



**Escola Nacional
de Saúde Pública**

UNIVERSIDADE NOVA DE LISBOA

**O impacto da implementação de medidas de eficiência
energética no consumo de energia elétrica e na
sustentabilidade financeira hospitalar**

LI Curso de Especialização em Administração Hospitalar

Joana Isabel Libório Fernandes

Junho de 2023



Escola Nacional de Saúde Pública

UNIVERSIDADE NOVA DE LISBOA

O impacto da implementação de medidas de eficiência energética no consumo de energia elétrica e na sustentabilidade financeira hospitalar

Trabalho de Campo apresentado para cumprimento dos requisitos necessários à
obtenção do grau de Especialista em Administração Hospitalar realizado sob a
orientação científica da Professora Doutora Teresa Magalhães

Junho de 2023

A Escola Nacional de Saúde Pública não se responsabiliza pelas opiniões expressas nesta publicação, as quais são da inteira responsabilidade do seu autor.

“O futuro dependerá daquilo que fazemos no presente.”

Mahatma Gandhi

“You can’t have healthy people on a sick planet.”

Gary Cohen

Resumo

Introdução: Atendendo à atual crise climática e energética e ao movimento de mudança de paradigma sobre as políticas socioeconómicas, torna-se fulcral harmonizar a sustentabilidade energética, ambiental e financeira, mormente em ambiente hospitalar. O foco desta análise é o estudo do impacto da implementação de medidas de eficiência energética no consumo de energia elétrica e na sustentabilidade financeira hospitalar.

Metodologia: Estudo observacional ecológico de séries temporais interrompidas, com colheita de dados retrospectiva entre 1 de janeiro de 2015 e 31 de dezembro de 2022. Para avaliar o impacto da implementação das medidas de eficiência energética: metodologia de séries temporais interrompidas. Para avaliação do impacto das medidas ao nível populacional: comparação da tendência da evolução do *outcome* de interesse no período pré e pós-implementação da intervenção. Executada análise descritiva com medidas da tendência central e de dispersão, representadas em diagrama de dispersão. Modelado o consumo mensal da eletricidade com modelo de regressão linear ajustado a potenciais efeitos pandémicos COVID-19 e sazonalidade. Para avaliar o impacto financeiro: análise descritiva das frequências e calculada a média do gasto em energia elétrica e respetivo peso no orçamento global. Realizada análise comparativa de proporções, exibidas em gráfico de séries temporais com linhas de tendências lineares.

Resultados: Tendência ligeira de diminuição do consumo de eletricidade prévio ao efeito conjunto das intervenções, revelando uma redução acentuada após. Apesar dos gastos associados ao consumo de energia terem aumentado no ano de 2022, é notório o alinhamento das linhas de tendências lineares do consumo total de eletricidade e o peso dos gastos com a eletricidade, num sentido descendente.

Conclusão: A implementação das medidas de eficiência energética, teve retorno positivo verificando-se uma tendência de redução do consumo de energia acentuada após o efeito conjunto após a implementação das medidas em estudo. O retorno financeiro ainda não se verificou, corroborada pela bibliografia sobre o tema que defende um retorno financeiro a médio e longo prazo. Para o aumento dos custos associados à eletricidade, considera-se a conjuntura geopolítica-económica atual, a recuperação da pandemia COVID-19 e o conflito armado desde o fevereiro de 2022, precursor da crise energética vivida que estimulou a inflação no mercado energético. A implementação destas medidas serve de resposta para redução dos consumos de energia e dos seus gastos, cooperando na sustentabilidade financeira e ambiental.

Palavras-chave: Medidas Eficiência Energética; Green Hospitals; Sustentabilidade Ambiental.

Abstract

Introduction: In view of the current climate and energy crisis, as well as the movement towards changing paradigms in socioeconomic policies, it is essential to harmonise energy, environmental and financial sustainability, especially in the hospitals. The focus of this analysis is to investigate the impact of implementing energy efficiency measures on electricity consumption and financial sustainability of hospitals.

Methodology: Ecological observational study with interrupted time series, with retrospective data collection between January 1, 2015 and December 31, 2022. Assess the impact of implementing energy efficiency measures: interrupted time series method. Evaluate the impact of the measures at the population level: comparison of the trend of evolution of the outcome of interest in the period before and after the implementation of the intervention. Descriptive analysis with measures of central tendency and dispersion, presented in dispersion plots. Monthly electricity consumption modeled with a linear regression model adjusted for possible pandemic effects and seasonality of COVID-19. To assess the financial impact: descriptive analysis of frequencies and calculation of average electricity costs and their weight in the total budget. Comparative analysis of proportions, presented in a time series graph with linear trend lines.

Results: Slight trend of reduction in electricity consumption before the joint effect of the interventions, showing a sharp reduction afterwards. Despite the increase in energy consumption in 2022, the alignment of the linear trend lines of total electricity consumption and the weight of electricity consumption in a downward direction is clear.

Conclusion: The implementation of energy efficiency measures had a positive return, with a trend towards a significant reduction in energy consumption after the joint effect following the implementation of the measures studied. The financial return has not yet been verified, which is corroborated by the literature on the subject, which advocates a financial return in the medium and long term. The increase in the cost of electricity considers the current geopolitical-economic situation, the recovery from the COVID-19 pandemic and the armed conflict since February 2022, which preceded the energy crisis experienced and stimulated inflation in the energy market. The implementation of these measures comes as a response to the reduction of energy consumption and respective expenditure, contributing to financial and environmental sustainability.

Keywords: Energy efficiency measures; Green Hospitals; Environmental Sustainability.

Índice

INTRODUÇÃO.....	9
ENQUADRAMENTO TEÓRICO.....	11
Hospitais Sustentáveis.....	12
Eficiência Energética e Energias Renováveis	14
Panorama Nacional	15
OBJETIVOS	17
Objetivo Geral.....	17
Objetivos Específicos.....	17
METODOLOGIA	19
Desenho do Estudo	19
Fontes de Dados	19
População do Estudo.....	20
Intervenções: Medidas de Eficiência Energética Implementadas.....	22
Seleção das Intervenções em Estudo.....	24
Descrição das Variáveis em Estudo.....	25
ANÁLISE ESTATÍSTICA E TRATAMENTO DE DADOS.....	27
RESULTADOS	29
DISCUSSÃO	37
Discussão Metodológica	37
Discussão Dos Resultados	39
CONCLUSÕES.....	47
BIBLIOGRAFIA.....	49
ANEXOS.....	53
ANEXO I – Tabela consumo eletricidade pré e pós Intervenção.....	54
ANEXO II – Tabela ciclo semanal para fornecimento de energia.....	55
ANEXO III – Verificação dos pressupostos do modelo.....	56

ANEXO IV – Diagnóstico da média nula e variância constante.....	57
ANEXO V – Diagnóstico de autocorrelação	58

Índice de Tabelas

Tabela 1 - Análise do Modelo de Regressão Linear	30
---	----

Índice de Gráficos

Gráfico 1 - Caracterização do Hospital X quanto à produção durante o período de estudo.....	21
Gráfico 2 - Tendência do consumo pré e pós implementação da intervenção.....	27
Gráfico 3 - Comportamento do Consumo pré e pós intervenção.....	29
Gráfico 4 - Consumo de Eletricidade ao longo do ano 2022	30
Gráfico 5 – Tendência de consumo estimada pelo modelo de regressão linear.....	31
Gráfico 6 - Consumos de eletricidade em kWh e respectivas linhas de tendências	32
Gráfico 7 - Representação gráfica do orçamento global e da distribuição dos gastos do hospital X segregados em rubricas macro.	33
Gráfico 8 - Comportamento do peso orçamental da eletricidade no orçamento global	34
Gráfico 9 - Representação dos consumos elétricos e aos gastos associados	35

Índice de Fórmulas

Equação 1 - Modelo de Regressão Linear usado.....	28
--	----

Lista de Siglas, Abreviaturas e Acrónimos

% - Percentagem

€ - Euros

AQS – Águas quentes sanitárias

AVAC - Aquecimento, Ventilação e Ar Condicionado

ATW - Auto Transformer Winding

CO₂ – Dióxido de Carbono

COVID-19 - Coronavirus Disease 2019

DGS – Direção-Geral da Saúde

DM – Demora Média

ECO.AP – Programa de Eficiência de Recursos na Administração Pública

EEHX - Eficiência Energética no Hospital X

IC – Intervalo de Confiança

kWh - Quilowatt-hora

kVAr - KiloVolts-Amperes-Reativos

km – Quilómetros

LED - Light Emitting Diode

m – Metro

m² – Metros quadrados

m³ – Metros cúbicos

n^o - número

MW – Mega Watt

OMS - Organização Mundial de Saúde

PO SEUR – Programa Operacional de Sustentabilidade e Eficiência no Uso de Recursos

SNS – Serviço Nacional de Saúde

W – Watt (s)

INTRODUÇÃO

O presente trabalho de campo surge no âmbito do LI Curso de Especialização em Administração Hospitalar e integra a fase final do processo pedagógico de como requisito para a obtenção do reconhecimento como especialista em Administração Hospitalar e pretende aferir o impacto que a implementação de medidas energeticamente eficientes têm na sustentabilidade financeira hospitalar e na sua pegada ecológica.

Atendendo às discussões sobre a atual crise climática e energética e ao movimento de mudança de paradigma sobre as políticas sociodemográficas e financeiras, torna-se fulcral tentar combinar a sustentabilidade energética/ambiental com a financeira, nomeadamente em ambiente hospitalar. No que concerne à crise energética, potenciada pelos conflitos armados que se vivem na atualidade, uma das suas principais causas reside na dependência excessiva de fontes de energia não renováveis, sendo uma oportunidade para promover a sustentabilidade energética e acelerar a transição para fontes de energia renováveis, como a energia solar, eólica e hidroelétrica.

Neste contexto, as iniciativas e medidas governamentais locais e mundiais impelem os decisores a tomar medidas custo-efetivas sem prejuízo da contabilidade ambiental, apresentando programas, metas e fundos de incentivos à implementação de intervenções com vista à promoção das energias limpas, da economia circular assim como reduzir a dependência dessas fontes não renováveis e reduzir a emissão de gases com efeito de estufa. Em contexto hospitalar, apesar do exigente investimento inicial na implementação de medidas energeticamente sustentáveis, os hospitais podem beneficiar de retorno de longo prazo, tendo um impacto positivo no orçamento global hospitalar, não apenas por reduzir os custos com energia, mas também por melhorar a eficiência operacional (Voltoni *et al.*, 2014).

Dada a relevância desta matéria, presente e futuramente, tendo como local de estudo um Hospital com avançados projetos como *Green Hospital*, este estudo pretende demonstrar que as medidas energeticamente sustentáveis que foram implementadas têm repercussão nos consumos energéticos e que existe uma diminuição dos consumos de eletricidade; por outro lado pretende-se, igualmente, apurar qual o peso dos consumos no orçamento global hospitalar e qual o seu comportamento com a implantação das referidas medidas energeticamente sustentáveis.

No que respeita à estrutura do presente trabalho, este encontra-se organizado em sete capítulos. Sendo o primeiro referente à introdução, onde se apresenta primeiramente o tema de estudo, assim como a sua pertinência e contextualização; segue-se o enquadramento teórico da temática em estudo; no terceiro capítulo encontram-se apresentados os objetivos delineados para o trabalho; na metodologia, capítulo quatro, constam as estratégias e métodos adotados para concretizar os objetivos, onde com base nesta metodologia são apresentados os resultados aferidos no capítulo cinco. O capítulo seis e sete dizem respeito, respetivamente, à discussão e análise de resultados encontrados e à conclusão onde são expostas as principais conclusões alcançadas.

ENQUADRAMENTO TEÓRICO

Segundo a OMS, aproximadamente um quarto de todas as mortes e doenças ocorridas no mundo pode estar associado a fatores ambientais. (Karliner e Guenther, 2011) Estes fatores contribuem assim para um aumento da carga de doenças pelos graduais impactes das alterações climáticas relacionadas com a saúde, representado a “maior ameaça global do século XXI” (Bitencourt, 2006). Conforme referido no Guia para Hospitais Sustentáveis (ACSS, 2022) a estrutura internacional Saúde sem Dano / *Health Care Without Harm* admite que “Os efeitos combinados da mudança climática, da contaminação química e do uso não sustentável dos recursos agravam os problemas de saúde em todo o mundo”.

A saúde é parte indissociável e fundamental do conceito de desenvolvimento sustentável, por considerar os indivíduos na sua complexidade e incorporar a dimensão ambiental (Voltoni *et al.*, 2014). Constata-se, assim, a mútua influência entre a saúde dos seres humanos e meio ambiente reconhecendo a importância que a sustentabilidade ambiental representa para a melhoria do estado de saúde das comunidades, como também na eficiência na gestão dos recursos disponíveis, com medidas energéticas sustentáveis e na gestão dos resíduos.

Os pilares da sustentabilidade, necessários à medição do desempenho económico, ambiental e social, encontram-se nas estratégias organizacionais, contudo, ainda não estão integrados nas práticas de inovação de uma forma sistemática, ou seja, ainda não estão enraizadas na cultura organizacional (Froehlich *et al.*, 2018). Este desempenho permite que os gestores hospitalares tenham conhecimento das práticas mais eficientes para o hospital e assim, proceder a mudanças que permitam reduzir os consumos, produção de resíduos e os respetivos impactos ambientais (Pereira, 2013).

De acordo com a OMS, a sinergia entre a saúde e o meio ambiente, será o caminho para atingir e manter uma sustentabilidade ambiental associada aos cuidados de saúde prestados pelas instituições de saúde e conseguir, desse modo, quebrar o ciclo: impacte negativo no ambiente, que por sua vez vai agravar a saúde populacional, levando-a a recorrer cada vez mais às entidades hospitalares aumentando a pressão nessas organizações, contribuindo, assim, para o consumo de mais energia e produção de mais resíduos, que por conseguinte vão afetar negativamente o meio ambiente (ACSS, 2022).

Importa então encontrar medidas que reduzam o consumo de energia, água e produção de resíduos: sensibilizando os colaboradores para as práticas sustentáveis, a fim de facilitar e intensificar os fluxos de poupança, incitando ao desempenho individual e organizacional sustentáveis, por meio da criação de mecanismos automáticos de poupança, práticos, relevantes, mensuráveis e que possibilitem a eliminação de desperdícios. Este equilíbrio é um desafio para se concretizar atendendo à especificidade de uma instituição hospitalar, que para além da particular relevância no consumo energético e de outros recursos, pela magnitude dos seus edifícios e pela utilização ininterrupta dos mesmos gera uma contribuição para o impacto ambiental, que pode ser das mais danosas para o meio ambiente. De todo este contexto podem advir ineficiências, quer da perspectiva energética, quer da perspectiva de gestão, desperdícios e utilização dos recursos disponíveis (Bitencourt, 2006).

Hospitais Sustentáveis

Os hospitais são reconhecidos como grandes consumidores de quantidades de recursos naturais (renováveis e não renováveis) e como produtores de vastas quantidades de resíduos, sendo por isso, de extrema importância o estudo do seu impacto ambiental atendendo à sua pesada pegada ambiental (Pereira, 2013). Na realidade, se os hospitais do mundo fossem uma unidade ou representassem um país, seriam o 5º emissor de CO₂ a nível planetário. Aproximadamente 84% destas emissões respeitam ao uso e atividade dependentes de combustíveis fósseis, como é o caso do transportes e tratamento de resíduos (Gomes *et al.*, 2022). Segundo a ACSS, no ano de 2020, em Portugal, as instituições prestadoras de cuidados de saúde do SNS representaram perto de 15% do consumo de energia elétrica de todo o edificado da Administração Pública. (ACSS, 2022)

Reitera-se que a influência dos hospitais na saúde ambiental, é indiscutível, notando o avultado ónus do setor saúde na economia, assim como a relevância que estas estruturas têm na transição energética. Esta transição assenta num aumento de eficiência energética através da implementação de medidas para o uso de fontes de energias limpas renováveis “verdes”, com poder de redução significativo na emissão de gases com efeito de estufa enquanto protegem a saúde pública (Karlner e Guenther, 2011).

Perante estas questões, os nossos hospitais deveriam encaminhar-se na procura de estratégias para se tornarem mais “verdes e limpos”. Os *green hospitals* são hospitais sustentáveis. O conceito de "edifícios verdes" pode ser atribuído aos esforços

concertados das Nações Unidas, ao longo dos anos, para trazer para a ribalta a ideia de "sustentabilidade" em todos os aspetos do desenvolvimento humano. O primeiro esforço neste sentido foi a Conferência das Nações Unidas sobre o Ambiente Humano, realizada em 1972, em Estocolmo. Conforme citado por (Dhillon e Kaur, 2015) declaração desta conferência foi proclamado que "a proteção e a melhoria do ambiente humano é uma questão fundamental que afeta o bem-estar das pessoas e o desenvolvimento económico em todo o mundo, é o desejo urgente dos povos de todo o mundo e o dever de todos os governos". Apesar de não haver uma definição "oficial" que padroniza concretamente os *green hospitals*, a estrutura internacional Saúde sem Dano / *Health Care Without Harm* definiu-o como "*aquele que promove a saúde pública reduzindo continuamente seus impactos ambientais e eliminando, em última instância, sua contribuição para a carga de doenças. Um hospital verde e saudável reconhece a relação entre a saúde humana e o meio ambiente e demonstra esse entendimento por meio de sua governança, estratégia e operações. Ele conecta necessidades locais com suas ações ambientais e pratica prevenção primária envolvendo-se ativamente nos esforços da comunidade para promover a saúde ambiental, a equidade em saúde e uma economia verde.*"(Karliner e Guenther, 2011).

O paradigma atual passa por encontrar medidas que sustentem uma abordagem sustentável ambiental e financeira. Apesar do foco das instituições de saúde seja a prestação de cuidados de saúde e a gestão dos mesmos, é necessário atender às questões financeiras. Assim, "*a implementação de quaisquer tipos de medidas deve ser estudada e justificada técnica e economicamente e não deve comprometer a funcionalidade e operacionalidade das unidades de saúde.*" (ACSS, 2022).

A conceção da sustentabilidade não deve estar restrita ao que foi feito no passado nem apenas ao que será projetado para o futuro, é necessário que seja aplicada ao presente, considerando as consequências em todo o processo de desenvolvimento sustentável. Isso significa que a sustentabilidade deve ser abordada de forma dinâmica, considerando as necessidades e desafios atuais, sem perder de vista os impactos que podem ocorrer ao longo do tempo. É fundamental adotar uma abordagem holística, procurando o equilíbrio entre o desenvolvimento económico e a preservação do meio ambiente com práticas sustentáveis que possam ser implementadas e mantidas a longo prazo. O hospital sustentável mais que um conceito, precisará de ser uma conjuntura com sustentação legal, normativa e regulada de forma singular, assim como é basilar a formação dos profissionais que de alguma forma são envolvidos e possuem responsabilidade na concretização do projeto de um *green hospital* (Bitencourt, 2006).

Eficiência Energética e Energias Renováveis

A estrutura complexa e tecnológica necessária para atender às necessidades da população exige a busca por alternativas que preservem de forma mais eficaz a energia elétrica, fomentando o uso racional dos seus recursos. O objetivo é manter ou melhorar o padrão e a qualidade dos serviços/cuidados de saúde prestados e em paralelo reduzir o consumo energético e os custos a ele inerentes.

A eficiência energética “está relacionada com a necessidade de utilização de técnicas e práticas voltadas para o uso da energia com melhor aproveitamento e menor custo, podendo ser entendida como uma atividade que procura otimizar o uso das fontes de energia, não comprometendo a qualidade de vida ou o desempenho da produção.”(Schneider et al., 2017). A promoção da eficiência energética envolve a adoção de medidas que reduzem o consumo de energia, como o uso de equipamentos mais eficientes, a melhoria da eficiência dos sistemas de aquecimento, ventilação e ar-condicionado, o investimento em iluminação de baixo consumo energético, entre outras práticas. Ao reduzir o consumo de energia, é possível diminuir as emissões geradoras de gases com efeito de estufa associadas à produção de eletricidade, especialmente quando essa eletricidade é gerada a partir de fontes de energia não renováveis, como o carvão. Portanto, a promoção da eficiência energética e a utilização racional dos recursos hídricos são aspetos cruciais para enfrentar os desafios ambientais atuais. Ao adotar práticas sustentáveis nessas áreas, as entidades do setor da saúde contribuem para a mitigação das mudanças climáticas, reduzem os seus impactos ambientais e garantem a disponibilidade de recursos naturais essenciais para o funcionamento adequado das unidades de saúde (ACSS, 2022).

Algumas destas medidas energéticas sustentáveis assentam na utilização direta de fontes de energia renováveis, promovendo a autonomia energética hospitalar, reduzindo a dependência de fontes de energia não renováveis, além de contribuir para a diminuição da pegada de carbono e melhorar a resiliência do hospital a longo prazo.

O acesso a fontes de energia renováveis representa um dos fatores basilares para a indispensável classificação de um hospital como sustentável, visto que se trata da promoção da capacitação da construção ao máximo de acesso a fontes de energia renováveis (solar, eólica, solar fotovoltaica, geotérmica, marinha, biomassa, biogás ou por células de hidrogênio) (Bitencourt, 2006). Destas medidas de redução de consumo energético, destacam-se o Solar Térmico – uso de coletores solares térmicos na produção de águas quentes sanitárias (AQS), sendo igualmente usadas no apoio a sistemas de climatização e o Solar Fotovoltaico – utilização de painéis com células

fotovoltaicas, considera-se uma tecnologia atraente no rendimento dos recursos endógenos utilizados na produção de energia elétrica para autoconsumo (ECO.AP, 2020). Atendendo ao elevado número de horas de exposição solar em Portugal, tem um potencial relevante e o seu uso tem vindo a evoluir favoravelmente ao longo dos últimos anos. Segundo Bitencourt (2006) “*A Energia Solar fotovoltaica é considerada uma energia renovável por excelência*”. Em meio hospitalar esta energia pode ter múltiplas finalidades de autoconsumo, quer no aquecimento de água e/ou de ambientes, além da autoprodução de iluminação. A produção de energia solar fotovoltaica surge da conversão da energia incidente em materiais semicondutores, proveniente da radiação solar, em eletricidade, através do efeito fotoelétrico.(ECO.AP, 2020)

Panorama Nacional

Em Portugal, a eficiência energética nos hospitais tem sido cada vez mais valorizada, uma vez que os custos com energia representam uma grande fatia do orçamento hospitalar. Além disso, existe uma crescente preocupação com o impacto ambiental das atividades hospitalares, o que tem incentivado a adoção de práticas sustentáveis. (ERSE, 2017)

A Agenda 2030 é um plano de ação que pretende erradicar a pobreza em todas as suas formas e proteger o planeta, abordando as diferentes dimensões do desenvolvimento sustentável (ambiental, social e económico) e incentiva a promoção da saúde e do bem-estar como um dos seus objetivos. Está alicerçada em 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável, e para que estes sejam atingidos é necessário um empenho da sociedade civil em geral, principalmente de governos, organizações públicas e privadas, *stakeholders* e decisores também não-governamentais (Costa, 2019). O impacto dos ODS 2030 na economia hospitalar é significativo, pois a agenda tem como objetivo promover uma economia mais sustentável e inclusiva. Isso significa que os hospitais e outras instituições de saúde devem se concentrar em práticas ambientalmente responsáveis, incluindo a redução do consumo de energia e água, a gestão adequada de resíduos e a minimização da pegada de carbono (United Nations, 2015). Essas práticas podem ter um impacto positivo na economia hospitalar, pois podem levar a uma redução nos custos operacionais, como a redução do consumo de energia e água, bem como a uma melhoria na qualidade dos serviços de saúde prestados, o que pode atrair mais utentes e aumentar a receita. (ERSE, 2017)

Integrado no programa de fundos comunitários para o desenvolvimento económico, social e territorial - Portugal 2020, que decorreu entre 2014 e 2020, surge o PO SEUR

– Programa Operacional de Sustentabilidade e Eficiência no Uso de Recursos, com o objetivo manter o crescimento com foco na sustentabilidade e melhor gestão e eficiência na utilização dos recursos. Este encontra-se descrito no “Manual de Eficiência Energética para a Administração Pública”, onde são apresentados informações de caráter técnico e comportamental com o intuito de “apoiar na implementação de medidas de melhoria de eficiência energética nos edifícios públicos.” (ECO.AP, 2020). Este Programa assenta em três ideias basilares: na prevenção de riscos e adaptação às alterações climáticas; na proteção do ambiente e promoção da eficiência de recursos e a transição para uma economia de baixo carbono, com foco na eficiência energética. (ECO.AP, 2020).

Recentemente do resultado da execução do ECO.AP 2030 pelas entidades da Administração Pública, foram delineados metas e requisitos para as instituições de saúde se alinharem, resultando no cumprimento das seguintes metas associadas:

“a) Eficiência energética: contribuir para uma redução de 40 % dos consumos de energia primária;

b) Autoconsumo: contribuir para que 10 % do consumo de energia seja abastecido através de soluções de autoconsumo com origem em fontes de energia renovável;

c) Eficiência hídrica: contribuir para uma redução hídrica de 20 % no consumo;

d) Eficiência material: contribuir para uma redução material de 20 %;

e) Reabilitação e beneficiação de edifícios: contribuir para alcançar 5 % de taxa de renovação energética e hídrica de edifícios abrangidos pelo ECO.AP”

(ECO.AP, 2020)

Em última instância, independente do local ou contexto onde se pretende criar um *green hospital*, cada instituição deverá personalizar as suas estratégias operacionais de sustentabilidade alinhadas com as suas dinâmicas, ambiente envolvente, necessidades e recursos disponíveis.

O objetivo não é padronizar os *green hospitals* na sua constituição, mas sim incentivar a utilização do meio ambiente a seu favor de forma inteligente desprovido de obrigações de medidas a usar, apenas com o compromisso de obter resultados na diminuição dos consumos e do peso da sua pegada ecológica, seja por meio da energia eólica, biomassa ou solar, o foco será promover a saúde humana, a saúde ambiental e a sustentabilidade em todas as áreas da atuação hospitalar (Schneider et al., 2017).

OBJETIVOS

Para o presente trabalho foram delineados os seguintes objetivos:

Objetivo Geral

Este projeto tem como objetivo estudar qual o impacto financeiro no orçamento global do Hospital X resultante de implementação de medidas energeticamente sustentáveis, através da comparação dos consumos energéticos e custos associados antes e depois da implementação das medidas, entre o período de 01 de janeiro de 2015 e 31 de dezembro de 2022.

Objetivos Específicos

Como complemento foram definidos os seguintes objetivos específicos com o propósito de clarificar o objetivo geral:

- Perceber se as medidas energéticas implementadas têm repercussão nos consumos energéticos;
- Apurar qual o impacto financeiro das intervenções energeticamente sustentáveis nos gastos e no orçamento global do Hospital X.
- Verificar se existe uma diminuição dos consumos de eletricidade, especificamente a associada à intervenção Medida 2. Turn on dos coletores solares (janeiro 2022);
- Perceber se existe uma diminuição dos consumos de eletricidade, especificamente a associada à intervenção Medida 3. Turn on dos Painéis Fotovoltaicos (abril 2022);

METODOLOGIA

Neste capítulo pretende-se descrever a metodologia adotada na realização do presente estudo, explanando o desenho do estudo e a planificação da estrutura do plano de investigação, atendendo aos objetivos delineados.

Desenho do Estudo

Considerando a linha de investigação adotada perante os objetivos delineados, trata-se de um estudo observacional ecológico de séries temporais interrompidas, com período de colheita de dados retrospectiva entre 1 de janeiro de 2015 e 31 de dezembro de 2022.

Fontes de Dados

Foi solicitada a autorização para o pedido dos dados referentes à produção hospitalar, gastos, orçamentos e consumos de eletricidade, gás e água, necessários à realização do estudo, ao Presidente do Conselho de Administração, tendo sido concedida, com a condição de manter o anonimato da instituição. Deste modo, foram solicitados e recolhidos os seguintes dados, referentes ao período temporal entre 1 de janeiro de 2015 e dezembro de 2022, aos seguintes departamentos do Hospital X:

- **Serviço de Instalações e Equipamentos:**

- Total consumo anual eletricidade (kWh);
- Total consumo anual água (m³);
- Total consumo anual gás (kWh);
- Leitura mensal detalhada do consumo de eletricidade (kWh);
- Leitura mensal do consumo de gás (kWh)
- Leitura mensal do consumo de água (m³)

- **Planeamento e Controlo de Gestão:**

- Demora média anual, em dias;
- Número de altas/saídas anual;
- Número de admissões/entradas anual;
- Número de camas de internamento anual (lotação média anual praticada);

- **Serviço de Gestão Financeira:**

- Orçamento global anual (€);
- Total de gastos anuais (€);
- Total de gastos anuais com fornecimento e serviços externos (€);
- Total de gastos operacionais anuais (€);
- Total de gastos anuais com eletricidade, água e gás (€);
- Total de gastos anuais com eletricidade (€);
- Total de gastos anuais com água (€);
- Total de gastos anuais com gás (€).

População do Estudo

A população em estudo diz respeito aos gastos e consumos de energia elétrica do Hospital X, na sua manutenção e utilização enquanto edifício e pelos utentes e funcionários do mesmo.

O Hospital X integra a rede de organizações de saúde do SNS, destacando-se pela diversidade da sua capacidade de resposta em todas as áreas médicas e compreendendo no seu leque de oferta técnicas e especialidades únicas no cenário hospitalar nacional. Inserido numa região de alta densidade populacional e multicultural, presta cuidados diretos a uma população de cerca de 332 mil habitantes, atendendo cerca de 1,2 milhões de utente por ano (INE, 2021).

A estrutura organizacional do Hospital X distribui-se em 3 áreas distintas: ação médica; apoio geral e logística e a área de apoio técnico de suporte à prestação de cuidados. A sua atividade assistencial inclui as valências do internamento, urgências e ambulatório.

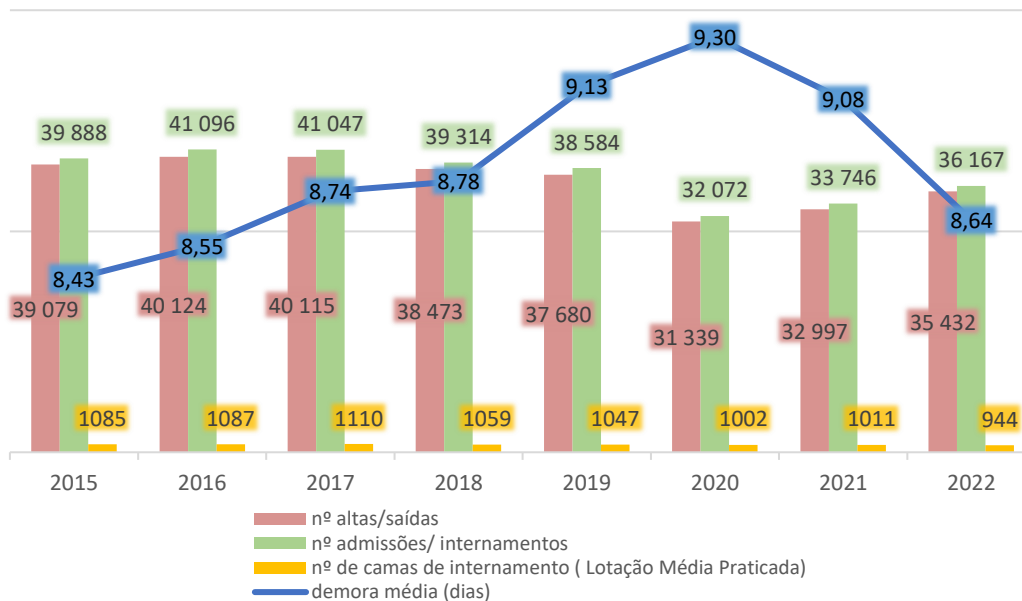


Gráfico 1 - Caracterização do Hospital X quanto à produção durante o período de estudo.

O edifício do Hospital X, possui uma área bruta de construção de aproximadamente 160 m². No concerne às suas instalações, em 2021, este edifício comportava:

- 4.500 portas;
- 5.400 janelas;
- 60 km de rede de águas;
- 350 km de rede elétrica;
- 15.000 lâmpadas;
- 63 *chillers*;
- 99 termoacumuladores;
- 300 candeeiros de iluminação exterior;
- 1.000 unidades de ar condicionado tipo *Split*.

O Orçamento do Hospital X está integrado no Orçamento do Estado, sendo financiado por conta da produção e responde a 2 Tutelas: financeira (Ministério das Finanças) e sectorial (Ministério da Saúde). Neste contexto, procura manter-se num cenário de equilíbrio económico e financeiro sustentável, em conformidade com o contrato-programa vigente, tendo como premissa orientadora exigentes critérios de economia, qualidade, eficácia e eficiência.

Atendendo à sustentabilidade ambiental e financeira, o Hospital X desenvolveu um programa de adoção de estratégias e práticas “amigas do ambiente” incluídas no plano de ação e de atividades para se estabelecer como “*Green Hospital*”, com vista a diminuir a pegada ecológica. A gestão racional de resíduos, o projeto de desmaterialização dos processos físicos, assim como a utilização de energias renováveis e promoção de uma política de responsabilidade social promotora de um equilíbrio ambiental.

Foi neste enquadramento que o no ano 2017, o Hospital X arrancou com o EEHX - Eficiência Energética no Hospital X, tratando-se de um “empreendimento com duas dimensões: diminuir a pegada ecológica de um hospital que é uma cidade dentro da cidade e ganhar eficiência em termos de custos.” (Reis, 2022). Este projeto pressupõe a implementação de um conjunto de medidas de eficiência energética com repercussão ao nível dos maiores focos de consumo energético do Hospital X, que agravam a classificação energética do mesmo.

Intervenções: Medidas de Eficiência Energética Implementadas

M1. Substituição das lâmpadas existentes por tecnologia LED, para iluminação interior;

Os dispositivos de iluminação existentes, na sua grande maioria estão equipados com lâmpadas do tipo fluorescente (aproximadamente 12 mil lâmpadas). Esta medida visou a substituição de lâmpadas do tipo T8 por lâmpadas do tipo LED e os dispositivos de iluminação do tipo “*downlight*” por novos do tipo LED.

∴ Medida sem registo de datas específicas de implementação, sabendo-se que decorreu entre os anos 2017 e 2022.

M2. Instalação de coletores solares térmicos para pré-aquecimento de água quente sanitária;

Instalação de um sistema solar térmico para um pré-aquecimento das águas quentes sanitárias, de circulação forçada, com uma área aproximada de 200 m² de coletores solares.

∴ Medida com data de início de implementação de janeiro de 2022.

M3. Instalação de Sistema de módulos fotovoltaicos para autoconsumo;

Instalação de uma unidade de produção para autoconsumo, tendo sido instalados cerca de 3,200 painéis solares fotovoltaicos de 300 W, numa área total de instalação em aproximadamente 4000 m², perfazendo um total de 980 kW, sendo este valor adjacente ao limite máximo de potência autorizada, os 1000 kW, para esta categoria de projetos regulados pelo Decreto-Lei nº 162/2019 de 25 de outubro. (República Portuguesa, 2019)

∴ Medida com data de implementação de abril de 2022.

M4. Instalação de Sistema Centralizado de produção de fluido térmico AVAC;

Obtenção de água refrigerada através de unidades de produção de água gelada através de 3 “chillers” e 1 bomba de calor. A água quente é conseguida através de 3 meios distintos: pela recuperação gerada nos “chillers”, pelos coletores solares térmicos e através de caldeiras industriais a gás natural.

∴ Medida com data de implementação de maio de 2022.

M5. Instalação de Sistema de eficiência e economia energética;

Instalação de um dispositivo de eficiência e economia de energia com recurso à tecnologia ATW, que tende a contrabalançar o desequilíbrio das fases e diminuir a corrente de neutro. Resulta numa poupança de energia por a potência ativa consumida ser igual por fase, tendendo para zero a corrente de neutro.

∴ Medida com data de implementação de desconhecida.

M6. Instalação de Sistema de Gestão Técnica Centralizada;

Este sistema tem como função primordial assegurar a operacionalidade, vigilância e controlo de toda a instalação, assim como dar suporte à manutenção e à exploração do edifício, e todas as instalações técnicas associadas (AVAC, elétricas, iluminação, elevadores, automatismos, etc.) Permite, ainda, a racionalização dos seus consumos energéticos e respetivos custos de exploração.

∴ Medida com data de implementação desconhecida.

M7. Substituição de Caixilhos.

Esta medida visou a substituição de vãos de janelas e de porta em ferro e vidros simples, por caixilhos em alumínio com corte térmico, tendo sido instalados cerca de 7500 m² de área de janelas eficientes. Tendo resultado numa redução sensível do ruído, influenciando não só o conforto térmico, como também o sonoro.

∴ Medida sem registo de datas específicas de implementação, sabendo-se que teve início em 2017 com término em dezembro de 2021.

Seleção das Intervenções em Estudo

Atendendo aos objetivos delineados e às limitações do estudo encontradas, foi realizado o cruzamento da informação aferida no período do estudo, com a análise dos dados disponibilizados e com a análise das medidas implementadas e suas especificidades.

Deste modo a escolha recaiu nas medidas que influenciam direta e indiretamente o consumo de eletricidade:

M1. Substituição das lâmpadas existentes por tecnologia LED, para iluminação interior;

M2. Instalação de coletores solares térmicos para pré-aquecimento de água quente sanitária;

M3. Instalação de Sistema de módulos fotovoltaicos para autoconsumo;

M7. Substituição de Caixilhos.

Analiticamente foi tido em consideração o período de início da implementação da intervenção associada às medidas, renomeadas como **M2. *Turn on* coletores solares** e **M3. *Turn on* painéis fotovoltaicos**, pela existência de datas exatas de início da implementação das medidas, com início em janeiro e abril de 2022, respetivamente. Na avaliação global e discussão dos resultados foi tida em consideração a influência das restantes medidas energéticas.

Descrição das Variáveis em Estudo

As variáveis dependentes dizem respeito ao *outcome* financeiro e aos consumos de eletricidade prévios e após a aplicação das intervenções associadas às medidas energeticamente sustentáveis aplicadas:

Variáveis Dependentes relacionadas com o Consumo de Eletricidade:

- Vazio normal - Consumo, em kWh, de períodos horário com custo de energia mais baixo;
- Super vazio – Consumo, em kWh, de períodos horário com custo de energia mais baixo;
- Ponta - Consumo, em kWh, de períodos horário com custo de energia mais elevado;
- Cheia – Consumo, em kWh, de períodos horário com custo de energia mais elevado;
- Consumo total de eletricidade – Variável única de consumo em análise, que resulta do somatório das variáveis vazio normal, super vazio, ponta e cheia, em kWh.
- Energia Reativa Consumida Fora do Vazio - Consumo, em kVAr, de períodos horário de energia apenas faturada durante as horas de ponta e horas cheias;
- Potência contratada – Valor máximo de eletricidade contratada que a instalação pode receber, em kWh;
- Potência média em hora de ponta – Quociente entre a energia fornecida em horas de ponta e o número de horas de ponta no período a que a fatura respeita, em kWh.

As variáveis supracitadas dizem respeito às leituras dos consumos de eletricidade e tipologias descritas correspondentes, conforme tabela do Anexo I.

A definição do custo das variáveis supramencionadas é conforme horário estabelecido na tabela disponível para consulta no Anexo II.

Variáveis Dependentes relacionadas com o Gastos:

- Orçamento global - Balanço das receitas e despesas globais associados ao Hospital X, em €, durante o período em estudo;
- Total de Gastos – Custos globais associados a todos os gastos pelo Hospital X, em €, durante o período em estudo;

- Total de gastos Eletricidade - Custo associado à despesa com Eletricidade, pelo Hospital X, em €, durante o período em estudo;
- Total gastos Eletricidade, Água e Gás - Somatório dos custos associados à despesa com Eletricidade, consumo de água e gás, pelo Hospital X, em €, durante o período em estudo;
- Peso dos gastos com eletricidade nos gastos globais - Representatividade em % que o peso dos custos associados aos gastos com o consumo de eletricidade tem no nos gastos globais do Hospital X, durante o período em estudo;
- Peso dos gastos de eletricidade, água e gás no orçamento global - Representatividade em % que o somatório dos pesos dos custos associados aos gastos com o consumo de eletricidade, de água e de gás tem no orçamento global do Hospital X, durante o período em estudo;
- Peso dos gastos com eletricidade no orçamento global - Representatividade em % que o peso dos custos associados aos gastos com o consumo de eletricidade tem no orçamento global do Hospital X, durante o período em estudo.

No que respeita às variáveis independentes, estas dizem respeito ao tempo e às medidas implementadas em estudo que vão influenciar os resultados:

- Tempo em que decorre o estudo – Tempo, em meses, do início ao final do estudo;
- Tempo pós-implementação de medidas – Tempo, em meses, desde a implementação da medida M2+M3: Turn on coletores solares + painéis fotovoltaicos;
- Intervenção: Medida Energética M2+M3: Turn on coletores solares + painéis fotovoltaicos – variável que toma valor 0 no período pré e valor 1 no período pós-implementação.

ANÁLISE ESTATÍSTICA E TRATAMENTO DE DADOS

Para a avaliação do impacto da implementação das medidas de eficiência energética foi utilizada a metodologia de séries temporais interrompidas. Esta metodologia é recomendada na literatura (Bernal, Cummins e Gasparrini, 2017) (Raitzer, Blondal e Sibal, 2019) para avaliação do impacto das medidas ao nível populacional e consiste na comparação da tendência da evolução do *outcome* de interesse no período pré e pós-implantação da intervenção (M2. *Turn on* coletores solares (janeiro 2022) + M3. *Turn on* painéis fotovoltaicos (abril 2022)), conforme no Gráfico 2.

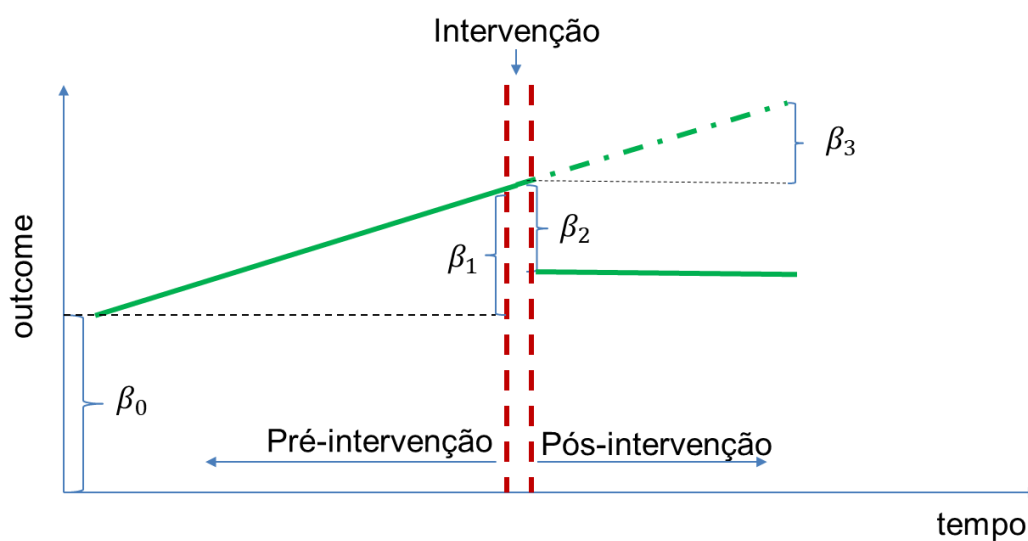


Gráfico 2 - Tendência do consumo pré e pós implementação da intervenção.

Numa primeira fase, foi realizada uma análise descritiva dos consumos de energia utilizando medidas da tendência central e de dispersão. A distribuição do consumo mensal no período pré e pós implementação das medidas que visam melhorar a eficiência energética foi representada graficamente através de um diagrama de dispersão.

Numa segunda fase, o consumo mensal da eletricidade foi modelado utilizando um modelo de regressão linear, tendo sido incluídas no modelo como variáveis independentes: o tempo em meses desde o início do estudo, a intervenção/medida de eficiência energética e o tempo em meses desde a implementação da medida. Tendo em conta o curto espaço de tempo entre a implementação da intervenção M2. *Turn on* coletores solares e a intervenção M3. *Turn on* painéis fotovoltaicos o período do tempo entre as duas intervenções foi excluído do modelo de regressão linear. Optou-se, assim

pela avaliação do efeito combinado das intervenções M2+M3. O modelo foi, também, ajustado para potenciais efeitos de pandemia e sazonalidade nos consumos energéticos ao nível hospitalar visto a implementação das medidas de eficiência energética ter coincido com o tempo de contingência pela COVID-19. (Equação 1).

$$Y_t = \beta_0 + \beta_1 \text{Tempo}_t + \beta_2 \text{Intervenção}_t + \beta_3 \text{Tempo pos intervenção}_t + \beta_4 \text{Covid}_t + \beta_5 \text{Mês}_t + \varepsilon_t$$

Equação 1- Modelo de regressão linear usado

Os pressupostos de aplicação do modelo foram verificados usando métodos gráficos e analíticos. Nomeadamente, para avaliar a normalidade da distribuição dos resíduos foi utilizado o teste de Shapiro-Wilk (Anexo III). Para avaliar o pressuposto da média nula e variância constante dos resíduos foi usado diagrama de dispersão (Anexo IV). Para investigar se os resíduos são independentes entre si, i.e. (que não apresentam autocorrelação) foi utilizado teste de Breusch-Godfrey (Anexo V).

Salienta-se que esta avaliação teve como base os valores dos consumos energéticos usados dizem respeito aos valores totais de consumo de energia e não a valores parcelares (ex.: vazio, cheia, ponta, etc.), mas sim ao seu somatório.

Para a avaliação do impacto financeiro das intervenções energeticamente sustentáveis nos gastos e no orçamento global hospitalar, recorreu-se a uma análise descritiva das frequências, calculada a média como medida de tendência central para descrever o comportamento dos gastos em eletricidade e do peso do mesmo na globalidade orçamental durante o período do estudo. Numa segunda fase foi realizada uma análise comparativa com cálculos de percentagens a fim de expressar o peso do consumo em eletricidade no orçamento e gastos globais. Por fim, foram criadas representações gráficas de séries temporais com linhas de tendências lineares. Esta metodologia é recomendada na literatura para examinar e compreender tendências e comportamentos em conjuntos de dados ao longo do tempo.(Reis, 2016)

De referir que foram excluídos os custos alocados à taxa de contribuição audiovisual, a fim de evitar viés sobre o real consumo de eletricidade e os custos inerentes diretamente ao mesmo.

Na análise e tratamento dos dados foram usados os softwares: o MS Excel® para Microsoft® 365 MSO (versão 2207), R versão 4.3.0 e o IBM® SPSS Statistics® versão 28.0.1.0 (142).

RESULTADOS

Consumo de Eletricidade

Pelo modelo de regressão linear utilizado, verifica-se que já existia uma tendência de um ligeiro decréscimo do consumo, anterior à implementação da intervenção energética no período prévio à implementação da primeira intervenção – M2. *Turn on* coletores solares (janeiro 2022). Contudo, após a implementação da M2+M3: *Turn on* coletores solares e *Turn on* dos painéis fotovoltaicos (janeiro 2022 - abril 2022) verifica-se uma mudança da tendência e o decréscimo do consumo de energia passou a ser mais acentuado.

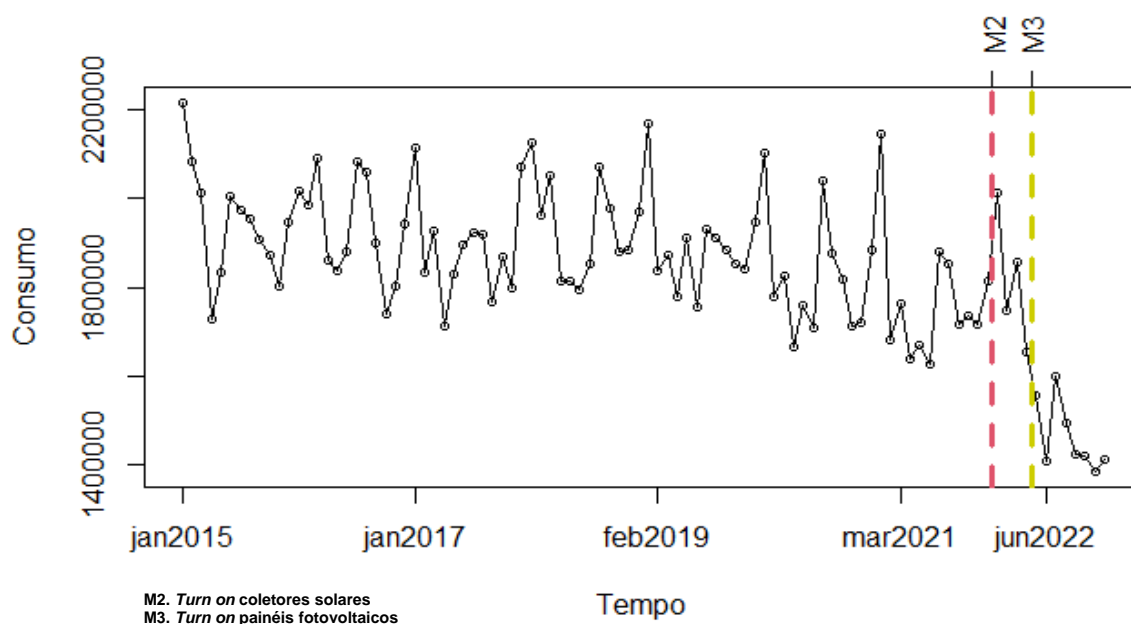


Gráfico 3 - Comportamento do consumo pré e pós intervenção.

Após a intervenção M2 acontece uma mudança, onde se verifica no gráfico 3 um comportamento, nitidamente, diferente após a linha vermelha, representativa da ocorrência da intervenção e a linha amarela, que respeita à M3, onde se verifica que é ainda mais notória a queda do consumo de energia elétrica.

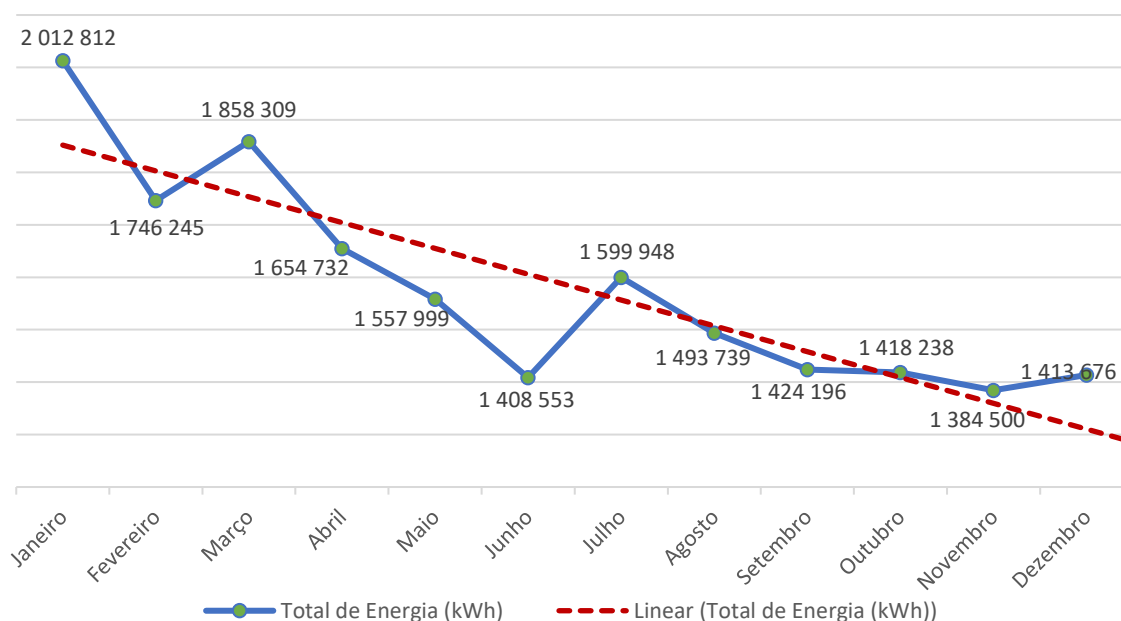


Gráfico 4 - Consumo de eletricidade ao longo do ano 2022.

Entre janeiro de 2015 e dezembro de 2022 o consumo medio mensal da eletricidade (total) foi de 1868851 kWh. O gráfico 4 é representativo do consumo de eletricidade em kWh durante o ano 2022, com uma marcada linha de tendência linear reveladora de um comportamento descendente, corrobora a tendência de economia detetada no consumo. Através do modelo de regressão linear, observado na Tabela 1, procurou-se explicar que factos poderiam explicar o consumo de energia.

	β	IC 95%	Valor-p
Tempo pré-intervenção	-1782,0	-2568,9 a -995,0	<0,001
Intervenção (M2+M3)	-217499,3	-343489,7 a -91508,9	0,001
Tempo pós-intervenção	-23737,6	-46929,2 a -545,8	0,048
Covid	-43909,0	-92707,5 a 4889,5	0,082

Tabela 1- Análise do Modelo de Regressão Linear

Desde janeiro de 2015 verificou-se uma tendência decrescente no consumo de energia (valor-p <0,001), que acelerou de forma significativa após a implementação das medidas de eficiência energética (valor-p <0,048). Adicionalmente, verificou-se uma alteração significativa imediata no consumo de eletricidade de -217499,3 kWh (IC 95%: -343489,7 a -91508,9 após M2+M3: *Turn on* coletores solares e *Turn on* painéis fotovoltaicos, significando uma redução do consumo em mais de 200000 kWh.

Portanto, significa que após a implementação das medidas de eficiência energética, a taxa de redução no consumo de energia aumentou de forma estatisticamente significativa. O valor-p < 0,5 sugere fortemente que essa aceleração na redução do consumo de energia não foi devida ao acaso, mas sim como resultado das medidas implementadas.

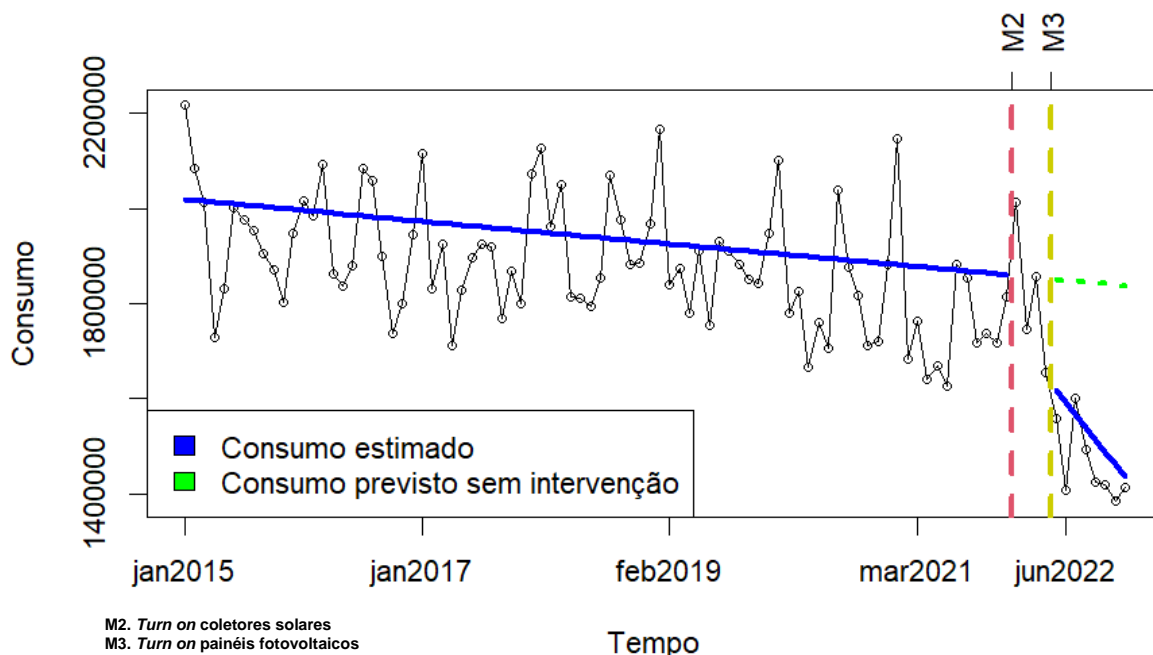


Gráfico 5 - Tendência do consumo estimado pelo modelo de regressão linear.

Em termos relativos, o gráfico 5 diz respeito a quanto vai reduzir cada mês, sendo a tendência associada ao consumo estimado indicado na linha de tendência a azul, congruente com a análise apontada pelo modelo de regressão linear aplicado, a fim de saber quanto se reduz de consumo de imediato após intervenção, conseguindo-se ter ideia a da magnitude da redução.

O comportamento do consumo durante o período em estudo foi representado graficamente no gráfico 6, com marcação das linhas de tendência do consumo total e médio por ano, em kWh.

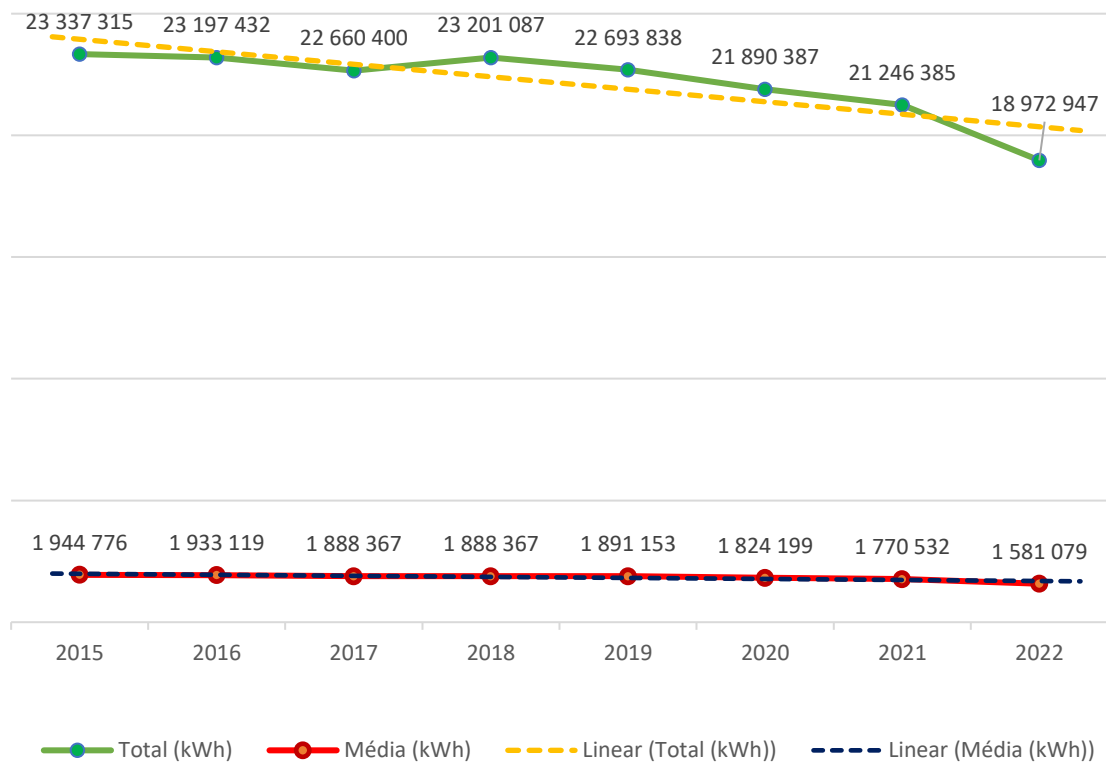


Gráfico 6 - Consumos de eletricidade em kWh e respetivas linhas de tendências

Estas informações indicam que as medidas de eficiência energética foram eficazes em promover uma redução significativa no consumo de energia, demonstrando a sua importância na sustentabilidade e na economia deste recurso energético.

Gastos

Para a análise dos gastos, partiu-se de uma visão macro do plano financeiro do hospital para uma perspetiva particular, a fim de conseguir perceber a distribuição e categorização dos gastos, explorando especificamente os que estão associados às variáveis em estudo, portanto os associados aos consumos de energia elétrica e como se comportam em resposta às medidas de eficiência energética implementadas.

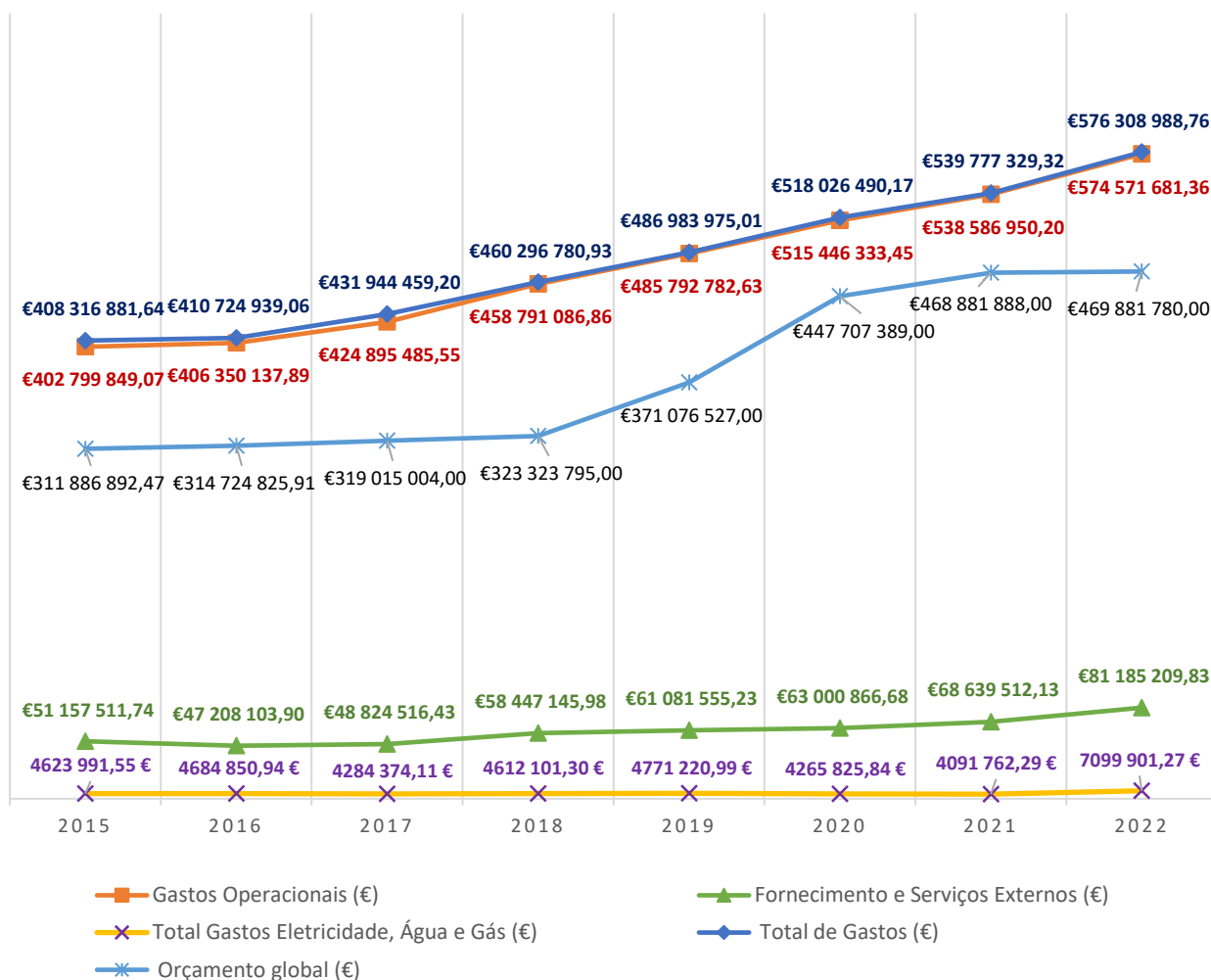


Gráfico 7 - Representação gráfica do orçamento global e da distribuição dos gastos do hospital X segregados em rubricas macro.

Na representação gráfica (gráfico 7) encontra-se explanado o comportamento do orçamento hospitalar e a distribuição dos gastos do hospital X segregados em macro rubricas, ao longo dos anos em estudo. Podemos observar que os gastos do hospital X se distribuem em 3 grandes categorias: gastos operacionais, fornecimento e serviços externos e gastos associados aos consumos de eletricidade, água e gás. Os gastos operacionais representam a maior parcela dos gastos totais, sendo que o somatório dos gastos com a eletricidade, água e gás corresponde à menor fração.

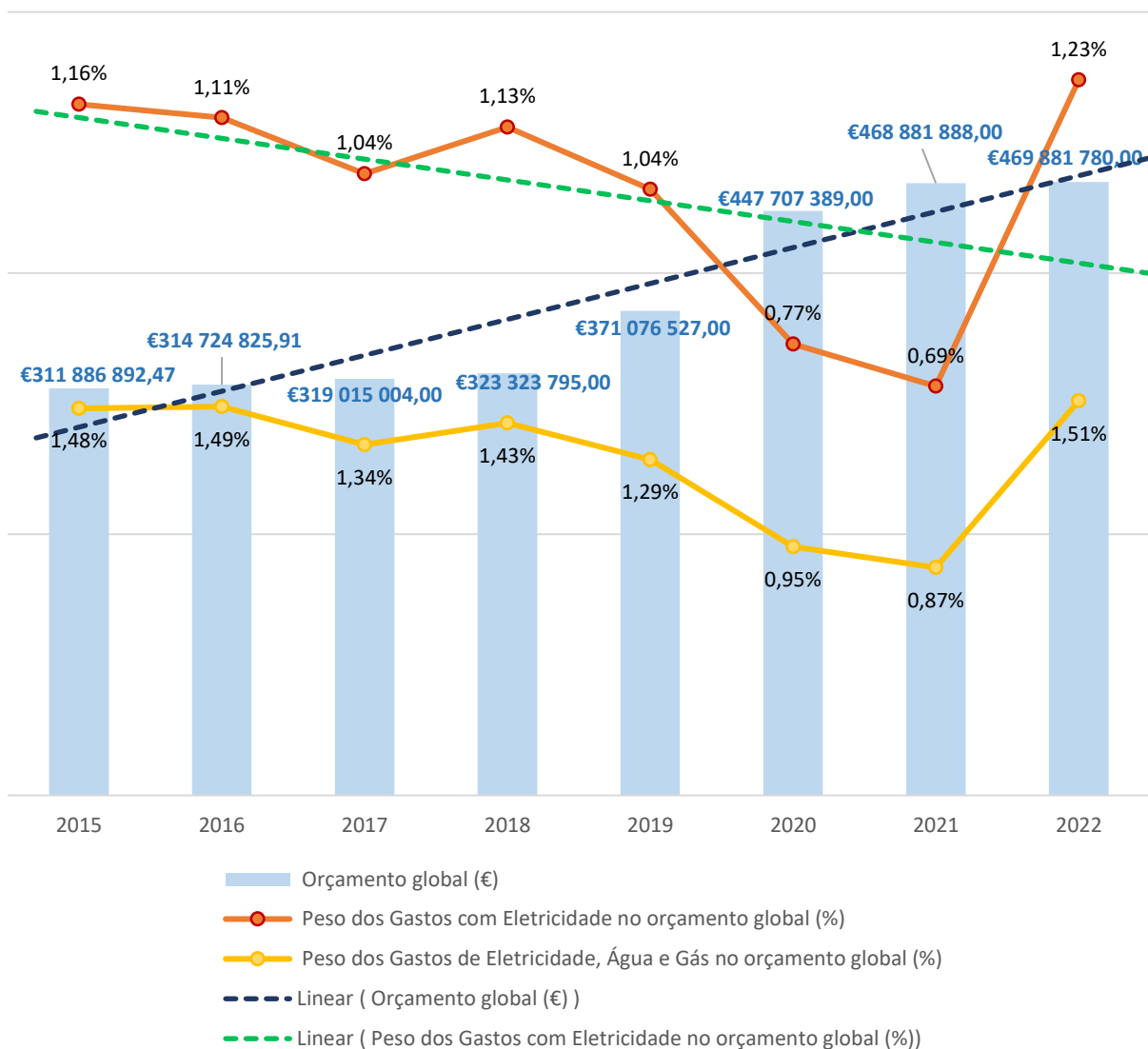


Gráfico 8 - Comportamento do peso orçamental da eletricidade no orçamento global.

No gráfico 8, observa-se um aumento gradual desses gastos ao longo dos anos, com algumas flutuações. O peso dos gastos com eletricidade representa uma pequena percentagem do orçamento global, variando de 1,04% em 2016 a 1,23% em 2022, sendo a fração com maior peso nos gastos associados ao somatório dos consumos (eletricidade, água e gás) com um peso de 1,51% no orçamento global.

Consumo de Eletricidade e Gastos Associados

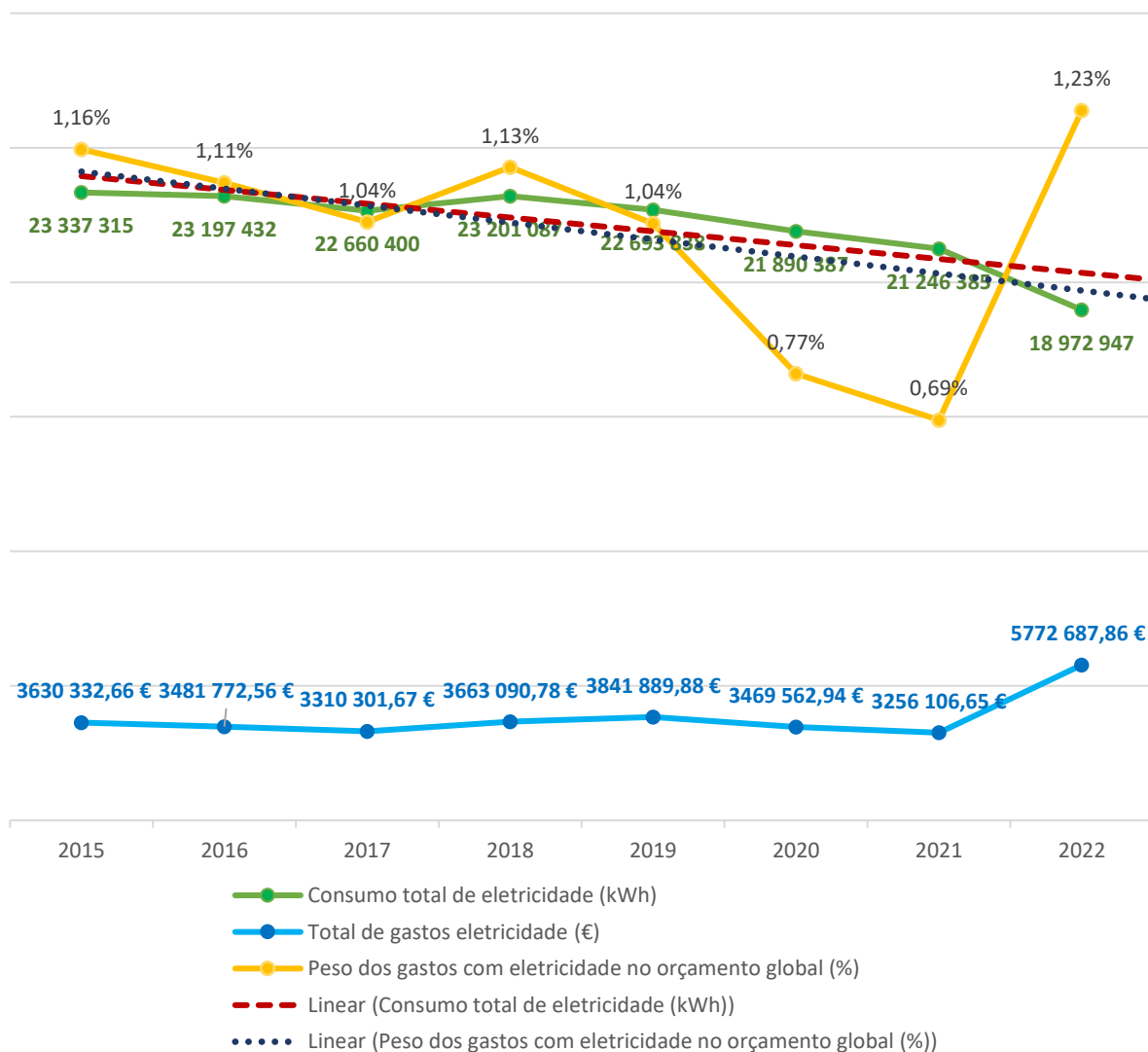


Gráfico 9 - Representação dos consumos elétricos e aos gastos associados

Embora seja visível uma diminuição do consumo de eletricidade, houve um incremento da proporção dos gastos relacionados com a eletricidade no orçamento e, apesar do igual aumento de gastos associados ao consumo de eletricidade no ano de 2022, é notório o alinhamento das linhas de tendências lineares do consumo total de eletricidade e o peso dos gastos com a eletricidade.

DISCUSSÃO

Neste capítulo pretende-se discutir a metodologia utilizada para a validação dos objetivos traçados, assim como a discussão dos resultados.

Discussão Metodológica

Atendendo às características do estudo, optou-se pelo método de séries temporais, já que este é preferível ao método mais simples de comparação pré e pós-proporção, porque não tem em conta as tendências pré-intervenção e também permite fazer correções para a autocorrelação (Abreu *et al.*, 2020).

Apesar da literatura sobre o tema ser escassa e os estudos encontrados usam metodologias distintas, o que limita a possibilidade de fazer comparações diretas dos valores estimados com outros estudos. Um dos pontos fortes do presente estudo é demonstrar a possibilidade de efetuar uma avaliação com base nos dados administrativos, validada e padronizada, permitindo a hipótese de comparação com outros estudos realizados, embora com algumas limitações inerentes

Acrescendo uma dificuldade de delimitar de algumas medidas por lacunas nas datas de início e de fim da implementação de algumas das medidas para melhoria da eficiência energética, estas não foram tidas em consideração no modelo de regressão linear. Outra questão importante no delineamento da análise estatística trata-se do curto período temporal entre a implementação da intervenção M2. *Turn on* coletores solares térmicos e a intervenção M3. *Turn on* painéis fotovoltaicos, razão pela qual o espaço de tempo entre estas as duas intervenções foi excluído do modelo de regressão linear.

Algumas particularidades com influência no *outcome* do estudo foram tidas em consideração no planeamento inicial. Dado que a implementação das medidas foi coincidente com o período de contingência devido à COVID-19, houve a necessidade de ajustar o modelo de regressão linear na avaliação dos consumos, que foi adicionalmente ajustado para potenciais efeitos de pandemia nos consumos energéticos ao nível hospitalar, a fim de evitar enviesamentos (Anexo I).

As datas previstas para o início da implementação das medidas de eficiência energética não foram cumpridas, tendo sido alterada a data da conclusão do projeto, afetando a avaliação dos consumos e dos custos afetos aos consumos energéticos após a implementação das medidas de eficiência energética citadas.

Aquando da planificação deste estudo, não existia o constrangimento geopolítico que se instalou, o início de um conflito armado em fevereiro de 2022, com repercussão económico-financeira e precursor de uma crise energética e geopolítica que ainda vivemos, foi estimulando instabilidade no mercado energético e por via da inflação sobre os preços praticados por kWh, afetou os gastos/custos no ano de 2022. Por estas razões os preços de venda da eletricidade encontram-se elevados, podendo estas razões ser uma justificação para o aumento do custo verificado.

Todos os valores usados correspondem a valores totais de consumo de energia e não parcelares, assim como todos os custos e gastos aferidos resultam do somatório anual destas despesas e o respetivo peso orçamental foi calculado numa perspetiva anual.

Discussão Dos Resultados

Os resultados revelam que o Hospital X desenvolve práticas de inovação sustentável que contribuem para sustentabilidade ambiental que incluem a implementação de medidas de eficiência energética para reduzir a pegada ecológica, os consumos de energia e os seus gastos, contribuindo para a sustentabilidade financeira e ambiental do hospital. Estas práticas, decorrem a partir de uma estratégia energética e ambiental com benefícios económicos e sociais significativos alinhados com o modelo de gestão.

A implementação das medidas energéticas, foi uma estratégia com retorno positivo sendo que a tendência de redução do consumo de energia se acentuou após a implementação das medidas em estudo, especialmente após a intervenção associada ao *Turn on* dos painéis fotovoltaicos. Constata-se que as intervenções medidas vão de encontro às expectativas, reduzindo visivelmente os consumos de energia elétrica após a implementação.

Como resultado principal temos a redução imediata no consumo depois da implementação de M2+M3, que foi de 217449 kWh correspondendo aproximadamente a 11% de consumo mensal médio. O ligeiro decréscimo do consumo de eletricidade no período prévio à implementação da M2. *Turn on* coletores solares + M3. *Turn on* painéis fotovoltaicos pode ser justificado pela implementação gradual de algumas medidas energéticas ao longo do tempo, desde 2017, como a substituição para lâmpadas LED e a substituição da caixilharia de portas e janelas.

Os painéis fotovoltaicos são considerados uma das fontes de energia renováveis de eleição, especialmente atendendo à posição geográfica de Portugal e o número de horas solares. Com a vantagem de terem um tempo de vida longo e uma reduzida necessidade de manutenção (Ribeiro, 2010). O retorno financeiro ainda não se verificou, o que vai de encontro à bibliografia sobre a temática que defende um retorno financeiro a médio e longo prazo no que respeita ao *outcome* destas medidas energéticas, pois exige um investimento inicial significativo (Froehlich *et al.*, 2018) (Schneider *et al.*, 2017), corroborado por (Ribeiro, 2010) que defende que “o seu período de retorno é consideravelmente elevado”.

O aumento consistente e gradual, ao longo dos anos, quer do orçamento global, quer dos gastos, no que respeita ao total de gastos com eletricidade, água e gás, mantiveram-se relativamente estáveis, apenas com pequenas flutuações ao longo dos anos, contudo em 2022, os gastos atingiram os 7 milhões de euros, verificando-se um aumento significativo comparativamente aos anos transatos, possivelmente justificados pela crise energética atual onde se verificam flutuações do mercado energético, com marcados aumentos dos preços por kWh.

Pode afirmar-se que em relação ao orçamento global, a parcela destinada aos gastos com eletricidade é relativamente estável ao longo dos anos, contudo é notória a tendência decrescente do peso dos gastos eletricidade no orçamento global, o que se revela uma boa tendência que contrapõe com a tendência ascendente do orçamento global.

No que respeita ao aumento dos custos, temos de considerar a conjuntura geopolítico-económica atua. O mundo enfrenta uma série de desafios complexos e difíceis. O conflito armado que se vive desde fevereiro de 2022 elevou as ameaças geopolíticas aos mais altos níveis das últimas décadas. A recuperação lenta da pandemia COVID-19, que ainda tem vindo a travar o crescimento económico e a prejudicar o nível de vida. O protecionismo comercial persiste em demasiadas regiões do mundo e está a aumentar noutras, associadas a crise energética vivida com o recurso à coerção económica a aumentar provocando instabilidade no mercado energético e estimulando inflação, a flutuação de preços (OECD, 2022).

Como referido no enquadramento os hospitais são fortes emissores de CO₂ e medidas de eficiência energética como as estudadas pelo Hospital X poderão ser fortes promotoras da diminuição da redução da pegada ambiental dos hospitais e a eficiência energética desempenha um papel fundamental na redução desta pegada, pois visa otimizar o uso de energia, minimizando o desperdício e as emissões de gases de efeito estufa. A adoção de medidas de eficiência energética pode ter um impacto significativo em vários setores de fornecimento e externo, operacionais e/ou assistenciais do hospital que usufruem direta ou indiretamente do consumo elétrico. Os edifícios representam uma das “áreas” de intervenção onde o uso eficiente dos recursos e quando cruzado com implementação medida de eficiência energética, tal como o Hospital X (sistemas de isolamento térmico, janelas eficientes, iluminação LED, sistemas de aquecimento e

refrigeração eficientes), pode reduzir o consumo de energia dos edifícios, resultando num menor consumo de energia proveniente de fontes poluentes, como os combustíveis fósseis, reduzindo as emissões de CO₂ associadas.

No que respeita à área dos transportes / frota institucional, a melhoria da eficiência dos veículos, seja por meio de tecnologias mais avançadas ou pela promoção de veículos elétricos, pode diminuir o consumo de combustíveis fósseis e, conseqüentemente, beneficiar as emissões de gases de efeito estufa, reduzindo-as. A transformação da frota interna hospitalar numa frota elétrica representaria uma fonte de impacto significativo na redução da pegada ecológica, assim como a criação de linhas alternativas a algumas deslocações, como a telemedicina, teleconsulta e telemonitorização, indiretamente são precursoras de uma poupança de vários recursos.

Noutra vertente do setor da saúde, onde as medidas de eficiência energética e até mesmo as que estão envolvidas com a energia elétrica, trata-se da indústria (farmacêutica, médica, ...), surge no sentido de que o papel do administrador hospitalar pode fazer diferença por se preocupar em optar por soluções ou escolher dispositivos médicos mais amigos do ambiente, quer seja pela sua linha de utilização, quer seja pela sua linha de produção e manufatura. Apesar de indiretamente ligada à saúde no que concerne a uma associação direta em tornar mais ecológica e sustentável a solução a utilizar, a indústria é um grande consumidor de energia, e melhorias na eficiência dos processos industriais podem resultar em reduções significativa no consumo energético em cadeia. A implementação de tecnologias mais eficientes, a otimização dos processos de produção e a recuperação de calor são algumas medidas que podem ser adotadas para minimizar o impacto ambiental. O setor energético desempenha um papel crucial na redução da pegada ambiental (Fannah, Al *et al.*, 2023), o aumento da participação de fontes renováveis, como a energia solar e eólica, e a diminuição da dependência de combustíveis fósseis são medidas que podem ser tomadas para reduzir as emissões de gases de efeito estufa associadas à geração de energia. (Azmal *et al.*, 2014)

Num modelo de gestão atento à sustentabilidade financeira e ambiental, os benefícios da adoção dessas medidas de eficiência energética são diversos. Além de reduzir as emissões de gases de efeito estufa, elas também podem levar a uma maior economia de recursos naturais, como água e combustíveis, reduzir a dependência de fontes energéticas importadas e promover a inovação tecnológica (Fannah, Al *et al.*, 2023).

No setor da eletricidade, a adoção de medidas de eficiência energética pode ter um impacto significativo na redução da pegada ambiental devido ao fato de a criação de eletricidade é responsável por uma parcela substancial das emissões de gases de efeito

estufa, especialmente quando é proveniente de fontes de energia não renováveis, como o carvão e o gás natural. Apresentam-se algumas medidas de eficiência energética que podem ser adotadas no setor elétrico, com repercussão nos gastos que passam por aumentar a participação de fontes de energia renovável na matriz elétrica, sendo uma das maneiras mais eficientes de reduzir as emissões de gases com efeito de estufa, pois, a energia solar, eólica e outras fontes renováveis produzem eletricidade com emissões quase nulas durante a intervenção. Noutra perspetiva a melhoria da eficiência na geração de eletricidade pode ser aperfeiçoada por meio da escolha de tecnologias mais avançadas, que melhor tiram partido do calor produzido durante o processo de geração de energia elétrica. Além disso, a modernização e a manutenção adequada dos mecanismos produtores de energia alimentados por energias não renováveis, podem reduzir as perdas de energia e otimizar o desempenho, resultando em uma utilização mais eficiente dos recursos. Estas perdas de energia que ocorrem durante a transmissão e distribuição da energia podem ser significativas, sendo por isso um importante investir na melhoria das infraestruturas elétricas, como linhas de transmissão mais eficientes, transformadores de alta eficiência e sistemas de monitorização avançados, pode reduzir essas perdas e melhorar a eficiência global do sistema. No que respeita ao fim de linha da energia elétrica, a promoção do uso da eficiência energética nas aplicações elétricas é essencial, nomeadamente o incentivo ao uso de dispositivos e equipamentos elétricos mais eficientes, como por exemplo escolher mecanismos com classificação energética A+++, assim como promover práticas de conservação de energia, como desligar equipamentos quando não estão em uso, otimizar a iluminação e implementar sistemas de gestão energética em edifícios e instalações.

Ao adotar essas medidas, é possível reduzir significativamente as emissões de gases com efeito de estufa relacionadas à eletricidade. A geração de eletricidade a partir de fontes renováveis e a melhoria da eficiência energética em todas as etapas do processo, desde a geração até o consumo final, resultam em uma pegada ambiental reduzida. Além disso, na vertente financeira, a eficiência energética na eletricidade pode trazer benefícios económicos, como a redução dos custos de energia e o peso do mesmo no orçamento global hospitalar. (Zhu, Johnson e Sarkis, 2018)

A ecologização deverá ser um plano múltiplas etapas e variadas medidas de eficiência energética promotoras da diminuição de CO₂, num longo espaço temporal com visão prospetiva, pois alguns retornos advêm tardiamente e com períodos de retornos financeiros alargados. A curto prazo, as unidades de saúde devem tomar consciência dos resíduos produzidos, em termos quantitativos e qualitativos, e dos recursos utilizados, a fim de definir as principais questões críticas e definir os métodos de eliminação e eventual reciclagem. Devem igualmente ter a noção de como se categorizam ou distribuem os desperdícios e os reais a fim de haver uma resposta económico-financeira sustentável alinhada ao planeamento do projeto ambiental.

Atendendo à maturidade da organização, seja a curto ou médio prazo, o administrador pode equacionar a solução mais indicada para a sua organização a fim de promover o envolvimento e a responsabilização organizacional. A criação de uma "equipa de ecologização ambiental" melhoram as atitudes/ações programadas e o envolvimento dos pares, promovendo o êxito das iniciativas ecológicas (ACSS, 2022) é uma solução relevante e com impacto, visto que estas equipas visam a implementação de projetos, a dinamização e amplificação dos conhecimentos sobre esta temática, sendo também um elo de articulação com as entidades nacionais e internacionais alinhadas com estes programas. (Fannah, Al *et al.*, 2023)

Do ponto de vista da saúde pública, alargando um pouco o âmbito do estudo, a implementação destas equipas nas direções de saúde poderia ser útil para a gestão de todos os aspetos ambientais de uma unidade de saúde (resíduos, água, qualidade do ar, etc.), bem como para a implementação de medidas de eficiência energética rentáveis que garantam poupanças (mesmo a médio-longo prazo) nos orçamentos dos ambientes nosocomiais de saúde. A longo prazo, o peso do consumo com e dos procedimentos médicos deve ser considerado nas finanças hospitalares (mesmo na compra de material) e a sua gestão correta deve ser incluída nos objetivos dos gestores de topo das unidades de saúde (Dhillon e Kaur, 2015)(Zhu, Johnson e Sarkis, 2018).

A redução de consumos e gastos no setor hospitalar nos próximos anos pode ter implicações significativas na área de administração hospitalar. Sendo a esta área a responsável por gerir os recursos disponíveis de forma eficiente, garantindo a qualidade dos cuidados de saúde prestados e procurando a sustentabilidade financeira da instituição. Prevê-se que a redução dos parâmetros com relevância no orçamento global, essenciais para o equilíbrio financeiro da instituição, deste modo, a redução dos

consumos e gastos hospitalares conduza à diminuição dos custos operacionais. A adoção de medidas de eficiência energética, como a melhoria da gestão do consumo de energia, pode resultar em redução dos gastos com energia elétrica, como também no consumo de gás.

No que respeita logística e gestão de *stocks* a administração hospitalar desempenha um papel crucial na otimização da escolha e uma ponte entre a parte clínica e a seleção criteriosa e acertada dos artigos a adquirir (variados tipos de materiais médicos, medicamentos e outros recursos), sendo um desafio atender a todos os pedidos e preferências das equipas médicas, garantindo a disponibilidade do material *on time* quando necessário evitando o *overload* de stock, sem comprometer a fluidez laboral. Estes desafios alinham-se com a aquisição/compras conscientes e focadas na sustentabilidade das aquisições quer ao nível económico-financeiro, quer ambiental pela diminuição do uso inapropriado de recursos e promovendo a redução de desperdícios, pelo rigoroso de *stocks* e a negociação de contratos vantajosos com fornecedores são estratégias adjuvantes que podem resultar em economia significativa para o hospital.

Como já referido previamente, a inovação e tecnologia avançadas na administração hospitalar, como sistemas de informação integrados, prontuários eletrónicos, análise de dados e telemedicina, pode melhorar a eficiência dos processos e reduzir custos. É importante nesta área sensibilizar os administradores, prolongando as ideias supracitadas promoção de sustentabilidade na aquisição e compras, é fulcral estar atento a alguns possíveis constrangimentos nesta área, tais como a adição do preço de compra de um artigo ao custo da manutenção e da sua eliminação de resíduos, assim como custos de saúde ocupacional, o impacto ambiental e os custos de armazenamento para determinar o custo final da compra do artigo médico, especialmente se for descartável. Num nível de maturidade mais avançando e com modelo de gestão engrenado nestas premissas, com uma equipa/ sistema de gestão ambiental intrincado no mecanismo financeiro do hospital, a automação de tarefas de rotina e a implementação de soluções tecnológicas inovadoras permitem que a equipa de administração se concentre em atividades de maior valor agregado, contribuindo para a redução de gastos. A administração hospitalar deve encontrar o árduo equilíbrio entre a eficiência operacional e a prestação de serviços de excelência, garantindo que os recursos sejam alocados de forma adequada para atender às necessidades dos utentes.

A redução de consumos e gastos no hospital nos próximos anos é uma meta importante para a área de administração hospitalar, pela indução da sustentabilidade financeira do hospital, melhoria da eficiência operacional, promovendo a sustentabilidade ambiental e possibilitando a adequada alocação de recursos para garantir a qualidade dos cuidados de saúde (Dhillon e Kaur, 2015). A administração hospitalar desempenha um papel fundamental na identificação de oportunidades de redução da pegada ecológica, sendo esta área transversal a todo o funcionamento das instituições, os administradores devem incluir nos seus objetivos a criação de equipas responsáveis por esta área de gestão ambiental, a fim de estabelecerem metas de redução de consumos. O estabelecimento de um sistema de gestão ambiental possibilita a melhoria por parte de uma organização da respetiva performance ambiental, onde são atribuídas funções para os gestores locais de energia e carbono, sendo que em Portugal a implementação de um sistema de gestão ambiental, deverá estar conforme a norma ISO 14001, em qualquer instituição, com o objetivo de melhoria contínua do desempenho ambiental de uma organização (ACSS, 2022). Uma abordagem hospitalar ecológica e saudável de planeamento de ações pró-*green* e o acompanhamento e monitorização do impacto ambiental das práticas dos prestadores de cuidados de saúde é fundamental para o planeamento da saúde e a gestão da política ambiental (Fannah, Al *et al.*, 2023).

A visão de um hospital com um sistema de gestão ambiental é uma visão de futuro que deveria ser vivida no presente pelos benefícios e mais-valias que a instituição pode ter identificando e reduzindo a poluição e demais impactos sobre o meio ambiente. Este sistema de gestão ambiental *“representa a estratégia mais efetiva para a prossecução da sustentabilidade ambiental em qualquer organismo. As unidades de saúde não representam uma exceção a esta regra sendo, portanto, recomendável.”*(ACSS, 2022).

Evidentemente, as grandes unidades hospitalares são suscetíveis de produzir maiores impactes ambientais quando em comparação com pequenas unidades prestadoras de cuidados de saúde, sendo que claramente consomem mais recursos e produzem mais emissões. Logo, as grandes unidades de saúde são aquelas em que mais se justifica a implementação destes conceitos mais precocemente. (ACSS, 2022)

Este estudo ilustrou a importância de acompanhar de perto as práticas hospitalares do ponto de vista ambiental, tendo em vista uma abordagem hospitalar ecológica. São necessários estudos futuros para expandir os projetos de sustentabilidade em curso e novos, testando a relação custo-eficácia e o impacto associado na segurança dos utentes e nos cuidados de saúde (Lattanzio *et al.*, 2022).

Como corolário, a criação de um sistema de gestão ambiental em cada unidade de saúde, proporciona a melhoria por parte de uma organização da respetiva performance ambiental. Portanto, pela integração deste sistema de gestão ambiental no seu modelo de gestão, uma unidade de saúde pode alcançar inúmeros benefícios que visam a sustentabilidade financeira com foco na redução de consumos e gastos, com foco na melhoria da qualidade da prestação de cuidados de saúde e obedecendo ao cumprimento dos requisitos legais em termos de proteção do meio ambiente, identificando e tentando reduzir a poluição e demais impactos sobre o meio ambiente, assim como gerir os recursos e os resíduos.

Importante criar um ambiente organizacional com orientada para objetivos sustentáveis ecologicamente falando. As atitudes positivas são importantes, mas uma cultura criativa de reciclagem é igualmente importante para o sucesso de um programa de medidas “*green*” (Stone, 2017).

CONCLUSÕES

A ameaça das alterações climáticas é uma realidade e o sector da saúde, através do consumo de um grande número de recursos, da construção e funcionamento de estabelecimentos grandes e pequenos, mas complexos, do emprego de tecnologias sofisticadas com utilização intensiva de energia e da produção de uma série de resíduos, tornou-se, ele próprio, um problema de saúde pública. É por este motivo que devem empenhar-se numa transição para o novo paradigma de sustentabilidade ambiental, podendo ser realizada com uma visão simplista do modelo “*green hospital*” definindo estes hospitais como edifícios que melhora o bem-estar dos utentes, ajuda o processo de cura e utiliza os recursos naturais de uma forma eficiente e amiga do ambiente.

As modernas instalações de cuidados de saúde são altamente consumidoras de recursos. Na sua tentativa de prestar cuidados de elevada qualidade, estão a prejudicar o ambiente.

Os hospitais funcionam ininterruptamente, utilizam tecnologias médicas sofisticadas e realizam procedimentos médicos complexos, que exigem iluminação e temperatura adequadas e isto não pode ser feito sem mais eletricidade. Edifícios insustentáveis e ineficientes, aumentam a pegada de carbono do sector da saúde, tornando assim o ambiente doente.

Porém, o exemplo em estudo constitui uma prova de que o cenário está a mudar e o futuro é mais risonho. As instalações de cuidados de saúde de mundialmente estão a abrir caminho e sem margem para dúvidas, que os cuidados de saúde de alta qualidade prestados e as instalações de saúde sustentáveis do ponto de vista ambiental não são mutuamente exclusivos e que o “*green hospital*” não é apenas um conceito vago, mas uma realidade que vale a pena imitar. No entanto, é importante ressaltar que a eficiência energética por si só não é suficiente para resolver todos os desafios ambientais. Ela deve ser combinada com outras ações, como a conservação de recursos naturais, a promoção da economia circular e a adoção de práticas sustentáveis em geral, a fim de alcançar uma redução significativa da pegada ambiental e enfrentar os desafios das mudanças climáticas de forma abrangente.

Perante as questões abordadas e os resultados obtidos, impera a obrigatoriedade de refletir acerca dos princípios que precisam comandar a conceção, análise e exploração da sustentabilidade nos hospitais, numa perspetiva de maximização da respetiva eficiência, otimizando o binómio custo-benefício associado. Portanto, No que respeita às instituições governamentais, estas devem ser promulgadas e aplicadas regras claras e restritivas, que incentivem (também economicamente) a ecologização dos hospitais.

A procura pela eficiência energética e a adoção de práticas que promovam o uso racional da energia elétrica e dos recursos são fundamentais para otimizar o consumo de energia, reduzir custos, mitigar impactos ambientais e proporcionar um ambiente institucional, nas variadas vertentes, mais adequado. Essas ações são essenciais para garantir a sustentabilidade das unidades de saúde e contribuir para a preservação do meio ambiente. Ainda assim, simplesmente reduzir o consumo de recursos não vai resolver, por si só, o problema ambiental e das emissões de gases com efeito de estufa. Enquanto os atuais sistemas de saúde não deixarem de ser apenas consumidores de recursos não renováveis, a sustentabilidade do sistema não vai ocorrer.

Num mundo onde Nós somos a continuidade do planeta, o cuidar do meio ambiente é essencial! Os *green hospitals* são faróis de esperança, que combinam a saúde e sustentabilidade em cada ação, não deixando cair no esquecimento que, assim como a natureza, podemos curar e renovar, preservando os recursos valiosos do nosso planeta para as gerações futuras.

BIBLIOGRAFIA

ABREU, Daisy *et al.* - Impact of public health initiatives on acute coronary syndrome fatality rates in Portugal. **Revista Portuguesa de Cardiologia**. . ISSN 21742030. 39:1 (2020) 27–34. doi: 10.1016/j.repc.2019.05.010.

ACSS - **Guia para Hospitais Sustentáveis-G 07/2022 Ficha técnica**. Lisboa : Ministério da Saúde, 2022

AZMAL, Mohammad *et al.* - Going toward Green Hospital by Sustainable Healthcare Waste Management: Segregation, Treatment and Safe Disposal. **Health**. . ISSN 1949-4998. 06:19 (2014) 2632–2640. doi: 10.4236/health.2014.619302.

BERNAL, James Lopez; CUMMINS, Steven; GASPARRINI, Antonio - Interrupted time series regression for the evaluation of public health interventions: A tutorial. **International Journal of Epidemiology**. . ISSN 14643685. 46:1 (2017) 348–355. doi: 10.1093/ije/dyw098.

BITENCOURT, Fábio. - HOSPITAIS SUSTENTÁVEIS: Um componente de utopia ou de sobrevivência? Em **Quem tem medo da Arquitetura Hospitalar?** [Em linha]. Salvador : FAUFBA, 2006 Disponível em WWW:<URL:www.unep.org>.

COSTA, Catarina - **Integração dos Objetivos e Indicadores da Agenda 2030 em Relatórios de Sustentabilidade do Sector Público**. [S.l.] : Universidade Nova de Libos, 2019

DHILLON, Vardeep Singh; KAUR, Dilpreet - Green hospital and climate change: Their interrelationship and the way forward. **Journal of Clinical and Diagnostic Research**. . ISSN 0973709X. 9:12 (2015) LE01–LE05. doi: 10.7860/JCDR/2015/13693.6942.

ECO.AP - Gestão de Energia. Em **Manual de Eficiência Energética**. Lisboa : República Portuguesa - Ambiente e Transição Energética, 2019

ECO.AP - Energias Renováveis. Em **Manual de Eficiência Energética**. Lisboa : República Portuguesa, 2020. ISBN 2013206534. p. 1–24.

ECO.AP - **Resolução do Conselho de Ministros n.º 104/2020**^{1ª} série. . Lisboa : [s.n.] (Relatório n.229).

ECO.AP - Manual de Eficiência Energética. **Programa de Eficiência Energética na Administração Pública**. Lisboa. . ISSN 10986596. 2020) 181.

ERSE - Manual de Eficiência Energética IPSSs - Projeto Eficiência Energética Solidária. 2017) 1–36.

FANNAH, Jehan AL *et al.* - Towards a green hospital approach in Oman: A case study of quantifying an environmental impact. **International Journal of Health Planning and Management**. . ISSN 10991751. 2023). doi: 10.1002/hpm.3662.

FROEHLICH, Cristiane *et al.* - Inovação Sustentável em uma Organização de Saúde. **Desenvolvimento em questão**. 44:2018) 417–447. doi: <http://dx.doi.org/10.21527/2237-6453.2018.44.417-447>.

GOMES, Carla *et al.* - Sustentabilidade e eficiência no setor hospitalar. Quão verdes podem ser os hospitais? Lisboa. 2022) 1–144.

KARLINER, Joshua; GUENTHER, RobinHCWH - **AGENDA GLOBAL HOSPITAIS VERDES e SAUDÁVEIS** [Em linha] [Consult. 12 mai. 2022]. Disponível em WWW:<URL:www.hospitalesporlasaludambiental.net.>.

LATTANZIO, Sabrina *et al.* - Waste Management and the Perspective of a Green Hospital—A Systematic Narrative Review. **International Journal of Environmental Research and Public Health**. . ISSN 16604601. 19:23 (2022). doi: 10.3390/ijerph192315812.

OECD - **Meeting of the OECD Council at Ministerial Level - Strategic orientation of Secretary-General** [Em linha]. Paris : Organisation for Economic Co-operation and Development, 2022 [Consult. 17 mai. 2023]. Disponível em WWW:<URL:www.oecd.orgtel.:+33>.

PEREIRA, Maria Teresa Da Cunha Pereira - **Avaliação do Impacte Ambiental de Edifícios Hospitalares Portugueses** [Em linha]. [S.l.] : Universidade do Minho, 2013 [Consult. 24 nov. 2021]. Disponível em WWW:<URL:<http://repositorium.sdum.uminho.pt/handle/1822/22675>%0Ahttp://repositorium.sdum.uminho.pt/%0Ahttp://hdl.handle.net/1822/35337>.

RAITZER, David A.; BLONDAL, Nina; SIBAL, Jasmin - **Impact evaluations of energy interventions : A review of the evidence**. Filipinas : ASIAN DEVELOPMENT BANK, 2019. ISBN 9789292615864.

REIS, Marcelo Menezes - **ANÁLISE DE SÉRIES TEMPORAIS** [Em linha]. Santa Catarina : [s.n.] [Consult. 10 jun. 2023]. Disponível em WWW:<URL:<http://www.anfavea.com.br/tabelas.html>,>.

REIS, Marta F. - Hospitais apostam na energia solar. **Jornal I**. Lisboa. [Em linha]2022). [Consult. 4 set. 2022]. Disponível em WWW:<URL:https://ionline.sapo.pt/artigo/766679/hospitais-apostam-na-energia-solar?seccao=Portugal_i>.

REPÚBLICA PORTUGUESA - **Decreto-Lei n.º 162/2019 de 25 de outubro**^{1ª}. . Lisboa : [s.n.] (Relatório n.206).

RIBEIRO, Raquel - **A Sustentabilidade em Hospitais**. [S.l.] : Universidade Técnica de Lisboa, 2010

SCHNEIDER, Vania *et al.* - Projeto De Eficiência Energética Em Uma Instituição De Saúde: Estudo De Caso Do Hospital Geral Da Fucs. Em **VII Seminário sobre: Tecnologia Limpas**

STONE, Debra - Greening healthcare at Muskoka Algonquin Healthcare. **Healthcare Management Forum**. . ISSN 23523883. 30:2 (2017) 93–96. doi: 10.1177/0840470416677118.

UNITED NATIONS - **Transforming Our World: the 2030 Agenda for Sustainable Development United Nations United Nations Transforming Our World: the 2030 Agenda for Sustainable Development** [Em linha]. New York : United Nations, 2015 [Consult. 24 jan. 2022]. Disponível em WWW:<URL:<https://sdgs.un.org/publications/transforming-our-world-2030-agenda-sustainable-development-17981>>.

VOLTONI, Ricardo *et al.* - Sete desafios de saúde e sustentabilidade Observatório de Tendências em Sustentabilidade. **Revista Ideia Sustentável**. 37 (2014) 8–13. ISSN 2238-1287.

ZHU, Qingyun; JOHNSON, Sharon; SARKIS, Joseph - Lean six sigma and environmental sustainability: a hospital perspective. **Supply Chain Forum: An International Journal**. 19:1 (2018) 25–41. doi: 10.1080/16258312.2018.1426339.

ANEXOS

ANEXO I – Tabela consumo eletricidade pré e pós Intervenção

Ano	Mês	Vazio normal	Super vazio	Ponta	Cheia	Total de Energia	Restiva Cons FV (1ª Escalão)	Potência contratada	Pot. Média H Ponta	Tempo (mês)	Intervenção	Tempo pós-intervenção	COVID
2015	janeiro	569251	303077	383887	960603	2216818	0	4841	3656	1	0	0	0
2015	fevereiro	521856	282826	365178	914950	2084810	0	4955	3652	2	0	0	0
2015	março	523929	274302	337875	876372	2012478	0	4955	2714	3	0	0	0
2015	abril	465095	230044	199123	835068	1729330	0	4955	3161	4	0	0	0
2015	maio	498181	237922	203986	892361	1832450	0	4955	3400	5	0	0	0
2015	junho	551930	253761	224100	973447	2003238	0	4955	3557	6	0	0	0
2015	julho	460901	249249	237095	1027997	1975242	0	4955	3592	7	0	0	0
2015	agosto	548410	254938	215519	937548	1954415	0	4955	3389	8	0	0	0
2015	setembro	439741	244387	232778	989479	1906385	0	4955	3374	9	0	0	0
2015	outubro	462000	242227	243328	924218	1871737	0	4955	3259	10	0	0	0
2015	novembro	465305	236270	313618	788489	1803682	0	4955	2987	11	0	0	0
2015	dezembro	546678	264160	323266	812590	1946694	0	4955	3079	12	0	0	0
2016	janeiro	586718	270714	324131	834507	2016070	0	4955	3241	13	0	0	0
2016	fevereiro	488901	265008	350582	879813	1984304	0	4650	3339	14	0	0	0
2016	março	535706	285867	342351	928897	2092821	0	4650	3356	15	0	0	0
2016	abril	512545	251761	205786	892259	1862351	0	4650	3430	16	0	0	0
2016	maio	504070	241521	206709	884538	1896838	0	4650	3281	17	0	0	0
2016	junho	477069	239746	218771	943560	1879146	0	4650	3473	18	0	0	0
2016	julho	557972	262196	234345	1030159	2084672	0	4650	3720	19	0	0	0
2016	agosto	522441	258989	237791	1040696	2059917	0	4650	3603	20	0	0	0
2016	setembro	449534	238157	227940	983164	1898795	0	4698	3454	21	0	0	0
2016	outubro	499472	223098	193673	821655	1737898	0	4698	3124	22	0	0	0
2016	novembro	462671	236735	315049	785898	1800353	0	4698	3000	23	0	0	0
2016	dezembro	561870	266342	315348	800707	1944267	0	4698	3153	24	0	0	0
2017	janeiro	503962	279939	383167	948655	2115723	0	4698	3418	25	0	0	0
2017	fevereiro	458818	244852	322644	805840	1832154	0	4698	3226	26	0	0	0
2017	março	449600	254224	326271	895732	1925827	0	4698	3107	27	0	0	0
2017	abril	546172	227052	171741	767374	1712339	0	4698	3180	28	0	0	0
2017	maio	457424	238586	215202	921802	1828014	0	4698	3261	29	0	0	0
2017	junho	506526	238508	221764	929145	1895943	0	4878	3520	30	0	0	0
2017	julho	504988	241700	218667	958864	1942419	0	4878	3471	31	0	0	0
2017	agosto	491611	244216	221987	962002	1919816	0	4878	3363	32	0	0	0
2017	setembro	435272	226108	204510	901702	1767592	0	4878	3246	33	0	0	0
2017	outubro	513740	237630	217358	898559	1867287	0	4878	3244	34	0	0	0
2017	novembro	465593	238455	312673	783800	1799801	0	4878	2978	35	0	0	0
2017	dezembro	699432	285722	302654	783877	2071685	0	4878	3363	36	0	0	0
2018	janeiro	546879	285216	372842	922782	2127719	0	4878	3389	37	0	0	0
2018	fevereiro	493790	265789	343931	860010	1963520	0	4878	3439	38	0	0	0
2018	março	558338	277226	322196	893585	2051345	0	4878	3322	39	0	0	0
2018	abril	513490	242858	202430	854640	1813418	0	4878	3374	40	0	0	0
2018	maio	506396	240206	202612	862999	1812213	0	4878	3216	41	0	0	0
2018	junho	448769	233678	207604	904051	1794102	0	4650	3295	42	0	0	0
2018	julho	468981	238283	218210	929421	1854895	0	4650	3306	43	0	0	0
2018	agosto	538630	263479	235859	1031949	2069917	0	4650	3574	44	0	0	0
2018	setembro	536157	251640	220434	969215	1977446	0	4650	3674	45	0	0	0
2018	outubro	478623	243440	234976	924878	1881917	0	4650	3264	46	0	0	0
2018	novembro	497576	253730	323715	811029	1886050	0	4650	3083	47	0	0	0
2018	dezembro	619454	273667	310797	764627	1968545	0	4650	3108	48	0	0	0
2019	janeiro	555686	292828	379478	939827	2167819	0	4650	3450	49	0	0	0
2019	fevereiro	462717	249592	322710	804058	1839077	0	4650	3227	50	0	0	0
2019	março	506910	255633	311712	798536	1872791	0	4650	2969	51	0	0	0
2019	abril	508844	240704	195982	834941	1780471	0	4650	3266	52	0	0	0
2019	maio	483189	247122	223342	958236	1911889	0	4650	3384	53	0	0	0
2019	junho	576825	234142	173394	770124	1754485	0	4650	3211	54	0	0	0
2019	julho	450026	246413	232187	1002950	1931576	0	4650	3365	55	0	0	0
2019	agosto	516342	245978	208876	940782	1911978	0	4650	3315	56	0	0	0
2019	setembro	487559	239751	215772	939698	1882780	0	4650	3425	57	0	0	0
2019	outubro	443068	237144	247503	924741	1852456	0	4650	3214	58	0	0	0
2019	novembro	507822	243965	306879	783105	1841771	0	4650	3069	59	0	0	0
2019	dezembro	544296	263954	325406	813089	1946745	0	4650	3099	60	0	0	0
2020	janeiro	537124	279539	370556	915512	2102731	0	4650	3369	61	0	0	0
2020	fevereiro	465251	240067	301392	772984	1779694	0	4650	3014	62	0	0	0
2020	março	482397	256170	299090	788341	1825998	0	4650	2822	63	0	0	1
2020	abril	475402	242162	175330	774180	1667174	0	4650	2783	64	0	0	1
2020	maio	529127	242735	175226	811957	1759135	0	4650	2920	65	0	0	1
2020	junho	491846	231351	180934	802977	1707108	0	4650	3016	66	0	0	1
2020	julho	481409	265133	236572	1056230	2039344	0	4650	3429	67	0	0	1
2020	agosto	521274	249999	201695	903030	1875998	0	4650	3202	68	0	0	1
2020	setembro	439104	238223	211392	928038	1816757	0	4650	3203	69	0	0	1
2020	outubro	467864	231305	209037	803076	1711282	0	4650	2864	70	0	0	1
2020	novembro	461661	234162	288308	735246	1721377	0	4650	2755	71	0	0	1
2020	dezembro	584908	264032	290409	744440	1883789	0	4650	2904	72	0	0	1
2021	janeiro	632262	303489	335734	874926	2146411	0	4650	3357	73	0	0	1
2021	fevereiro	438068	238831	280914	724419	1682232	0	4650	2809	74	0	0	1
2021	março	424204	249546	292130	796831	1762711	0	4650	2692	75	0	0	1
2021	abril	476960	230376	176420	756333	1640089	0	4650	2738	76	0	0	1
2021	maio	437973	230077	187256	813692	1668998	0	4650	2837	77	0	0	1
2021	junho	468678	220149	172402	764020	1625248	832	4650	2972	78	0	0	1
2021	julho	521985	250765	199666	909413	1881829	913	4650	3024	79	0	0	0
2021	agosto	443609	244704	213494	952016	1853823	4 617	4650	3094	80	0	0	0
2021	setembro	417357	230799	199168	869039	1716364	3 721	4650	3122	81	0	0	0
2021	outubro	541284	235827	173694	785833	1736637	426	4650	3024	82	0	0	0
2021	novembro	461137	239294	288381	727640	1716452	0	4650	2746	83	0	0	0
2021	dezembro	512834	259317	298747	744693	1815591	4416	4650	2845	84	0	0	0
2022	janeiro	569372	287973	327116	828951	2012812	0	4650	2954	85	1	1	0
2022	fevereiro	449594	249897	294302	752452	1746245	220	5394	2943	86	1	2	0
2022	março	446988	263054	309028	839239	1858309	164	5394	2888	87	1	3	0
2022	abril	504878	238035	165747	744272	1654732	5894	5394	2939	88	1	4	0
2022	maio	408127	223480	166945	759447	1557999	897	5394	2529	89	1	5	0
2022	junho	418242	201065	143158	646088	1408553	216	5394	2386	90	1	6	0
2022	julho	439284	219389	164474	776801	1599948	192	5394	2611	91	1	7	0
2022	agosto	383226	211171	160098	739244	1493739	0	5394	2426	92	1	8	0
2022	setembro	344878	199572	160882	718864	1424196	0	5394	2438	93	1	9	0
2022	outubro	418102	201732	147148	651256	1418238	0	5394	2373	94	1	10	0
2022	novembro	370039	199848	229925	584688	1384500	0	5394	2190	95	1	11	0
2022	dezembro	421636	202824	218967	570249	1413676	0	5394	2190	96	1	12	0

ANEXO II – Tabela ciclo semanal para fornecimento de energia

Ciclo semanal para todos os fornecimentos em Portugal Continental

Período de hora legal de inverno	Período de hora legal de verão
DE SEGUNDA-FEIRA A SEXTA-FEIRA	DE SEGUNDA-FEIRA A SEXTA-FEIRA
Ponta: 09h30/12h00; 18h30/21h00	Ponta: 09h15/12h15
Cheias: 07h00/09h30; 12h00/18h30; 21h00/24h00	Cheias: 07h00/09h15; 12h15/24h00
Vazio normal: 00h00/02h00; 06h00/07h00	Vazio normal: 00h00/02h00; 06h00/07h00
Super vazio: 02h00/06h00	Super vazio: 02h00/06h00
SÁBADO	SÁBADO
Cheias: 09h30/13h00; 18h30/22h00	Cheias: 09h00/14h00; 20h00/22h00
Vazio normal: 00h00/02h00; 06h00/09h30; 13h00/18h30; 22h00/24h00	Vazio normal: 00h00/02h00; 06h00/09h00; 14h00/20h00; 22h00/24h00
Super vazio: 02h00/06h00	Super vazio: 02h00/06h00
DOMINGO	DOMINGO
Vazio normal: 00h00/02h00; 06h00/24h00	Vazio normal: 00h00/02h00; 06h00/24h00
Super vazio: 02h00/06h00	Super vazio: 02h00/06h00

Fonte: ECO.AP - Gestão de Energia. Em Manual de Eficiência Energética. Lisboa: República Portuguesa - Ambiente e Transição Energética, 2019 (ECO.AP, 2019)

ANEXO III – Verificação dos pressupostos do modelo

Pressuposto da normalidade

Teste *Shapiro-Wilk*:

Estatística do teste **W** = 0,98084

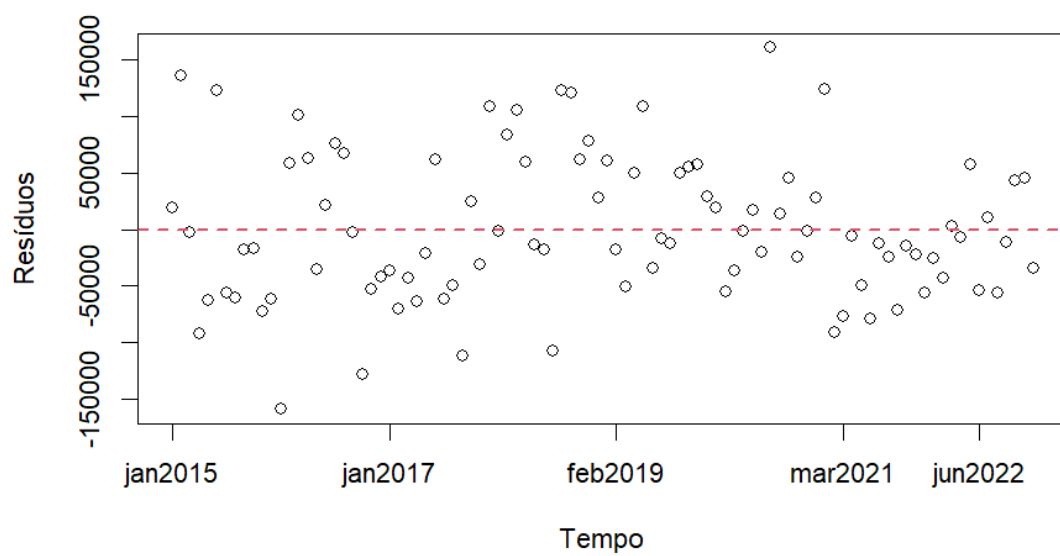
p-value = 0,1738

- Não parece existir um desvio da normalidade.

ANEXO IV – Diagnóstico da média nula e variância constante

Verificação do Pressuposto

Diagrama de dispersão



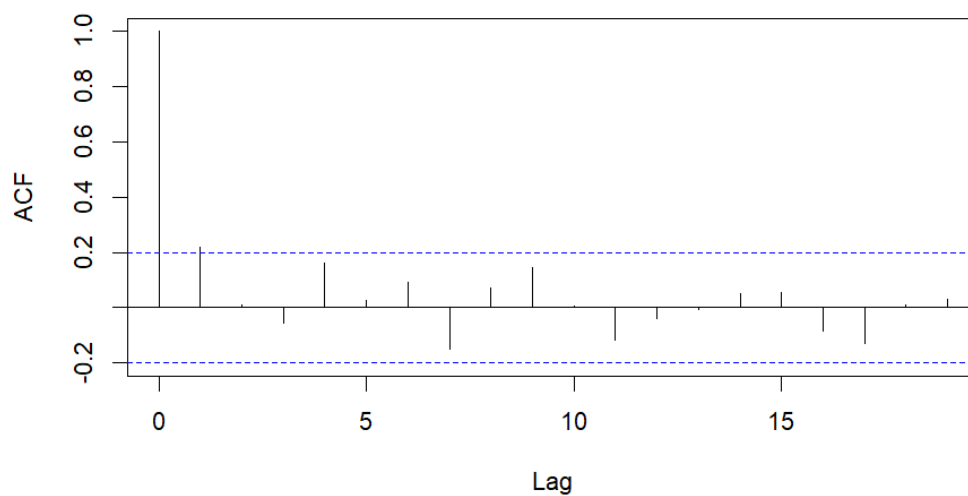
ANEXO V – Diagnóstico de autocorrelação

Verificação do Pressuposto

Teste de *Breusch-Godfrey*:

p-value = 0.1143, é a sugestão de independência dos resíduos

Correlograma



As observações num modelo devem ser independentes, mas neste caso não se rejeita a possibilidade de haver independência.

Ajustamento do modelo

