

Avaliação técnico económica da implementação de medidas de eficiência energética no EPIC SANA Lisboa Hotel

Duarte Manuel Peças Valente

duarte.valente@tecnico.ulisboa.pt

Instituto Superior Técnico, Universidade de Lisboa, Portugal

Dezembro 2019

Resumo

Os edifícios encontram-se numa fase de transição, passando de grandes consumidores de energia para estruturas mais eficientes capazes de produzir, armazenar e, no futuro, fornecer energia. Este artigo apresenta um estudo do consumo energético de um hotel situado no centro de Lisboa. Os consumos de gás, eletricidade e água foram contabilizados através dos registos mensais dos contadores do hotel e analisados em função da taxa de ocupação, número de pessoas e condições climatéricas. Sintetizaram-se os consumos anuais de energia num diagrama *Sankey*, que permitiu identificar as áreas do edifício com maior potencial de poupança de energia, através da implementação de medidas de eficiência energética. Na análise de cada medida, calculou-se o período de retorno do investimento, a taxa interna de retorno e o valor atual líquido. Todas as medidas se apresentaram viáveis, do ponto de vista económico, sendo que a medida com resultados mais auspiciosos é a substituição das luminárias do hotel. Conclui-se ainda que existe a necessidade de o hotel mapear os consumos internos de um modo mais detalhado, através de contadores personalizados. A implementação das medidas propostas resulta numa poupança de 12,4% da energia final consumida pelo edifício e numa redução de 11,5% na emissão de GEE.

Palavras-chave: eficiência energética, edifícios de hotelaria, luminárias, diagrama de *Sankey*, energias renováveis, GEE.

Introdução

A energia é essencial para o nosso modo de vida. Sem ela não seria possível garantir os confortos aos quais estamos tão habituados. É ela que alimenta as nossas máquinas de lavar, computadores, televisões e outros dispositivos que usamos quase sem pensar. O consumo de energia no Mundo tem

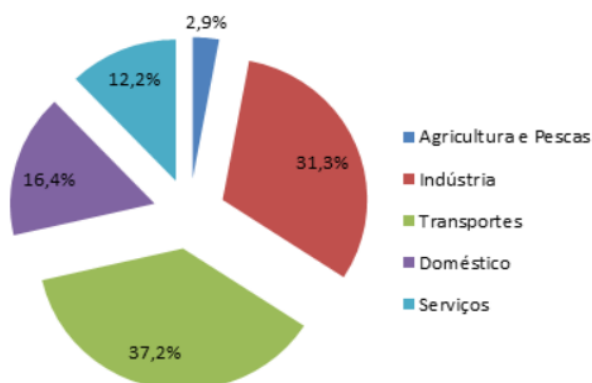


Figura 1 – Consumo de energia final por sector em Portugal, DGEG 2019

aumentado anualmente, desde 1990, e as principais fontes continuam a ser os combustíveis fósseis (*International Energy Agency*). A produção de energia, a partir destes combustíveis, conduz à emissão de gases com efeito de estufa, que são altamente prejudiciais para o ambiente. É necessário apontar o foco para sectores onde o potencial de poupar energia é maior, como o caso dos edifícios. Estima-se que este sector consuma 40% da energia a nível europeu e seja responsável por 36% das emissões de gases de efeito de estufa (Comissão Europeia 2017). No caso de Portugal, os consumos de energia final por sector, em 2017, apresentam-se na Figura 1. Os transportes mantêm-se o sector que mais consome energia em Portugal, representando 37,2% do total do consumo final de energia, seguido da indústria com 31,3%. O sector de serviços, no qual se enquadram os hotéis, registou um valor de 12,2%.

De modo a diminuir o consumo de energia, deve fazer-se uso desta de forma mais eficiente. Não só para diminuir as emissões de gases com efeito de estufa, como também para reduzir o valor das faturas no final do ano. Posto isto, torna-se necessário pôr em prática o princípio da «eficiência energética em primeiro lugar», bem como ponderar a implementação das energias renováveis. Estas criarão o suporte necessário à transição da economia atual para uma economia de baixo carbono, e promoverão a criação de empregos, através de oportunidades de investimento.

O presente trabalho procura contribuir para a melhoria de eficiência energética numa unidade hoteleira, através da sugestão de várias medidas. Para tal, começou-se por realizar uma análise ao consumo energético do hotel mediante a utilização dos dados do certificado energético SCE, 2013, e dos dados fornecidos pelos contadores do hotel, em 2018. Desagregaram-se os consumos de energia de gás, água e eletricidade. E sintetizaram-se os fluxos de energia num diagrama de *Sankey* que permite identificar quais as áreas de melhoria do hotel. De seguida, analisou-se a influência das seguintes variáveis: taxa de ocupação, hóspedes, *staff*, condições climatéricas e eventos nas variações destes três consumos.

Em paralelo identificaram-se quais as medidas de eficiência energética mais bem-sucedidas na indústria hoteleira e apuraram-se as que se enquadram na realidade do hotel. Subsequentemente, realizou-se um estudo para perceber qual a viabilidade destas medidas através de três indicadores económicos, período de retorno de investimento, taxa interna de retorno e valor atual líquido. A implementação das medidas propostas resulta numa poupança de 12,4% da energia final consumida pelo edifício e numa redução de 11,5% na emissão de GEE.

Edifício em Estudo – EPIC SANA Lisboa Hotel

O edifício em estudo é o EPIC SANA Lisboa Hotel, de categoria 5 estrelas. Segundo o RCCTE, o hotel situa-se numa zona climática I1, V2-S, onde o Verão é mais severo que o Inverno, o que influencia as necessidades de aquecimento e arrefecimento do edifício. Tem uma área útil de pavimento equivalente a 34 560 m² dividida pelos seguintes espaços: Restaurantes, Escritórios, Clubes Desportivos com Piscina, Cozinhas, Armazéns, Lavandarias, Estacionamentos e espaço associado a Hotéis de 4 ou mais estrelas.

A estrutura do edifício é aproximadamente retangular, estando as fachadas principais orientadas a Norte, onde se encontra a entrada principal, e a Sul. É composto por 16 pisos, 11 dos quais acessíveis ao cliente. Em adição aos 311 quartos, dos quais 20 são suites, distribuídos pelos pisos 2 a 10, o EPIC SANA disponibiliza aos seus clientes um vasto conjunto de serviços para os satisfazer com o mais alto padrão de qualidade. São eles: SPA e ginásio na cave 2, centro de conferências na cave 1, restaurante temático e bar no piso 0, salas de reunião e um restaurante no piso 1 e piscina exterior aquecida e bar no piso 8.

É importante destacar que o EPIC SANA está direcionado para o segmento MICE: *Meetings* (Encontros), *Incentives* (Incentivos), *Conferences* (Conferências) e *Exhibitions* (Feiras). Este segmento corresponde a um tipo muito particular de turismo, onde os grupos que viajam têm um propósito bem definido e o programa já se encontra planeado.

Recolha e tratamento de Dados

As fontes de energia do EPIC SANA Hotel são a eletricidade e o gás natural, cujo poder calorífico inferior, PCI, é, em média, 11,99 [kWh/m³]. Observa-se que grande parte dos equipamentos utilizam eletricidade, logo é expectável que esta seja a fonte proeminente de energia. Começou-se por fazer um levantamento e análise dos dados referentes ao consumo de eletricidade e gás do ano anterior, 2018. Na cozinha, o gás consumido atinge o seu máximo em outubro, 2555 m³, e o mínimo em agosto, 2092 m³. Na análise deste consumo consideraram-se três grupos de pessoas: o *staff*, os hóspedes e pessoas associadas ao segmento MICE. A Figura 2 expressa os resultados. Verifica-se que existe uma relação direta entre o número de pessoas associadas ao segmento MICE e o gás consumido na cozinha. Esta relação é compreensível, uma vez que todos os eventos realizados no hotel envolvem a confeção de alimentos.

Duas considerações devem ser feitas, em relação ao *staff*: a primeira é que não foram incluídas as pessoas provenientes de outras empresas, que prestam serviços ao hotel, e que também fazem

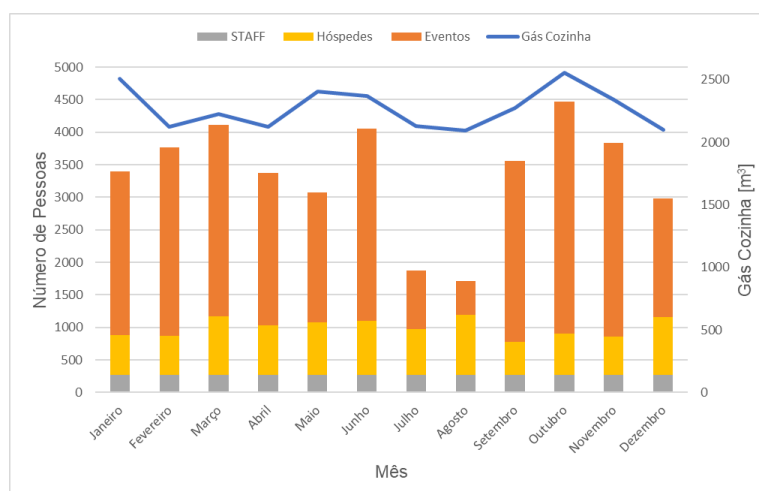


Figura 2 Consumo de Gás na Cozinha Versus Número Total de Pessoas no Hotel, 2018

refeições no estabelecimento; a segunda é que, claramente, este grupo é o que mais contribui para o consumo de gás no hotel.

Na caldeira, o gás consumido atinge o seu máximo em março, 15667 m³, e o mínimo em setembro, 7976 m³. Frisa-se que a principal função das caldeiras é a produção de AQS. Por conseguinte, foram recolhidos os dados meteorológicos, em Lisboa, através dos boletins climatológicos, disponibilizados pelo IPMA, em 2018. Através da Figura 3 constata-se que existe uma relação inversa entre as duas variáveis, isto é, quando a temperatura aumenta o consumo de gás diminui.

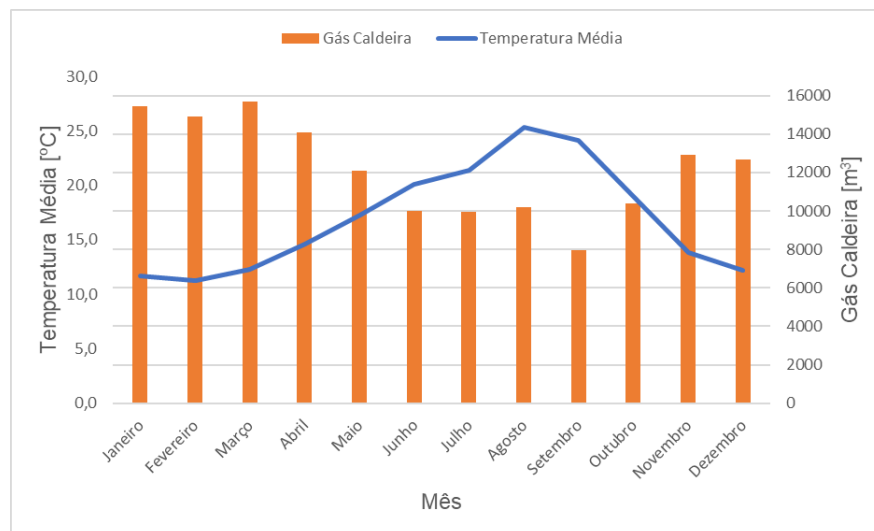


Figura 3 Consumo de Gás na Caldeira Versus Temperatura Média em Lisboa, 2018

Estudou-se também a influência da taxa de ocupação, concluindo-se que esta variável, apesar de afetar o consumo de gás, não tem uma relação linear como as variações de temperatura. Sublinhe-se que o valor mais baixo de gás consumido nas caldeiras é, aproximadamente, três vezes maior que o consumo máximo de gás na cozinha e que, no geral, as caldeiras são responsáveis por 84% do consumo de gás no hotel.

Faturação da eletricidade

Alguns equipamentos elétricos do hotel têm um consumo constante ao longo do ano, uma consequência de serem utilizados de forma regular, como por exemplo os equipamentos dos escritórios, lavandaria, armazéns e estacionamento. Sabendo disso, julga-se que as oscilações na fatura da eletricidade deverão ser da responsabilidade de áreas com consumos mais volúveis, tais como os sistemas de climatização. As necessidades de climatização do hotel dependem fortemente das condições climáticas, mais concretamente das variações de temperatura. Dito isto, o resultado apresentado na Figura 4 corrobora a hipótese da influência das condições climáticas no consumo de eletricidade. Observa-se uma relação direta entre a variação da temperatura e o consumo de eletricidade no hotel.

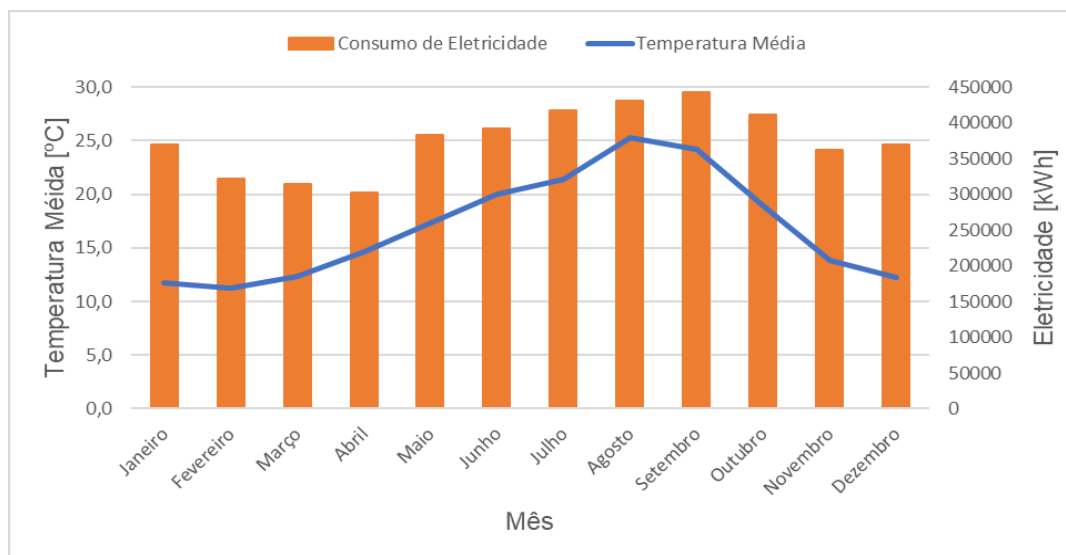


Figura 4 Consumo de Eletricidade versus Temperatura Média em Lisboa, 2018

Emissões de Gases Efeito de Estufa

Converteram-se os valores de gás e eletricidade, consumidos no hotel, durante o ano de 2018, em toneladas equivalentes de dióxido de carbono. Para efetuar esta conversão, consideraram-se os fatores indicados pelo Despacho nº 15793-D/2013. Os resultados indicam que a eletricidade é o agente principal de emissão de GEE, responsável por 60% do valor total.

Faturação de água

Os contadores de água foram instalados de modo a contabilizar apenas dois caudais que circulam no hotel, não existindo distinção da quantidade de água que vai para cada zona do hotel. Torna-se árduo apurar quais os fatores chave na variação deste parâmetro, para além da temperatura média, como se pode observar na Figura 5

Comparando os valores provenientes do SCE e das faturas, através da Tabela 1, observa-se que existe uma grande discrepância nos valores de eletricidade e gás. Registam-se valores reais de eletricidade 2,6 vezes superiores aos previstos pelo SCE e, no caso do gás, 3,5 vezes superiores. Conjetura-se que os valores utilizados na simulação teórica não correspondam à realidade do hotel ou que a situação energética do hotel sofreu mudanças drásticas no decorrer dos seis anos.

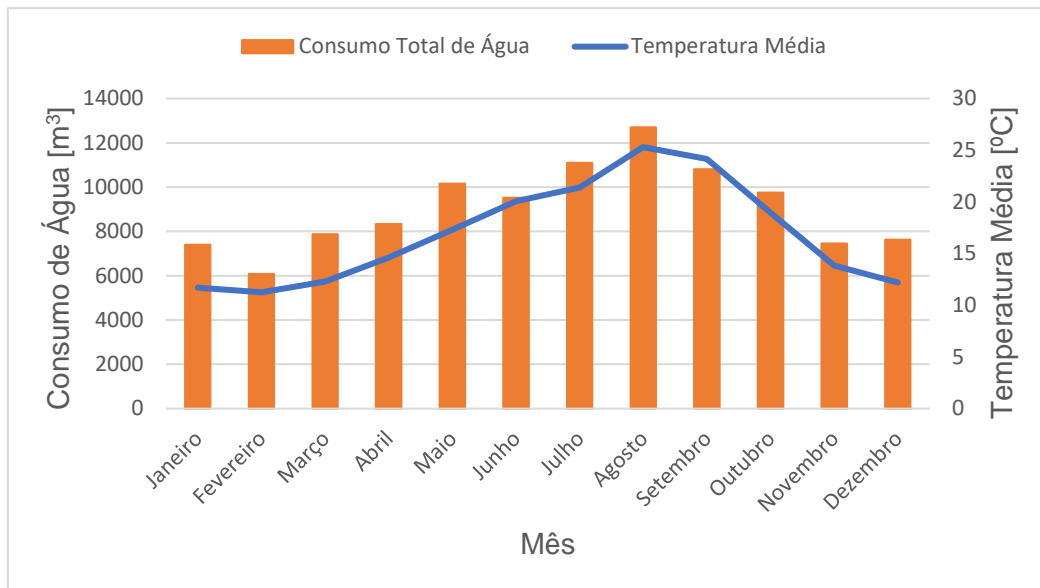


Figura 5 Consumo Total de Água no Hotel versus Temperatura Média em Lisboa, 2018

Tabela 1 Comparação entre os consumos estimados pelo SCE e através das faturas do hotel

Ano	Eletricidade [toe/ano]	Gás [toe/ano]
Previsto pelo SCE	494	43
Faturas 2018	1309	149

Implementação de Medidas de Eficiência Energética

O foco deste trabalho incidiu nas seguintes medidas de eficiência energética: substituição das luminárias atuais por lâmpadas LED; aumento da área de coletores solares; e substituição dos minibares por outros mais eficientes.

A análise da substituição das luminárias está dividida por zonas do hotel, visto que o número de horas de funcionamento das lâmpadas está intrinsecamente associado à zona onde as lâmpadas estão instaladas. Desconhece-se a eficácia das lâmpadas atualmente utilizadas no hotel. Optou-se por utilizar os valores encontrados na literatura. De acordo com (Khan and Abas 2011) utilizar-se-á o valor de $14 \frac{lm}{w}$ para lâmpadas incandescentes, $19 \frac{lm}{w}$ para incandescentes de halogénio, $74 \frac{lm}{w}$ para lâmpadas fluorescentes e $94 \frac{lm}{w}$ para fluorescentes tubulares. Importa salientar que esta hipótese criará alguma incerteza nos resultados obtidos, visto que, na realidade, a eficácia não é igual para todas as gamas de potência das lâmpadas.

A Figura 6 salienta que, apesar de já não existirem lâmpadas incandescentes, o hotel ainda recorre a incandescentes de halogénio. Estas lâmpadas, altamente ineficientes, são responsáveis por 16% da potência total consumida em iluminação do hotel. Estudou-se a hipótese de substituir as lâmpadas

incandescentes de halogéneo, as fluorescentes compactas e as fluorescentes tubulares. Todas as lâmpadas sugeridas são de classe energética A++. As alterações propostas por esta medida resultariam na distribuição apresentada do lado direito da Figura 6

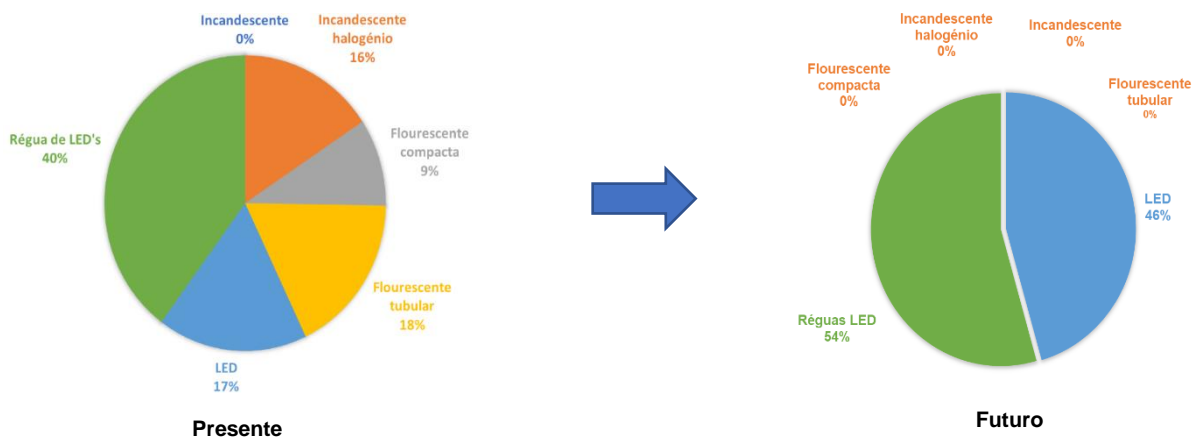


Figura 6 Presente e futuro da distribuição de potências por tipo de lâmpada

O procedimento utilizado para a realização desta análise foi o seguinte:

1. Criação de uma tabela com a separação do tipo lâmpada e respetiva potência por zona do hotel;
2. Sondagem do mercado LED para eleger o modelo com um fluxo luminoso equivalente;
3. Através da eficácia, calculou-se a redução da potência consumida por cada tipo de lâmpada;
4. Cálculo do somatório da redução de potência, de todos os tipos de lâmpada, por zona do hotel;
5. Nova estimativa dos consumos anuais de eletricidade.

Na Figura 7 é apresentada a nova distribuição do consumo de eletricidade por zona. Esta mudança representa uma diminuição de 81 [kW] na potência total consumida. A nível de fatura, a redução equivale a 625 558 [kWh/ano], o que corresponde a 81 333 €. Regista-se uma enorme redução na zona de circulação e lobby, cerca de 19%, seguida pelo estacionamento e balneários, 3% em cada zona.

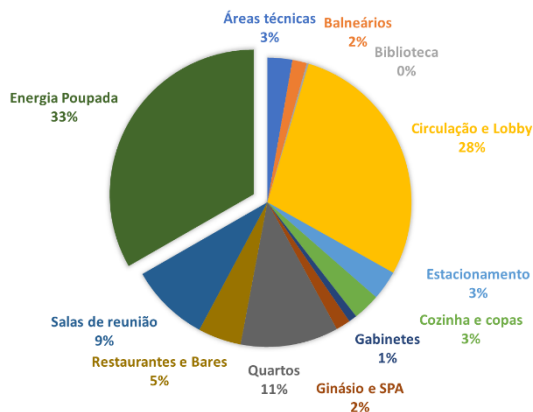


Figura 7 Estimativa Futura do Consumo de eletricidade em luminárias por zona do Hotel

Aumento da Área de Coletores Solares

Através de um estudo realizado, especificamente para a localização do EPIC SANA, estima-se que a instalação de mais 24 módulos produziram 96 612 [kWh/ano]. Esta contribuição na produção de AQS por coletores solares reduziria a necessidade de utilizar gás natural em 8721 [m³], correspondente a uma redução na fatura anual de 6054 [€]. A nível de GEE, obter-se-ia uma redução de 104 559 [kgCO₂]. As novas contribuições de cada sistema assumiriam o aspeto da Figura 8.

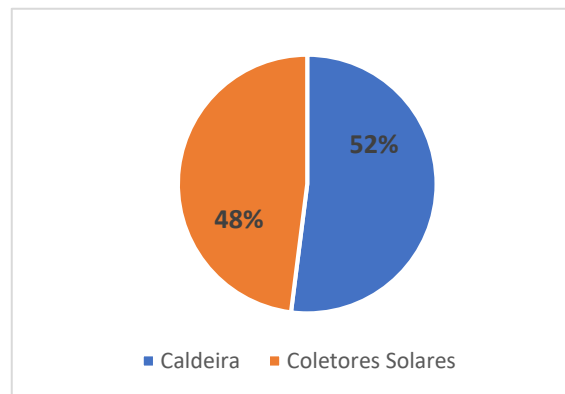


Figura 8 Elementos responsáveis pela produção de AQS

Substituição dos minibares

Cada minibar do EPIC SANA Hotel consome, anualmente, 328,5 [kWh/ano]. Este valor corresponde a uma classe energética baixa, pelo que se procuraram alternativas que cumprissem pelo menos dois requisitos: classe energética igual ou superior a A+ e, no caso de serem do tipo de compressão, devem utilizar um refrigerante natural com potencial de aquecimento global (GWP) ≤ 3 , como R290 ou R600a.

Com a implementação desta medida, poupar-se-iam 85 370 [kWh/ano], o que corresponde a 11 098 [€/ano] e equivale a 12 293 [kgCO₂]. O custo de implementação desta medida é de 81 420 €. De salientar que, caso esta medida seja implementada, o hotel pagará menos imposto por utilizar um equipamento energeticamente eficiente como previsto pelo PNAEE.

Conclusões

Do estudo realizado ao gás natural, conclui-se que existe uma forte dependência entre o consumo de gás natural na cozinha e o número de eventos realizados no EPIC SANA Lisboa. Por outro lado, a variável preponderante no consumo de gás natural pelas caldeiras é a temperatura média. Estas duas variáveis possuem uma relação inversa. Através da faturação do gás, constatou-se que 84% de todo o gás consumido no hotel é utilizado pelas caldeiras. As condições climáticas em Lisboa também são responsáveis pelas oscilações no consumo de eletricidade e de água do EPIC SANA Lisboa, registando-se uma relação direta entre as variáveis.

Assinalam-se algumas incongruências ao comparar-se os valores de consumo real de eletricidade e gás natural, com os valores estimados pelo SCE. No caso da eletricidade, calculou-se um valor 2,6 vezes superior ao estimado. Por outro lado, o gás natural registou um valor 3,5 vezes superior ao estimado. Conjetura-se que existam duas razões para os resultados do SCE ficarem muito aquém dos reais. Primeiro, porque foram utilizados, na simulação teórica, valores que não correspondem à realidade e, segundo, porque a situação energética do hotel sofreu mudanças drásticas no decorrer dos seis anos, entre as faturas utilizadas e o certificado.

A medida proposta com maior impacto na faturação do hotel é a substituição das luminárias utilizadas por outras com maior eficácia.

A implementação dos coletores solares, substituição dos minibares e luminárias envolve um custo total de 198 996 € e resultaria numa redução de 12,4% e 11,5% do consumo final de energia e das emissões de GEE, respetivamente.

Por fim, conclui-se que a falta de contadores parciais, para um registo dos consumos internos, resulta numa menor capacidade de entender o desempenho energético do edifício e adoção de estratégias de racionalização energética mais eficientes.

Referências

Comissão Europeia 2017 *The Energy Performance of Buildings Directive*

International Energy Agency Statistics Online: <https://www.iea.org/statistics/>

Khan N and Abas N 2011 Comparative study of energy saving light sources *Renew. Sustain. Energy Rev.* **15** 296–309 Online: <http://dx.doi.org/10.1016/j.rser.2010.07.072>