



INSTITUTO SUPERIOR DE CIÊNCIAS POLICIAIS E SEGURANÇA INTERNA
VI CURSO DE COMANDO E DIREÇÃO POLICIAL

Trabalho Individual Final

**Implementação de Painéis Solares Fotovoltaicos
para Eficiência Energética: o estudo de caso
no edifício da Divisão Policial de Aveiro**

Auditora

Tânia Patrícia de Jesus António

Lisboa, 10 de outubro de 2025.

VICTORIA DISCENTIUM

Dedicatória

Dedico este trabalho a todos os que se preocupam genuinamente com o futuro do nosso planeta, que encaram a energia fotovoltaica como o caminho para um desenvolvimento mais sustentável, e que lutam por reduzir os custos para uma sociedade mais justa e acessível.

Epígrafe

Renewable energy, like solar, is not only the best hope for reducing our ecological footprint, but also an extraordinary way to gain more energy efficiency for less expense.

(Attenborough, 2020)

Agradecimentos

Expresso o meu sincero apreço à Turma B, do VI CCDP, pela camaradagem que partilhámos durante esta jornada.

Aos meus bons amigos de sempre, que caminham comigo dentro e fora deste projeto, agradeço a presença leal, o ânimo nos dias mais exigentes e o incentivo silencioso que tantas vezes fez a diferença.

Estendo o meu reconhecimento ao Comando Distrital de Aveiro, pelo apoio fundamental que me concedeu, sobretudo na disponibilização de documentação essencial para este trabalho.

Um agradecimento muito especial à minha família, pelo carinho constante e apoio incondicional que sempre me proporcionou.

Manifesto a minha profunda gratidão ao engenheiro especialista em soluções de eficiência energética, cujo contributo técnico foi relevante no contexto metodológico e crucial para a validação dos dados que sustentam este estudo.

De igual forma, agradeço vivamente a todos os participantes, pela disponibilidade demonstrada e pelos contributos valiosos, que acrescentaram coerência argumentativa a este trabalho.

Lado a lado, com a amizade como elo e o espírito de equipa como força, convertemos obstáculos em objetivos cumpridos. Juntos, construímos o percurso deste estudo com base na genuína cooperação, o pilar que tornou possível a conclusão integral deste trabalho.

Bem hajam.

Resumo

Este estudo, concebido como caso-piloto, avalia a viabilidade da implementação de um sistema fotovoltaico de autoconsumo no edifício da Divisão Policial de Aveiro (DPA), do Comando Distrital de Aveiro, da Polícia de Segurança Pública (PSP), com potencial de replicação noutros edifícios da Instituição.

Procura, simultaneamente, reduzir custos operacionais, reforçar a eficiência energética, proteger o ambiente e assegurar a continuidade do serviço, sem comprometer a conformidade jurídico-procedimental.

Do ponto de vista metodológico, trata-se de um estudo de caso, de método misto, com análise de consumos reais (faturação elétrica), levantamento técnico do edifício, simulação de produção com *software* especializado e um inquérito por questionário a informantes-chave.

O estudo aponta para uma poupança no primeiro ano próxima de 24.314 €, um rácio benefício-custo de 9,6 e um *payback* em torno de três anos, mantendo-se a atratividade ao longo de uma vida útil de referência de 20 anos.

Em termos ambientais, projeta a redução de aproximadamente 36 t de CO₂/ano, acumulando cerca de 717 t CO₂ evitadas ao longo do ciclo de vida.

Em síntese, o investimento revela-se tecnicamente sólido, economicamente vantajoso e ambientalmente benéfico, contribuindo para a criação de valor público, para a descarbonização do setor e, conseqüentemente, para a imagem institucional.

Palavras-chave: Eficiência energética; Polícia de Segurança Pública; Redução de CO₂; Sistema Solar Fotovoltaico.

Abstract

This pilot case study assesses the feasibility of implementing a self-consumption photovoltaic system at the Aveiro Police Division (DPA) building, within the Aveiro District Headquarters, of the Public Security Police (PSP), with potential for replication across other institutional facilities.

Concurrently, it seeks to reduce operating costs, strengthen energy efficiency, protect the environment, and ensure service continuity, without compromising legal and procedural compliance.

Methodologically, it is a case study using a mixed-methods approach: analysis of actual consumption data (electricity billing), a technical survey of the building, production simulations with specialized software, and a questionnaire survey with key informants.

The study indicates first-year savings of about 24,314 €, a benefit–cost ratio of 9.6, and a payback period of roughly three years, with the investment remaining attractive over a reference service life of 20 years.

From an environmental standpoint, it projects a reduction of approximately 36 t CO₂/year, totalling around 717 t CO₂ avoided over the life cycle.

In summary, the investment proves to be technically sound, economically advantageous, and environmentally beneficial, contributing to public value creation, the sector's decarbonization, and, consequently, to the institution's reputation.

Keywords: CO₂ reduction; Energy efficiency; Photovoltaic solar system; Public Security Police.

Lista de siglas e acrónimos

- ADENE – Agência para a Energia
- CCP – Código dos Contratos Públicos
- CER – Comunidade de Energia Renovável
- DPA – Divisão Policial de Aveiro
- ECO.AP – Eficiência de Recursos na Administração Pública
- EE – Espaço Energia
- EED – Energy Efficiency Directive
- EPBD – Energie Performance of Buildings Directive
- GER – Gestor(es) de Energia e Recursos
- kWh / kWp – quilowatt-hora / quilowatt-pico
- nZEB – nearly Zero-Energy Building
- PNEC – Plano Nacional de Energia e Clima
- PSP – Polícia de Segurança Pública
- RCM – Resolução do Conselho de Ministros
- RED III – Renewable Energie Directive
- RNC2050 – Roteiro para a Neutralidade Carbónica
- SCE – Sistema de Certificação Energética dos Edifícios
- UE – União Europeia
- UNEP – Programa das Nações Unidas para o Ambiente
- UOLF – Unidade Orgânica de Logística e Finanças

Índice

| | |
|---|------|
| Dedicatória..... | ii |
| Epígrafe | iii |
| Agradecimentos..... | iv |
| Resumo | v |
| Abstract..... | vi |
| Lista de siglas e acrónimos..... | vii |
| Índice | viii |
| Índice de Apêndices..... | x |
| Índice de Anexo | xi |
| Índice de Figuras | xii |
| 1. Introdução..... | 1 |
| 1.1. Objetivo geral e objetivos específicos | 1 |
| 1.2. Pertinência | 2 |
| 1.3. Estado de Arte como ponto de partida..... | 3 |
| 1.4. Formulação do Problema: as questões de investigação..... | 4 |
| Capítulo II - Metodologia utilizada | 5 |
| 2. Método..... | 5 |
| 2.1. A Organização, os Participantes e o Evento | 5 |
| 2.2. Instrumentos de recolha e análise de dados..... | 6 |
| 2.3. Procedimento | 6 |
| Capítulo III - As evidências do estudo..... | 8 |

| | | |
|------|--|----|
| 3. | Apresentação e discussão de resultados | 8 |
| 3.1. | Do Projeto..... | 8 |
| 3.2. | Da Análise Bibliográfica e do Enquadramento Jurídico | 13 |
| 3.3. | Dos Questionários | 20 |
| | Capítulo IV – Conclusão | 22 |
| | Bibliografia..... | 24 |

Índice de Apêndices

| | |
|--|----|
| Apêndice A - Questionário DNA UOLF..... | 28 |
| Apêndice B - Questionário DGIEI DN..... | 32 |
| Apêndice D - Questionário CAA CDAVR..... | 38 |
| Apêndice E - Questionário NRF CDAVR..... | 38 |
| Apêndice F - Questionário ODELSUN..... | 43 |

Índice de Anexo

| | |
|---------------------------------|----|
| Anexo 1 - Projeto ODELSUN | 51 |
| Anexo 2 - Carta de Honra..... | 66 |

Índice de Figuras

| | |
|---|----|
| Figura 1 – Localização e disposição dos módulos fotovoltaicos | 9 |
| Figura 2 – Análise das faturas de eletricidade (12 meses)..... | 9 |
| Figura 3 – Análise do rendimento energético mensal (12 meses) | 10 |
| Figura 4 – Análise da poupança efetiva com a implementação do sistema fotovoltaico e dos custos da eletricidade anual com e sem sistema fotovoltaico..... | 11 |
| Figura 5 – Perfil das fontes de energia renovável – União Europeia | 17 |
| Figura 6 – Perfil das fontes de energia renovável – Portugal | 18 |

Capítulo I - Nota Introdutória

Partindo de Objetivos claramente definidos, demonstra-se a Pertinência, institucional e social do presente estudo de caso, procede-se ao enquadramento crítico no Estado de Arte, para identificar contributos e lacunas, e culmina-se com a Formulação do Problema, que estrutura as perguntas de investigação e orienta as opções metodológicas.

1. Introdução

1.1. *Objetivo geral e objetivos específicos*

Nos últimos anos, tem-se reforçado a consciência de que os recursos naturais do planeta são finitos e estão sob crescente pressão. À escala global, o ritmo de utilização desses recursos é muito elevado, gerando impactos relevantes no ambiente.

O crescente imperativo pela transição energética e pela descarbonização exige uma intervenção decisiva no setor edificado. Em Portugal, os edifícios de serviços públicos, pela sua dimensão e perfil de ocupação, representam uma área crítica para a implementação de medidas de eficiência energética e de produção de energia renovável.

No contexto da PSP, a DPA (sita na Rua da Prata, freguesia de Santa Joana, concelho de Aveiro), constitui um caso particularmente relevante, quer pela importância operacional do imóvel, quer pelo seu perfil de consumo elétrico e pelo potencial para integrar painéis solares fotovoltaicos.

Este estudo de caso procura avaliar em que medida a geração distribuída pode reduzir consumos e custos, mitigar emissões e reforçar a resiliência energética da instalação, em alinhamento com as metas europeias e nacionais para a eficiência e a produção renovável no setor público.

Assim, o objetivo geral deste trabalho é avaliar e propor a implementação de um sistema solar fotovoltaico para autoconsumo que maximize a eficiência energética e a rentabilidade económica no edifício da DPA.

Para tal, indicam-se os seguintes objetivos específicos: i) diagnosticar o perfil de consumo do edifício (potenciação contratada, curvas de carga e sazonalidade), de forma a

estabelecer uma linha de base fiável; ii) proceder ao dimensionamento técnico de um sistema fotovoltaico, tendo em conta diferentes cenários de ocupação de cobertura, tipologias de inversores, orientação e inclinação; iii) estimar os ganhos de autoconsumo, poupança anual e período de retorno do investimento, incluindo análises de sensibilidade a variações do preço da energia e à degradação dos módulos; iv) quantificar a redução de emissões de CO₂, visando o benefício ambiental; v) bem como identificar riscos, barreiras técnicas, administrativas e organizacionais (licenciamento, contratação pública, manutenção e integração com rotinas operacionais), propondo recomendações concretas para a sua implementação e gestão, através de proposta técnica e económica detalhada.

1.2. Pertinência

A implementação do sistema fotovoltaico na DPA é de elevada pertinência, assente numa tripla dimensão – económica, ambiental e metodológica. Por um lado, responde a metas vinculativas que exigem exemplaridade do setor público na transição energética, fomentando uma cultura de gestão na PSP, replicável em edifícios similares. Por outro, oferece evidência crucial para decisões de investimento em contexto policial, onde a continuidade do serviço e a disciplina orçamental são determinantes. A oportunidade está quantificada, pois o dimensionamento favorece o autoconsumo.

Em termos financeiros, projetam-se poupanças significativas para a PSP e, consequentemente, para o Estado, logo no primeiro ano.

No plano ambiental, estima-se uma redução considerável de CO₂, contribuindo diretamente para o cumprimento das metas nacionais e europeias de eficiência energética e descarbonização, através da geração de energia limpa.

Deste modo, o estudo sustenta um caso sólido, replicável e alinhado com a exemplaridade do setor público, justificando plenamente a relevância científica e prática da sua implementação na DPA, colmatando a lacuna existente.

A concretização deste projeto poderá, ainda, beneficiar da exploração de incentivos e políticas públicas vigentes.

1.3. Estado de Arte como ponto de partida

A dinâmica atual da transição energética evidencia, à escala global, uma aceleração da eletrificação com base em fontes limpas, coexistindo, porém, um hiato entre as metas assumidas e a concretização no terreno.

Conforme assinala o Programa das Nações Unidas para o Ambiente (UNEP), a potência renovável “tem crescido de forma dramática, liderada pela solar fotovoltaica e pelo vento” e avisa que “o mundo requer três vezes mais capacidade renovável até 2030”. (UNEP, 2024)

No contexto português, o Estado de Arte corrobora a maturidade tecnológica dos sistemas fotovoltaicos e evidencia a existência de um enquadramento jurídico-incentivador robusto, com destaque para o Decreto-Lei n.º 15/2022, que sustenta a sua adoção.

Na revisão da literatura, foram considerados vários estudos que abordam o tema em análise, nomeadamente, o estudo de caso intitulado “Avaliação da Viabilidade Económica da Energia Solar Fotovoltaica: Estudo de Caso da Polícia de Segurança Pública” (Morgado & Sousa, 2019) e o “Recomendações Técnicas para Instalações das Forças de Segurança: Divisões da Polícia de Segurança Pública” (Paiva et al., 2011).

Os referidos estudos comprovam que a instalação de sistemas fotovoltaicos em edifícios policiais se revela economicamente viável; simultaneamente, o quadro normativo vigente não apenas impõe como também habilita a integração de fontes renováveis e de medidas de eficiência em edifícios públicos, oferecendo bases sólidas para decisões de investimento informadas e para um planeamento estratégico consistente.

Identifica-se, contudo, uma lacuna: faltam análises que integrem a complexidade construtiva e o perfil específico de consumo da DPA, com um dimensionamento técnico otimizado – vazio que este trabalho procura colmatar.

A literatura é unânime na descida de custos e aumento de eficiências, na vantagem quando a geração coincide com a carga diurna, maximizando o autoconsumo, e na utilidade de auditorias energéticas e de monitorização avançada (*smart metering*), para afinar o dimensionamento.

Neste enquadramento, o estudo sustenta uma solução *on-grid*, focada no autoconsumo, ajustada a perfis de carga contínuos e às exigências de continuidade operacional.

Estruturou-se, assim, um guião replicável, que contempla a caracterização do local e do consumo, o dimensionamento eletrotécnico, a avaliação sazonal da produção e a análise de viabilidade, garantindo uma referência robusta para a implementação de um sistema fotovoltaico em edifícios policiais.

Em suma, o Estado de Arte prova que este projeto é relevante. Ao demonstrar o domínio do que já se sabe e, mais importante, ao delimitar o que se desconhece sobre a viabilidade e o dimensionamento dos painéis na DPA, justifica-se a necessidade do seu estudo e o seu contributo original para a área da engenharia e da sustentabilidade.

1.4. Formulação do Problema: as questões de investigação

A PSP enfrenta o desafio de reduzir a fatura energética e a pegada ambiental, sem pôr em causa a continuidade do serviço policial e o cumprimento do enquadramento jurídico aplicável.

Coloca-se, assim, a questão central de investigação: em que medida a instalação de um sistema fotovoltaico no edifício da DPA permite otimizar consumos e custos, gerando benefícios ambientais verificáveis, sem comprometer a fiabilidade da operação, a segurança da infraestrutura e a conformidade técnica e procedimental?

O problema exige, por um lado, apurar a configuração técnica mais adequada ao perfil de carga e às condicionantes do edifício e, por outro, avaliar o equilíbrio económico do investimento. Implica, ainda, identificar barreiras técnicas, operacionais, jurídicas e de contratação, propondo medidas de mitigação proporcionadas, e definir um modelo de gestão e monitorização que assegure desempenho, manutenção e conformidade ao longo do ciclo de vida do sistema.

É neste cruzamento entre eficiência, continuidade operacional e legalidade que se situa a contribuição do estudo, oferecendo bases sólidas para uma decisão informada e replicável no contexto da Administração Pública.

Capítulo II - Metodologia utilizada

O presente capítulo visa apresentar e justificar o quadro metodológico adotado para o desenvolvimento desta investigação. A estrutura metodológica está segmentada em cinco áreas fundamentais: delimitação da Organização, identificação dos Participantes envolvidos no processo, definição do Evento central de análise, descrição detalhada dos Instrumentos de recolha e análise utilizados e do Procedimento sequencial que conduziu à proposta final.

2. Método

2.1. *A Organização, os Participantes e o Evento*

Este trabalho é um estudo de caso único e exploratório, no âmbito da otimização de eficiência energética em edifícios públicos, que adota uma abordagem predominantemente quantitativa (baseada em dados de consumo, área, potência e cálculos financeiros), e de natureza aplicada, de método misto, combinando a análise documental e normativa, um inquérito estruturado e uma análise quantitativa de consumos e simulação de produção fotovoltaica.

A Organização, entendida como unidade de análise primária e materializada no edifício da DPA (cuja caracterização física e histórico de desempenho energético são centrais), é a PSP – titular da infraestrutura e beneficiária do sistema, em articulação com o parceiro técnico ODELSUN e com as entidades externas competentes.

Os Participantes, enquanto fontes humanas que aportam conhecimento operacional e contextual indispensável à leitura dos padrões de consumo e das restrições de segurança e de orçamento, correspondem, internamente, ao Comando Distrital de Aveiro, em particular, e aos responsáveis financeiros da PSP, em geral, isto é, a Unidade Orgânica de Logística e Finanças (UOLF), da Direção Nacional. Externamente, os Participantes correspondem ao Gestor de Instalação – a empresa ODELSUN, Energias do Ambiente, Lda..

O Evento corresponde à simulação de desempenho técnico-económico do sistema fotovoltaico, modelando a interação entre a produção estimada e o consumo real do edifício para derivar indicadores de viabilidade, e acompanha, de forma sequencial, o diagnóstico energético, o dimensionamento, a contratação pública, a instalação, a ligação à rede, o

comissionamento e a monitorização inicial de desempenho. A proposta técnica, elaborada pela ODELSUN, constitui a referência documental da análise.

2.2. *Instrumentos de recolha e análise de dados*

A metodologia deste estudo de caso assentou num conjunto integrado de instrumentos adequados à avaliação da viabilidade fotovoltaica na DPA, nomeadamente: i) uma reunião técnica com o parceiro de engenharia; ii) uma análise documental (Projeto ODELSUN – Anexo 1), que inclui, entre outros documentos, faturas de eletricidade fornecidas pela PSP, para caracterização de perfis de carga; o levantamento técnico do edifício para dimensionamento, tal como geometria de coberturas, áreas úteis, acessibilidade, segurança, sombreamentos e registo fotográfico; a viabilidade económico-financeira relativa a sensibilidade e cenários; e o enquadramento legal e procedimental, bem como tratamento de dados); iii) um *software* de simulação de produção e dimensionamento, designadamente o “Sunny Design 6.0.0”, que, com base nos dados de irradiação solar de Aveiro e no perfil de carga do edifício, modelou o desempenho energético e financeiro do sistema; e iv) um inquérito por questionário, a cinco profissionais, com o propósito de solidificar a linha argumentativa da investigação.

2.3. *Procedimento*

O percurso metodológico adotado estruturou-se de forma sequencial e integrada.

Num primeiro momento, procedeu-se ao diagnóstico energético e à caracterização do edifício, com recolha de dados documentais da Organização e realização de um inquérito por questionário aos participantes, o que permitiu contextualizar os perfis de utilização e identificar constrangimentos operacionais, culminando na definição de um perfil de carga detalhado.

Seguidamente, com base nas limitações físicas observadas e nesse perfil, efetuou-se o dimensionamento técnico do sistema fotovoltaico (potência instalada, número de módulos, orientação, temperatura ambiente, inclinação, tipo de montagem) e recorreu-se a *software* de simulação para modelar o cenário, estimando a produção anual de energia e a taxa de auto-consumo.

Implementação de Painéis Solares Fotovoltaicos para Eficiência Energética:
o estudo de caso no Edifício da Divisão Policial de Aveiro

Por fim, integrou-se a produção simulada e os custos de investimento numa análise de viabilidade económico-financeira, calculando a poupança anual esperada e os principais indicadores, os quais sustentam de forma objetiva a proposta final de implementação.

Capítulo III - As evidências do estudo

Este capítulo apresenta os resultados do projeto e a sua interpretação. Expõem-se os principais indicadores obtidos (técnicos, financeiros e operacionais) e discutem-se, à luz da literatura e do enquadramento normativo, identificando ganhos, limitações e implicações para a decisão.

3. Apresentação e discussão de resultados

3.1. Do Projeto

A escolha do edifício para a implementação dos painéis fotovoltaicos prende-se com o facto de este ser propriedade da PSP e representar o pilar da atividade operacional desta Polícia, em Aveiro.

As características técnicas da cobertura também se revelam interessantes e potenciadoras do tipo de implementação, dado ser uma placa facilmente acessível do interior, que auxilia não só todo o processo de instalação, como o de manutenção. A estrutura do edifício, ao apresentar um rebordo envolvente ao telhado, protege os painéis a instalar.

Para se obter o perfil de carga, que representa o consumo elétrico por mês, foi indispensável recolher a informação anualizada de consumo. Esta recolha foi efetuada recorrendo à estrutura do Comando.

Através de uma análise de imagem aérea (Google Earth) do edifício da DPA, estimou-se que a área de 650 m² disponível no edifício permite a implementação de 135 módulos fotovoltaicos, totalizando uma potência de pico de 78.98 kWp. (Anexo 1, p. 4).



Figura 1 – Localização e disposição dos módulos fotovoltaicos

A potência de produção de 50 kW (resultante da análise do sistema e da razão de potência nominal) representa o valor chave para a estimativa da produção. Esta estimativa utiliza os valores médios de radiação e horas solares, totalizando 2.136 horas equivalentes à carga plena. (Anexo 1, p. 6).

Para uma melhor compreensão do balanço energético da DPA, foram transpostos os dados das faturas de eletricidade mensais para o seguinte gráfico:

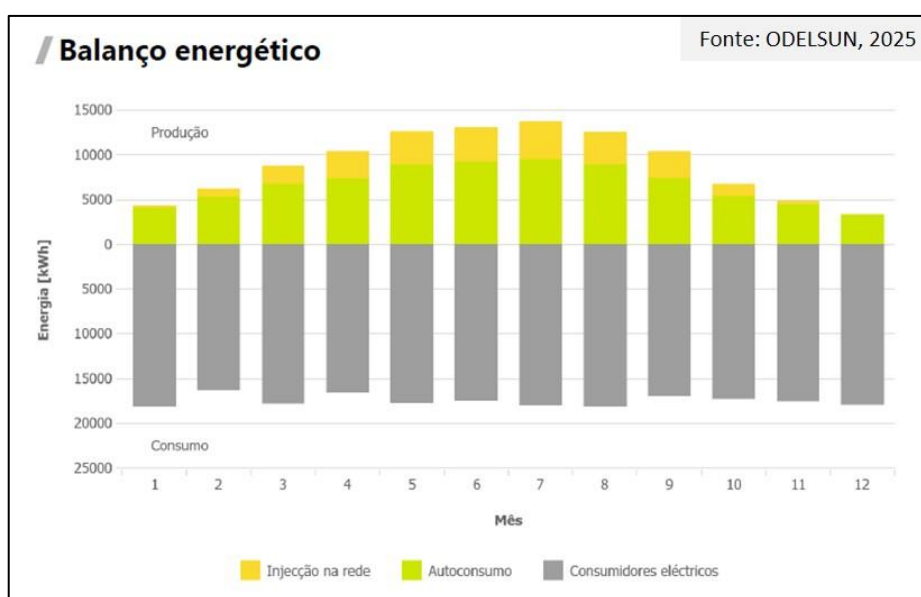


Figura 2 – Análise das faturas de eletricidade (12 meses)

A parcela dos consumidores elétricos (a cinzento) é sensivelmente estável ao longo dos vários meses do ano, pelo facto de a DPA operar 24/7. A parcela do autoconsumo (a verde) refere a eletricidade produzida pelos painéis solares e consumida internamente no edifício, demonstrando, assim, a parcela da poupança, pois, neste sistema, não existe o consumo elétrico proveniente da rede de distribuição elétrica. A parcela de injeção na rede (a amarelo) corresponde ao excesso de produção de eletricidade do edifício, ou seja, o que sobra depois de satisfazer o consumo interno. Este excedente é entregue ao operador de rede elétrica, concedendo à DPA um saldo positivo.

No seguinte gráfico, são apresentados os dados mensais detalhados do rendimento energético, tendo em conta o perfil de consumo:

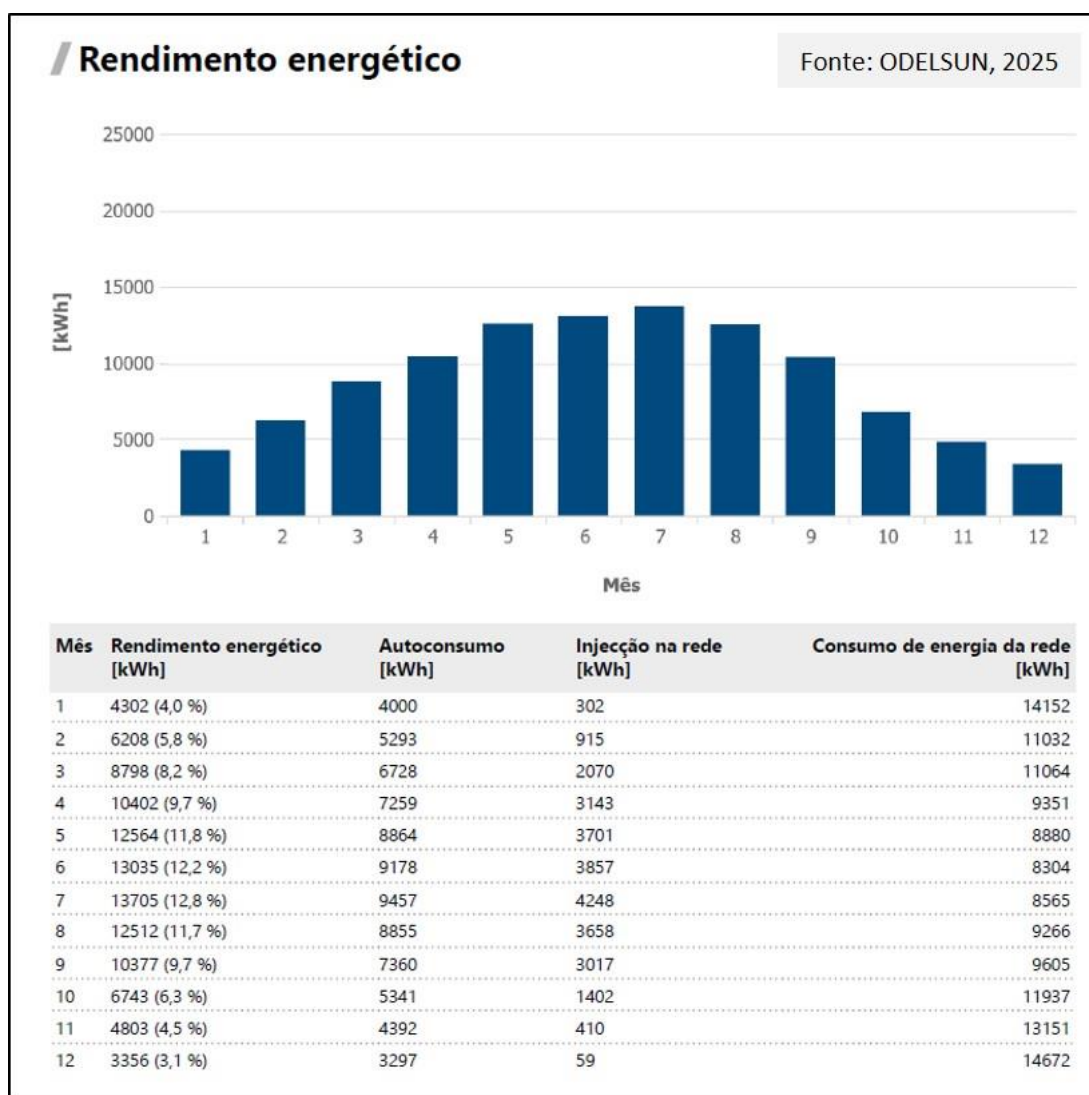


Figura 3 – Análise do rendimento energético mensal (12 meses)

Conforme visível, os meses de maior exposição solar (verão) correspondem aos períodos de maior rendimento energético. Tal ocorre porque, nesses meses, a produção para autoconsumo e a injeção na rede atingem valores substancialmente superiores aos dos restantes.

Com o perfil de energia mensal definido, pode-se quantificar, financeiramente, os resultados do estudo. Mantendo o perfil de consumo e os atuais custos da eletricidade, estima-se uma poupança de 24.314 €, no primeiro ano. Uma vez que o tempo de vida útil do ativo é de 20 anos, o fornecedor ajustou a estimativa ao crescimento dos custos de eletricidade. (Anexo 1, p. 12).

Os gráficos seguintes representam a poupança efetiva ao longo do ciclo de vida dos painéis a implementar, bem como os custos de eletricidade acumulados, com e sem sistema fotovoltaico.

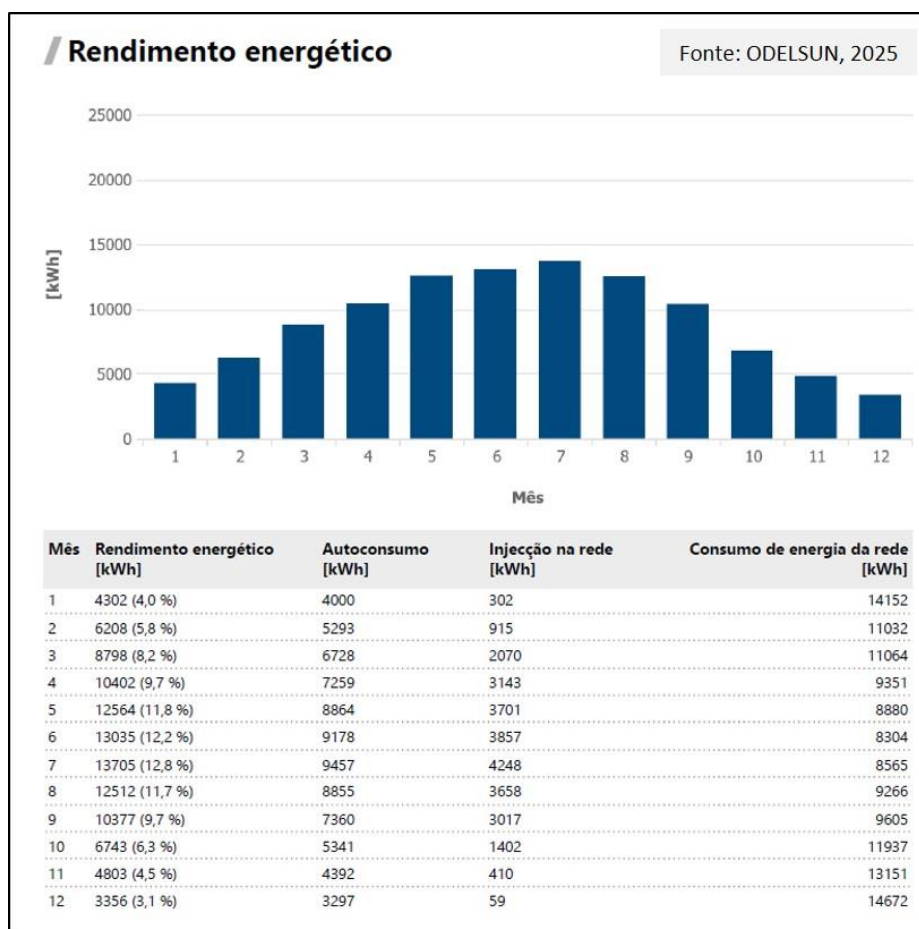


Figura 4 – Análise da poupança efetiva com a implementação do sistema fotovoltaico e dos custos da eletricidade anual com e sem sistema fotovoltaico

Mishan e Quah (2007) definem o rácio Benefício/Custo como a medida padrão para avaliar o impacto económico líquido de um projeto.

Tendo em conta que o Benefício ascende a 684.333,00 € e o Custo a 71.077,50 €, o Rácio Benefício/Custo (B/C) obtido é de 9,6. Uma vez que este valor é significativamente superior a 1, o projeto é considerado altamente rentável. Este indicador é crucial para a comparação de projetos e para a priorização de investimentos, dado que quanto mais elevado for o rácio, maior será a rentabilidade. (Anexo 1, p. 12)

Gitman e Zutter (2020) defendem que o *payback* (retorno) é uma ferramenta de gestão útil para lidar com a liquidez e o risco em ambientes incertos ou com restrições de capital.

Com um Custo Total de 71.077,50 € e um Benefício Anual de 24.314,00 €, o *payback* é de aproximadamente 3 anos. Dado que o horizonte de vida útil do projeto é de 20 anos, a recuperação do investimento é alcançada de forma extremamente rápida. (Anexo 1, p. 12)

Esta perspetiva foi corroborada por Fthenakis & Kim (2009), os quais salientaram que a energia solar fotovoltaica era uma das tecnologias de energias renováveis mais promissoras, com custos decrescentes e eficiências de conversão crescentes. Conolly et al. (2011), afirmaram que, atendendo à eficiência da conversão energética e ao retorno do investimento, os painéis fotovoltaicos constituíam uma opção economicamente apelativa para a produção de eletricidade local e autoconsumo, e que contribuía para a descarbonização da rede elétrica e a redução dos custos operacionais. Estes e outros autores já apontavam estas dinâmicas há muitos anos; o tempo veio corroborar as suas teses, na medida em que continua a reconhecer-se que as soluções renováveis – em particular a solar fotovoltaica – são economicamente vantajosas e ambientalmente benéficas.

A análise do gráfico da comparação de custos de eletricidade acumulados confirmou um crescimento expectável do preço da eletricidade, o que se traduz num impacto financeiro cada vez maior, e numa dependência contínua do fornecedor de energia. Esta dependência pode ser diminuída drasticamente com a implementação da solução proposta.

Efetuada a discussão do posto de vista financeiro, importa agora realizar a mesma análise do ponto de vista ambiental. Tendo por base os dados do rendimento energético, o projeto de autoconsumo irá gerar cerca de 80.000 kWh por ano. Considerando o fator de

emissão médio de 0,25 kg de CO₂ por kWh (valor que se baseia nos dados da Agência Portuguesa do Ambiente, Inventário Nacional de Emissões 2023, e reflete a tendência para a crescente incorporação de renováveis na década 2020 - 2030), estima-se que a implementação resulte numa redução de emissões de 36 toneladas de CO₂, logo no primeiro ano de operação. Ao longo do seu período de vida útil de 20 anos, e mantendo o ritmo de autoconsumo, o projeto representará uma impressionante redução de 717 toneladas de CO₂, no total de emissões para a atmosfera. (Anexo 1, p. 5).

3.2. *Da Análise Bibliográfica e do Enquadramento Jurídico*

Os efeitos nocivos do uso intensivo de recursos não renováveis – da escassez de combustíveis fósseis à poluição gerada pela sua combustão – levaram muitos países a apostar em formas de produção de energia com menor impacto ambiental e economicamente sustentáveis. Em simultâneo, o progresso da tecnologia fotovoltaica abriu caminho a uma atuação mais proativa na descarbonização, em consonância com o Roteiro para a Neutralidade Carbónica (RNC2050). (Azevedo, 2021)

A produção de energia elétrica recorrendo à radiação solar é considerada pouco poluente, uma vez que somente o processo de fabrico dos componentes é ambientalmente prejudicial, ainda que não contribua para o agravamento do aquecimento global. (Azevedo, 2021)

A União Europeia (UE-27) definiu metas para os países dela integrantes, que visam reduzir as emissões de poluição para a atmosfera. Os governos analisam a sua pegada ecológica e definem regras para o crescimento energético, a par do crescimento da indústria energética, permitindo assim reduzir os impactos do aquecimento global a longo prazo. (Azevedo, 2021)

As fontes de energia renovável (solar, eólica, hídrica, biomassa, geotérmica e a energia dos oceanos) são recursos com disponibilidade praticamente inesgotável num horizonte sustentável e a sua adoção em substituição dos combustíveis fósseis é fundamental, tanto pela escassez destes últimos como pela necessidade de mitigar a poluição e os impactos na saúde humana e no ambiente. Em Portugal, com particular relevância para aplicação em edifícios e infraestruturas da Administração Pública, destacam-se a biomassa, o solar térmico e o solar fotovoltaico. (Eco.AP., 2018)

O solar fotovoltaico permite produzir eletricidade descentralizada para autoconsumo, convertendo a radiação solar em energia elétrica através do efeito fotoelétrico em semicondutores. A tecnologia dominante é o silício cristalino (mono e policristalino), sendo o monocristalino mais eficiente e durável ($\approx 16\text{--}18\%$ ao nível do painel), embora mais caro. As centrais instalam-se sobretudo em coberturas, podendo também ir para fachadas, parques ou solo (neste caso, com seguimento solar para maximizar a produção). O dimensionamento exige planta do edifício, dados da instalação elétrica, curva de carga anual ou consumos anuais desagregados. Os módulos geram corrente contínua convertida em corrente alternada pelo inversor (tipicamente 95 - 98% de eficiência), e o desempenho global mede-se pelo indicador específico de produção (kWh.ano/kWp). Para otimizar resultados, recomenda-se monitorização periódica, tendo em conta o clima, a localização e a limpeza regular dos módulos (pelo menos anual) para mitigar perdas por sujidade. O cálculo da energia produzida deve recorrer a *software* validado por entidade competente (p. ex., SolTerm ou SCE.ER7) no âmbito do Sistema de Certificação Energética. (Eco.AP., 2018)

O quadro jurídico europeu, assente na Diretiva (UE) 2023/1791, relativa à eficiência Energética, estabelece para o setor público a obrigação de reduzir anualmente em 1,9% o consumo final; de renovar 3% da área útil do parque edificado para níveis quase-nZEB ou de emissões zero; e de aplicar critérios exemplares de contratação pública.

Paralelamente, a Diretiva (UE) 2024/1275 impõe que, a partir de 2028, os novos edifícios públicos sejam de emissões zero, com o consumo anual coberto por fontes renováveis, reforçando instrumentos como os certificados de desempenho e os passaportes de renovação. No domínio das energias renováveis, a Diretiva (UE) 2018/2001, alterada pela (UE) 2023/2413 Renewable Energy Directive (RED III), eleva a meta de incorporação para 42,5% e incentiva o autoconsumo e as comunidades de energia.

No plano interno, o Decreto-Lei n.º 101-D/2020, (Sistema de Certificação Energética dos Edifícios - SCE), com as alterações do DL n.º 11/2025, transpõe a Energy Performance of Buildings Directive (EPBD) e fixa os requisitos mínimos de desempenho; o ECO.AP 2030 (Resolução do Conselho de Ministros (RCM) n.º 104/2020 e RCM n.º 150/2024), sendo o Programa de Eficiência de Recursos e de Descarbonização na Administração Pública em Portugal, define metas e uma arquitetura de governação para a eficiência e a descarbonização no setor público; e o regime do autoconsumo e das Comunidades de

Energia Renovável - CER (DL n.º 162/2019 e DL n.º 15/2022) viabiliza a produção e a partilha de energia renovável.

A Lei n.º 98/2021 (Bases do Clima) reforça a liderança do Estado nesta transição, em articulação com o PNEC 2030 (Plano Nacional de Energia e Clima 2021-2030). Este Plano tem por objetivos, metas e medidas as cinco dimensões da União da Energia: i) Descarbonização (emissão de gases de efeito de estufa e energias renováveis); ii) Eficiência Energética; iii) Mercado Interno de Energia; iv) Segurança Energética; e v) Investigação, Inovação e Competitividade.

Para consolidar a visão estratégica de Portugal e assegurar o cumprimento das metas e dos objetivos estabelecidos, foram definidos oito objetivos estratégicos nacionais que promovem a integração das agendas de energia e clima. Estes objetivos encontram-se profundamente articulados com as cinco dimensões da União da Energia: i) descarbonizar a economia nacional; ii) dar prioridade à eficiência energética; iii) reforçar a aposta nas energias renováveis para reduzir a dependência energética do país; iv) garantir a segurança de abastecimento; v) promover a mobilidade sustentável; vi) promover uma agricultura e floresta sustentáveis que potenciem o sequestro de carbono; vii) desenvolver uma indústria inovadora e competitiva; e viii) garantir uma transição justa, democrática e coesa para toda a sociedade.

Em 2016, no âmbito do Acordo de Paris, Portugal assumiu um compromisso internacional, com o objetivo de atingir a neutralidade carbónica em 2050. Para concretizar esta meta ambiciosa, o país definiu uma visão estratégica para a descarbonização da economia nacional, a qual foi consagrada no RNC 2050, publicado através da Resolução do Conselho de Ministros (RMC) n.º 107/2019, de 1 de julho. O RNC 2050 apresenta uma visão estratégica e narrativa para a descarbonização da economia nacional e consequente neutralidade carbónica até 2050, com os objetivos, metas e políticas/medidas definidas no PNEC 2030, sendo este o instrumento de política energética e climática para o referido período.

O Aviso n.º 1/2025 - Fundo Ambiental/ Agência para a Energia (ADENE) visa financiar, a fundo perdido, a criação e o arranque de, pelo menos, 50 Espaços Energia (EE). O objetivo é estabelecer balcões únicos que prestem serviços integrados de renovação energética aos cidadãos, contribuindo para as metas nacionais e europeias de eficiência energética e combate à pobreza energética.

Implementação de Painéis Solares Fotovoltaicos para Eficiência Energética:
o estudo de caso no Edifício da Divisão Policial de Aveiro

Em síntese, este enquadramento normativo impõe e, simultaneamente, faculta a integração de renováveis e de soluções de eficiência nos edifícios públicos, sustentando os investimentos e o planeamento estratégico que o presente estudo procura operacionalizar.

Implementação de Painéis Solares Fotovoltaicos para Eficiência Energética: o estudo de caso no Edifício da Divisão Policial de Aveiro

O seguinte gráfico analisa o perfil das fontes de energia renovável da UE-27:

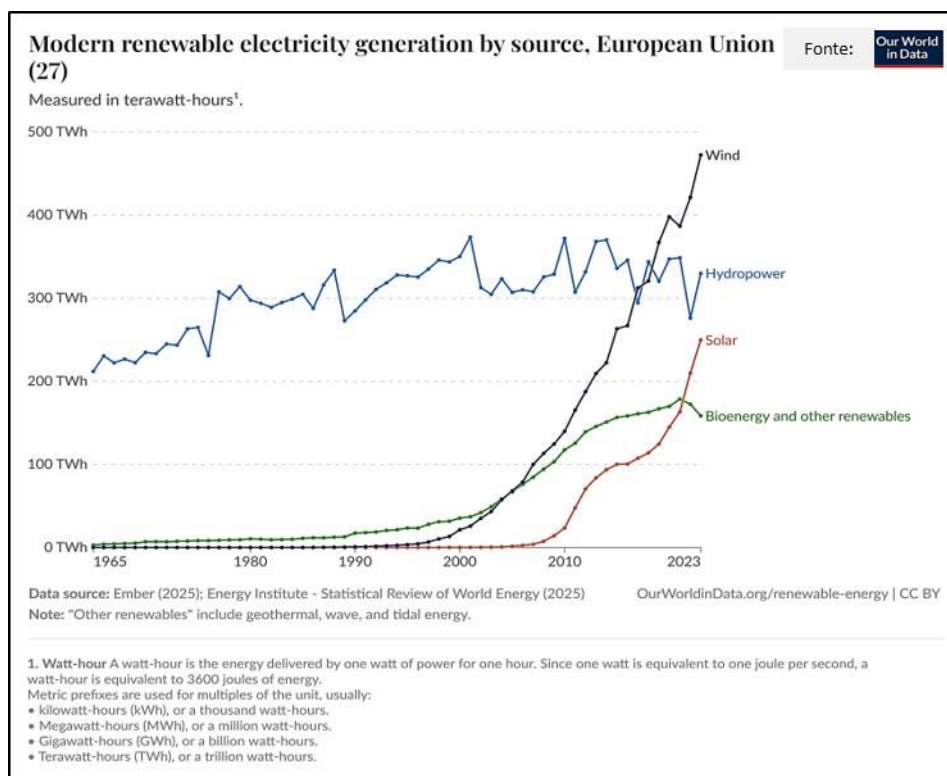


Figura 5 – Perfil das fontes de energia renovável – União Europeia

A análise do gráfico evidencia uma clara transição na matriz renovável da UE-27: o sistema, que foi historicamente dominado pela energia hídrica, está a evoluir para um novo binómio eólico-solar. Embora a energia solar tenha registado uma adoção tardia, o seu crescimento tem sido notável, aproximando-se rapidamente da capacidade hídrica, que manteve a liderança na produção renovável durante décadas. Este dinamismo é indissociável de um quadro regulamentar europeu de suporte, destacando-se programas como a RED III, a Energy Efficiency Directive (EED) e a EPBD. (Our World in Data, 2025)

Implementação de Painéis Solares Fotovoltaicos para Eficiência Energética: o estudo de caso no Edifício da Divisão Policial de Aveiro

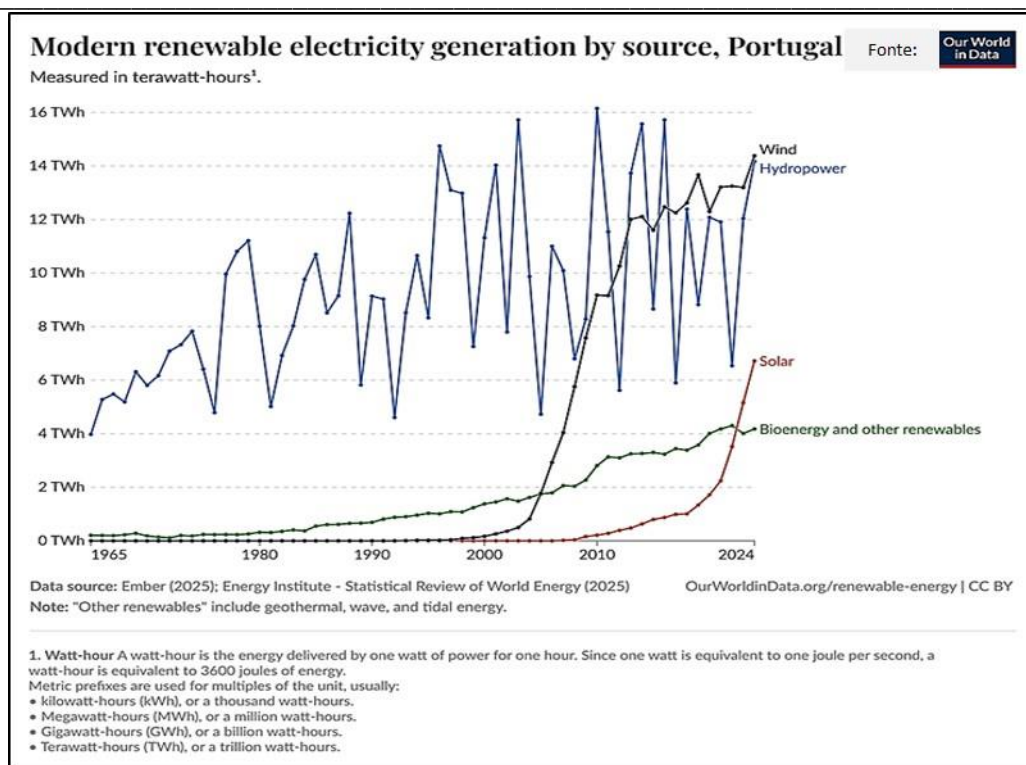


Figura 6 – Perfil das fontes de energia renovável – Portugal

A evolução do panorama elétrico nacional demonstra uma clara diversificação e maturidade do portefólio renovável em Portugal. Historicamente, a produção estava sob o domínio da energia hídrica, caracterizada por uma elevada variabilidade interanual. No entanto, o sistema transitou para uma matriz liderada pela eólica, com a solar fotovoltaica a ganhar uma forte tração nos últimos anos e a afirmar-se como um pilar relevante. A bioenergia, por sua vez, consolidou a sua presença de base. No seu conjunto, o país converge para um binómio eólico-solar, onde a hídrica assume a função crucial de amortecedor da variabilidade. (Our World in Data, 2025)

Assim, tal como se verifica a nível europeu, Portugal tem registado uma implementação robusta da energia solar, refletindo um profundo alinhamento entre as políticas comunitárias e as nacionais. É, portanto, incontornável o papel de diretivas e programas nacionais, como o Programa de Eficiência de Recursos e de Descarbonização na Administração Pública até 2030 (ECO.AP 2030) e o RNC2050, na aposta e consolidação das fontes de energia solar.

Percorrido este quadro legislativo específico, analisou-se a viabilidade da implementação de painéis fotovoltaicos, atendendo à estrita observância do regime de contratação pública, expressa no Código dos Contratos Públicos (CCP), aplicável às instituições do Estado.

O CCP é a norma central que disciplina toda a contratação pública em Portugal. A sua importância reside no facto de unificar e codificar as regras aplicáveis a diversos contratos públicos de natureza administrativa, como as concessões, as empreitadas de obras públicas e a aquisição de bens e serviços.

O Guia 7 – Financiamento do programa Eco.AP (Eco.AP, 2018) apresenta uma síntese do CCP, sublinhando as fases centrais dos procedimentos mais adequados à implementação de medidas de eficiência energética; contudo, não esgota as particularidades que podem surgir em cada caso, pelo que a consulta direta do CCP é imprescindível para garantir uma aplicação rigorosa.

As regras de contratação pública previstas no CCP aplicam-se a todo o setor público administrativo, independentemente do valor, abrangendo o Estado, as Regiões Autónomas, as Autarquias Locais, os Institutos Públicos, as Fundações Públicas e as Associações Públicas, estendendo-se, igualmente, ao setor empresarial do Estado e a outras associações qualificadas como “entidades adjudicantes”, bem como a operações com financiamento de natureza pública.

No que respeita à formação de contratos, o CCP prevê os seguintes tipos de procedimento: ajuste direto, consulta prévia, concurso público, concurso limitado por prévia qualificação, procedimento de negociação e diálogo concorrencial.

O procedimento pré-contratual de "Consulta Prévia" é um método mais ágil que o concurso público, permitindo à entidade adjudicante convidar diretamente pelo menos três entidades da sua escolha para apresentarem uma proposta.

Este procedimento é tipicamente utilizado em contratos de aquisição de bens e serviços de valor inferior a 75.000,00 €, ou em empreitadas de obras públicas até 150.000,00 €, garantindo uma concorrência mínima. A escolha das entidades a convidar pode ser justificada pelo conhecimento prévio do seu bom desempenho em contratos anteriores, por informação partilhada por outras entidades adjudicantes, ou pela proximidade geográfica em relação ao local de execução, caso esta proximidade seja um fator essencial para o sucesso do contrato.

Para este estudo de caso, interessa, em particular, o contrato de aquisição de bens e serviços, uma vez que o valor não ultrapassa os 75.000,00 €. Assim, a PSP poderá celebrar um contrato de aquisição de painéis fotovoltaicos, integrando, no primeiro ano, a correspondente prestação de manutenção como componente do fornecimento. Para assegurar a continuidade técnica e operacional nos anos subsequentes, e atendendo a que o encargo anual estimado não excede 5.000 €, a manutenção poderá ser contratualizada através de ajuste direto simplificado, mediante contratos anuais. Esta opção garante a continuidade do serviço, a conformidade com o regime de contratação pública e a boa gestão orçamental. (Eco.AP, 2018)

3.3. *Dos Questionários*

No âmbito do problema de investigação que estrutura este estudo, foram auscultados cinco profissionais de diversas áreas funcionais, com perspetiva prática e/ou estratégica sobre a gestão financeira e logística da PSP, para complementar a análise documental e normativa realizada e reforçar a relevância do projeto.

Todos os participantes convergem na relevância estratégica da sustentabilidade e eficiência energética na PSP, atendendo ao número de edifícios (cerca de 400), ao regime 24/7 e ao peso crescente da fatura elétrica (p. ex., em 2023, a eletricidade representou 89% dos custos energéticos, (gás 11%) e cerca de 5 M€ em encargos, sinalizando a necessidade de uma “cultura/estratégia” própria na instituição.

Esta pressão orçamental é reconhecida, quer ao nível central, quer ao nível local, onde a suborçamentação estrutural e a elevada afetação do orçamento a pessoal limitam a margem para investimento e manutenção.

No que respeita a poupanças e modelos de implementação, há consenso de que a instalação fotovoltaica gera poupanças relevantes, particularmente em instalações com utilização contínua, pois o pico de produção coincide com o consumo operacional.

Um dos inquiridos quantificou ganhos de ordem prática (redução de cerca de 50% do consumo elétrico no estudo de caso simulado; rentabilidade anual média de cerca de 36% num horizonte de 20 anos), reforçando a atratividade económico-financeira e admitindo soluções de financiamento como *renting*, quando apoios públicos fossem limitados.

Relativamente, à direção e planeamento, embora exista enquadramento nacional (ECO.AP e Gestor Energia e Recursos) e um Plano de Eficiência e Descarbonização 2025-2027, os inquiridos realçaram a ausência de um plano estratégico interno robusto e a necessidade de um “estado da arte” institucional que fundamente prioridades, metas e fases, com envolvimento de todas as partes interessadas e articulação logística-financeira.

Defende-se uma abordagem gradual, com reforço de competências internas em contratação pública e captação de fundos.

No que concerne aos desafios técnicos-operacionais, repetem-se quatro vetores de risco: i) condicionantes físicas (coberturas antigas/capacidade estrutural, orientação/exposição solar, integração em quadros elétricos); ii) natureza jurídica de imóveis (arrendados/classificados/multientidade) e autorizações; iii) organização da manutenção (rotina de limpeza/inspeção, acesso a coberturas, garantir garantia do fabricante); e iv) compatibilização com requisitos de segurança/continuidade do serviço.

Quanto à manutenção, predomina a preferência por contratação externa especializada (manutenção preventiva e corretiva), por razões de tecnicidade, segurança e estabilidade da qualidade, admitindo-se arranjos híbridos em que tarefas simples (p. ex., limpeza) possam ser internalizadas, quando viável.

No contexto da replicação e imagem institucional, se os resultados em Aveiro confirmarem ganhos, a replicação noutros edifícios é vista como natural e desejável, com impacto reputacional positivo (instituição moderna, sustentável e eficiente no uso de dinheiros públicos).

Como contributo relevante, os inquiridos acrescentaram que o projeto deve ser entendido como vetor de modernização organizacional, com ganhos económicos, ambientais e de resiliência operacional (incluindo, a médio prazo, integração com carregamento de viaturas e armazenamento/baterias), desde que acompanhado por capacitação interna e um modelo de financiamento/manutenção sustentável.

Em suma: os inquiridos validam, inequivocamente, a pertinência do fotovoltaico na PSP, apontam caminhos de direção (planeamento faseado, pilotos, ESCO/comunidades de energia), quantificam potencial de poupança e identificam os principais obstáculos técnicos e organizacionais, oferecendo uma base sólida para as opções a discutir no capítulo de resultados e para a recomendação de implementação escalonada.

Capítulo IV – Conclusão

O estudo demonstrou, de forma consistente, que a instalação de um sistema fotovoltaico de autoconsumo na DPA é técnica e economicamente viável, além de ambientalmente vantajosa.

Com base no perfil de consumo real do edifício, no levantamento técnico e na simulação de produção, estimou-se uma poupança de cerca de 24.314 €, no primeiro ano, e um retorno do investimento total inicial após três anos, mantendo-se a atratividade ao longo de uma vida útil de referência de 20 anos, alcançando, assim, um benefício total estimado de 684.333,00€.

No plano ambiental, o estudo apontou para uma redução de cerca de 36 t de CO₂/ano, alinhando o projeto com os compromissos nacionais e europeus de descarbonização e com a exemplaridade exigida ao setor público. A coincidência entre a produção diurna e o regime 24/7 do edifício maximiza o autoconsumo e reforça a resiliência operacional, reduzindo a exposição à volatilidade tarifária e a dependência da rede.

A análise bibliográfica e o enquadramento jurídico evidenciam maturidade tecnológica e robustez normativa para a adoção de energias renováveis em edifícios públicos, enquanto a contratação pública oferece procedimentos proporcionais que viabilizam soluções ágeis e conformes para aquisição e manutenção.

As respostas obtidas no inquérito aplicado reforçam a pertinência prática do projeto, reconhecendo a pressão orçamental da fatura elétrica, validando o potencial de poupança e apontando a replicação como caminho natural, com impacto reputacional positivo; evidenciam, ainda, a necessidade de capacitação interna e de planeamento faseado, com articulação entre unidades técnicas, financeiras e operacionais. Foram identificadas condicionantes e riscos a acautelar (limitações físicas de cobertura e integrações elétricas, natureza jurídica dos imóveis e autorizações, organização da manutenção e requisitos de segurança, bem como dependência das premissas de simulação), que se mitigam através de projeto executivo detalhado, verificação estrutural, especificação técnica rigorosa, cláusulas de desempenho contratual e plano de operação e manutenção com monitorização contínua. À luz destas evidências, recomendou-se a contratação e implementação do sistema proposto para a DPA, com comissionamento e monitorização de desempenho, desde o primeiro dia;

a criação de um programa interno de eficiência e renováveis na PSP; o reforço de competências em contratação pública e captação de financiamento; e a integração faseada de soluções complementares (armazenamento, carregamento de viaturas elétricas), após validação dos ganhos do autoconsumo.

Em síntese, este caso-piloto de Aveiro cumpre os objetivos definidos, oferece um guião replicável (diagnóstico, dimensionamento, viabilidade, contratação, operação) e demonstra que é possível gerar valor público, através de investimentos em energia solar fotovoltaica, poupar recursos, reduzir emissões e reforçar a continuidade do serviço policial, constituindo um passo concreto na transição energética da PSP e um contributo relevante para a sustentabilidade e a confiança dos cidadãos na instituição.

Este estudo termina com a convicção da auditora de que a exigência de um Trabalho Individual Final, no âmbito do VI Curso de Comando e Direção Policial, constituiu uma oportunidade ímpar para formalizar, em moldes de investigação, uma ideia há muito amadurecida: a implementação de painéis solares fotovoltaicos na DPA.

Mais do que cumprir um requisito académico, ambiciona-se que este trabalho seja a base estratégica para uma concretização prática futura, promovendo a eficiência energética, em alinhamento com as diretivas nacionais e europeias e gerando benefícios claros para o ambiente e para o erário público.

Bibliografia

- Amperi. (2024, 10 de maio). Energia solar: o que é, como funciona e benefícios. Portal Solar. <https://amperi.com.br/canais/energia-solar/energia-fotovoltaica/>
- Attenborough, D. (2020). *A Life on Our Planet: My Witness Statement and a Vision for the Future*. Grand Central Publishing.
- Azevedo, L. (2021). *Estudo Técnico-Económico do Potencial para Produção de Energia por Sistemas Solares Fotovoltaicos na Universidade do Minho*. <https://repositorium.sdum.uminho.pt/bitstream/1822/76050/1/Luis%20Filipe%20Mendes%20Azevedo.pdf>
- Calejo, R. (2008). Gestão de edifícios “FM – Facilities Management” Faculdade de Economia do Porto.
- Comissão Europeia. (2020). *Renovation Wave for Europe – Greening our buildings, creating jobs, improving lives (COM(2020) 662 final)*. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/PT/TXT/?uri=CELEX:52020DC0662>
- Connolly, D., Lund, H., Mathiesen, B., & Leahy, M. (2011). A review of the state-of-the-art in energy system modelling and optimization. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 15(3), 1375–1393.
- Direção-Geral de Energia e Geologia. (s.d.). *Estratégias e Política Energética*. Consultado em 7 de outubro de 2025, em <https://www.dgeg.gov.pt/pt/areas-setoriais/energia/planeamento-energetico-e-seguranca-de-abastecimento/planeamento-e-politica-energetica/estrategias-e-politica-energetica/>
- Eco.AP. (2018). Guia 6: Energias Renováveis. In *Manual de eficiência energética para a administração pública*. Agência para a Energia (ADENE). <https://ecoap.pt/areas/materiais-de-apoio/>
- Eco.AP. (2018). Guia 7: Financiamento. In *Manual de eficiência energética para a administração pública*. Agência para a Energia (ADENE). <https://ecoap.pt/areas/materiais-de-apoio/>

- Fthenakis, V., & Kim, H. (2009). Land use and electricity generation: A life-cycle analysis. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 13(6-7), 1465–1474. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2008.09.017>
- Fundo Ambiental. (2025). *Apoio à constituição e operação inicial do Espaço Energia*. Consultado em 7 de outubro de 2025, em <https://www.fundoambiental.pt/apoios-2025/eficiencia-energetica/apoio-a-constituicao-e-operacao-inicial-do-espaco-energia.aspx>
- Gitman, L. J., & Zutter, C. J. (2020). *Principles of managerial finance* (15th ed.). Pearson.
- Governo de Portugal. (2024, 30 de outubro). *Plano Nacional de Energia e Clima 2021–2030 (PNEC 2030): Atualização*. Ministério do Ambiente e Energia. https://apambiente.pt/sites/default/files/Clima/Planeamento/20241030_pnec2030_maen.pdf
- Grijó, M. (2014). O impacto da produção de energia solar fotovoltaica no crescimento económico: Casos da Alemanha, Espanha, França, Itália, Portugal e Reino Unido (Dissertação de Mestrado, Faculdade de Economia da Universidade do Porto). Faculdade de Economia, Universidade do Porto. https://sigarra.up.pt/fep/pt/pub_geral.show_file?pi_doc_id=26943
- Mishan, E. J., & Quah, E. (2007). *Cost-benefit analysis* (5th ed.). Routledge.
- Paiva, J. A. V., Carvalho, F., & Rebelo, M. (Coords.). (2011, julho). *Recomendações técnicas para instalações das forças de segurança: Divisões da Polícia de Segurança Pública (Relatório técnico RTIFS II)*. Laboratório Nacional de Engenharia Civil.
- Parlamento Europeu e do Conselho. (2018, 11 de dezembro). *Diretiva (UE) 2018/2001, de 11 de dezembro, relativa à promoção da utilização de energia de fontes renováveis (reformulação)*. Jornal Oficial da União Europeia. <https://eur-lex.europa.eu/eli/dir/2018/2001/oj>
- Parlamento Europeu e do Conselho. (2023, 13 de setembro). *Diretiva (UE) 2023/1791, de 13 de setembro, relativa à eficiência energética (reformulação)*. Jornal Oficial da União Europeia. <https://eur-lex.europa.eu/eli/dir/2023/1791/oj>
- Parlamento Europeu e do Conselho. (2023, 18 de outubro). *Diretiva (UE) 2023/2413, de 18 de outubro, que altera a Diretiva (UE) 2018/2001 (“RED III”)*. Jornal Oficial da União Europeia. <https://eur-lex.europa.eu/eli/dir/2023/2413/oj>

- Parlamento Europeu e do Conselho. (2024, 24 de abril). *Diretiva (UE) 2024/1275, de 24 de abril, relativa ao desempenho energético dos edifícios (reformulação)*. Jornal Oficial da União Europeia. <https://eur-lex.europa.eu/eli/dir/2024/1275/oj>
- Portugal. (2020, 24 de novembro). *Resolução do Conselho de Ministros n.º 104/2020, de 24 de novembro* (aprova o ECO.AP 2030). Diário da República. <https://files.dre.pt/1s/2020/11/22900/0000500014.pdf>
- Portugal. (2020, 7 de dezembro). *Decreto-Lei n.º 101-D/2020, de 7 de dezembro, que estabelece os requisitos aplicáveis a edifícios para a melhoria do seu desempenho energético e regula o Sistema de Certificação Energética dos Edifícios (SCE)*. Diário da República, 1.ª série, n.º 237. <https://diariodarepublica.pt/dr/detalhe/decreto-lei/101-d-2020-150570704>
- Portugal. (2021, 31 de dezembro). *Lei n.º 98/2021, de 31 de dezembro* (Lei de Bases do Clima). Diário da República. <https://diariodarepublica.pt/dr/detalhe/lei/98-2021-176907481>
- Portugal. (2022, 14 de janeiro). *Decreto-Lei n.º 15/2022, de 14 de janeiro* (regime do setor elétrico; licenciamento e autoconsumo). Diário da República. <https://diariodarepublica.pt/dr/detalhe/decreto-lei/15-2022-177634016>
- Portugal. (2024, 30 de outubro). *Resolução do Conselho de Ministros n.º 150/2024, de 30 de outubro* (atualiza o ECO.AP 2030). Diário da República. <https://diariodarepublica.pt/dr/detalhe/resolucao-conselho-ministros/150-2024-893982648>
- Portugal. (2025, 19 de fevereiro). *Decreto-Lei n.º 11/2025, de 19 de fevereiro, que transpõe parcialmente a Diretiva (UE) 2024/1275, relativa ao desempenho energético dos edifícios, e altera o Decreto-Lei n.º 101-D/2020, de 7 de dezembro*. Diário da República, 1.ª série, n.º 35. <https://diariodarepublica.pt/dr/detalhe/decreto-lei/11-2025-907934881>
- Presidência do Conselho de Ministros. (2022, 14 de janeiro). Decreto-Lei n.º 15/2022. Diário da República n.º 10/2022, Série I, 3–185. <https://diariodarepublica.pt/dr/detalhe/decreto-lei/15-2022-177634016>

- Ritchie, H., Rosado, P., & Roser, M. (2025, 27 de junho). *Electricity generation from solar power*. Our World in Data. Recuperado a 7 de outubro de 2025, de <https://ourworldindata.org/grapher/solar-energy-consumption?tab=line&time=earliest..2024&country=~PRT>
- United Nations Environment Programme. (2024). *Emissions gap report 2024*. <https://www.unep.org/>
- Morgado, S. M. A., & Sousa, M. (2019). Avaliação da viabilidade económica da energia solar fotovoltaica: Estudo de caso da Polícia de Segurança Pública. *Revista da UIIPS*, 7(2), 48–67. <https://revistas.rcaap.pt/uiips>
- United Nations Environment Programme. (2024). *Emissions gap report 2024*. <https://www.unep.org/>
- Presidência do Conselho de Ministros. (2019, 25 de outubro). *Decreto-Lei n.º 162/2019, de 25 de outubro*. *Diário da República*, Série I, n.º 206, 45–62. <https://diariodarepublica.pt/dr/detalhe/decreto-lei/162-2019-125692189>
- Presidência do Conselho de Ministros. (2019, 1 de julho). *Resolução do Conselho de Ministros n.º 107/2019, de 1 de julho*. *Diário da República*, Série I, n.º 123, 3208–3299. <https://diariodarepublica.pt/dr/detalhe/resolucao-conselho-ministros/107-2019-122777644>
- Fundo Ambiental. (2025, 31 de março). *Aviso n.º 01/2025: Apoio à constituição e operação inicial dos “Espaços Energia” (1.ª republicação)*. https://www.fundoambiental.pt/ficheiros/2025/aviso-01_2025_apoioconstituicaoespacosenergia_1republicacao-pdf.aspx

Apêndice A - Questionário DNA UOLF

No âmbito do problema de investigação que orienta este trabalho, centrado na implementação de painéis solares fotovoltaicos no edifício da Divisão Policial de Aveiro, procura-se identificar e compreender os principais desafios, oportunidades e implicações inerentes a esta abordagem estratégica de energia renovável orientada para a eficiência energética.

Pretende-se, assim, articular a perceção de profissionais de diferentes áreas funcionais com a visão prática e estratégica da estrutura responsável pela gestão financeira e logística da Polícia de Segurança Pública, de modo a complementar a análise documental e normativa previamente realizada.

De igual forma, procura-se recolher contributos valiosos, de natureza pessoal e profissional, que enriqueçam a reflexão sobre a viabilidade e a relevância desta iniciativa, tanto numa dimensão local como nacional.

Enquadramento:

Unidade Orgânica de Logística e Finanças (UOLF/DN/PSP)

Participante: DNA/PSP - Superintendente Virgínia Lúcia Regateiro da Cruz

Qual é a sua perceção sobre a importância da sustentabilidade e da eficiência energética nos edifícios da PSP?

O número de edifícios policiais (cerca de 400), aliado ao modelo de funcionamento da PSP (365 dias/ano e 24 horas/dia) e à sua implantação nacional geram, incontornavelmente, consumos elevados, com reflexo nos custos anuais a suportar pela PSP. Daí as questões relacionadas com a sustentabilidade e eficiência energética terem grande relevância para a PSP, devendo a instituição criar uma verdadeira cultura/estratégia nesta matéria. Esta cultura/estratégia terá, na minha opinião, de estar centrada em 2 vetores essenciais: a consciencialização dos profissionais e o investimento nas instalações.

A PSP já tem, na sua experiência, alguma política ou plano estratégico interno direcionado para a transição energética?

Negativo. A PSP, assim como as restantes entidades da Administração Pública, encontra-se abrangida pelo ECO.AP2030, encontrando-se já aprovado o Plano de Eficiência e Descarbonização para o triénio 2025-2027, onde podemos encontrar a definição das medidas de eficiência de recursos nas suas variadas componentes. Tal como obriga o Plano, a PSP dispõe de um GER (Gestor de Energia e Recursos), que identifica, acompanha e monitoriza estas medidas.

Apesar de se constituir como um documento programático e de sensibilização, revela-se redutor para a dimensão da instituição. Será crucial uma análise aprofundada da situação nacional que permita apurar o “estado de arte” previamente ao estabelecimento de qualquer plano estratégico.

Do ponto de vista financeiro e da gestão orçamental, que impacto têm, atualmente, os custos energéticos no orçamento da PSP, na sua perceção?

Como mero exemplo, utilizamos os dados constantes no já citado Plano de Eficiência e Descarbonização para o triénio 2025-2027 onde se refere que, em 2023, os custos totais anuais que estão associados às fontes de energia (energia elétrica e gás natural) utilizadas nas instalações policiais correspondem 89% a energia elétrica e 11% a gás natural. Dados do DGF reportados ao mesmo ano demonstram que, a PSP teve encargos com a faturação de energia elétrica correspondentes a 4.993.483,56 €. Não podemos esquecer que o gasto de energia é flutuante, tendo em conta a efetiva utilização e o preço da mesma.

Considera que a implementação de painéis solares fotovoltaicos pode representar uma poupança significativa para a instituição? Porquê?

Pelos estudos que se conhecem, e tendo em conta a dimensão (quer em área, quer em RH), a localização das instalações policiais e o regime de utilização já mencionado, considera-se que a implementação de painéis solares poderá representar poupanças significativas. Se pensarmos que o período de produção solar coincide com o período de maior utilização das

instalações policiais, concluímos que, ao ser utilizada a energia produzida pelos painéis antes de qualquer outra fonte, reduzirá a necessidade de consumir energia da rede. Se a isto acrescentarmos a possibilidade de instalar baterias, permitindo o armazenamento do excedente de energia para ser usado quando os painéis não estão a produzir, como à noite, maximizamos a poupança.

Que modelos de financiamento poderiam ser explorados (PRR, Fundo Ambiental, parcerias público-privadas) para esta iniciativa?

Consideramos que todos os modelos que possam ser aplicados à PSP devem ser explorados e analisada a viabilidade de aplicação, sobretudo tendo em conta a disponibilidade orçamental da PSP no momento.

Que desafios logísticos e operacionais identifica na instalação de painéis solares num edifício policial, como o da Divisão Policial de Aveiro?

Principais desafios: o estado das instalações em termos infraestruturais que permitam acomodar a carga a suportar dos painéis ou a inexistência de local/espço alternativo; a necessidade de serem obtidas autorizações de terceiros, tendo em conta a propriedade de alguns imóveis; a exposição solar dos edifícios; a necessidade de intervenção nos quadros elétricos; a capacidade de manutenção de periodicidade de manutenção.

A PSP tem capacidade interna (p. e. através do Núcleo de Logística) para assegurar a manutenção destes sistemas (limpeza dos painéis solares, verificação de eventuais danos, correção de anomalias elétricas...), ou seria necessária contratação externa?

Tendo em conta a tecnicidade dos sistemas, a rotação/permanência de pessoal nos NL e a fiabilidade das manutenções, consideramos que a contratação externa, à semelhança do que a PSP já dispõe para outros sistemas, será o modelo aconselhado.

A nível estratégico, na sua perceção, este projeto em Aveiro tem interesse em ser replicado noutros edifícios policiais?

Analisados os dados e concluindo-se que existirão ganhos para a PSP, terá todo o interesse.

Acredita que esta implementação pode reforçar a imagem pública da PSP e causar impacto, enquanto instituição moderna e sustentável?

Sem dúvida, aliando a PSP às preocupações atuais relacionadas com o ambiente, com a sustentabilidade e com a gestão dos dinheiros públicos.

Em conclusão, gostaria de acrescentar algum contributo, a título pessoal ou profissional, que considere relevante e que não tenha sido abordado nas questões anteriores?

Apêndice B - Questionário DGIEI DN

No âmbito do problema de investigação que orienta este trabalho, centrado na implementação de painéis solares fotovoltaicos no edifício da Divisão Policial de Aveiro, procura-se identificar e compreender os principais desafios, oportunidades e implicações inerentes a esta abordagem estratégica de energia renovável orientada para a eficiência energética.

Pretende-se, assim, articular a perceção de profissionais de diferentes áreas funcionais com a visão prática e estratégica da estrutura responsável pela gestão financeira e logística da Polícia de Segurança Pública, de modo a complementar a análise documental e normativa previamente realizada.

De igual forma, procura-se recolher contributos valiosos, de natureza pessoal e profissional, que enriqueçam a reflexão sobre a viabilidade e a relevância desta iniciativa, tanto numa dimensão local como nacional.

Enquadramento:

Divisão de Gestão, Instalações, Equipamentos e Infraestruturas (DGIEI/DIE/DN/PSP)

Participante: Subintendente Samuel João Pires Fernandes

Qual é a sua perceção sobre a importância da sustentabilidade e da eficiência energética nos edifícios da PSP?

Com a implementação do Barómetro ECO.AP, a PSP passou a monitorizar de forma sistemática os seus consumos diários e a produção de energia. Através da plataforma da E-REDES, é possível conhecer com precisão as potências contratadas e admitidas em cada instalação. Esta informação, em complemento com a que já é sistematizada pelo GPC, permite correlacionar os perfis de consumo com a natureza de cada edifício – seja operacional, académico ou administrativo – e identificar necessidades e oportunidades de intervenção.

Dado que a PSP gere quase 400 edifícios, é essencial analisá-los com base em critérios diferenciados, de forma a avaliar o seu potencial para a implementação de medidas de eficiência energética. A despesa com eletricidade representa uma fatia relevante do orçamento da instituição, pelo que, com os dados e tecnologias atualmente disponíveis, existe uma oportunidade concreta para avançar com soluções que promovam a sustentabilidade, reduzam custos e contribuam para um melhor funcionamento da Polícia.

A PSP já tem, na sua experiência, alguma política ou plano estratégico interno direcionado para a transição energética?

Não podemos falar num plano estratégico global...tem existido, da nossa parte, a vontade em adquirir conhecimento nesta área, para que possamos definir da melhor forma que tipos de necessidades temos e a capacidade que existe em cada situação, para podermos adaptar. Numa instituição como a PSP, não é fácil fazer este tipo de mudança global a curto prazo, terá que ser um caminho a percorrer através de alguns casos de estudo e a implementação de sistemas pontuais, avaliando e melhorando as experiências.

Do ponto de vista financeiro e da gestão orçamental, que impacto têm, atualmente, os custos energéticos no orçamento da PSP, na sua perceção?

Não abordando valores concretos, os custos energéticos com eletricidade têm representado cerca de 9% do valor da rubrica destinada a este tipo de serviço, sendo por isso uma componente orçamental muito relevante para a PSP. A instituição gere cerca de 400 instalações, muitas das quais funcionam 24 horas por dia, com necessidades significativas de climatização, águas quentes, iluminação, equipamentos informáticos, e comunicações.

Considera que a implementação de painéis solares fotovoltaicos pode representar uma poupança significativa para a instituição? Porquê?

Sim. A implementação de painéis solares fotovoltaicos pode representar uma poupança relevante para a PSP, sobretudo em instalações de maior dimensão, com mais efetivo e utilização contínua (24h/dia). Ao contrário do que normalmente acontece nas nossas ca-

sas, o pico de produção dos painéis solares coincide com um período de elevada necessidade energética da instalação policial, havendo por isso um aproveitamento de eletricidade produzida. A produção própria de energia permite reduzir a dependência da rede elétrica, estabilizar custos e diminuir o peso da fatura energética, aproveitando uma fonte de energia limpa, grátis e ao alcance de todos.

Que modelos de financiamento poderiam ser explorados (PRR, Fundo Ambiental, parcerias público-privadas) para esta iniciativa?

Existem vários modelos que poderão ser adotados, mediante os nossos objetivos e a disponibilidade orçamental. Cada um deles deverá ser devidamente analisado ponderando os seus pontos positivos e negativos. O enquadramento atual de políticas públicas e fundos europeus direcionados para a eficiência energética e transição verde pode facilitar os investimentos iniciais, tornando o retorno económico ainda mais rápido.

Ressalvo aqui dois modelos que me parecem merecer alguma atenção:

- a) Parcerias público-privadas (modelo ESCO/EPC) - Empresas de serviços energéticos podem investir, instalar e manter os sistemas, sendo reembolsadas através das poupanças geradas no consumo. Este modelo reduz o investimento inicial e transfere o risco para o parceiro privado.
- b) Autoconsumo coletivo ou comunidades de energia - Dependendo do enquadramento legal e técnico, a PSP pode integrar ou liderar soluções de produção partilhada de energia em edifícios próximos, aproveitando economias de escala.

Que desafios logísticos e operacionais identifica na instalação de painéis solares num edifício policial, como o da Divisão Policial de Aveiro?

Começo por referir que nunca estive nessas instalações, pelo que se torna mais difícil de visualizar essa possibilidade.

Porém, em todo o tipo de estudo que contemplem este tipo de sistemas, existem algumas situações que deverão ser ponderadas:

- a) Muitos edifícios policiais são antigos ou não foram concebidos com capacidade estrutural para suportar cargas adicionais nos telhados. É necessária avaliação técnica prévia da cobertura, orientação solar e espaço útil disponível.
- b) Nem todas as instalações têm quadros elétricos ou redes internas preparadas para autoconsumo. Pode ser necessário adaptar cablagens, inversores ou sistemas de monitorização.
- c) Verificar os consumos de eletricidade, a potência admitida e contratada, quadros elétricos e a sua interação com o inversor do sistema. Também deverá ser equacionado qual o custo/benefício de acoplar baterias ao sistema ou pelo menos deixar essa possibilidade para o futuro.
- d) Alguns imóveis são arrendados, classificados ou tutelados por diferentes entidades públicas (ex.: ESTAMO, autarquias, ministérios). Isto exige articulação para autorizações, projetos e responsabilidades de investimento/manutenção.
- e) Apesar de não ser um sistema que necessita de manutenção assídua, implica pensar na limpeza periódica, inspeções técnicas e acesso ao equipamento, o que nem sempre é simples em coberturas altas ou com restrições físicas.

A PSP tem capacidade interna (p. e. através do Núcleo de Logística) para assegurar a manutenção destes sistemas (limpeza dos painéis solares, verificação de eventuais danos, correção de anomalias elétricas...), ou seria necessária contratação externa?

A resposta a esta questão não é linear e depende de vários fatores, nomeadamente da avaliação de projetos-piloto – que, à data, ainda não existem. A capacidade técnica interna dos Comandos é bastante heterogénea e, muitas vezes, está condicionada à presença ocasional de um elemento com formação específica (como eletricitistas).

Embora um Núcleo Logístico (NL) possa, em teoria, assumir este tipo de funções, a experiência da DGIEI demonstra que, dadas as diferenças entre Comandos e os perfis humanos que compõem os NL, a solução mais eficiente e fiável será a contratação de uma empresa local especializada para garantir as vistorias e manutenções periódicas dos sistemas.

Num cenário de aumento do número de instalações equipadas, poderá justificar-se a centralização desses contratos no DIE. Contudo, numa fase inicial, a gestão local pelos Comandos revela-se mais vantajosa, quer pelo custo dos serviços, quer pela proximidade com as empresas prestadoras.

A nível estratégico, na sua perceção, este projeto em Aveiro tem interesse em ser replicado noutros edifícios policiais?

Sim, como já referi, dentro da diversidade de necessidades e tipologias de edifícios na PSP, encontramos imensas potencialidades que merecem ser alvo de estudo.

Acredita que esta implementação pode reforçar a imagem pública da PSP e causar impacto, enquanto instituição moderna e sustentável?

Apesar de reconhecer que a perceção pública da PSP é fortemente condicionada pelo tipo de interação que cada cidadão tem com a instituição, considero que a adoção de soluções de energia limpa pode contribuir para uma imagem mais positiva e atual. A instalação visível de painéis fotovoltaicos em edifícios policiais transmite uma mensagem clara de responsabilidade ambiental, modernização e gestão eficiente de recursos públicos.

Mesmo que essa mudança não altere de forma direta a opinião do cidadão sobre a atuação policial, dificilmente será alvo de crítica. Pelo contrário, demonstra alinhamento com políticas nacionais e europeias de sustentabilidade e coloca a PSP como exemplo no setor público. Este tipo de sinalização visual e institucional ajuda a reforçar a ideia de uma organização que acompanha a evolução tecnológica e se preocupa com o futuro, o que tem impacto reputacional interno e externo.

Em conclusão, gostaria de acrescentar algum contributo, a título pessoal ou profissional, que considere relevante e que não tenha sido abordado nas questões anteriores?

Um dos conceitos que já começámos a analisar com maior atenção é o das comunidades de energia. Em termos simples, trata-se da criação de uma estrutura colaborativa composta por produtores e consumidores que partilham energia entre si.

Neste modelo, os produtores são simultaneamente autoconsumidores e vendedores da energia excedente. Essa energia pode ser direcionada para a rede elétrica (E-Redes) ou comercializada diretamente com os restantes membros da comunidade. O sistema é vantajoso para ambas as partes: os produtores conseguem vender o excedente a um preço superior ao praticado pela E-Redes, enquanto os consumidores têm acesso a energia a um custo inferior ao do mercado convencional.

A distribuição da energia pelos membros é feita através da rede elétrica existente, com base em percentagens pré-definidas ou através de sistemas de medição inteligente. Cada participante consome, em primeiro lugar, a energia proveniente da comunidade – mais económica – recorrendo à rede nacional apenas quando necessário. Quanto aos excedentes, estes podem ser compensados na fatura ou vendidos à rede.

A PSP poderia integrar este tipo de comunidade como produtor e/ou como consumidor, de acordo com a realidade local. Em muitos casos, seria possível aderir sem investimento inicial, beneficiando ainda assim de uma redução dos custos com eletricidade entre 20% e 30%.

Apêndice D - Questionário CAA CDAVR

No âmbito do problema de investigação que orienta este trabalho, centrado na implementação de painéis solares fotovoltaicos no edifício da Divisão Policial de Aveiro, procura-se identificar e compreender os principais desafios, oportunidades e implicações inerentes a esta abordagem estratégica de energia renovável orientada para a eficiência energética.

Pretende-se, assim, articular a perceção de profissionais de diferentes áreas funcionais com a visão prática e estratégica da estrutura responsável pela gestão financeira e logística da Polícia de Segurança Pública, de modo a complementar a análise documental e normativa previamente realizada.

De igual forma, procura-se recolher contributos valiosos, de natureza pessoal e profissional, que enriqueçam a reflexão sobre a viabilidade e a relevância desta iniciativa, tanto numa dimensão local como nacional.

Enquadramento:

Chefe da Área de Apoio – Comando Distrital de Aveiro

Participante: Subintendente Carlos Manuel Catalão Antunes

Qual é a sua perceção sobre a importância da sustentabilidade e da eficiência energética nos edifícios da PSP?

A PSP, como todas as instituições do perímetro do Estado, segue o conjunto de diretrizes inscritas nas políticas públicas pelos poderes executivo e legislativo, que de resto têm sido relativamente claras nesta matéria. Tendo em conta as evidentes limitações que a Europa tem no domínio energético, e que levam a que cerca de metade de toda sua energia primária tenha de ser importada, o que resulta na colocação permanente de uma Espada de Dâmocles sobre o aprovisionamento energético da União, a que acrescem as preocupações com a diminuição da poluição com o objetivo de mitigar os efeitos das alterações climáticas; rapidamente percebemos que a sustentabilidade e eficiência energética não são luxos,

mas imperativos geopolíticos que a União e Portugal têm de se obrigar a considerar no desenho das suas políticas. A PSP, como braço do Estado, dá-lhe naturalmente continuidade, e exemplo disso mesmo são as menções expressas a estas questões vertidas nas sucessivas estratégias da PSP, nomeadamente na última, a Estratégia PSP 2025-2027.

A PSP já tem, na sua experiência, alguma política ou plano estratégico interno direcionado para a transição energética?

A PSP tem um problema crónico de suborçamentação, referido em todos os documentos estruturantes relativos à unidade orgânica de Logística e Finanças, gastando 92 % do seu orçamento com custos com pessoal. Dito de outro modo, sobra muito pouco, na realidade demasiado pouco, para aquisição de bens e serviços, manutenção e infraestruturas, equipamentos e veículos, ou em investimento tecnológico ou noutras despesas de capital.

Tendo em conta que a sua estrutura conta com transferência do OE, de verbas do Plano de Infraestruturas e Equipamentos da Forças e Serviços de Segurança, de fundos europeus e ainda de receitas próprias, fica fácil perceber que a previsibilidade e a capacidade de planeamento, estando fortissimamente dependente de fatores não controlados pela Corporação, não podem ser elevados, o que prejudica projetos que, como estes da transição energética, são necessariamente projetos que necessitam de um planeamentos plurianuais e de estabilidade legal e de financiamento.

A acrescer a tudo isto, temos claramente um problema de competencialização do nosso efetivo, tanto no que diz respeito na formação à entrada para matérias para as quais é necessária habilitação específica, como também no que diz respeito à formação contínua num mundo que evolui a uma velocidade estonteante. A criação de uma carreira de apoio, ou de administração, é provavelmente hoje mais premente do que foi no passado, e a sua discussão não deve por isso ser adiada.

Do ponto de vista financeiro e da gestão orçamental, que impacto têm, atualmente, os custos energéticos no orçamento da PSP, na sua perceção?

Se olharmos para os custos energéticos em percentagem do orçamento total da PSP, o valor evidentemente não é decisivo para a gestão orçamental da Corporação. Contudo,

quando percebemos que cerca de 90 % do investimento e da verba disponibilizada para a aquisição de bens e serviços está condicionada à arrecadação de receitas próprias, temos um vislumbre das enormes dificuldades que advêm da gestão de um orçamento nestas condições.

Nesse sentido, tudo o que possa ser feito para aliviar a pressão na despesa, como a instalação de painéis fotovoltaicos, representa uma oportunidade para uma gestão menos pressionada pelas condições orçamentais, sobretudo quando a conjuntura económica se altera e o stress financeiro aumenta.

Considera que a implementação de painéis solares fotovoltaicos pode representar uma poupança significativa para a instituição? Porquê?

Que modelos de financiamento poderiam ser explorados (PRR, Fundo Ambiental, parcerias público-privadas) para esta iniciativa?

A energia, mormente a eletricidade, é uma despesa permanente. Se é verdade que há caminho a fazer no que diz respeito eficiência energética, procurando que o mesmo output possa alimentar um maior conjunto de equipamentos mais eficientes, também é verdade que há um limite para a otimização, onde talvez já estejamos.

Assim, procurar que a totalidade, ou pelo menos parte, dessa eletricidade possa vir de uma fonte renovável e duradoura, com custos de aquisição, manutenção e instalação relativamente baixos face ao ulterior aproveitamento é sempre uma boa solução. Se, a acrescer a tudo isto, conseguirmos ainda que a instalação possa ser custeada desonerando o nosso orçamento e recorrendo ao PRR, a verbas do Fundo Ambiental e de um qualquer outro programa sem custos para a PSP, então o resultado é representa uma clara melhoria de Pareto!

Que desafios logísticos e operacionais identifica na instalação de painéis solares num edifício policial, como o da Divisão Policial de Aveiro?

Sinceramente, se conseguíssemos financiamento para a aquisição e instalação de painéis solares, bem como para a respetiva manutenção periódica – esta questão é importante tendo em conta a tradicional dificuldade em alocar verbas a esta importante função – não antevio grandes obstáculos.

A PSP tem capacidade interna (p. e. através do Núcleo de Logística) para assegurar a manutenção destes sistemas (limpeza dos painéis solares, verificação de eventuais danos, correção de anomalias elétricas...), ou seria necessária contratação externa?

Não, não tem, nem sinceramente faria sentido que tivéssemos. Estes equipamentos são sensíveis, eventualmente perigosos para a manipulação por pessoal não habilitado, razão pela qual, como disse antes, todo o serviço de manutenção periódica/preventiva e corretiva dever ser adquirido em conjunto. Além disso, como a montagem e manutenção obrigará à contratação de empresas certificadas, até para não se correr o risco de perdermos a garantia do fabricante, creio quem nem sequer seria desejável não contratar esta tarefa. Para mais, com um efetivo cada vez mais comprimido, e a ter de se especializar em cada vez mais matérias, não será prudente assumir mais uma função cujo princípio de especialização obrigaria a treino constante, o que no nosso caso nunca aconteceria. Neste caso, como noutros, temos de seguir o que nos diz a teoria da vantagem comparativa de David Ricardo tendo em conta que quase de certeza o mercado fará melhor, mais rápido e mais barato do que nós.

A nível estratégico, na sua perceção, este projeto em Aveiro tem interesse em ser replicado noutros edifícios policiais?

Se, como disse acima, conseguirmos que o custo de todo o processo não impenda sobre o orçamento da PSP, e com a experiência adquirida no primeiro projeto, seria desleixo não estender estes projetos às nossas outras instalações fixas.

Acredita que esta implementação pode reforçar a imagem pública da PSP e causar impacto, enquanto instituição moderna e sustentável?

Sem dúvida. Num mundo perfeito, até poderíamos conceber um processo holístico e sinérgico onde painéis solares alimentassem, simultaneamente, a operação diária da atividade policial, carregassem carros elétricos e armazenassem a energia não usada em baterias, que seriam depois usadas fora do período normal de alimentação. O País não tem reservas de energia primárias fósseis, apenas sol, vento e ondas. Tudo o que puder ser feito para minimizarmos a nossa exposição ao exterior e melhorarmos o ambiente, deve ser feito, não apenas porque é sustentável, mas porque representa sobretudo a melhor opção para os interesses permanentes do País.

Em conclusão, gostaria de acrescentar algum contributo, a título pessoal ou profissional, que considere relevante e que não tenha sido abordado nas questões anteriores?

Creio que o essencial está dito. Mas quero insistir num ponto: este tipo de preocupações não representam uma moda passageira ou sequer uma panegírica, patenteando, em vez disso, uma realidade inescapável. Vamos mesmo ter de, se quisermos, como julgo que queremos, especializar e estruturar os nossos profissionais e as nossas unidades e subunidades de forma a que estes sejam mais conhecedores das matérias relativas a contratação pública, concursos a fontes de financiamento (PRR, Portugal 2030, Fundo Ambiental, etc.) e processos logístico/administrativos em geral. Não o fazer é autoimpor-nos um custo de oportunidade que uma organização do nosso tamanho não pode, nem deve permitir-se.

Apêndice E - Questionário NRF CDAVR

No âmbito do problema de investigação que orienta este trabalho, centrado na implementação de painéis solares fotovoltaicos no edifício da Divisão Policial de Aveiro, procura-se identificar e compreender os principais desafios, oportunidades e implicações inerentes a esta abordagem estratégica de energia renovável orientada para a eficiência energética.

Pretende-se, assim, articular a perceção de profissionais de diferentes áreas funcionais com a visão prática e estratégica da estrutura responsável pela gestão financeira e logística da Polícia de Segurança Pública, de modo a complementar a análise documental e normativa previamente realizada.

De igual forma, procura-se recolher contributos valiosos, de natureza pessoal e profissional, que enriqueçam a reflexão sobre a viabilidade e a relevância desta iniciativa, tanto numa dimensão local como nacional.

Enquadramento:

Chefe do Núcleo de Recursos Financeiros – Comando Distrital de Aveiro

Participante: Técnico Superior, Dr.^a Patrícia Alexandra Pinto Pinheiro

Qual é a sua perceção sobre a importância da sustentabilidade e da eficiência energética nos edifícios da PSP?

A sustentabilidade e a eficiência energética constituem dimensões estratégicas para qualquer instituição pública, e a PSP não é exceção. Os edifícios policiais, pela sua natureza de funcionamento contínuo e pela relevância da sua missão, representam estruturas com um consumo energético expressivo. A aposta em soluções sustentáveis e em medidas de eficiência energética assume, assim, um papel crucial, não apenas para a redução de custos, mas também para o cumprimento das responsabilidades sociais e ambientais que hoje se exigem a todos.

A PSP já tem, na sua experiência, alguma política ou plano estratégico interno direcionado para a transição energética?

Tenho conhecimento, de forma ainda não formalizada, de que a instituição se encontra a desenvolver trabalho nesta área. No entanto, considerando a relevância e o impacto de eventuais políticas e/ou de um plano estratégico nesta matéria, entendo que uma das primeiras medidas deveria consistir no envolvimento de todas as partes interessadas. Tal abordagem permitiria conferir maior consistência às ações a implementar, assegurando que o seu sucesso dependa de uma participação efetiva e abrangente de todos os trabalhadores, sem exceção.

Paralelamente, é inegável a existência de uma preocupação crescente com a transição energética, visível na adoção de medidas de racionalização do consumo, nos esforços de modernização de equipamentos e na sensibilização para práticas de gestão sustentável. Todavia, reconhece-se que a limitação financeira, intrínseca à realidade da nossa instituição, constitui o ponto mais vulnerável neste processo de transição energética.

Do ponto de vista financeiro e da gestão orçamental, que impacto têm, atualmente, os custos energéticos no orçamento da PSP, na sua perceção?

Os custos energéticos representam uma fatia significativa da despesa corrente da PSP, constituindo uma pressão constante sobre o orçamento disponível. O seu impacto tende a ser acrescido pela imprevisibilidade do mercado energético e pela necessidade de assegurar a operacionalidade permanente das infraestruturas policiais. Assim, qualquer medida que contribua para reduzir esta despesa assume uma relevância imediata na gestão orçamental.

Considera que a implementação de painéis solares fotovoltaicos pode representar uma poupança significativa para a instituição? Porquê?

Sim, considero que a implementação de painéis solares fotovoltaicos pode gerar uma poupança relevante e sustentada a médio e longo prazo. Esta solução permite reduzir a dependência da rede elétrica tradicional, amortecer o impacto da volatilidade dos preços da

energia e introduzir uma lógica de autossuficiência parcial que se traduz em benefícios financeiros e ambientais.

Que modelos de financiamento poderiam ser explorados (PRR, Fundo Ambiental, parcerias público-privadas) para esta iniciativa?

Existem várias possibilidades de financiamento que poderiam ser equacionadas. O Plano de Recuperação e Resiliência (PRR) e o Fundo Ambiental constituem mecanismos privilegiados, alinhados com os objetivos de transição energética e descarbonização. Poderiam ainda ser exploradas parcerias público-privadas que permitam repartir custos e benefícios, assegurando uma execução célere e eficiente.

Que desafios logísticos e operacionais identifica na instalação de painéis solares num edifício policial, como o da Divisão Policial de Aveiro?

Entre os principais desafios destacaria a adequação estrutural do edifício, a necessidade de compatibilizar a instalação com as exigências de segurança e operacionalidade próprias de uma esquadra policial e a gestão das eventuais interrupções temporárias no funcionamento. Acresce ainda a necessidade de assegurar uma articulação eficaz entre os serviços de logística, manutenção e segurança, promovendo uma cultura de gestão preventiva em detrimento de intervenções meramente corretivas, de modo a garantir a fiabilidade e a durabilidade do investimento.

A PSP tem capacidade interna (p. e. através do Núcleo de Logística) para assegurar a manutenção destes sistemas (limpeza dos painéis solares, verificação de eventuais danos, correção de anomalias elétricas...), ou seria necessária contratação externa?

A PSP dispõe de recursos técnicos com competências em logística e manutenção, mas a especificidade destes sistemas poderá justificar a contratação de serviços externos especializados. Uma solução híbrida, que combine a capacitação gradual de meios internos com o recurso a técnicos externos, poderá constituir a via mais eficaz e sustentável.

A nível estratégico, na sua perceção, este projeto em Aveiro tem interesse em ser replicado noutros edifícios policiais?

Sem dúvida. A replicação desta iniciativa em outros edifícios policiais permitiria escalar os benefícios financeiros e ambientais, promovendo uma estratégia institucional coerente de modernização e sustentabilidade. Para além disso, contribuiria para a uniformização de boas práticas em todo o território.

Acredita que esta implementação pode reforçar a imagem pública da PSP e causar impacto, enquanto instituição moderna e sustentável?

Sim. A implementação de painéis solares fotovoltaicos reforçaria a imagem da PSP como uma instituição moderna, responsável e alinhada com as metas ambientais nacionais e internacionais. Esta dimensão simbólica não deve ser desvalorizada, na medida em que projeta uma organização pública atenta aos desafios do futuro e capaz de inovar na gestão dos seus recursos.

Em conclusão, gostaria de acrescentar algum contributo, a título pessoal ou profissional, que considere relevante e que não tenha sido abordado nas questões anteriores?

Considero que, mais do que um projeto de carácter meramente energético, esta iniciativa deve ser perspectivada como parte integrante de uma estratégia de modernização organizacional. A adoção de soluções sustentáveis constitui uma oportunidade para reforçar a cultura institucional de responsabilidade ambiental, otimizar recursos e afirmar a PSP como um agente de transformação positiva no seio da Administração Pública.

Apêndice F - Questionário ODELSUN

No âmbito do problema de investigação que orienta este trabalho, centrado na implementação de painéis solares fotovoltaicos no edifício da Divisão Policial de Aveiro, procura-se identificar e compreender os principais desafios, oportunidades e implicações inerentes a esta abordagem estratégica de energia renovável orientada para a eficiência energética.

Pretende-se, assim, articular a perceção de profissionais de diferentes áreas funcionais com a visão prática e estratégica da estrutura responsável pela gestão financeira e logística da Polícia de Segurança Pública, de modo a complementar a análise documental e normativa previamente realizada.

De igual forma, procura-se recolher contributos valiosos, de natureza pessoal e profissional, que enriqueçam a reflexão sobre a viabilidade e a relevância desta iniciativa, tanto numa dimensão local como nacional.

Enquadramento:

Diretor Técnico da ODELSUN - Energias do Ambiente, Lda.

Participante: Engenheiro Tony Vieira

Qual é a sua perceção sobre a importância da sustentabilidade e da eficiência energética nos edifícios da PSP?

Tal como em qualquer edifício, tenha ele a ocupação que tiver, e sustentabilidade e a eficiência energética são primordiais para o bom desempenho do mesmo.

Sendo o edifício público, este tem uma responsabilidade acrescida, não só pela imagem “verde”, que o edifício pode trazer à PSP, como também em termos económicos, pois a PSP poderá ficar com verba disponível para a sua atividade específica, verba essa que vai sendo libertada, pelo alívio dos encargos com o edifício.

A PSP já tem, na sua experiência, alguma política ou plano estratégico interno direcionado para a transição energética?

Não conheço a fundo qual é a política energética da PSP, para os seus edifícios e veículos, mas convinha que tivessem uma orientação, e este tipo de estudo que está a ser levado a cabo, é um bom exemplo do que deveria ser feito, para depois poder ser levado à prática.

Do ponto de vista financeiro e da gestão orçamental, que impacto têm, atualmente, os custos energéticos no orçamento da PSP, na sua perceção?

A eletricidade e o gás são os maiores custos na sustentabilidade de um edifício; acredito que se passe o mesmo com os edifícios da PSP. Se se reduzir um destes fatores, poder-se-á ter um alívio na sua gestão orçamental.

Considera que a implementação de painéis solares fotovoltaicos pode representar uma poupança significativa para a instituição? Porquê?

A implementação de fotovoltaico, e tal como indicado pelo estudo anteriormente feito para um edifício específico, traria um abaixamento do consumo de eletricidade na casa dos 50%.

Alem disso, e o estudo foi feito para 20 anos, nesses 20 anos a rentabilidade anual do investimento efetuado era de 35%; isto é uma rentabilidade brutal, comparada com o que poderemos encontrar nas instituições financeiras.

Que modelos de financiamento poderiam ser explorados (PRR, Fundo Ambiental, parcerias público-privadas) para esta iniciativa?

Neste momento, julgo não existirem apoios, se existirem, será o PRR, mas, devido à sua rentabilidade, um financiamento através de *renting*, seria uma excelente opção.

Que desafios logísticos e operacionais identifica na instalação de painéis solares num edifício policial, como o da Divisão Policial de Aveiro?

O impacto será mínimo, pois estamos a falar de um tempo de instalação curto, onde os trabalhos, serão executados, maioritariamente, nos telhados, não causando qualquer impacto no normal desenvolvimento da atividade do edifício.

A PSP tem capacidade interna (p. e. através do Núcleo de Logística) para assegurar a manutenção destes sistemas (limpeza dos painéis solares, verificação de eventuais danos, correção de anomalias elétricas...), ou seria necessária contratação externa?

A capacidade interna seria sempre de considerar, pois um dos grandes elementos de manutenção é a limpeza dos painéis, mas ter-se-ia sempre de se considerar alguma intervenção externa, mais técnica, para verificação funcional da instalação fotovoltaica.

A nível estratégico, na sua perceção, este projeto em Aveiro tem interesse em ser replicado noutros edifícios policiais?

Pelo que já foi anteriormente dito, acho que tem todo o interesse em ser replicado por todos os edifícios da PSP.

Acredita que esta implementação pode reforçar a imagem pública da PSP e causar impacto, enquanto instituição moderna e sustentável?

Sem dúvida, e nos tempos que correm, essa imagem é altamente benéfica para a PSP.

Em conclusão, gostaria de acrescentar algum contributo, a título pessoal ou profissional, que considere relevante e que não tenha sido abordado nas questões anteriores?

Só referir que o estudo efetuado foi para colocar painéis solares no telhado do edifício; talvez, numa segunda fase, se possa falar em criar estruturas de “carparque”, para

complementar o instalado no edifício, e, numa terceira fase, a colocação de baterias, tornando assim o edifício ainda mais sustentável e com a possibilidade de ter alguns dos seus circuitos de emergência completamente autónomos da existência de fornecimento de energia por parte da rede pública.

Anexo 1 - Projeto ODELSUN



/ Documentação do projeto

PSP Aveiro

ODELSUN, Energias do Ambiente, Lda.
Rua do Correguinho
3800-634 CACIA
Telefone: [+351] 234 918 124
www.odelsun.pt
E.mail: dir.tecnica@odelsun.pt
Tel: +351 963 444 183
CAE: 46690-R3
NIF: PT507686292
ALVARÁ: 66895 - PUB

Número do projecto: ---
Local de instalação: Portugal / Aveiro
Data: 15/07/2025

Criada com Sunny Design 6.0.0
© SMA Solar Technology AG 2025

/ Índice

| | |
|---|----|
| Vista geral dos projectos | 3 |
| Ficha de informação | 4 |
| Dimensionamentos dos inversores | 6 |
| Dimensionamento dos cabos | 8 |
| Dimensionamento da gestão energética | 9 |
| Autoconsumo (electricidade) | 10 |
| Valores mensais | 11 |
| Análise da rentabilidade | 12 |
| Estimativa não vinculativa dos custos | 14 |
| Plano do telhado | 15 |

Implementação de Painéis Solares Fotovoltaicos para Eficiência Energética: o estudo de caso no Edifício da Divisão Policial de Aveiro



ODELSUN, Energias do Ambiente, Lda. • Rua do Correguinho • 3800-634
CACIA • Telefone: [+351] 234 918 124 • www.odelsun.pt

PSP
Sra. Tânia António
R SÍTIO ALAGOAS S/N
3810-314 Aveiro
Portugal

ODELSUN, Energias do Ambiente, Lda.
Rua do Correguinho
3800-634 CACIA
Telefone: [+351] 234 918 124
www.odelsun.pt

E.mail: dir.tecnica@odelsun.pt
Tel: +351 963 444 183
CAE: 46690-R3
NIF: PT507686292
ALVARÀ: 66895 - PUB

Projecto: PSP Aveiro
Número do projecto: ---

Local de instalação: Portugal / Aveiro
Tensão de rede: 400V (230V / 400V)

Vista geral do sistema

135 x Canadian Solar Inc. CS6W-585T TOPHiKu6 (1500V) (11/2023) (Edifício 2: Área 1)

Azimute: 32 °, Inclinação: 10 °, Tipo de montagem: Telhado, Potência de pico: 78,98 kWp

1 x SMA STP 50-40/41 (CORE1)

Dados de dimensionamento fotovoltaico

| | | | |
|---|-------------------|--|---------------------|
| Quantidade total de módulos FV: | 135 | Rendimento energético espec.*: | 1352 kWh/kWp |
| Potência de pico: | 78,98 kWp | Perdas em linha (em % de energia FV): | --- |
| Número de inversores fotovoltaicos: | 1 | Carga desequilibrada: | 0,00 VA |
| Potência nominal CA dos inversores fotovoltaicos: | 50,00 kW | Consumo anual de energia: | 210 MWh |
| Potência activa CA: | 50,00 kW | Autoconsumo: | 80,022 kWh |
| Relação de potência activa: | 63,3 % | Quota de autoconsumo: | 74,9 % |
| Rendimento energético anual*: | 106,80 MWh | Taxa de autonomia: | 38,1 % |
| Excedente causado pelo SMA Shadefix: | 2.623 kWh | Redução de CO ₂ após 20 ano(s): | 717 t |
| Factor de utilização da energia: | 90,4 % | Potência reativa: | 0 kvarh |
| Rácio de desempenho*: | 79,9 % | | |

*Importante: os valores de rendimento indicados são valores estimados. Eles são calculados matematicamente. A SMA Solar Technology AG não assume qualquer responsabilidade pelo valor de rendimento real, que pode divergir dos valores de rendimento aqui indicados. As diferenças podem dever-se a várias circunstâncias externas, p. ex., sujidade dos módulos fotovoltaicos ou flutuações nos rendimentos dos módulos fotovoltaicos.

O seu sistema energético em resumo

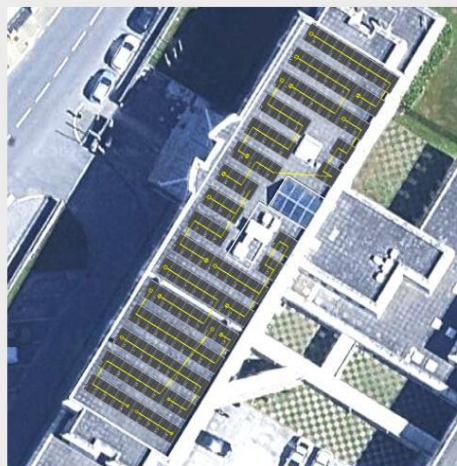


/ Projecto: PSP Aveiro

ODELSUN, Energias do Ambiente, Lda.
Rua do Correguinho
3800-634 CACIA
Telefone: [+351] 234 918 124
www.odelsun.pt
E.mail: dir.tecnica@odelsun.pt
Tel: +351 963 444 183
CAE: 46690-R3
NIF: PT507686292
ALVARÀ: 66895 - PUB

Número do projecto: ---
Local de instalação: Portugal / Aveiro
Data: 15/07/2025

Criada com Sunny Design 6.0.0
© SMA Solar Technology AG 2025

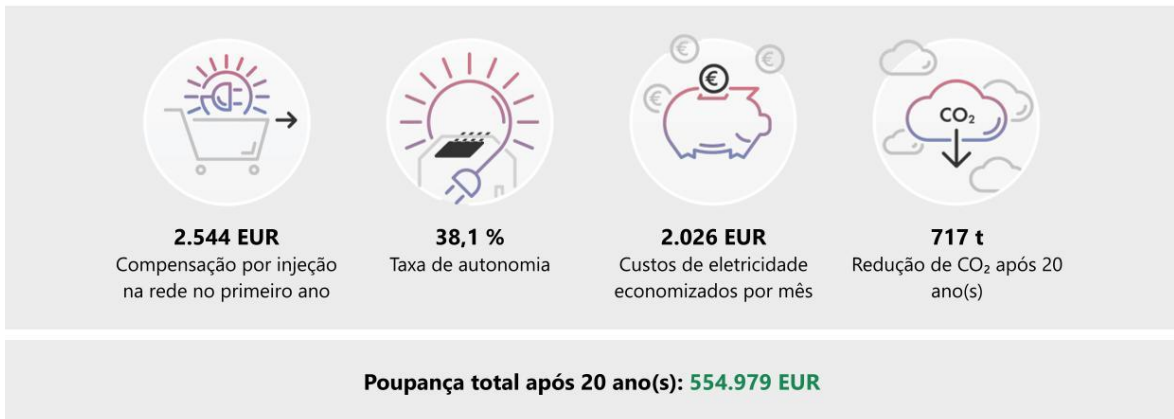


/ Sistema energético

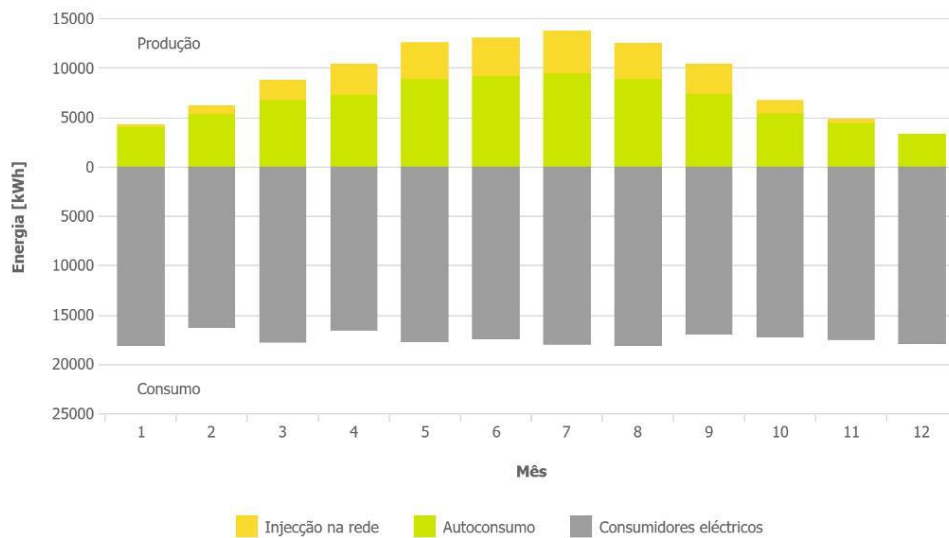
| | | |
|-------------------------------|--|--|
| Sistema fotovoltaico | Inversor fotovoltaico 1 x SMA STP 50-40/41 (CORE1) | Geradores fotovoltaicos 135 x Canadian Solar Inc. CS6W-585T TOPHiKu6 (1500V) |
| Componentes adicionais | Gestão energética 1 x Sunny Home Manager 2.0 | 1 x SUNNY PORTAL powered by ennexOS |
| Dimensões do sistema | Sistema fotovoltaico 78,98 kWp | |

Implementação de Painéis Solares Fotovoltaicos para Eficiência Energética: o estudo de caso no Edifício da Divisão Policial de Aveiro

/ Vantagens



/ Balanço energético



Dimensionamentos dos inversores

Projecto: PSP Aveiro
Número do projecto: ---
Local de instalação: Portugal / Aveiro

Temperatura ambiente:
Temperatura mínima: -1 °C
Temperatura de dimensionamento: 20 °C
Temperatura máxima: 34 °C

/ Projecto parcial Projecto parcial 1

1 x SMA STP 50-40/41 (CORE1) (Sistema parcial 1)

| | |
|--|--------------------|
| Potência de pico: | 78,98 kWp |
| Quantidade total de módulos FV: | 135 |
| Número de inversores fotovoltaicos: | 1 |
| Potência máx. CC (cos φ = 1): | 51,00 kW |
| Potência activa máx. CA (cos φ = 1): | 50,00 kW |
| Tensão de rede: | 400V (230V / 400V) |
| Razão de potência nominal: | 65 % |
| Factor de dimensionamento: | 158 % |
| Factor de desfasamento cos φ : | 1 |
| Horas em carga plena: | 2136,1 h |



Dados de dimensionamento fotovoltaico

Entrada A: Edifício 2: Área 1

26 x Canadian Solar Inc. CS6W-585T TOPHiKu6 (1500V) (11/2023), Azimute: 32 °, Inclinação: 10 °, Tipo de montagem: Telhado

Entrada B: Edifício 2: Área 1

26 x Canadian Solar Inc. CS6W-585T TOPHiKu6 (1500V) (11/2023), Azimute: 32 °, Inclinação: 10 °, Tipo de montagem: Telhado

Entrada C: Edifício 2: Área 1

26 x Canadian Solar Inc. CS6W-585T TOPHiKu6 (1500V) (11/2023), Azimute: 32 °, Inclinação: 10 °, Tipo de montagem: Telhado

Entrada D: Edifício 2: Área 1

26 x Canadian Solar Inc. CS6W-585T TOPHiKu6 (1500V) (11/2023), Azimute: 32 °, Inclinação: 10 °, Tipo de montagem: Telhado

Entrada E: Edifício 2: Área 1

26 x Canadian Solar Inc. CS6W-585T TOPHiKu6 (1500V) (11/2023), Azimute: 32 °, Inclinação: 10 °, Tipo de montagem: Telhado

Entrada F: Edifício 2: Área 1

5 x Canadian Solar Inc. CS6W-585T TOPHiKu6 (1500V) (11/2023), Azimute: 32 °, Inclinação: 10 °, Tipo de montagem: Telhado

Implementação de Painéis Solares Fotovoltaicos para Eficiência Energética: o estudo de caso no Edifício da Divisão Policial de Aveiro

| | Entrada A: | Entrada B: | Entrada C: |
|---|------------|------------|------------|
| Número de strings: | 2 | 2 | 2 |
| Módulos FV: | 13 | 13 | 13 |
| Potência de pico (entrada): | 15,21 kWp | 15,21 kWp | 15,21 kWp |
| Tensão CC mín. INV (tensão de rede 230 V): | 150 V | 150 V | 150 V |
| Tensão fotovoltaica típica: | ✔ 531 V | ✔ 531 V | ✔ 531 V |
| Tensão FV mín.: | 496 V | 496 V | 496 V |
| Tensão CC máx. (Inversor): | 1000 V | 1000 V | 1000 V |
| Tensão fotovoltaica máx. | ✔ 726 V | ✔ 726 V | ✔ 726 V |
| Corrente máx. de entrada por rastreamento MPP: | 20 A | 20 A | 20 A |
| Corrente máx. do gerador FV: | ✔ 27,0 A | ✔ 27,0 A | ✔ 27,0 A |
| Corrente máx. de curto-circuito por rastreamento MPP: | 30 A | 30 A | 30 A |
| Corrente máx. de curto-circuito fotovoltaico | ✔ 28,0 A | ✔ 28,0 A | ✔ 28,0 A |

| | Entrada D: | Entrada E: | Entrada F: |
|---|------------|------------|------------|
| Número de strings: | 2 | 2 | 1 |
| Módulos FV: | 13 | 13 | 5 |
| Potência de pico (entrada): | 15,21 kWp | 15,21 kWp | 2,93 kWp |
| Tensão CC mín. INV (tensão de rede 230 V): | 150 V | 150 V | 150 V |
| Tensão fotovoltaica típica: | ✔ 531 V | ✔ 531 V | ✔ 204 V |
| Tensão FV mín.: | 496 V | 496 V | 191 V |
| Tensão CC máx. (Inversor): | 1000 V | 1000 V | 1000 V |
| Tensão fotovoltaica máx. | ✔ 726 V | ✔ 726 V | ✔ 280 V |
| Corrente máx. de entrada por rastreamento MPP: | 20 A | 20 A | 20 A |
| Corrente máx. do gerador FV: | ✔ 27,0 A | ✔ 27,0 A | ✔ 13,5 A |
| Corrente máx. de curto-circuito por rastreamento MPP: | 30 A | 30 A | 30 A |
| Corrente máx. de curto-circuito fotovoltaico | ✔ 28,0 A | ✔ 28,0 A | ✔ 14,0 A |

Sistema fotovoltaico / Inversor parcialmente compatíveis

O gerador fotovoltaico e o tipo do inversor são compatíveis com limitações, pois o inversor está subdimensionado para esta combinação (< 86%).

O gerador fotovoltaico e o modelo do inversor são apenas parcialmente compatíveis, visto que a potência máxima do gerador fotovoltaico do inversor foi excedida. No entanto, do modo como o sistema está actualmente configurado, esperam-se apenas perdas de rendimento reduzidas.

Este inversor é-lhe fornecido com SMA ShadeFix. SMA ShadeFix é um software patenteado para inversores, que otimiza automaticamente o rendimento de sistemas fotovoltaicos em qualquer situação. Mesmo em caso de ensombramento.

Dimensionamento dos cabos

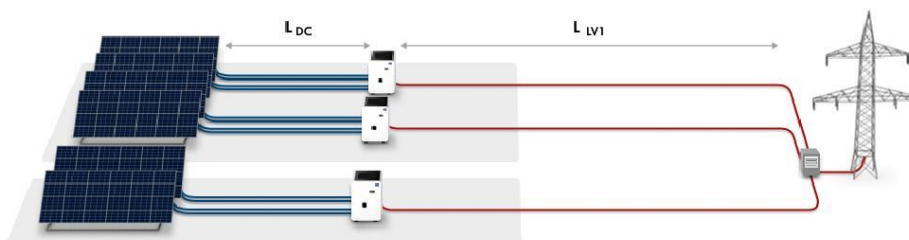
Projecto: PSP Aveiro
Número do projecto: ---

Local de instalação: Portugal / Aveiro

Vista geral

| | ✓ CC | ✓ LV | ✓ Total |
|---|-------------------|--------------------|---|
| Potência dissipada no modo nominal | 126,56 W | 77,41 W | 203,98 W |
| Potência dissipada rel. no modo nominal | 0,16 % | 0,15 % | 0,31 % |
| Comprimento total do cabo | 220,00 m | 10,00 m | 230,00 m |
| Secções dos cabos | 6 mm ² | 35 mm ² | 6 mm ² 35 mm ² |

Gráfico



Cabos de CC

| | Material do cabo | Comprimento simples | Secção | Queda de tensão | Potência dissipada rel. |
|---|------------------|---------------------|---------|----------------------------|-------------------------|
| Projecto parcial 1 | | | | | |
| 1 x SMA STP 50-40/41 (CORE1) Sistema parcial 1 | A | Cobre | 10,00 m | 6 mm ² 812,2 mV | 0,15 % |
| | B | Cobre | 10,00 m | 6 mm ² 812,2 mV | 0,15 % |
| | C | Cobre | 10,00 m | 6 mm ² 812,2 mV | 0,15 % |
| | D | Cobre | 10,00 m | 6 mm ² 812,2 mV | 0,15 % |
| | E | Cobre | 10,00 m | 6 mm ² 812,2 mV | 0,15 % |
| | F | Cobre | 10,00 m | 6 mm ² 812,2 mV | 0,39 % |




Cabos LV1

| Material do cabo | Comprimento simples | Secção | Resistência de linha | Potência dissipada rel. |
|------------------|---------------------|--------|----------------------|-------------------------|
|------------------|---------------------|--------|----------------------|-------------------------|



Dimensionamento da gestão energética

Projecto: PSP Aveiro
Número do projecto: ---

Local de instalação: Portugal / Aveiro

| Sistema fotovoltaico | Monitorização do sistema | |
|---|---|--|
| Projecto parcial 1 | Interno do sistema | Externo |
|  1 x SMA STP 50-40/41 (CORE1) Sistema parcial 1 |  Sunny Home Manager 2.0 O centro de comando com dispositivo de medição integrado para uma gestão energética inteligente |  SUNNY PORTAL powered by ennexOS Sunny Portal powered by ennexOS é o novo portal online para a monitorização e gestão profissionais de sistemas fotovoltaicos baseado na nossa plataforma ennexOS |

Notas

-  **Sunny Home Manager 2.0**
-  Para a realização da gestão de armazenamento e limitação da injeção de potência activa, o dispositivo de medição interno do Sunny Home Manager 2.0 deve ser ligado e configurado para a medição da injeção na rede e do consumo de energia da rede (ver guia de planeamento "SMA Smart Home").

Autoconsumo (electricidade)

Projecto: PSP Aveiro
Número do projecto: ---

Local de instalação: Portugal / Aveiro

/ Resultado

Dados sobre o autoconsumo

Perfil de carga: **Empresa (contínuo)**
Empresas com elevado consumo energético contínuo. Exemplos: estabelecimentos com forte refrigeração, parques de estacionamento em edifícios, centros computacionais, estações de tratamento de águas residuais.

Consumo anual de energia: **210 MWh**

Optimização do autoconsumo



Sunny Home Manager 2.0

O centro de comando com dispositivo de medição integrado para uma gestão energética inteligente

Sem optimização do autoconsumo

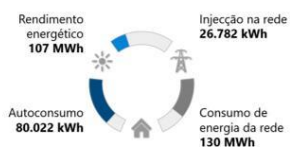
Taxa de autonomia

38,1 %

Quota de autoconsumo

74,9 %

Distribuição da energia fotovoltaica



Detalhes

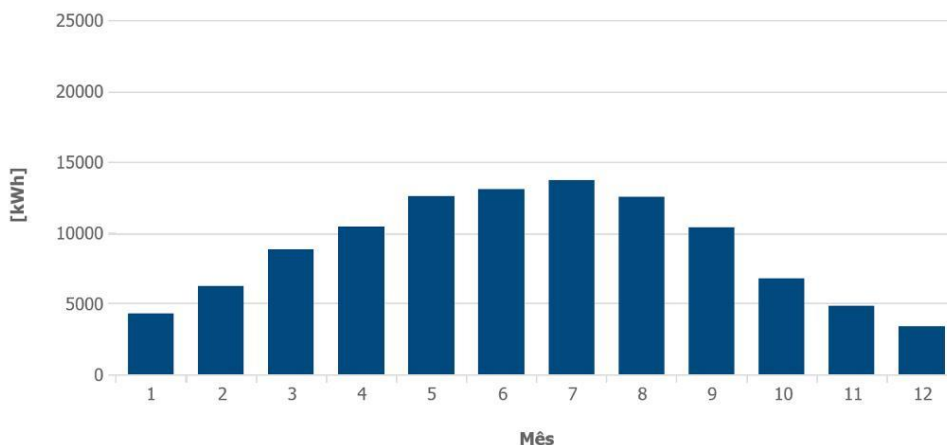
| | |
|---|-------------------|
| Consumo anual de energia | 210 MWh |
| Rendimento energético anual | 107 MWh |
| Injeção na rede | 26.782 kWh |
| Consumo de energia da rede | 130 MWh |
| Consumo de energia da rede de potência máx. | 31,98 kW |
| Autoconsumo | 80.022 kWh |
| Quota de autoconsumo (em % de energia fotovoltaica) | 74,9 % |
| Taxa de autonomia (em % do consumo de energia) | 38,1 % |

Valores mensais

Projecto: PSP Aveiro
Número do projecto: ---

Local de instalação: Portugal / Aveiro

/ Rendimento energético



| Mês | Rendimento energético [kWh] | Autoconsumo [kWh] | Injeção na rede [kWh] | Consumo de energia da rede [kWh] |
|-----|-----------------------------|-------------------|-----------------------|----------------------------------|
| 1 | 4302 (4,0 %) | 4000 | 302 | 14152 |
| 2 | 6208 (5,8 %) | 5293 | 915 | 11032 |
| 3 | 8798 (8,2 %) | 6728 | 2070 | 11064 |
| 4 | 10402 (9,7 %) | 7259 | 3143 | 9351 |
| 5 | 12564 (11,8 %) | 8864 | 3701 | 8880 |
| 6 | 13035 (12,2 %) | 9178 | 3857 | 8304 |
| 7 | 13705 (12,8 %) | 9457 | 4248 | 8565 |
| 8 | 12512 (11,7 %) | 8855 | 3658 | 9266 |
| 9 | 10377 (9,7 %) | 7360 | 3017 | 9605 |
| 10 | 6743 (6,3 %) | 5341 | 1402 | 11937 |
| 11 | 4803 (4,5 %) | 4392 | 410 | 13151 |
| 12 | 3356 (3,1 %) | 3297 | 59 | 14672 |

Análise da rentabilidade

Projecto: PSP Aveiro
Número do projecto: ---

Local de instalação: Portugal / Aveiro

/ Custos de eletricidade anuais

Sem sistema fotovoltaico no 1.º ano

29.028 EUR

Sem sistema fotovoltaico em 20 ano(s)

104.982 EUR

Com sistema fotovoltaico no 1.º ano

4.714 EUR

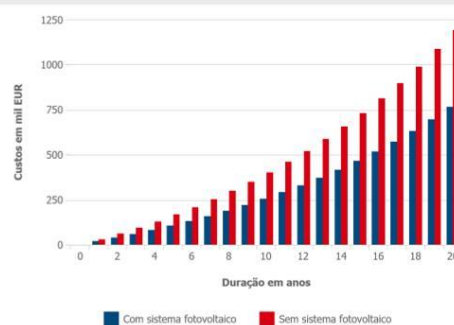
/ Detalhes

| | |
|--|----------------------|
| Custos de eletricidade economizados no primeiro ano | 24.314 EUR |
| Poupança total após 20 ano(s) | 554.979 EUR |
| Custos de eletricidade economizados após 20 ano(s) | 684.333 EUR |
| Compensação por injeção na rede após 20 ano(s) | 46.782 EUR |
| Período de amortização previsto | 3,0 a |
| Custos de produção de eletricidade ao longo de 20 ano(s) | 0,094 EUR/kWh |
| Rendimento anual (IRR) | 34,90 % |
| Investimento total | 71.077,50 EUR |

Poupança efectiva



Comparação de custos de electricidade acumulados



Análise da rentabilidade

Projecto: PSP Aveiro
Número do projecto: ---

Local de instalação: Portugal / Aveiro

/ Financiamento

A moeda é **EUR**
A quota-parte de capital próprio é de **100 %**
A quota-parte de capital externo é de **0 %**
O financiamento total é de **0,00 EUR**
A taxa de inflação é de **7,00 %**
O período de análise da rentabilidade é de **20 anos**

/ Custos de compra de electricidade e compensação por injeção na rede

O preço de compra da electricidade é de **0,13600 EUR/kWh**
O preço base compreende **0,00 EUR/Mês**.
AS tarifas especiais não são consideradas
A taxa anual de encarecimento da electricidade é de **7,0 %**
A compensação por injeção na rede é de **0,09500 EUR/kWh**
A duração da compensação por injeção na rede é de **20 anos**
A dedução ou compensação com autoconsumo é de **0,13600 EUR/kWh**
O preço de revenda após terminar o período de compensação é de **0,05000 EUR/kWh**.

Estimativa não vinculativa dos custos

Projecto: PSP Aveiro
Número do projecto: ---

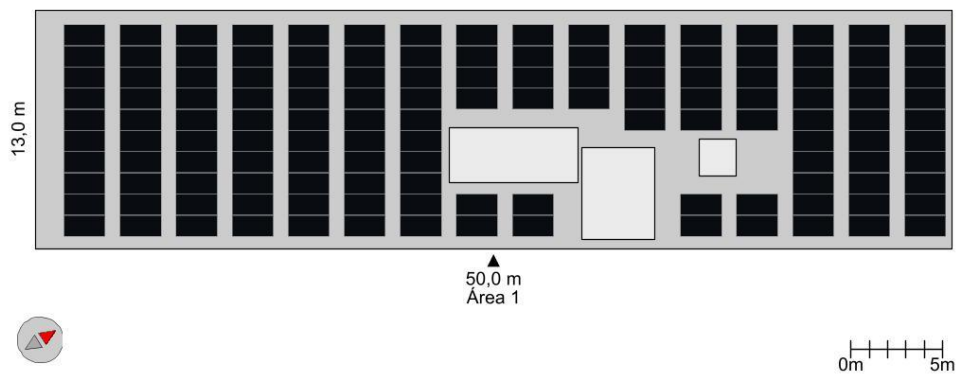
Local de instalação: Portugal / Aveiro

| Custos do projecto | | |
|---|-----------------------------------|----------------------|
| Sistema fotovoltaico | 900,00 EUR/kWp x 78,98 kWp | 71.077,50 EUR |
| Outros custos | | --- |
| Investimento total | | 71.077,50 EUR |
| Custos fixos | | |
| Custos fixos anuais (em % dos custos de investimento) | 2,00 % dos custos de investimento | 1.421,55 EUR |

Plano do telhado - Projecto parcial 1 - Edifício 2

Projecto: PSP Aveiro
Número do projecto: ---


Local de instalação: Portugal / Aveiro



Implementação de Painéis Solares Fotovoltaicos para Eficiência Energética: o estudo de caso no Edifício da Divisão Policial de Aveiro

Anexo 2 - Carta de Honra

POLÍCIA SEGURANÇA PÚBLICA
INSTITUTO SUPERIOR DE CIÊNCIAS POLICIAIS E SEGURANÇA INTERNA
DIRECÇÃO DE ENSINO
SECRETARIA ESCOLAR



VI Curso de Comando e Direcção Policial

Data: 2025-05-20
Assunto: Colaboração no Âmbito do Trabalho Individual Final de Tânia Patrícia de Jesus António

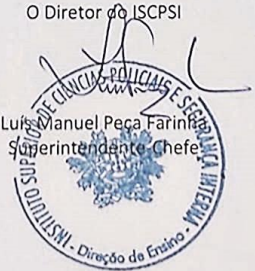
Tânia Patrícia de Jesus António, Oficial Auditora a frequentar o Curso de Comando e Direcção Policial, deste Instituto Superior de Ciências Policiais e Segurança Interna, está a desenvolver uma investigação académica, para preparação do seu Trabalho Individual Final.

No âmbito desta investigação, subordinada ao tema da eficiência energética, a aluna considera importante obter informação, junto de empresas especializadas, nomeadamente orçamentos para implementação de soluções de painéis solares, nas instalações da Divisão Policial de Aveiro, informações que são necessárias ao desenvolvimento do seu trabalho como rigor exigido.


A Oficial Auditora Tânia António compromete-se a manter a confidencialidade dos dados recolhidos, utilizando-os exclusivamente para a elaboração do seu trabalho, assim como a cumprir todas as normas éticas relacionadas com a realização da investigação no domínio da segurança pública.

Agradecemos a atenção e o apoio que possa ser prestado a nossa Oficial Auditora e ficamos à disposição para quaisquer esclarecimentos adicionais.

O Diretor do ISCPSI
Luís Manuel Peça Farinha
Superintendente-Chefe



R. 1.º de Maio, nº3 1349-040 Lisboa Tel.: 213613900 Fax: 213610535 www.iscpsi.pt |
iscpsi@psp.pt



154425
Pagina 1/1