings in UK housing*. United Kingdom: UKERC/CIED, 2017.
- [19] Committee on Climate Change (2015) Progress report to Parliament.
- [20] WWF UK. Priorities for homes in the Clean Growth Plan.
- [21] Estudo de mercado no âmbito das campanhas de sensibilização e de promoção da eficiência energética na Habitação Particular, https://www.adene.pt/wp-content/uploads/2019/08/ADENE_vaga-1_Relat%C3%B3rioHABPART.pdf. Último acesso em 17/01/2020.
- [22] BOZA-KISS, Benigna; BERTOLDI, Paolo; ECONOMIDOU, Marina. *Energy Service Companies in the EU Status review and recommendations for further market development with a focus on Energy Performance Contracting*. Science for Policy report by the Joint Research Centre (JRC), the European Commission's, p. 14. Disponível em: https://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/bitstream/JRC106624/kjn_a28716enn.pdf. Último acesso em 01/02/2020.
- [23] ENERGIA em Portugal 2016 - Direção-Geral de Energia e Geologia., publicado em julho de 2018, Disponível em <http://www.dgeg.gov.pt/wwwbase/wwwinclude/ficheiro.aspx?access=1&id=16428>
- [24] A Marinheiro, J Bernardino, Experimental evaluation of open source business intelligence suites using OpenBRR, IEEE Latin America Transactions 2015, 13 (3), 810-817