



Nuno Filipe Rosa Nogueira

Licenciado em Engenharia Eletrotécnica Industrial

DEA en Higiene, Salud y Seguridad en el Trabajo

Doctor en Salud, Discapacidad, Dependencia y Bienestar

Sustentabilidade na produção de energia elétrica em rede municipal

Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em

Engenharia Eletrotécnica e de Computadores, por

Licenciado “Pré-Bolonha”.

Orientador: Doutor Stanimir Stoyanov Valtchev, Professor Auxiliar, FCT/UNL

Júri:

Presidente: Doutor Rui Manuel Leitão Santos Tavares – Professor Auxiliar – FCT/UNL

Arguente: Doutor Fernando José Almeida Vieira do Coito – Professor Associado – FCT/UNL

Vogal: Doutor Stanimir Stoyanov Valtchev – Professor Auxiliar – FCT/UNL

Sustentabilidade na produção de energia elétrica em rede municipal.

Copyright © Nuno Filipe Rosa Nogueira, Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Nova de Lisboa.

A Faculdade de Ciências e Tecnologia e a Universidade Nova de Lisboa têm o direito, perpétuo e sem limites geográficos, de arquivar e publicar esta dissertação através de exemplares impressos reproduzidos em papel ou de forma digital, ou por qualquer outro meio conhecido ou que venha a ser inventado, e de a divulgar através de repositórios científicos e de admitir a sua cópia e distribuição com objetivos educacionais ou de investigação, não comerciais, desde que seja dado crédito ao autor e editor.

Aos meus amores!

À minha mulher, ao meu filho e à minha filha.

AGRADECIMENTOS

Um agradecimento especial ao meu orientador, Doutor Stanimir Valtchev, Professor Auxiliar da FCT/NOVA, por todo o seu conhecimento, empenho, confiança, força e ânimo transmitido. A sua presença foi crucial! Foi um enorme prazer voltar a ser seu aluno passados mais de 20 anos! Muito obrigado!

Ao Engenheiro Artur Ascenso Pires, Membro da Academia da Engenharia, pela enorme experiência, conhecimento que me transmitiu e também pela amizade. Muito obrigado!

Ao Engenheiro José Carlos Matos, Diretor no INEGI, pelos excelentes contributos. Muito obrigado!

Ao Doutor João Goes, Professor Catedrático da FCT/NOVA, pela oportunidade que me concedeu de prosseguir os meus estudos de mestrado. Muito obrigado!

A todos que de alguma forma contribuíram para enriquecer o meu conhecimento. Muito obrigado!

Termino, reconhecendo o apoio da minha mulher e dos meus filhos, que são o meu suporte, por compreenderem os meus momentos e por todo o tempo que não pude estar convosco.

RESUMO

O foco desta investigação, é avaliar o impacto do custo da eletricidade no orçamento municipal e a sustentabilidade ambiental municipal.

Os municípios enquanto principais motores na governação de proximidade, são confrontados atualmente com um conjunto de desafios. É da responsabilidade destes fomentar abordagens ao desenvolvimento sustentável local. Exemplo de um tipo de abordagem, é a produção de eletricidade ao nível municipal, através de Fonte(s) de Energia Renovável (FER), em particular a energia solar fotovoltaica, para o autoconsumo local, possibilitando a redução da fatura energética do município de forma eficiente e, também descentralizar parte dessa produção em benefício da comunidade local.

Na investigação levada a cabo, foi possível inventariar ao detalhe os dados anuais do consumo de eletricidade de todos os Códigos de Ponto de Entrega (CPE) do Município do Cartaxo, referentes às infraestruturas públicas e iluminação pública. Estão criadas condições para se proceder à avaliação da viabilidade de produção de eletricidade por via de FER, em particular, com recurso à geração de energia solar fotovoltaica, a implementar em solo municipal, bem como, a conceção de uma Comunidade de Energia Renovável (CER).

Palavras chave: Sustentabilidade ambiental; Eletricidade; Energia solar fotovoltaica; Município; Comunidades de Energia.

ABSTRACT

The focus of this investigation is to assess the impact of the cost of electricity in the municipal budget as well as the municipal environment sustainability.

As the main drivers of local government, municipalities are presently confronted with a range of challenges. They are responsible for enhancing various approaches concerning local sustainable development. For example, the production of local electricity through renewable energy sources for local use, in particular photovoltaic solar energy, makes it possible to reduce the municipality's energy costs in an efficient way. The use of renewable energy sources also allows to decentralize part of this production to the benefit of local community.

In this investigation, it was possible to inventory in detail the annual data of electricity consumption in the municipality of Cartaxo. This data concerns public infrastructures and public lighting. Thanks to this work conditions are created to proceed with the evaluation of the viability of electricity production by means of renewable energy sources, in particular using photovoltaic solar energy, to be implemented in county soil, as well as the design of a renewable energy community.

Keywords: Environmental sustainability; Electricity; Photovoltaic solar energy; County; Energy Communities.

ÍNDICE

1.	INTRODUÇÃO.....	1
1.1.	ÂMBITO.....	1
1.2.	OBJETIVO.....	1
1.3.	JUSTIFICAÇÃO.....	1
1.4.	ENQUADRAMENTO.....	1
2.	ESTADO DA ARTE	5
2.1.	FONTE DE ENERGIA RENOVÁVEL - ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA	5
2.2.	CONCEITOS	6
2.3.	RADIAÇÃO SOLAR.....	7
2.4.	MÓDULOS FOTOVOLTAICOS	8
2.5.	INVERSOR	10
2.5.1.	<i>Inversor - Sistemas ligados à rede elétrica.....</i>	<i>11</i>
2.5.2.	<i>Inversor - Sistemas isolados.....</i>	<i>11</i>
2.6.	SISTEMAS DE GRANDE E MÉDIA POTÊNCIA	12
2.7.	CUSTOS	13
2.8.	AVALIAÇÃO ECONÓMICA	19
2.8.1.	<i>Taxa de atualização.....</i>	<i>19</i>
2.8.2.	<i>LCOE.....</i>	<i>20</i>
2.8.3.	<i>Indicadores de Avaliação de Investimentos.....</i>	<i>20</i>
2.8.4.	<i>Valor Atual Líquido</i>	<i>20</i>
2.8.5.	<i>Taxa Interna de Rentabilidade</i>	<i>21</i>
2.8.6.	<i>Tempo de Retorno Bruto</i>	<i>21</i>
2.8.7.	<i>Retorno do Investimento.....</i>	<i>21</i>
2.9.	COMUNIDADES DE ENERGIA	22
2.9.1.	<i>Conceitos e benefícios.....</i>	<i>22</i>
2.9.2.	<i>Modelos de investimento em sistemas solares fotovoltaicos</i>	<i>27</i>
2.10.	PROJETOS FOTOVOLTAICOS MUNICIPAIS	31
2.10.1.	<i>Sistemas solares fotovoltaicos no solo e telhado.....</i>	<i>32</i>
2.11.	GESTÃO DO PROJETO E CONTRATAÇÃO	35
2.12.	LEGISLAÇÃO	36
3.	MATERIAIS E MÉTODOS	38
3.1.	ENQUADRAMENTO.....	38
3.2.	CARATERIZAÇÃO DO TERRITÓRIO	38
3.3.	METODOLOGIA.....	40
4.	RESULTADOS E DISCUSSÃO	41
4.1.	RESULTADOS – CONSUMO DE ELETRICIDADE.....	41
4.2.	RESULTADOS – PRÉ-DIMENSIONAMENTO DO SISTEMA SOLAR FOTOVOLTAICO.....	49
4.3.	DISCUSSÃO - INTERPRETAÇÃO DO CONSUMO DE ELETRICIDADE.....	58

4.4.	DISCUSSÃO - INTERPRETAÇÃO DO PRÉ-DIMENSIONAMENTO FOTOVOLTAICO	60
5.	CONCLUSÃO	62
5.1.	TRABALHOS FUTUROS	63
6.	BIBLIOGRAFIA	64

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1 : Capacidade fotovoltaica em alguns países europeus até 2017	5
Figura 2.2 : Componentes da radiação global incidente numa superfície.....	7
Figura 2.3 : Disponibilidade anual de irradiação solar global (kWh/m ²)	8
Figura 2.4 : Exemplo de sistema fotovoltaico ligado à rede elétrica	12
Figura 2.5 : Exemplo de sistema fotovoltaico isolado.....	13
Figura 2.6 : Exemplo de sistema híbrido.....	13
Figura 2.7 : Modelo cooperativo de energia renovável.....	28
Figura 2.8 : Projetos de energia fotovoltaica – Coopérnico	29
Figura 2.9 : Modelo de pequena produção de energia fotovoltaica – Coopérnico.....	30
Figura 2.10 : Armazenamento do excesso de produção durante o dia (a) para consumo à noite (b)	31
Figura 2.11 : Modelo de sistema fotovoltaico.....	32
Figura 2.12 : Modelo de sistema fotovoltaico no solo.....	33
Figura 2.13 : Modelo de sistema fotovoltaico na cobertura/telhado (c/ sombreamento do edifício contíguo)	34
Figura 2.14 : Modelo de sistema fotovoltaico no solo (c/ sombreamento da árvore).....	35
Figura 3.1 : Área de jurisdição da CCDRLVT	39
Figura 3.2 : Freguesias do Município do Cartaxo e respetiva área em km ²	39
Figura 4.1 : Software de dimensionamento de sistemas fotovoltaicos.....	49
Figura 4.2 : Localização do projeto fotovoltaico	50
Figura 4.3 : Coordenadas geográficas do projeto	50
Figura 4.4 : Meteorologia mensal	51
Figura 4.5 : Trajetória do sol.....	51
Figura 4.6 : Orientação e rendimento do módulo fotovoltaico.....	52
Figura 4.7 : Otimização do módulo fotovoltaico	52
Figura 4.8 : Inclinação da estrutura física com o módulo fotovoltaico.....	53
Figura 4.9 : Ocupação do solo	53
Figura 4.10 : Sombras na estrutura física.....	54
Figura 4.11 : Especificações standard.....	54
Figura 4.12 : Módulo fotovoltaico policristalino.....	55

Figura 4.13 : Irradiação (kWh/m ²)	55
Figura 4.14 : Energia elétrica produzida pelo sistema	56
Figura 4.15 : Resultados gerais	56
Figura 4.16 : Custos	57
Figura 4.17 : Resultados.....	57

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 2.1 : Cotação dos módulos fotovoltaicos no período 2015-2018.....	15
Tabela 2.2 : Cotação dos módulos fotovoltaicos em janeiro de 2020	16
Tabela 2.3 : Repartição de custos dos sistemas fotovoltaicos, referente ao ano de 2017.....	17
Tabela 2.4 : Custo dos diferentes sistemas fotovoltaicos típicos, referente ao ano de 2018	18
Tabela 2.5 : Tendência nacional da cotação dos sistemas fotovoltaicos	19
Tabela 2.6 : Diferenças entre <i>Citizen Energy Communities</i> e <i>Renewable Energy Communities</i>	22
Tabela 2.7 : Classes das <i>Energy Communities</i>	26
Tabela 4.1 : Síntese dos consumos de eletricidade (kWh), referente às infraestruturas públicas e iluminação pública, do Município do Cartaxo.....	41
Tabela 4.2 : Consumos de eletricidade por CPE das infraestruturas públicas e iluminação pública, a cargo do Município do Cartaxo.....	43

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 2.1 : €/Wp versus cent/kWh em sistemas FV.....	17
Gráfico 4.1 : Consumo anual de eletricidade do Município do Cartaxo.....	58
Gráfico 4.2 : Síntese do consumo anual de eletricidade do Município do Cartaxo por tipo de fornecimento.....	58

ABREVIATURAS

AC	Corrente alternada
APA	Agência Portuguesa do Ambiente
APREN	Associação Portuguesa de Energias Renováveis (APREN)
AT	Alta tensão
BEI	Banco Europeu de Investimento
BT	Baixa tensão
CAPEX	Despesas de capital (<i>Capital Expenditure</i>)
CCDRLVT	Comissão de Coordenação e Desenvolvimento Regional de Lisboa e Vale do Tejo
CCE-CIMLT	Central de Compras Eletrónicas da Comunidade Intermunicipal da Lezíria do Tejo
CEC	Comunidade de Energia dos Cidadãos (<i>Citizen Energy Community</i>)
CEC	<i>Comissão de Cooperação Ambiental (Commission for Environmental Cooperation)</i>
CER	Comunidade de Energia Renovável
CIMLT	Comunidade Intermunicipal da Lezíria do Tejo
CMC	Câmara Municipal do Cartaxo
DC	Corrente contínua
DGEG	Direção-Geral de Energia e Geologia
EUA	Estados Unidos da América
EUR	Euro
FER	Fonte de Energia Renovável
FV	Fotovoltaico(a)
IEA	Agência Internacional de Energia (<i>International Energy Agency</i>)
IEC	Comissão Eletrotécnica Internacional (<i>International Electrotechnical Commission</i>)
INEGI	Instituto de Ciência e Inovação em Engenharia Mecânica e Engenharia Industrial
IPES	Instituto Português de Energia Solar
IPSS	Instituições Particulares de Solidariedade Social
IRENA	Agência Internacional de Energias Renováveis (<i>International Renewable Energy Agency</i>)
IRR	Taxa Interna de Rentabilidade (<i>Internal Rate of Return</i>)
LCOE	Custo Nivelado da Energia (<i>Levelized Cost of Energy</i>)

LNEG	Laboratório Nacional de Energia e Geologia
MPPT	Seguidor da Potência Máxima Gerada (<i>Maximum Power Point Tracker</i>)
MT	Média Tensão
NPV	Valor Atual Líquido (<i>Net Present Value</i>)
NREL	Laboratório Nacional de Energias Renováveis (<i>National Renewable Energy Laboratory</i>)
O&M	Operações e Manutenção (<i>Operations & Maintenance</i>)
ODS _s	Objetivos de Desenvolvimento Sustentável
OPEX	Despesas Operacionais (<i>Operational Expenditure</i>)
PNEC	Plano Nacional de Energia-Clima
RESCoop.eu	Federação Europeia de Cooperativas de Energias Renováveis (<i>European Federation for Renewable Energy Cooperatives</i>)
ROI	Retorno do Investimento (<i>Return on Investment</i>)
SEAI	Autoridade Sustentável da Energia da Irlanda (<i>Sustainable Energy Authority of Ireland</i>)
SEC	Comunidade de Energia Sustentável (<i>Sustainable Energy Community</i>)
STC	Condições de Ensaio Normalizadas (<i>Standard Test Conditions</i>)
UE	União Europeia
UPAC	Unidades de produção para autoconsumo
VAL	Valor Atual Líquido (<i>Cash flow</i>)

SIMBOLOS

η^r	Rendimento do painel fotovoltaico
€	Euro
η_{inv}	Rendimento do inversor (conversor DC/AC)
η_{total}	Rendimento total do sistema de interface do módulo fotovoltaico com a rede
Y_A	Índice de corrente contínua
Y_F	Índice de corrente alternada
Y_R	Índice de referência
μ -Si	Silício microamorfo
μ -Si	Silício microcristalino
A	Área recetora do painel fotovoltaico
a	Taxa de atualização
a-Si	Silício amorfo
A_t	Custo total anual em EUR por ano t
CdTe	Telureto de Cádmiio
CIGS	Disseleneto de Cobre-Índio-Gálio
CO ₂	Dióxido de Carbono
CSG	Silício em vidro
d_1	Custos anuais de exploração
$d_{omj} I_t$	Rol de encargos referente a operações e manutenção
E_{AC}	Energia elétrica em corrente alternada entregue à rede
E_{DC}	Energia elétrica em corrente contínua à saída dos painéis fotovoltaicos
G	Potência solar incidente por unidade de área (Irradiância solar)
G^r	Irradiância incidente
GWh	Gigawatt hora
H	Energia solar incidente por unidade de área
MW	Megawatt
i	Taxa de juros real em %
I_0	Despesas de investimento em EUR

kt	Quilotonelada
kWh/m ²	Quilowatt hora por metro quadrado
kWp	Kilowatt-pico
$M_{t,el}$	Quantidade produzida de eletricidade em kWh por ano
n	Vida útil económica em anos
n	Período em análise
η_{MPPT}	Rendimento da função MPPT
°C	Graus celsius
P_{AC}	Potência em corrente alternada entregue à rede
P_{DC}	Potência em corrente contínua
P_p	Potência-pico
R_1	Receita bruta anual
R_j	Receita bruta
R_{Lj}	Receita líquida que se obtém para o ano j
t	Ano de vida (1, 2, ... n).
T_1	Taxa de rendimento real
T_2	Taxa (ou prémio) de risco
T_3	Taxa de inflação.
T_{rb}	Tempo de Retorno Bruto é o tempo de recuperação de todo o investimento
V_r	Valor Residual do equipamento no fim do período de vida útil
W/m ²	Watt por metro quadrado
θ_c^r	Temperatura da célula

1. INTRODUÇÃO

1.1. Âmbito

No âmbito da candidatura ao Mestrado Integrado em Engenharia Eletrotécnica e de Computadores, por Licenciado “Pré-Bolonha”, a presente dissertação, além da investigação associada ao tema “Sustentabilidade na produção de energia eléctrica em rede municipal”, tem como intuito obter o Grau de Mestre em Engenharia Eletrotécnica e de Computadores.

1.2. Objetivo

A investigação centra-se na pesquisa detalhada dos consumos de energia eléctrica, referente às infra-estruturas públicas e iluminação pública, sob a responsabilidade do Município do Cartaxo e, verificar a viabilidade de produção de energia solar fotovoltaica, bem como, abrir caminho à conceção de uma Comunidade de Energia Renovável (CER).

1.3. Justificação

Sendo a eletricidade um custo muito relevante no orçamento municipal e a abordagem ao desenvolvimento sustentável um fator muito importante, o intuito da investigação é conciliar estes dois fatores, ou seja, tentar reduzir a fatura energética e, simultaneamente, contribuir para um impacto positivo no meio ambiente, através da produção de energia eléctrica ao nível local, por via de Fonte de Energia Renovável (FER), para autoconsumo municipal.

1.4. Enquadramento

Ao nível do enquadramento do tema da dissertação, torna-se fundamental efetuar uma breve abordagem ao panorama ambiental e da energia, com o objetivo de contextualizar as circunstâncias que levaram a cabo o desenvolvimento da investigação em causa.

Alguns dos impactos negativos que recaem sobre o ambiente e a atividade humana, são derivados da produção e consumo de energia, por parte de países que dependem de combustíveis fósseis, que para responder às suas necessidades de energia, através da queima desses mesmos combustíveis, nomeadamente o carvão, petróleo ou gás, entre outras causas, produzem um rol de emissões nocivas/poluentes para a atmosfera.

Na União Europeia (UE), em 2017, o setor da energia foi o responsável por 80,7% das emissões de gases com efeito de estufa. Portugal emitiu aproximadamente 70,546 kt de dióxido de carbono (CO₂) equivalente [1]. À semelhança da análise global na UE, Portugal mantém a tendência do setor da energia, incluindo transportes, ser o que mais contribui para o aumento das emissões, representando em 2017, 72,6% das emissões nacionais [2].

No que se refere à Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre a Mudança do Clima, foi celebrado a 12 de dezembro de 2015, o Acordo de Paris, com o objetivo de responder globalmente às alterações climáticas, vinculando as Partes a desenvolver e a comunicar esforços para a redução de emissões, através de medidas de mitigação, com vista a atingir os objetivos num contexto de desenvolvimento sustentável [3].

De uma análise científica efetuada pelo Consórcio constituído pelos institutos *Climate Analytics* e *NewClimate Institute*, denominado *Climate Action Tracker*, que rastreia a ação climática dos governos, os compromissos assumidos por países como Marrocos e a Gâmbia já se encontram abaixo da meta de 1,5 °C, conforme as tendências atuais [4] [5]. Estes países priorizam agressivamente as energias renováveis, destacando-se dos restantes países membros do Acordo de Paris, onde Portugal é parte integrante [6].

Segundo o índice de desempenho das alterações climáticas, *Climate Change Index*, em 2019, Portugal desceu 8 posições no *ranking* (17º → 25º). O desempenho do país decaiu, exceto na política climática. No âmbito da produção de emissões para a atmosfera, Portugal obteve uma classificação muito baixa, devido ao aumento das emissões no período 2012 – 2017. O fim da crise económica, que se reflete no aumento energético e o efeito da seca, são as principais razões para a queda no *ranking*. De referir que em 2017, face aos graves incêndios florestais, consequência de anos sucessivos de secas, a produção de energia com recurso a combustíveis fósseis aumentou, refletindo-se no *rating* baixo da energia renovável. Apesar da implementação do imposto sobre o carbono e combustíveis fósseis em 2018, o governo português continuou ainda a oferecer benefícios fiscais para o carvão em 2018. No tocante à política climática nacional, Portugal defende ações climáticas ambiciosas, o que se traduz ao nível internacional, sendo neste âmbito classificado com uma performance alta [7].

No âmbito das autarquias locais e, sendo estas os principais impulsionadores da transição energética ao nível de governação local e próxima dos cidadãos [8], no âmbito do Pacto dos Autarcas para o Clima e a Energia, aderiram em Portugal até atualmente 163 signatários. Estes signatários comprometem-se a adotar uma abordagem de mitigação no tocante às alterações climáticas, a fim de desenvolver um Plano de Ação para a Energia Sustentável e Clima, com o objetivo de limitar as emissões de CO₂ até 2030, em pelo menos 40% [9].

De referir, que no âmbito da produção de energia elétrica por via de recursos naturais sustentáveis, como o Sol, vento, rios, ondas do mar, biomassa e calor da Terra, permitem produzir energia solar fotovoltaica, eólica, hídrica, oceânica, biomassa e geotérmica, respetivamente, em detrimento do carvão e gás natural, que contribuem para a produção de emissões poluentes para a atmosfera.

A Diretiva (UE) 2018/2001, do Parlamento Europeu e do Conselho, de 11 de dezembro de 2018, relativa às FER, no âmbito do crescente autoconsumo de eletricidade renovável e, com base no conceito de autoconsumidores de energia renovável, que atuam individualmente e coletivamente, bem como de CER, permite produzir, consumir, armazenar, partilhar e vender eletricidade por via de FER. No que se refere ao Plano Nacional de Energia-Clima (PNEC) 2021-2030, Portugal tem como meta atingir 47% da energia oriunda de FER, em 2030. As FER deverão produzir cerca de 80% da eletricidade, garantindo a eficiência do ponto de vista energético e ambiental. Transposta a Diretiva referida

anteriormente, para o Decreto-Lei n.º 162/2019, de 25 de outubro, este novo diploma avança no sentido de agilizar a produção de energia renovável para o autoconsumo e das CER, suprimindo obstáculos legais. O diploma facilita também a participação de organizações empresariais, entre outras e particulares, no investimento ainda que sem subsídios públicos, em FER para o autoconsumo de energia [10].

Particularizando, ao nível do distrito de Santarém, a capacidade instalada atual de produção de energia elétrica por via de FER, situa-se em 494,69 MW [11]:

- 275 MW – hídrica;
- 168,9 MW – eólica;
- 28,27 MW – biomassa;
- 20,16 MW – fotovoltaica;
- 2,37 MW – biogás.

Ao nível intermunicipal, a Comunidade Intermunicipal da Lezíria do Tejo (CIMLT), Associação Pública na forma de Comunidade Intermunicipal, que abrange territorialmente os 11 Municípios, onde o Município do Cartaxo se insere (objeto de estudo), desempenha um papel fundamental junto dos seus associados na prossecução de fins públicos, de âmbito de desenvolvimento, planeamento, investimento, promoção e estratégia municipal, etc. [12]. No âmbito do ALENTEJO 2020, Programa Operacional Regional do Alentejo 2014-2020, no seu Eixo Prioritário 7 - Eficiência Energética e Mobilidade, a CIMLT, no caso em concreto do Município do Cartaxo, promoveu a candidatura deste município ao investimento em “Eficiência Energética nas Infraestruturas Públicas da Administração Local”. O investimento incidiu essencialmente nos sistemas de iluminação pública, com o objetivo principal de reduzir os consumos de energia, por via da substituição de 3468 luminárias da iluminação pública do município, por tecnologia led, intervenções a realizar em todas as freguesias do concelho. O projeto representa um investimento superior a 700 mil euros. Os trabalhos iniciaram-se em 2018, prevendo-se que até ao final de 2020 a cobertura seja de 50% [13].

Em adaptação a compromissos sustentáveis e na medida em que as autarquias locais desenvolvem um trabalho de proximidade junto das suas comunidades, é recomendável que o Município do Cartaxo assuma a sustentabilidade como um objetivo. A produção de energia elétrica por FER, em particular, a energia solar fotovoltaica, para autoconsumo, é uma eventual via para reduzir custos e a dependência energética. A viabilidade de partilha de energia elétrica no âmbito das CER, é uma opção a considerar também, sendo uma oportunidade para alocar eventual receita para o Município do Cartaxo.

2. ESTADO DA ARTE

2.1. Fonte de Energia Renovável - Energia solar fotovoltaica

A energia solar fotovoltaica (FV) é uma Fonte de Energia Renovável (FER), tal como os restantes recursos naturais com capacidade de regeneração, nomeadamente as energias: Biomassa; Eólica; Geotérmica; Hídrica; Oceanos. São tecnologias que disponibilizam energia na forma de eletricidade e se apresentam como alternativas sustentáveis (económica e ambiental) aos combustíveis fósseis (petróleo, gás, carvão), com menores impactes ambientais, segurança ao nível do aprovisionamento energético e na redução da dependência energética.

Segundo a Comissão Eletrotécnica Internacional (*International Electrotechnical Commission (IEC)*), os desafios para as FER são: confiança; eficiência; custos. Ao nível da confiança e eficiência nas FER verificam-se melhorias significativas, bem como, nos custos de investimento que revelam uma queda acentuada, tornando as FER mais competitivas [14].

A legislação da União Europeia no âmbito da promoção das FER progrediu expressivamente nos últimos anos, tendo sido colocado ao alcance dos Estados-Membros mecanismos para que possam caminhar numa trajetória de sustentabilidade.

A figura 2.1 remete-nos para o panorama da capacidade instalada em energia solar FV em alguns países europeus, ao nível residencial, comercial, industrial e em escala:

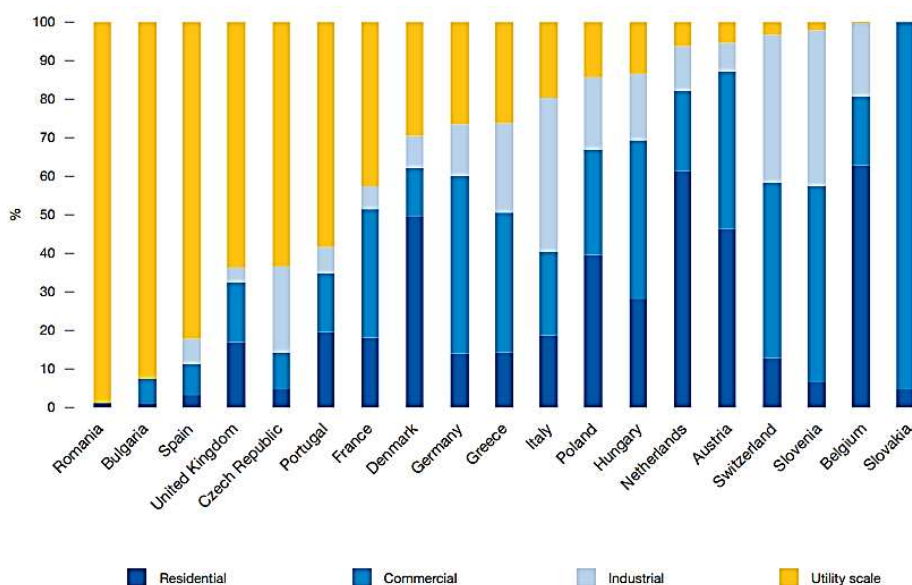


Figura 2.1 : Capacidade fotovoltaica em alguns países europeus até 2017. Reproduzida de *SolarPower Europe* [15].

Abordando genericamente a figura 2.1, mencionar apenas que no caso exclusivo de Portugal a predominância da produção de energia solar FV é em escala, sendo que a produção FV residencial e comercial é reduzida e a industrial residual.

2.2. Conceitos

É fundamental introduzir-se alguns conceitos e definições que vão surgir no decurso do trabalho de investigação:

- Um conjunto formado por diversos painéis solares fotovoltaicos (FV) e respetivo equipamento de interface com a rede de energia eléctrica em corrente alternada (AC), é denominado por gerador fotovoltaico (FV) [16];
- A potência solar incidente por unidade de área é designada por irradiância solar, representa-se por G , e mede-se em W/m^2 [16];
- A energia solar incidente por unidade de área é representada por H , sendo medida em kWh/m^2 [16];
- A energia eléctrica em corrente continua (DC) à saída dos painéis FV representa-se por E_{DC} e, a energia eléctrica AC, entregue à rede, representa-se por E_{AC} . As respetivas potências são P_{DC} e P_{AC} [16];
- A potência-pico define por P_p como a potência máxima DC, de acordo com as Condições de Ensaio Normalizadas (*Standard Test Conditions (STC)*), sendo que, a irradiância incidente $G^r = 1000 W/m^2$ e a temperatura da célula $\theta_c^r = 25^\circ C$ [16]. A potência-pico mede-se em watt-pico (Wp). A área receptora do painel FV é denominada por A . O rendimento do painel FV é calculado por [16]:

$$\eta^r = \frac{P_p}{AG^r} \quad 1)$$

- O índice de energia DC é o número de horas que um painel FV teria de funcionar à potência-pico para produzir a mesma energia DC que, efetivamente, produziu, num determinado período. Define-se por [16]:

$$Y_A = \frac{E_{DC}}{P_p} \quad 2)$$

- O índice de energia AC define o número de horas que um gerador FV teria de funcionar à potência-pico para produzir a mesma energia AC que, efetivamente, produziu, num determinado período. Este índice corresponde à utilização anual da potência-pico [16]:

$$Y_F = \frac{E_{AC}}{P_p} \quad 3)$$

- O índice de referência é considerado o número de horas que um painel FV teria de receber a irradiância de referência para receber a irradiação que, efetivamente recebeu, num determinado período [16]:

$$Y_R = \frac{H_i}{G_r} \quad 4)$$

- O índice de desempenho, também denominado por *performance ratio*, é a razão entre a energia AC, efetivamente entregue à rede e a energia que seria produzida, se o gerador FV funcionasse com um rendimento constante e igual ao das condições de referência e não tivesse quaisquer perdas nos equipamentos de interface. São comuns valores de 0,7 a 0,8 [16].

2.3. Radiação solar

O Sol é uma fonte poderosa de vida na Terra e fornece energia na forma de radiação. A investigação desenvolvida para aproveitar a energia solar é uma busca humana.

A radiação solar aproveitada para a produção de energia elétrica, por via da conversão fotovoltaica, através de células solares que convertem a energia solar em energia elétrica, é um forma sustentável e não poluidora, com origem numa fonte inesgotável, o Sol, no entanto, para se avaliar o potencial FV num determinado local, é necessário conhecer a radiação solar nesse mesmo local a cada instante. A radiação é medida por norma em W/m^2 , kW/m^2 ou Wh/m^2 . Em horas de Sol por ano, cada unidade medida corresponde a 1 kWh/m^2 .

A radiação solar divide-se em:

- Radiação direta (projeta sombras) surge diretamente do disco solar [17];
- Radiação difusa (radiação de todas as direções do céu, com a exclusão do disco solar) [17];
- Radiação refletida ou albedo (decorre de reflexão numa superfície) [17].

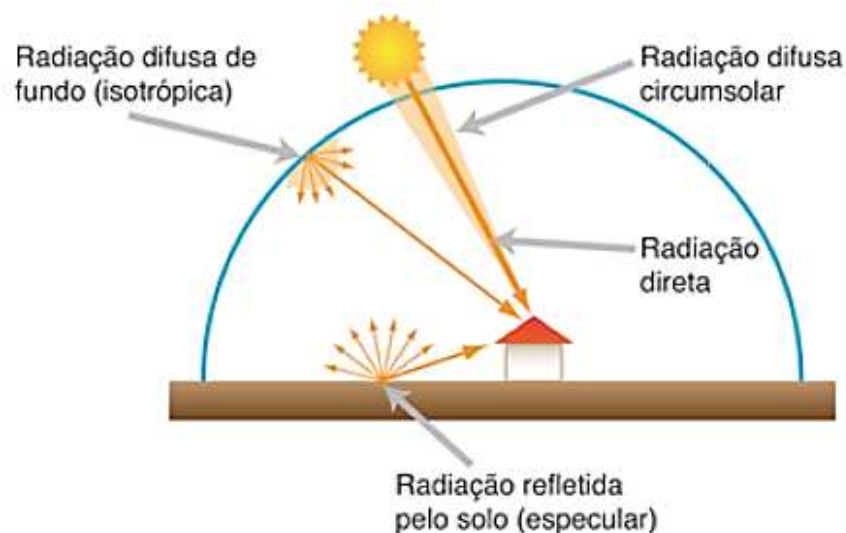


Figura 2.2 : Componentes da radiação global incidente numa superfície. Reproduzido da Gazeta de Física [17]

Em Portugal, com uma orientação fixa ótima são atingidos valores de irradiação solar em média na ordem dos 1700 kWh/m^2 a Norte, e 2000 kWh/m^2 no Sul. A título de comparação, a Alemanha é atualmente o país da Europa que mais capacidade instalada tem em sistemas FV, mas apresenta radiações inferiores a Portugal (1400 kWh/m^2) [18].

Na figura 2.3, é apresentada uma superior disponibilidade anual de radiação no Sul do país, isto devido ao número mais elevado de horas de sol nessa região e, também face às condições atmosféricas mais favoráveis que dispõe para aproveitamento solar.

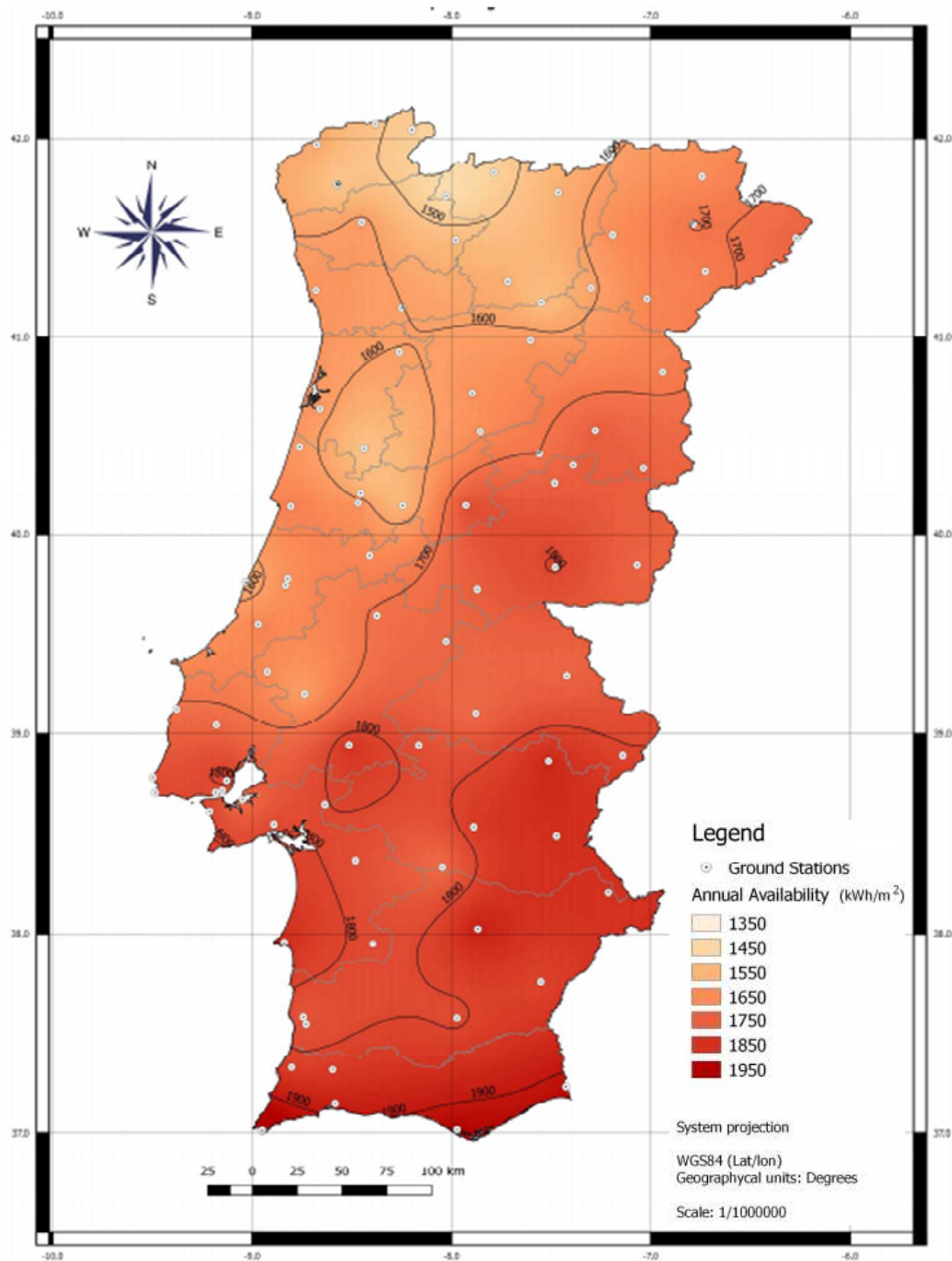


Figura 2.3 : Disponibilidade anual de radiação solar global (kWh/m²). Reproduzido do Instituto Português de Energia Solar [19]

2.4. Módulos fotovoltaicos

O evolução da tecnologia de células solares, ou fotovoltaicas (FV), para aproveitamento da radiação solar, começou na Revolução Industrial quando em 1839 o físico francês *Alexandre Edmond Becquerel*

rellar demonstrou pela primeira vez o efeito de uma célula solar converter a luz solar em eletricidade [20].

Em 1883, o inventor americano *Charles Fritts* criou o primeiro painel solar do mundo em Nova Iorque, um ano depois de *Thomas Edison* abrir a primeira fábrica de carvão do mundo [21]. Charles Fritts revestiu os painéis com selênio para produzir corrente elétrica, que era muito fraca, processo esse que não foi bem compreendido, de como a radiação solar produz eletricidade, mas em 1905, *Albert Einstein* escreveu um artigo explicando o efeito fotoelétrico [22], tendo-lhe sido atribuído o Prémio Nobel de Física, em 1921 [23]. As pesquisas de *Becquerellar* e *Einstein* formaram a base dos desenvolvimentos futuros da tecnologia solar.

Em 1954, foi desenvolvida pela *Bell Labs* a célula FV moderna [24] e, embora a energia solar permanecesse muito cara para uso comercial, as Forças Armadas dos Estados Unidos da América (EUA) financiaram investigações sobre o potencial da tecnologia FV para alimentar satélites na década de 1950 [25].

Em 1958, o Laboratório de Investigação Naval dos EUA lançou a *Vanguard I*, a primeira nave espacial a usar painéis solares [26] e, em 1964, a NASA lançou o primeiro satélite (*Nimbus I*) equipado com painéis que rastream o Sol [27]. O Governo dos EUA foi pioneiro em grande parte da tecnologia FV inicial.

O desenvolvimento da tecnologia FV baseia-se em grande parte, em células de silício cristalino, que constituem a chamada 1.^a geração. Esta tecnologia representa 87% do mercado e divide-se da seguinte forma [28]:

- Silício monocristalino (proveniente do corte de um lingote de um monocristal de silício puro - 35% do mercado);
- Silício policristalino (a partir de lingote de silício com múltiplos cristais - 49% do mercado);
- Fitas de silício (obtido através de processo de produção em que o silício fundido é puxado, dando origem a uma fita - 3% do mercado).

A tecnologia de 2.^a geração caracterizada pelos filmes finos, melhores absorvedores de luz e com espessuras reduzidas, é cerca de 200 vezes inferior à das células de silício, que tiveram um crescimento acentuado nos últimos anos, face à redução de custos que apresentam e flexibilidade dos processos de fabrico. Para que a tecnologia de filmes finos seja disruptiva para com os modelos de 1.^a geração (dominam o mercado atualmente), é essencial que tecnologia amadureça e penetre no mercado. A 2.^a geração ainda é jovem, o conhecimento sobre os materiais utilizados ainda é insuficiente e, a eficiência da conversão solar ainda é inferior à obtida com a tecnologia convencional que utiliza o silício cristalino [29].

Ainda assim, o mercado oferece um vasto leque de opções de painéis FV com células de filmes finos, tais como: [30]:

- Telureto de Cádmio (CdTe);
- Disseleneto de Cobre-Índio-Gálio (CIGS);
- Silício amorfo (a-Si);

- Silício microcristalino (μ -Si);
- Silício microamorfo (μ a-Si);
- Silício em vidro (CSG);

Quanto à chamada 3.^a geração, existe um conjunto de tecnologias emergentes em fase de investigação, consideradas de inovação disruptiva e com um elevado potencial de desenvolvimento, nomeadamente, as células de filmes finos sensibilizadas por corante e orgânicas e, as Nanoantenas. As Nanoantenas encontram-se ainda em fase de investigação. Esta tecnologia assenta essencialmente na captação de frequência da radiação de infravermelhos transmitida pelo Sol durante o dia e através da radiação da Terra, ao longo da noite [31].

Relativamente a recentes avanços na tecnologia FV, observou-se que os investigadores *J. Jaramillo-Fernández, G. L. Whitworth, J. A. Pariente, A. Blanco, P. D. García, C. López, and C. M. Sotomayor-Torres*, publicaram na revista *Small*, que é possível arrefecer uma pastilha de silício até 14 °C sob a ação direta da luz solar. O material é formado por uma matriz de esferas de silício com 8 μ m de diâmetro. Essa camada comporta-se como um emissor infravermelho fornecendo arrefecimento radiativo até 350 W/m² no painel solar FV. É possível eliminar metade do calor acumulado num painel solar típico num dia claro, o suficiente para aumentar a eficiência relativa de uma célula solar em 8%. Os investigadores revelaram ainda que o potencial do arrefecimento radiativo dos cristais, que se juntam sozinhos, como uma única camada de microesferas de silício, é suficiente para alcançar um desempenho ideal [32].

Por fim, referir que a tecnologia FV existe há mais de um século, apesar de recentemente os governos incentivarem com mais predominância as FER, em virtude do aquecimento global do planeta.

2.5. Inversor

Os inversores são dispositivos eletrónicos de potência imprescindíveis em várias configurações de sistemas de produção de energia FV.

Os inversores usados nos sistemas FV são equipamentos que no mesmo dispositivo possuem a capacidade de converter DC em AC, conforme o padrão de qualidade exigido pela rede elétrica, que através do seguidor de potência máxima (MPPT - *Maximum Power Print Tracker*) regula a tensão de entrada e de saída do módulo FV e, proteção do sistema em termos de sobrecargas, sobretensões, interligações, etc. Situam-se entre o módulo FV e a rede elétrica [33].

Um inversor de um sistema FV é constituído por [34]:

- Entrada DC (onde se ligam os terminais do módulo FV);
- Unidade processadora do algoritmo de seguimento de potência máxima (MPPT);
- Conversor DC/DC;
- Ponte conversora DC/AC;
- Filtros;
- Equipamento de monitorização e proteção.

Destacar, entre outros, que o tipo mais comum de inversor nos sistemas FV, é o inversor de fonte de tensão com controle de corrente, porque permite uma regulação eficaz do fator de potência [35].

O rendimento total do sistema de interface do módulo FV com a rede é calculado da seguinte forma [36]:

$$\eta_{total} = \eta_{MPPT} \eta_{inv} \quad 5)$$

Sendo que η_{MPPT} é o rendimento da função MPPT presente no inversor, e η_{inv} é o rendimento da função de conversão DC/AC.

O rendimento do inversor (conversor DC/AC) é dado por [37]:

$$\eta_{inv} = \frac{P_{AC}}{P_{DC}} \quad 6)$$

onde a P_{AC} é a potência entregue à rede.

2.5.1. Inversor - Sistemas ligados à rede elétrica

Um sistema FV ligado à rede de energia elétrica começa com a escolha de um inversor adequado, determinando assim a tensão do sistema no lado DC e, o gerador FV pode ser configurado de acordo com as características de *input* do inversor. A corrente FV flui através do inversor e este converte a corrente contínua gerada pelas células solares em AC de 50 Hz, em conformidade com a rede [38].

Além da conversão de DC em AC, os componentes eletrônicos do inversor também são responsáveis pelo modo de operação diário, garantindo que a operação comece na hora correta, logo de manhã, assim que as células solares fornecerem a energia suficiente. Durante o decorrer do dia, o ponto ótimo de funcionamento é ajustado em função das flutuações na radiação solar e na temperatura do módulo. Integrado no inversor, o MPPT regula e protege o sistema [38].

Atualmente, a maioria dos modelos de inversores permite a leitura de diversos parâmetros, tais como a potência, tensão, corrente. Esses dados podem ser lidos recorrendo a um computador [38].

2.5.2. Inversor - Sistemas isolados

Em sistemas isolados que alimentam muitas cargas, o inversor deverá ter uma eficiência a rondar os 90%. A reter que apenas alguns inversores têm essa capacidade, com uma tensão de saída sinusoidal e ainda suportar sobrecargas. Podem ser usadas formas de onda sinusoidais e retangulares [39].

Os requisitos mais importantes em inversores para sistema FV isolados são [39]:

- Tensão de entrada (-10% a + 30% da tensão nominal);
- Tensão de saída o mais próximo possível da sinusoidal;
- Pouca flutuação na tensão e frequência de saída;
- $\pm 8\%$ de constância de tensão e $\pm 2\%$ de constância de frequência;
- Alta eficiência para carregamento parcial; um valor de eficiência de pelo menos 90% a 10% de carga parcial;
- Capacidade para suportar sobrecargas;
- Menor sobretensão possível para cargas indutivas e capacitivas;
- Possibilidade de operação em meia onda;

- Capacidade de suportar curtos-circuitos.

Existem algumas restrições aos inversores quando a forma de onda for retangular, porque as funções de alguns aparelhos eletrônicos podem ser afetadas, bem como, sobrecargas em fontes de alimentação e, também um aumento de ruído e calor em transformadores e motores. Pode haver uma redução da eficiência estimada em 10% [39].

2.6. Sistemas de Grande e Média Potência

As aplicações seguintes referem-se exclusivamente a grande e média potência, sendo os painéis FV operados da seguinte forma [40]:

- Ligado à rede

Neste tipo de aplicação, a produção de energia solar FV injeta a totalidade da energia captada pela radiação na rede elétrica preexistente. O inversor é imprescindível e serve de *interface* entre os módulos FV e a rede (DC-AC), de forma a adequar-se à qualidade exigida pela rede.

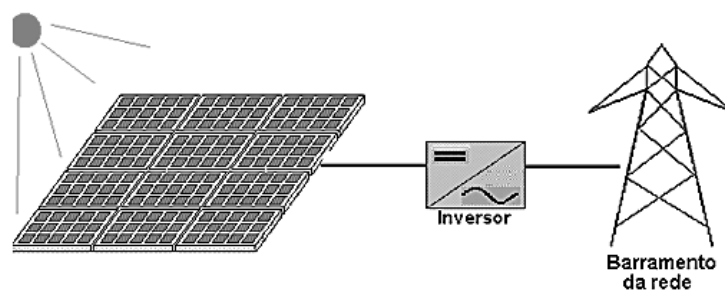


Figura 2.4 : Exemplo de sistema fotovoltaico ligado à rede elétrica. Reproduzido do Centro de Referência para Energia Solar e Eólica Sérgio Brito [41]

- Sistema isolado

Neste modo de funcionamento, alimentando diretamente cargas, o sistema deverá ser dimensionado de forma a garantir o fornecimento no decorrer do ano. Para além dos painéis FV torna-se necessário dispor também de:

- Bateria de acumuladores
Garante o fornecimento quando o recurso solar é insuficiente. O carregamento das baterias é efetuado quando existe radiação solar suficiente e, esta possibilita o carregamento com uma potência superior à da carga.
- Regulador de carga
Gere a carga harmonizando a compatibilidade entre a radiação e a capacidade das baterias.
- Inversor
Utilizado no caso de haver cargas alimentadas em AC.

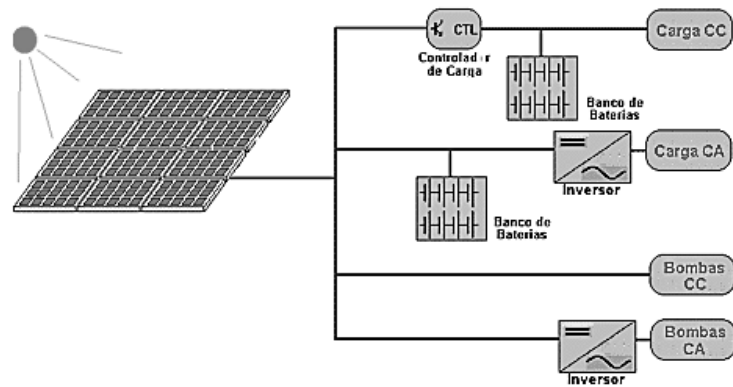


Figura 2.5 : Exemplo de sistema fotovoltaico isolado. Reproduzido do Centro de Referência para Energia Solar e Eólica Sérgio Brito [41]

- Sistema híbrido

Este sistema alimenta cargas isoladas. É comum trabalhar em conjunto com outras FER, como é o caso do gerador eólico na figura 2.6. Os dispositivos utilizados são semelhantes ao sistema isolado e podem ser auxiliados por meios convencionais, como por exemplo, um gerador a gasóleo, etc., para apoio e reserva.

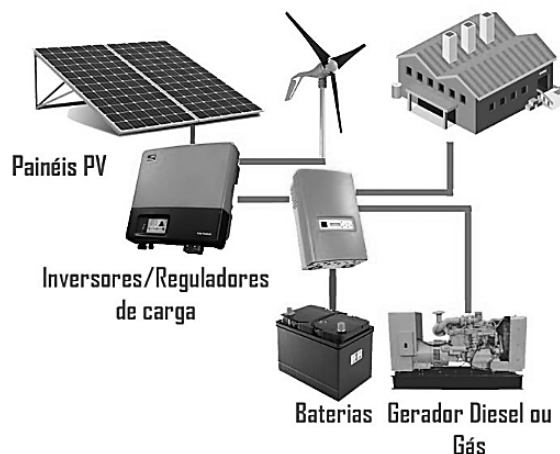


Figura 2.6 : Exemplo de sistema híbrido. Reproduzido da TecnoVeritas [42]

2.7. Custos

De acordo com a Agência Internacional de Energia (*International Energy Agency* (IEA)), na última previsão do mercado de energia renovável, a instalação de sistemas solares FV deve aumentar nos próximos cinco anos. A capacidade de produção total de energia por via de FER à escala global, irá sofrer um crescimento de cerca de 50%, no período 2019 a 2024. O incremento de cerca de 1200 GW, o equivalente à atual capacidade total de energia dos EUA, é devido à implementação de políticas e redução de custos. A energia solar FV é responsável por 60% desse aumento [43].

A energia FV gerada no local de consumo ou próxima dele é responsável pelo incremento em cerca de metade no mercado global FV até 2024. Tendencialmente, vai crescer no âmbito das instalações comerciais e industriais, devido a economias com melhor oferta FV [43].

A IEA prevê um incentivo crescente para se acelerar na implantação de energia solar FV e um decréscimo nos custos, onde o custo de geração de eletricidade a partir de sistemas FV está abaixo da cotação de mercado da eletricidade na generalidade das economias. A IEA prevê ainda um decréscimo nos custos (15% a 35%) até 2024. A tecnologia FV torna-se assim atrativa e estimula a adoção global [43].

A Agência Internacional de Energias Renováveis (*International Renewable Energy Agency (IRENA)*), numa abordagem global às FER, refere que hoje em dia a energia renovável é a fonte de eletricidade mais económica em muitas partes do mundo, estando os preços numa trajetória descendente e que irá prolongar-se ainda mais no tempo [44].

A IRENA observa que o ano de 2018 foi recorde na redução dos custos das tecnologias de energia renovável, sendo que o custo médio global da eletricidade proveniente no caso particular da energia solar FV, decresceu em cerca de 13% [44].

Conforme a base de dados global da IRENA, quatro quintos da capacidade da energia FV em 2020, produzirão energia a preços mais reduzidos do que as opções mais baratas de carvão, petróleo ou gás natural [44].

Projetos de energia solar FV em áreas com bom recurso solar, com custos de operação e manutenção e financiamento baixos, com ambientes regulatórios e institucionais favoráveis, como por exemplo no Chile, México, Peru, Arábia Saudita e Emirados Árabes Unidos, que apresentam um custo médio de eletricidade até três cêntimos de dólar por quilowatt / hora (USD 0,03/kWh), contribuem para a descarbonização e para os objetivos climáticos estabelecidos no Acordo de Paris [44].

No que concerne em particular aos custos de investimento dos sistemas FV, é comum referir-se a forma de custo/watt-pico (€/Wp). Contempla os painéis FV e os respetivos equipamentos de interface e regulação, que são colocados após os módulos e antes da rede elétrica, nomeadamente: inversor; estruturas de suporte dos módulos; ligações [45].

O Relatório Nacional de Pesquisas Fotovoltaicas 2018 (*National Survey Report of PV Applications in Portugal 2018*), apresenta a seguinte cotação dos módulos FV, no período 2015-2018:

Tabela 2.1 : Cotação dos módulos fotovoltaicos no período 2015-2018. Reproduzida do *National Survey Report of PV Applications in Portugal 2018* [46]

Ano	Menor preço de um módulo padrão de silício cristalino (€/Wp)	Preço mais alto de um módulo padrão de silício cristalino (€/Wp)	Preço típico de um módulo padrão de silício cristalino (€/Wp)
2015	0,5	0,6	0,5 – 0,6
2016	0,5	0,6	0,5 – 0,6
2017	0,3	0,6	0,3 – 0,6
2018	0,3	0,5	0,3 – 0,5

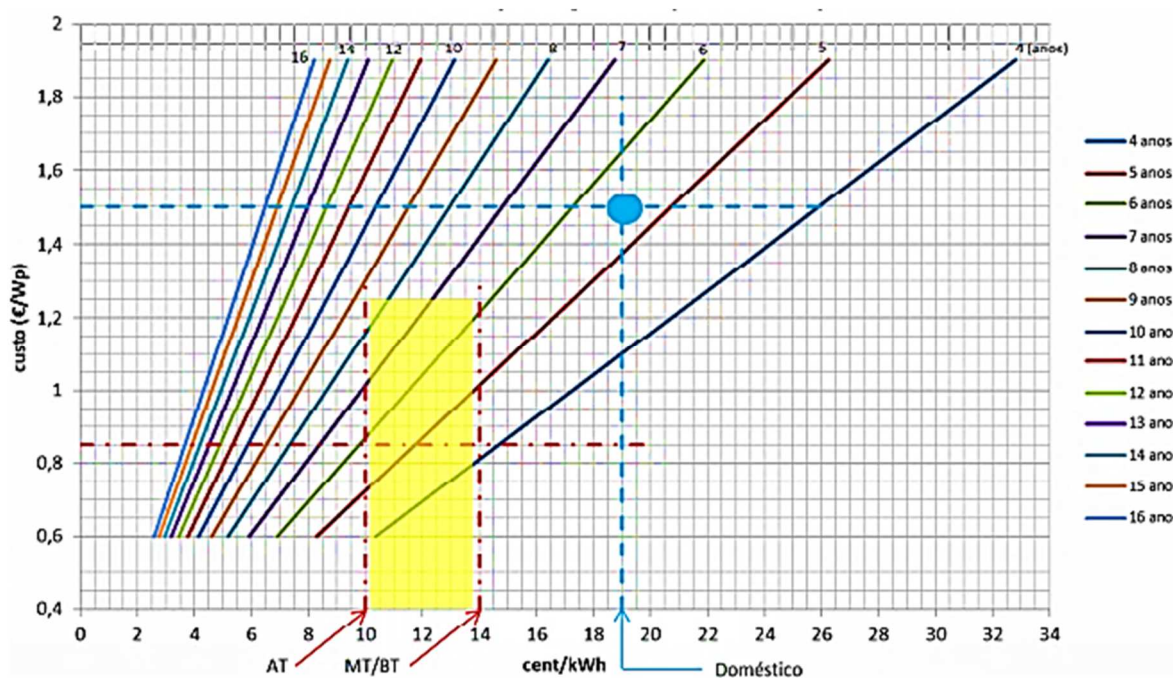
De acordo com os preços médios praticados no mercado europeu, à data de 24/01/2020, a cotação dos módulos FV, segundo a empresa de equipamentos para a energia solar fotovoltaica, *pvXchange*, era a seguinte:

Tabela 2.2 : Cotação dos módulos fotovoltaicos em janeiro de 2020. Reproduzido da *pvXchange* [47]

Classe do módulo (Módulos cristalinos)	€/Wp	Tendência desde dezembro de 2019	Tendência desde janeiro de 2019	Descrição
Bifacial	0,39	- 2,5 % ↓	- 9,3 % ↓	Módulos solares com células bifaciais, folhas traseiras transparentes ou módulos de vidro duplo, com ou sem moldura.
Alta eficiência	0,32	- 3 % ↓	- 8,6 % ↓	Módulos cristalinos de 300 Wp e superiores, com células PERC, HJT, tipo n ou contatos posteriores ou combinação dos mesmos.
<i>All Black</i>	0,33	- 2,9 % ↓	- 8,3 % ↓	Módulos com folhas pretas, molduras pretas e uma potência nominal entre 200 Wp e 340 Wp.
Convencional	0,25	+ 4,2 % ↑	- 7,4 % ↓	Módulos padrão, tipicamente com 60 células multicristalinas, estrutura de alumínio e folha traseira branca. Potência nominal entre 275 Wp e 295 Wp.
Baixo custo	0,17	-10,5 % ↓	- 5,6 % ↓	Módulos de segunda escolha em fábrica, bens de insolvência, módulos usados ou de baixo rendimento (cristalino). Produtos com garantia limitada ou sem garantia.

O Instituto Português de Energia Solar (IPES), apresenta no gráfico 2.1 a relação €/Wp versus cent/kWh, de instalações FV, com quaisquer painéis FV, independentemente do seu rendimento, conjugando os vários tipos de fornecimento (Baixa Tensão (BT), Média Tensão (MT) e Alta Tensão (AT)), nos setores doméstico, serviços, indústria, ao longo do período de recuperação do investimento, para dados de radiação solar de Lisboa [48].

Gráfico 2.1 : €/Wp versus cent/kWh em sistemas fotovoltaicos. Reproduzido do Instituto Português de Energia Solar [48]



No tocante à repartição de custos dos sistemas solares FV por rúbricas, o Relatório Nacional de Pesquisas Fotovoltaicas em Portugal (*National Survey Report of Photovoltaic Applications in Portugal*), referente ao ano de 2017 (o relatório de 2018 não detalha a repartição de custos), detalha os seguintes custos de investimento:

Tabela 2.3 : Repartição de custos dos sistemas fotovoltaicos em 2017. Reproduzido da *National Survey Report of PV Applications in Portugal 2017* [49]

Sistema fotovoltaico residencial < 5-10 KW		Sistemas fotovoltaicos em escala > 10 MW	
Categorias	Valor médio (€/Wp)	Categorias	Valor médio (€/Wp)
Módulo	0,6	Módulo	0,4
Inversor	0,35	Inversor	0,08
Outros (suportes, cabos, etc.)	0,35	Outros (suportes, cabos, etc.)	0,2
Instalação	0,3	Instalação	0,05
Total	1,6	Total	0,73

Relativamente ao ano de 2018, o relatório referido anteriormente, observa os seguintes valores “chave na mão”, dos diferentes sistemas FV típicos:

Tabela 2.4 : Custo dos diferentes sistemas fotovoltaicos típicos – 2018. Reproduzido do *National Survey Report of PV Applications in Portugal 2018* [46]

Categoria	Aplicações	Preços (€/Wp)
Sistema FV isolado. (1-5 kW)	Sistema FV isolado para gerar eletricidade para algum equipamento ou para uma residência não ligada à rede elétrica (unidades de autoconsumo até 1,5 kW).	2
Sistema FV instalado em edifícios residenciais. (5-10 kW)	Sistema FV ligado à rede elétrica, instalado no telhado de residências unifamiliares. Produção de eletricidade para as famílias que estão ligadas à rede elétrica.	1,4
Sistema FV instalado em pequenos edifícios comerciais. (10-100 kW)	Sistema FV ligado à rede elétrica, instalado no telhado de edifícios comerciais. Produção de eletricidade para edifícios públicos, etc., ligados à rede elétrica.	1,2
Sistema FV instalado em grandes edifícios comerciais. (100-250 kW)	Sistemas FV ligado à rede elétrica, instalado no telhado de grandes edifícios comerciais. Produção de eletricidade para edifícios públicos, etc., ligados à rede elétrica.	1,1
Sistema FV instalado em indústria. (>250 kW)	Sistema FV ligado à rede elétrica, instalado no telhado. Produzir eletricidade para edifícios industriais, armazéns, etc.	1
Pequena central FV. (1-20 MW)	Sistema FV ligado à rede e instalado no solo. Funciona como central elétrica. A eletricidade gerada neste tipo de instalações não está ligada a um cliente específico e o objetivo é produzir eletricidade para venda.	0,7 - 0,8
Grande central FV. (> 20 MW)	Sistema FV ligado à rede e instalado no solo. Funciona como central elétrica. A eletricidade gerada neste tipo de instalações não está ligada a um cliente específico e o objetivo é produzir eletricidade para venda.	0,6 - 0,7
Central flutuante. (< 10 MW)	Sistema FV flutuante, instalado numa albufeira de uma barragem. A eletricidade gerada neste tipo de instalação serve para complementar a produção hidroelétrica.	0,9

A tendência nacional da cotação dos sistemas FV nas diferentes aplicações é a seguinte:

Tabela 2.5 : Tendência nacional da cotação dos sistemas fotovoltaicos. Reproduzido *do National Survey Report of PV Applications in Portugal 2018* [46]

Ano	Sistema FV instalado na cobertura ou telhado de edifícios residenciais. Sistema ligado à rede elétrica. 5-10 kW. (€/Wp)	Sistema FV instalado na cobertura ou telhado de pequenos edifícios comerciais. Sistema ligado à rede elétrica. 10-100 kW. (€/Wp)	Sistema FV instalado na cobertura ou telhado de grandes edifícios comerciais. Sistema ligado à rede elétrica. 100-250 kW. (€/Wp)	Pequena central FV. Instalada no solo. Sistema ligado à rede elétrica. Funciona como central elétrica. 10-20 MW. (€/Wp)
2016	2,2	1,4	1,4	0,8
2017	1,6	1,3	1,2 - 1,3	0,8
2018	1,4	1,2	1,1	0,7- 0,8

2.8. Avaliação económica

2.8.1. Taxa de atualização

A taxa de atualização, também chamada taxa de desconto, permite resolver problemas relacionados com as movimentações de dinheiro (entradas e saídas) ao longo do tempo, ao converter valores financeiros entre diferentes períodos temporais. Em geral, a taxa de atualização pode ser constituída da seguinte forma [50]:

$$a = [(1 + T_1)(1 + T_2)(1 + T_3)] - 1 \quad 7)$$

em que T_1 representa a taxa de rendimento real; T_2 representa a taxa (ou prémio) de risco; e T_3 a taxa de inflação.

A taxa de rendimento real é uma taxa cujo objetivo é dar ao investidor o retorno do seu investimento, pelo facto de não poder utilizar o capital investido, dado que foi aplicado no projeto [50].

No tocante à taxa de risco, esta traduz o risco envolvido no projeto, seu montante envolvido e a evolução económica, global e setorial, do projeto. Quanto maior for o risco, maior terá de ser a taxa de atualização a considerar [50].

Relativamente à taxa de inflação, esta não é considerada quando a análise for conduzida a preços constantes, neste caso considera-se $T_3 = 0$ e, a taxa de atualização obtida denomina-se taxa de atualização real. No caso de a inflação ser contabilizada, a taxa de atualização obtida denomina-se taxa de atualização nominal [50].

2.8.2. LCOE

O LCOE (*Levelized Cost Of Energy*), conhecido pelo custo nivelado de energia ou também pelo custo do kWh produzido, é um método reconhecido internacionalmente, sendo utilizado para analisar a viabilidade económica de diferentes tecnologias de geração em termos de custo, e que permite uma comparação rápida e fácil de diferentes alternativas. Em termos FV, o LCOE é o custo da energia solar produzida durante a vida útil do sistema FV. Por outras palavras, quanto menor for o custo LCOE que se pagar pela energia, melhor será o projeto [51]:

$$LCOE = \frac{I_0 + \sum_{t=1}^n \frac{A_t}{(1+i)^t}}{\sum_{t=1}^n \frac{M_{t,el}}{(1+i)^t}} \quad 8)$$

em que:

- $LCOE$ – Custo nivelado de eletricidade em EUR / kWh;
- I_0 – Despesas de investimento em EUR;
- A_t – Custo total anual em EUR por ano t ;
- $M_{t,el}$ – Quantidade produzida de eletricidade em kWh por ano;
- i – Taxa de juros real em %;
- n – Vida útil económica em anos;
- t – Ano de vida (1, 2, ... n).

2.8.3. Indicadores de Avaliação de Investimentos

Nos projetos de investimento, em particular no caso das centrais de produção descentralizada, é comum utilizar-se os seguintes indicadores de análise [52]:

- Valor Atual Líquido (*Cash flow*);
- Taxa Interna de Rentabilidade;
- Tempo de Retorno Bruto (*Payback*);
- Retorno do Investimento.

2.8.4. Valor Atual Líquido

O Valor Atual Líquido (VAL) (*cash flow*), durante a vida útil/período em análise [52]:

$$VAL = \sum_{j=1}^n \frac{R_{Lj}}{(1+a)^j} - \sum_{j=0}^{n-1} \frac{I_j}{(1+a)^j} \quad 9)$$

em que n é a vida útil/período em análise, e a receita líquida R_{Lj} obtém-se para o ano j da seguinte forma:

$$R_{Lj} = R_j - d_{omj} I_t \quad 10)$$

Através da diferença entre a receita bruta R_j e o rol de encargos de O&M, $d_{omj} I_t$.

Ao ser considerado o Valor Residual (V_r) do equipamento no fim do período de vida útil, teremos a seguinte equação [52]:

$$VAL = \sum_{j=1}^n \frac{R_{Lj}}{(1+a)^j} - \sum_{j=0}^{n-1} \frac{I_j}{(1+a)^j} + \frac{V_r}{(1+a)^n} \quad 11)$$

Quando o VAL é positivo, podemos considerar que os resultados cobrem o investimento inicial, a remuneração mínima devida ao investidor, e ainda gerar excedente financeiro. Ora quando o VAL é nulo, significa a recuperação do investimento inicial e o rendimento mínimo exigido pelo investidor, sendo que a rentabilidade do projeto é discutível. Quando o VAL se apresenta negativo é indicativo da inviabilidade do projeto [52].

Simplificando e em alternativa ao recurso à função NPV (*Net Present Value*) do Excel, para cálculo do VAL [52]:

$$VAL = R_L k_a - I_t \quad 12)$$

2.8.5. Taxa Interna de Rentabilidade

A Taxa Interna de Rentabilidade (TIR) é a taxa de atualização que anula o VAL, sendo que da equação do VAL, resulta a TIR [52]:

$$\sum_{j=1}^n \frac{R_{Lj}}{(1+TIR)^j} - \sum_{j=0}^{n-1} \frac{I_j}{(1+TIR)^j} = 0 \quad 13)$$

Se a TIR for maior que a taxa de atualização, significa que a taxa de rentabilidade é superior ao custo de oportunidade do capital, o que indica um projeto economicamente viável. Caso contrário, significará uma taxa de rentabilidade negativa. O cálculo da TIR está diretamente relacionado com o investimento, a sua utilização e a receita líquida [52].

O cálculo da TIR também pode ser efetuado recorrendo à função IRR (*Internal Rate of Return*) do Excel [52].

2.8.6. Tempo de Retorno Bruto

O Tempo de Retorno Bruto T_{rb} (ano), vulgo *Payback*, é o tempo findo o qual todo o investimento foi recuperado. Este valor é dado por [52]:

$$T_{rb} = \frac{I_t}{R_1 - d_1} \quad 14)$$

em que R_1 é a receita bruta anual, e d_1 são os custos anuais de exploração, excluindo as despesas com o financiamento, supostas constantes.

O *Payback* pressupõe receitas e encargos iguais todos os anos, sem atualizações.

2.8.7. Retorno do Investimento

O Retorno do Investimento (ROI), *Return On Investment*, ou índice de rentabilidade, é a rentabilidade objetiva do projeto e, define-se por [52]:

$$ROI = \frac{\sum_{j=1}^n \frac{R_{Lj}}{(1+a)^j}}{\sum_{j=0}^{n-1} \frac{R_{Lj}}{(1+a)^j}} \quad 15)$$

2.9. Comunidades de Energia

2.9.1. Conceitos e benefícios

A noção de Comunidade de Energia (*Energy Community*) pressupõe a produção de energia elétrica no local (*in situ*), com recurso às FER, de forma a abastecer essa comunidade.

O quadro legislativo referente à Comunidade de Energia foi introduzido na legislação europeia pelo *Clean Energy Package*, também conhecido pelo *Winter Energy Package* e, serviu para diferenciar os seguintes tipos de Comunidades de Energia [53]:

- *Comunidade de Energia do Cidadão (Citizen Energy Community (CEC))*, na Diretiva (UE) 2019/944 do Parlamento Europeu e do Conselho, de 5 de junho de 2019, que visa a implementação de padrões comuns no mercado interno da energia elétrica;
- *Comunidade de Energia Renovável (Renewable Energy Community (CER))*, na Diretiva (UE) 2018/2001 do Parlamento Europeu e do Conselho, de 11 de dezembro de 2018, que visa a promoção do uso de energia oriunda de FER.

Apesar das diferenças entre ambos os tipos de Comunidades de Energia, partilham algumas semelhanças, tais como [53]:

- São entidades criadas como pessoa coletiva;
- Controladas pelos acionistas ou membros;
- O objetivo principal de ambas é proporcionar benefícios ambientais, económicos e sociais à comunidade e, não lucros financeiros.

Por sua vez, entre as principais diferenças dos dois tipos de comunidades, estão as questões de associação, muito mais regulamentadas nas CERs do que nas CECs [53]:

O Conselho de Reguladores Europeus de Energia (*Council of European Energy Regulators*) refere na tabela 2.6, as principais diferenças entre os dois tipos de Comunidades de Energia [54]:

Tabela 2.6 : Diferenças entre Comunidades de Energia. Reproduzido do *Council of European Energy Regulators* [54].

	Citizen Energy Community (CEC)	Renewable Energy Community (CER)
Associados	Pessoas singulares, autoridades locais, incluindo municípios ou pequenas empresas e microempresas	Pessoas singulares, autoridades locais, incluindo municípios, pequenas empresas e microempresas. Nas empresas, esta área não pode constituir a sua principal atividade.

Continuação da tabela.

Limitação geográfica	Sem limitação geográfica. Os Estados-Membros podem optar por permitir CECs transfronteiriças.	Os acionistas ou membros devem estar localizados nas proximidades dos projetos de energia renovável pertencentes e desenvolvidos pela CER.
Atividades permitidas	Limitado a atividades no setor elétrico. Geração, inclusive de fontes renováveis, distribuição, fornecimento, consumo, agregação, armazenamento de energia, serviços de eficiência energética, serviços de carregamento de veículos elétricos, ou fornecer outros serviços de energia aos seus membros ou acionistas.	Produção, consumo e venda de energia renovável.
Tecnologias	Tecnologia neutra.	Limitado a tecnologias de energia renovável.

De acordo com o Laboratório Nacional de Energia Renovável (*National Renewable Energy Laboratory* (NREL)), as Comunidades de Energia Renovável (CER) são um conceito de comunidade em que as tecnologias de energia renovável desempenham o papel principal nas necessidades de fornecimento aos consumidores. Podem injetar na rede elétrica a energia excedente, ou fornecer a outras comunidades com impactos ambientais mínimos e com custos de energia estáveis, gerando benefícios económicos e promovendo um impacto positivo na qualidade de vida [55].

O NREL observa cinco componentes essenciais numa CER [55]:

- I. Abordagem sustentável nos projetos;
- II. Utilização de energia solar ou outras FER no edificado e/ou em *micro-grids*;
- III. Transportes energeticamente eficientes e tecnologicamente avançados;
- IV. Geração de energia e gestão da carga;
- V. Integração das componentes anteriores e formar a CER.

Segundo a *IRENA Coalition for Action* (Coalition), rede internacional de promoção das energias renováveis, que tem como fim impulsionar a transição energética global, de acordo com os objetivos de desenvolvimento sustentável em energia, define Comunidade de Energia (*Community Energy*), como a participação económica e operacional e/ou propriedade de cidadãos ou membros de uma comunidade definida num projeto de energia renovável, em que os projetos podem ser de grande ou pequena escala [56].

A *Coalition* observa que a *Community Energy* combina no mínimo dois dos pressupostos abaixo [56]:

- A comunidade local possui a maioria ou a totalidade do projeto de energia renovável;
- A gestão é da responsabilidade de uma organização da comunidade;
- A maioria dos benefícios sociais e económicos é distribuída localmente.

Considera também que o benefício chave é a participação económica e operacional da comunidade no desenvolvimento de projetos de energia renovável, no entanto, considera outros, tais como [56]:

- Valor acrescentado para a região por via da criação de um novo setor económico, postos de trabalho e identidade local;
- Aumento dos atores envolvidos, resultando numa maior partilha de decisões, maior transparência no planeamento e construção dos sistemas de energia;
- Integração dos cidadãos em processos económicos sustentáveis;
- Preços mais reduzidos da energia;
- Rapidez no acesso à energia e aos custos de implantação de FER;
- Tecnologia e inovação no modelo de negócio.

Define ainda que o envolvimento da comunidade na construção dos sistemas de energia é importante para uma transformação energética eficaz e inclusiva, dado que a governação local tem uma responsabilidade única em facilitar a revolução energética, fornecendo às comunidades a estrutura e o apoio para a construção de infraestruturas locais de energia sustentável. Os municípios podem ser os impulsores de energia sustentável e acessível para as suas comunidades. Para impulsionar este tipo de projetos é possível recorrer a instituições financeiras internacionais com instrumentos financeiros dedicados ao financiamento de projetos de *Community Energy*, em que a instalação pode ser considerada como garantia para o financiamento, ou apenas na diferença da necessidade de capital [56].

Por outro lado, a Comissão de Cooperação Ambiental (*Commission for Environmental Cooperation* (CEC)) define *Renewable Energy Community*, como sendo a produção local de energia renovável. As definições de *Energy Community* ou *Renewable Energy Community, interligadas*, tendem para o envolvimento de uma comunidade, que vai mais além da simples relação de investimento ou participação acionista. É investido parte do rendimento em benefício da comunidade. Descreve também que o conceito de *Energy Community* representa o controlo da comunidade pelos proprietários do projeto, por via de uma cooperativa [57].

A CEC considera que as comunidades podem oferecer os seguintes benefícios [57]:

- Económicos
 - Melhoria da economia local;
 - Criação de postos de trabalho;
 - Desenvolvimento de competências nas áreas técnicas e de gestão, em tecnologias renováveis;
 - Redução da dependência de combustíveis fósseis;
 - Possibilidade de combinação entre a energia gerada na instalação e a produzida pelo consumidor;

- A relação entre a energia elétrica gerada e o consumo contribuem para uma cultura de conservação;
- Em função do tipo de tecnologia instalada, pode ou não requerer mão de obra especializada;
- Produção de energia quando os recursos são abundantes, no caso de dias ensolarados (energia solar);
- Ambientais
 - Redução de emissões poluentes e impacto positivo nas alterações climáticas;
 - Contribui para a redução de doenças relacionadas com a poluição;
 - Redução de perdas de energia em comunidades ligadas à rede, quando a comunidade substitui a energia da rede pela energia gerada pela comunidade;
 - Consciencialização da comunidade sobre o uso de energia e os seus impactos;
 - Conservação e comportamento energético sustentável;
 - Redução da necessidade de indústrias extrativas a fim de se evitar o uso de combustíveis fósseis;
 - Redução da necessidade de grandes projetos hidroelétricos que têm como efeitos associados inundações e a erosão;
 - Redução de problemas relacionados com resíduos;
 - Não requer grandes quantidades de água para operação.
- Sociais
 - Oferece oportunidades para participação local e capacitação nas comunidades locais;
 - Cria capacidade para futuros projetos e iniciativas;
 - Entusiasmo e interesse das pessoas na energia renovável;
 - Aceitação de novas tecnologias de energia renovável;
 - Desenvolvimento de competências de trabalho em comunidades rurais;
 - Criação de empregos de alta qualidade e competências;
 - O projeto pode ser considerado um símbolo da comunidade e uma fonte de orgulho e identidade.

A Autoridade de Energia Sustentável da Irlanda (*Sustainable Energy Authority of Ireland (SEAI)*) define Comunidade de Energia Sustentável (*Sustainable Energy Community (SEC)*), como sendo uma comunidade que trabalha em prol do desenvolvimento de um sistema de energia sustentável, em que para tal é imprescindível [58]:

- Ser economicamente eficiente;
- Usar energia renovável;
- Considerar soluções inteligentes de energia.

Uma SEC pode incluir vários tipos consumidores de energia em comunidade, tais como: habitações; clubes desportivos; centros comunitários; igrejas; empresas. Assim, uma SEC distribui energia sustentável e promove o desenvolvimento económico local e o bem-estar público [58].

Em termos de benefícios, a SEC permite [58]:

- Obter poupança na fatura energética;
- Melhorar o conforto e saúde das infraestruturas energeticamente eficientes;
- Incrementar a empregabilidade local;
- Apoiar o desenvolvimento da comunidade;
- Criar capacidade de acesso a financiamentos.

Uma SEC é uma abordagem de parceria entre os setores público, privado e comunitário, em que este tipo de parcerias tornam possível partilhar recursos, conhecimentos e experiências locais, permitindo benefícios mútuos a longo prazo para todos os envolvidos e uma abordagem colaborativa para alcançar objetivos comuns [58].

Embora cada SEC seja única, é provável que possuam alguns ou todos os seguintes atributos [58]:

- Um *mix* de atividades e setores na comunidade;
- Uma área geograficamente definida ou um campo de interesse comum;
- Forte compromisso das partes interessadas;
- Uma estrutura organizacional definida;
- Um equilíbrio entre projetos de eficiência energética e desenvolvimento do fornecimento de energia renovável.

As SECs contribuem para as metas nacionais de energia e reduzem o impacto ambiental da sociedade, sendo que, ao nível global, produzem baixas emissões de carbono com a energia renovável, contribuindo positivamente na abordagem às alterações climáticas [58].

No âmbito da Conferência Internacional Comunidades de Energia, realizada em Lisboa a 9 de outubro de 2019, a ERSE – Entidade Reguladora dos Serviços Energéticos, refere que *Leen Peeters* e *Ludwig Karg*, no âmbito do curso para reguladores de energia *CEER Training on Energy Communities and New Actors in the Energy Sector*, que se realizou em Bruxelas a 26 e 27 de setembro de 2019, definem 10 classes nas Comunidades de Energia, conforme exibe a tabela 2.7 [59]:

Tabela 2.7: Classes das Comunidades de Energia. Reproduzido da ERSE [59]

Classes das Comunidades de Energia		
Número	Nome	Grupo de trabalho
Classe 1	Geração coletiva e comercialização de energia elétrica.	Entidades territoriais ou comerciais geradoras de energia. Ativos no mercado ou sob mecanismos de alimentação (Central Elétrica Virtual).
Classe 2	Comunidades de consumo de geração.	Fornecimento certificado de eletricidade num grupo fechado de geradores e consumidores. Não necessariamente nas proximidades, mas inclui mercados de energia locais ou regionais.

Continuação da tabela.

Classe 3	Autoconsumo coletivo residencial e industrial.	Geração, armazenamento e consumo no âmbito residencial (com várias residências). Modelo para inquilinos.
Classe 4	Territórios positivos em energia.	Territórios com entidades residenciais e comerciais, que operam os seus sistemas de fornecimento de energia.
Classe 5	Ilhas de energia.	Partes do sistema de distribuição que podem ser operados de forma independente (sistema celular tal como no SINTEG, ou modelo PolyEnergyNet).
Classe 6	Serviços municipais.	Organizações existentes para a produção de energia, fornecimento e operação da rede sob controlo dos cidadãos - direta (cooperativa) ou indiretamente (governança local).
Classe 7	Agregação financeira e investimento.	Uma comunidade de investidores procura aumentar o valor ou gerir o investimento em sistemas de geração (sem envolvimento adicional na organização, etc.).
Classe 8	Financiamento cooperativo em eficiência energética.	Investimento de cidadãos em meios de eficiência em pequenas e médias empresas e municípios, na sua região (contratação, financiamento coletivo).
Classe 9	Prestadores de serviços coletivos.	Entidades comerciais de serviços de energia (estações de carregamento de veículos elétricos, serviços de gestão da procura).
Classe 10	Sistemas digitais de resposta à procura e à oferta.	Os sistemas de energia são controlados digitalmente e implementados com protocolos de confiança.

2.9.2. Modelos de investimento em sistemas solares fotovoltaicos

Ao nível dos modelos de investimentos em sistemas FV, destaca-se o modelo cooperativo de produção e comercialização de energia por via de FER, que ao nível europeu é representado pela *European Federation for Renewable Energy Cooperatives* (REScoop.eu). É uma rede com cerca de 1500 cooperativas de energia que desenvolvem e gerem a produção conjunta em FER (energias eólica, FV e hídrica) e, conta com cerca de 1.000.000 de cidadãos ativos na transição energética. Enquanto federação, representa os associados em matéria de políticas da UE, promovendo a colaboração internacional e a prestação de serviços de ajuda às cooperativas de energia na administração e na expansão dos seus negócios. A REScoop.eu participa em vários projetos da UE [60].

Em Portugal, a Coopérnico - Cooperativa de Desenvolvimento Sustentável, CRL, cooperativa baseada no modelo de financiamento colaborativo (*crowdfunding*), foi a primeira empresa social a comercializar eletricidade renovável em Portugal. Constituída em 2013, tem como objeto social, o desenvolvimento, a exploração, consultadoria de projetos de energias renováveis e eficiência energética. Enquanto cooperativa de energia renovável, tem preocupações sociais, educacionais e ambientais. Tendo os seguintes compromissos [61]:

- Energia 100% verde
A energia elétrica deriva exclusivamente de FER, em particular FV.
- Criação de valor social
Projetos que geram valia social por via da colaboração direta ou pela distribuição de parte dos resultados conseguidos a entidades do tipo IPSS, ou âmbito educacional.
- Desenvolvimento local
No início de um novo projeto, é norma recorrer à contratação local, por forma a criar emprego no local do projeto, e assim contribuir para a sustentabilidade da economia.
- Transparência e integridade
Partilha de conhecimento e informação regular aos membros que apoiam os projetos.

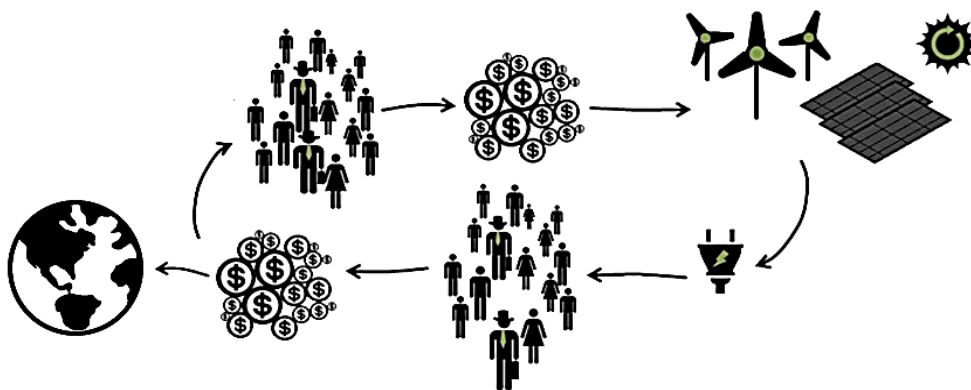


Figura 2.7 : Modelo cooperativo de energia renovável. Reproduzido da Coopérnico [61].

As motivações dos membros da Coopérnico são [61]:

- Preocupações ambientais;
- Participação cívica;
- Justiça e questões éticas;
- Alteração das políticas energéticas;
- Independência energética;
- Criação de valor local;
- Coesão social;
- Poupança na fatura energética.

A Coopérnico tem como política a utilização de energia renovável, assente em responsabilidade social e ambiental e, tem como missão o envolvimento dos cidadãos e empresas num modelo renovável

e descentralizado, em benefício da sociedade e do ambiente. A partir de 1 de janeiro de 2020, a Coopérnico passa a ser um operador independente de eletricidade [61].

A Coopérnico conta atualmente com 21 projetos de produção de energia, particularmente FV, e uma capacidade instalada na ordem dos 1,33 MWp, com um investimento cooperativo de 1,28 M€. Os parceiros são essencialmente: Cooperativas; IPSS; Fundações; Escolas; Autarquias [62].



Figura 2.8 : Projetos de energia fotovoltaica – Coopérnico. Reproduzido da Coopérnico [62].

O modelo de produção da Coopérnico assenta essencialmente no seguinte [62]:

- **Dono do telhado**
Fornece o telhado; Recebe uma percentagem da venda da eletricidade produzida pelo sistema FV (± 7 a 10%, em função das condições técnicas da unidade de produção); Usufrui de eletricidade de origem renovável, produzida no seu telhado a um valor atrativo relativamente ao mercado; A titularidade do sistema FV reverte a seu favor ao fim de 15 anos de contrato (o sistema tem 25 anos de garantia de produção);
- **Coopérnico**
Implementa projetos de energias renováveis, promovendo a descentralização da produção; Cria valor em entidades de economia social e em outras que, não poderiam realizar o investimento; Promove oportunidades sustentáveis de investimento para os cooperantes; Planeamento; Instalação; Operação e manutenção; Tarifa interessante quando comparada com a de mercado; Instalação de tomadas de carregamento para veículos elétricos; Proteção do sistema de produção FV; Detentor do sistema FV.
- **Membros/Investidores**
Investem nos projetos de energia FV. Têm retorno financeiro (3%/ano).

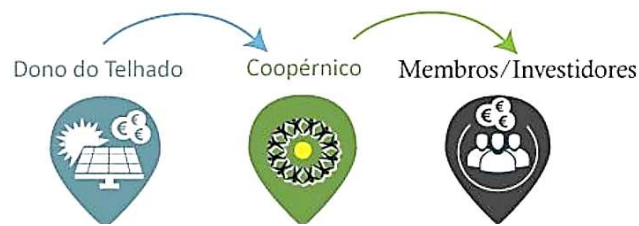


Figura 2.9 : Modelo de pequena produção de energia fotovoltaica – Coopérnico. Reproduzido da Coopérnico [62].

A *GoParity*, startup criada em 2016, é a primeira plataforma online de investimento portuguesa baseada no financiamento colaborativo (*crowdfunding*), que liga investidores individuais ou empresas a projetos que contribuem para os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODSs) instituídos pela Organização das Nações Unidas (ONU) [63]. A *GoParity* limita o acesso a associações ou empresas que cumprem os objetivos de desenvolvimento sustentável definidos [64]:

- I. Acabar com a pobreza;
- II. Assegurar água e saneamento para todos;
- III. Garantir energia sustentável;
- IV. Combater os impactes das alterações climáticas;
- V. Conservar os recursos marinhos;
- VI. Combater a desflorestação.

A *GoParity* utiliza o modelo de financiamento colaborativo, *crowdfunding* por empréstimo, para possuir uma comunidade de investidores que financiam os projetos. O investidor empresta dinheiro aos promotores, para que os seus projetos sejam financiados, havendo um retorno fixo do investimento no decorrer da duração do empréstimo. O promotor do projeto utiliza a *GoParity* para angariar dinheiro para financiar o projeto sustentável dentro da comunidade de investidores [63].

Para minimizar o risco de perda, os empréstimos na *GoParity* são de crédito garantido, havendo uma penhora sobre os equipamentos, que servem de garantia [64].

O rendimento obtido pela *GoParity* é obtido através da aplicação inicial de uma taxa nos fundos levantados pelos promotores dos projetos e por uma taxa corrente aplicada na dívida durante a vigência do empréstimo. No caso dos investidores, estes nunca pagam taxas à *GoParity*, com a exceção de uma taxa de mercado, aplicada exclusivamente no caso da transferência prematura em projetos que ainda não estão suficientemente maduros [65].

A título de exemplo de projetos apoiados pela *GoParity*, em caso de empresas, a Cerâmica de Pegões, através do financiamento colaborativo, projetou um sistema FV de 250 kWp para autoconsumo na fábrica, contendo cerca de 1000 módulos FV que irão gerar anualmente 410 MWh de energia renovável. O investimento tem um valor de 275.000€ e, evita a emissão de 179 t CO₂/ano, o equivalente à plantação de mais de 8.000 árvores [66].

Em projetos em IPSS, no caso particular do Centro Social de Santo Estevão (Tavira), que presta apoio aos idosos da freguesia, tem um projeto que comporta a instalação de um sistema com 64 pai-

néis FV com 17 kWp de potência para autoconsumo, a instalar no telhado. Os painéis vão produzir cerca de 30.000 kWh/ano, energia equivalente à que 2,5 t de petróleo geram, evitando assim a emissão de 8 t CO₂, o que corresponde a 300 viagens de carro entre Lisboa e Tavira [67].

Relativamente à EDP, possibilita soluções de produção de energia solar FV em autoconsumo a particulares e empresas, sendo assim possível produzir e consumir a própria eletricidade, enquanto se reduz a fatura energética. Os projetos podem ser instalados na cobertura de edifícios ou no solo. Em caso de excesso de produção, esta é vendida à rede elétrica. É possível ainda o armazenamento de energia em baterias, aumentando a autonomia e, reduzindo o excesso de energia produzida injetada na rede elétrica. Os investimentos podem ser pagos a pronto pagamento ou a prestações, reduzindo assim o esforço financeiro inicial. A gestão de consumos é possível tanto para particulares como para empresas [68] [69] [70].

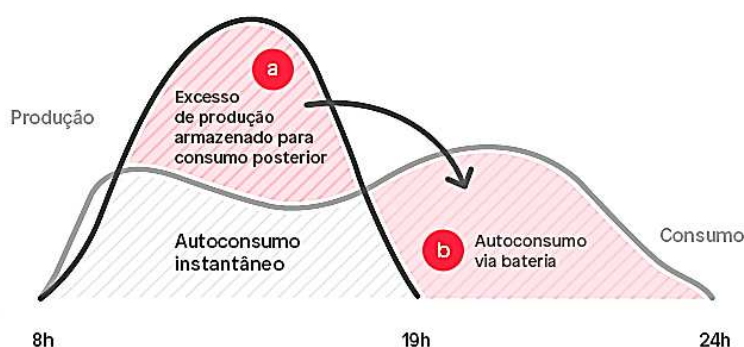


Figura 2.10 : Armazenamento do excesso de produção durante o dia (a) para consumo à noite (b). Reproduzido da EDP [69].

Tal como nos modelos financiamento colaborativo (*Coopérnico e GoParity*) apresentados anteriormente, a EDP em parceria com a ENTRAJUDA, no âmbito social, através da ação "Geração Solar Social", iniciativa que visa oferecer sistemas FV de autoconsumo de Energia Solar EDP, apoia Instituições Particulares de Solidariedade Social (IPSS), em Portugal Continental, ao aderir-se à Energia Solar EDP, sem custos adicionais [71].

2.10. Projetos fotovoltaicos municipais

O desenvolvimento de projetos municipais de energia solar FV e outras energias renováveis, são uma forma eficiente para alcançar metas municipais em termos de transição energética e para uma abordagem global de mitigação e adaptação às alterações climáticas, culminando em benefícios diversos para a comunidade.

De acordo com o guia de implementação de energia FV para a governação local suportado pelo Departamento de Energia dos EUA, este refere que os modelos mais comuns assentam essencialmente em duas estruturas [72]:

- Contratos de compra de energia

O gestor do projeto constrói e é proprietário do sistema FV. Mantém o mesmo na propriedade de um município e vende a eletricidade a preços mais competitivos comparativamente aos operadores de mercado.

- **Locação operacional**

Uma empresa especializada desenvolve e instala um projeto FV, sendo proprietária deste no território do município. O município paga um *fee* mensal fixo pela utilização do sistema FV durante um período específico. É semelhante em muitos aspetos a um contrato de aluguer operacional.

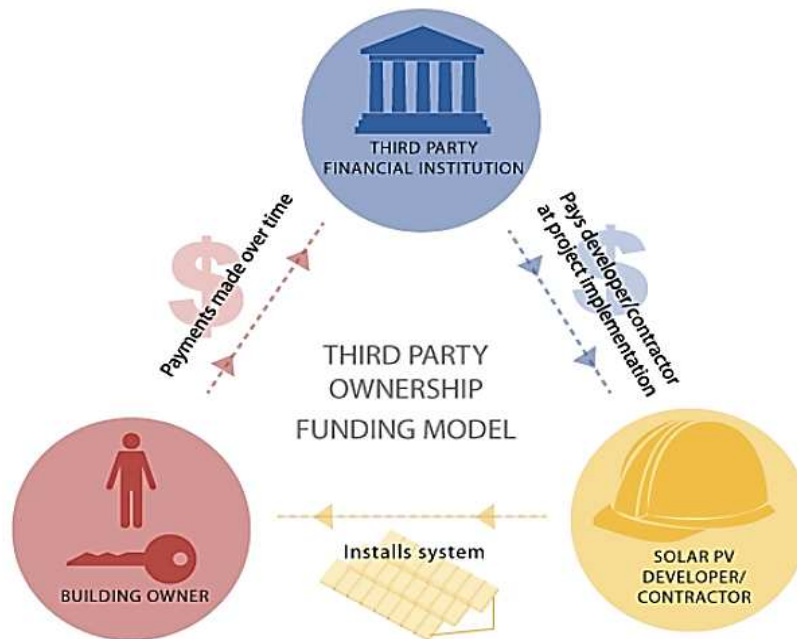


Figura 2.11 : Modelo de sistema fotovoltaico. Reproduzido da SolSmart [72].

O setor da energia FV classifica as instalações em três categorias principais [72]:

- Projetos residenciais;
- Projetos não residenciais (ou comerciais);
- Projetos em escala.

O projeto de sistema FV municipal pode ser concebido para instalação no telhado/cobertura do edifício ou no solo. Fatores técnicos, viabilidade e de custo/benefício, devem ser naturalmente equacionados na escolha do tipo de instalação.

2.10.1. Sistemas solares fotovoltaicos no solo e telhado

Um sistema FV implantado no solo pode incorrer num rol de custos associados à respetiva preparação do terreno, em virtude de condições adversas do solo e outros fatores. Referir que ainda mesmo com alguns custos e complexidade adicionais, os benefícios podem justificar o projeto [72].

Evitar no projeto locais que possam obstruir o recurso solar, como por exemplo com árvores, edifícios adjacentes, etc., e outras possíveis obstruções, ainda que mínimas, qualquer sombra projetada diminui significativamente a produção solar [72]

O projeto deverá estar de acordo com a legislação e instrumentos do ordenamento do território, como por exemplo: Plano Diretor Municipal. Poderá ser necessário uma avaliação de impacto ambiental.

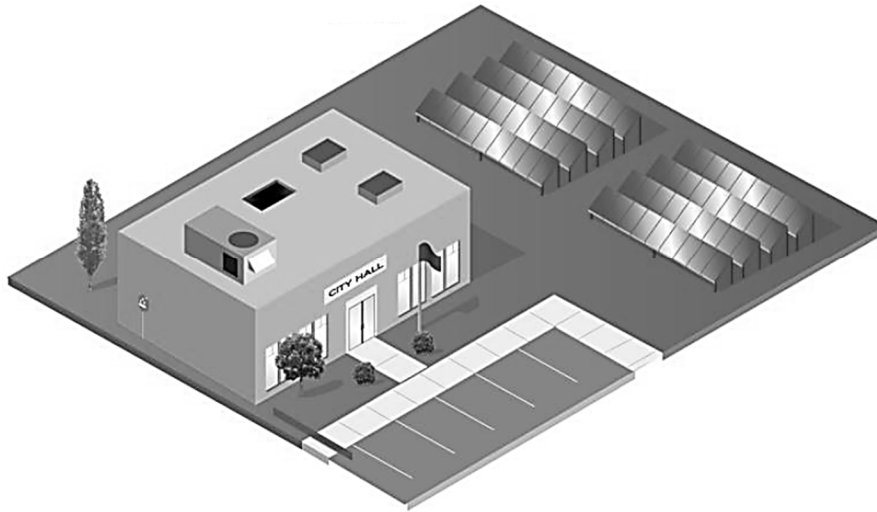


Figura 2.12 : Modelo de sistema fotovoltaico no solo. Reproduzido da SolSmart [72].

Na solução de implantação de painéis FV nos telhados do edificado, a orientação recomendada dos painéis deve ficar entre -90° e $+90^\circ$ Sul. Com uma boa orientação, maior é a produção de energia. Se a cobertura for relativamente plana e estruturalmente sólida, a inclinação recomendada deverá ser de 5° a 20° [72].

As obstruções da luz solar na área do telhado, como por exemplo chaminés, ar condicionado, antenas, etc., diminuem o desempenho do sistema FV [72].

No solstício de inverno quando o sol está mais baixo no horizonte, no período compreendido entre as 09h00 e as 15h00 (hora solar), pode formar-se sombreamento nos painéis FV. Para mitigar a eventual sombra pode adicionar-se tecnologia ao projeto, como por exemplo, microinversores e optimizadores, instalados em cada módulo. Este aumento de custos do projeto deve ser avaliado face aos benefícios do mesmo [72].

Telhados muito íngremes ou de difícil acesso podem aumentar os custos de instalação, bem como o tipo de material da cobertura que pode dificultar a montagem do sistema FV [72].

Deve ser contemplada uma análise técnica de âmbito estrutural, de forma a garantir que o telhado/cobertura existente é adequado para suportar a estrutura do sistema FV. Referir adicionalmente que o sistema quando mecanicamente montado, a sua carga é afetada também pelo vento [72].

A vida útil estimada do sistema FV é cerca de 25 a 30 anos, ou mais, pelo que, a decisão de instalar num telhado/cobertura deve ser ponderada face às condições do mesmo, porque o sistema não será

facilmente substituído após a instalação e, em caso de desmontagem por motivos de problemas no telhado/cobertura, é inevitável a perda da garantia [72].

A área disponível para produção de energia FV deve ser considerada em conjunto com a carga necessária no edifício. Um telhado tanto pode ser capaz de suportar um sistema de energia FV superior à requerida pelo edifício, como o contrário, pelo que, deve ser avaliado o investimento, entre outros fatores. A reter, que não vale a pena exagerar na capacidade instalada, evitando correr o risco de investimento em excesso, por capacidade não utilizada [72].

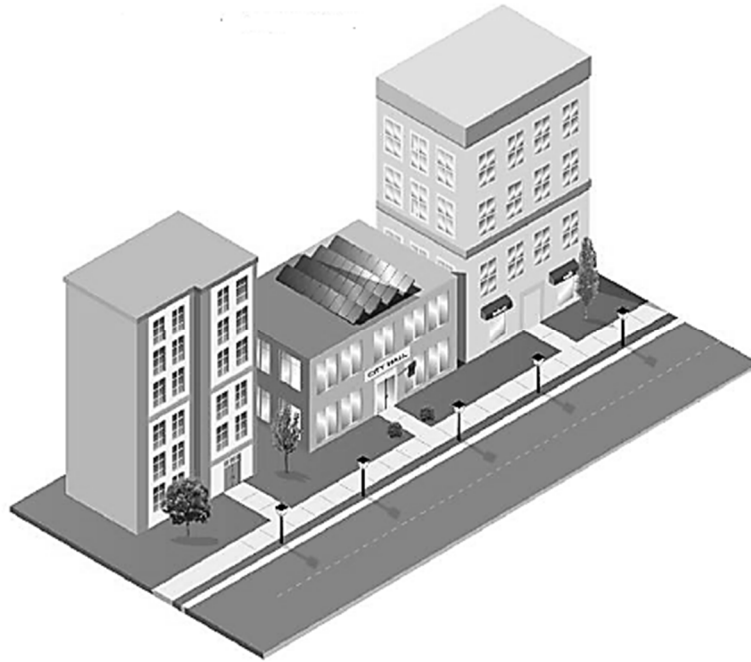


Figura 2.13 : Modelo de sistema fotovoltaico na cobertura/telhado (c/ sombreamento do edifício contíguo). Reproduzido da SolSmart [72].

Na solução de implantação de painéis FV no solo (sem microinversores), por exemplo em caso de sombreamento, se um em cada dez painéis de uma *string* estiver sombreado, não produzindo, todos os outros painéis não sombreados poderão produzir apenas o mesmo que o painel sombreado da *string*, afetando significativamente todo o sistema. A figura 2.14 é esclarecedora [72].

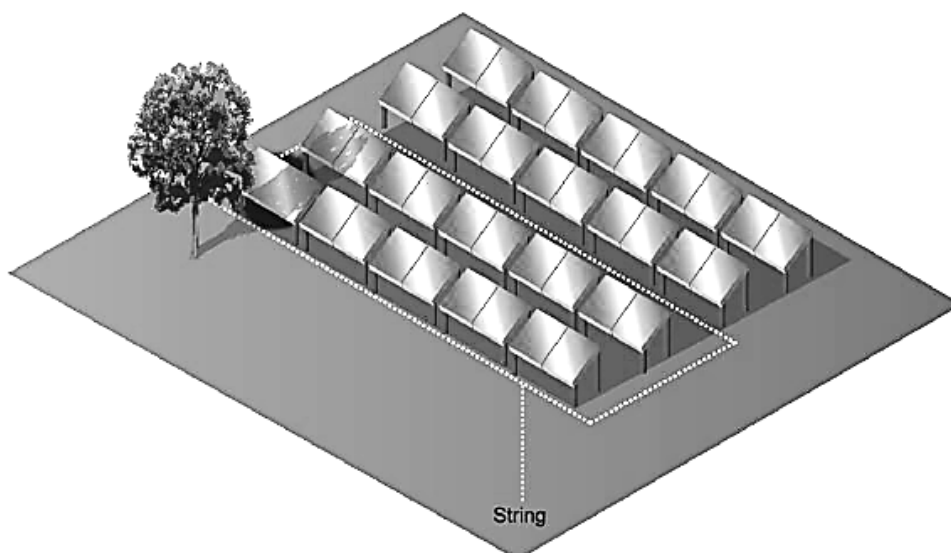


Figura 2.14 : Modelo de sistema fotovoltaico no solo (c/ sombreamento da árvore). Reproduzido da SolSmart [72].

2.11. Gestão do projeto e contratação

Neste âmbito, os municípios ao desenvolverem e financiarem um projeto FV municipal, podem assumir apenas a componente de projeto e a construção por terceiros, no entanto, torna-se essencial o envolvimento de uma equipa multidisciplinar e experiente para uma gestão eficiente do projeto e da sua implementação, de forma a concluir o mesmo com sucesso [72].

Quando os projetos FV são lançados por um município, a probabilidade de interesse de investidores externos para participarem nesses mesmos projetos é reduzida, face ao eventual risco/desconfiança, na qualidade do mesmo, logo é pouco provável que os projetos sejam financiados com a ajuda de investidores, o que aumenta o esforço no respetivo financiamento [72].

No âmbito da elaboração do caderno de encargos do projeto FV municipal, por norma a especificidade do mesmo é da responsabilidade do município e, na fase de concurso público para a realização da obra, os concorrentes (empreiteiros) apresentam cotação para a construção com base nos requisitos do concurso [72].

Licenciamentos, se necessário, estruturais ou de construção, elétricos, outras autorizações e aprovações exigidas pelas autoridades competentes, são por regra da responsabilidade do município [72]. O proponente deverá submeter o projeto à Agência Português do Ambiente (APA) para cumprimento do regime jurídico de Avaliação de Impacte Ambiental. A Direção Geral de Energia e Geologia (DGEG), na qualidade de entidade licenciadora é chamada a pronunciar-se pela APA se pode ou não dar continuidade ao procedimento de avaliação [73].

No tocante à aquisição de equipamentos também pode ser um desafio. Os empreiteiros desenvolvem relacionamentos com fornecedores e podem obter descontos em escala ao adquirirem diretamente aos fabricantes. As compras únicas de um município para um projeto eventualmente pequeno prova-

velmente não será a opção mais económica e podem custar potencialmente mais do que o equipamento fornecido por um empreiteiro, mesmo com a margem de lucro adicional deste. Além disso, o município ao assumir a função de compras, a logística e a coordenação com o contratado podem-se tornar um problema, adicionando complexidade aos cronogramas de construção do projeto FV, o que pode eventualmente criar passivos contratuais com o contratado [72].

A considerar também o eventual extenso tempo administrativo associado à contratação pública, que pode ser bastante significativo e até oneroso [72].

O município assumirá todos os riscos do projeto, incluindo os riscos de construção. O município pode optar por um contrato com terceiros para a fiscalização e gestão da manutenção do projeto FV [72].

A principal competência de um município é gerir, melhorar serviços e criar oportunidades para os seus munícipes, empresas e organizações, na sua comunidade e, sendo o desenvolvimento de um projeto FV especializado, torna-se essencial permitir àqueles que são especialistas na área FV que desempenhem essas tarefas e que assumam os riscos e, tenham a capacidade de mitigar e solucionar problemas. Riscos e complexidades inerentes ao desenvolvimento de projetos FV expõem o município desnecessariamente, podendo eventualmente repercutir-se no custo do projeto, pelo que, por norma não é recomendável que os municípios desenvolvam, projetem, adquiram e construam os seus próprios projetos FV “chave na mão”, adquirindo cada processo separadamente e gerindo a construção [72].

2.12. Legislação

Em 25 de outubro de 2019, foi publicado em Diário da República, o Decreto-Lei 162/2019, que aprova o regime jurídico aplicável ao autoconsumo de energia renovável, que transpõe parcialmente a Diretiva (UE) 2018/2001 do Parlamento Europeu e do Conselho, de 11 de dezembro de 2018, referente à promoção da utilização de energia por via de FER [74].

A referida legislação entrou em vigor a 1 de janeiro de 2020 e, define todos os direitos e deveres quer de cidadãos, entidades e por CER, que queiram investir na produção de energia renovável para autoconsumo. É considerada também a regulação da produção de energia, bem como a disseminação da produção descentralizada de energia elétrica por via de FER [75].

Anteriormente era permitido o autoconsumo individual, onde qualquer pessoa podia instalar painéis FV e consumir a sua própria energia, no entanto, com a aprovação do novo regime jurídico, este permite que os autoconsumidores e outros em projetos de energia renovável possam constituir Comunidades de Energia, para produção, consumo, partilha, armazenamento e venda de energia renovável [75].

O diploma prevê incentivo aos particulares, pessoas singulares ou coletivas para que possam ter as suas unidades de produção para autoconsumo (UPAC), que se destinam a satisfazer as necessidades, totais ou parciais, do consumo de eletricidade. As UPAC abrangem quer micro-produtores com apenas um painel FV, como produtores com n painéis FV. As UPAC distinguem-se de outras unidades de produção pelo facto de as primeiras terem obrigatoriamente de estar ligadas a um ponto de

consumo de eletricidade, enquanto as UPAC, mais orientadas para o negócio de venda de energia, podem unicamente injetar eletricidade na rede [75].

Este novo regime preconiza os seguintes níveis [75]:

- Para instalar painéis até 350 W, o consumidor-produtor não necessita de qualquer registo, bastando para tal comprar e instalar os equipamentos;
- Instalações entre 350 W e 30 kW estão sujeitas a uma comunicação prévia à Direção Geral de Energia e Geologia (DGEG);
- Projetos entre 30 kW a 1 MW torna-se necessário um registo na DGEG, e a obtenção do certificado de exploração;
- Para potências acima de 1 MW é necessária licença de exploração e produção.

As UPAC com potências entre 20,7 kW e 1 MW estão sujeitas a inspeções a cada 10 anos. Acima de 1 MW as inspeções são feitas a cada 8 anos [75].

Em termos de seguro de responsabilidade civil, as UPAC sujeitas a licença, ou seja, acima de 30 kW (+ de 10 painéis FV), necessitam obrigatoriamente de seguro [75].

O novo regime jurídico é exclusivo para UPAC, por via das energias renováveis, não se limitando apenas à energia FV, podendo incluir-se outras FER. No caso da energia FV, referir que não há limite para o número de painéis a instalar [75].

Ao excedente de produção não consumido, é possível, com este novo regime jurídico, estabelecer livremente o preço de venda desde que acordado livremente entre os pequenos produtores e os comercializadores que contratem a energia [75].

Refere José Matos, diretor no INEGI, que a geração local para consumo local ou partilhado comunitariamente está prestes a disseminar-se, face à proximidade física entre a produção e o consumo, o que também contribui para aliviar a pressão nas redes de transporte e distribuição [76].

Por fim, João Galamba, Secretário de Estado da Energia, refere que as câmaras municipais ou juntas de freguesia podem produzir, armazenar e vender energia. A legislação atual permite a todos serem produtores. A produção com recurso a FER tende a reduzir o preço da eletricidade, com os consumidores a obterem receitas pela venda de energia [77].

3. MATERIAIS E MÉTODOS

3.1. Enquadramento

A fatura da eletricidade é um dos custos que mais pesa nos orçamentos municipais, e a preservação do ambiente é um dever de todos, tornando-se crucial operacionalizar formas de desenvolvimento sustentável, acelerando a transição energética para uma economia sem carbono.

Em 04/12/2019, a Assembleia Municipal do Cartaxo, sob proposta da Câmara Municipal, deliberou autorizar a abertura de procedimento para o fornecimento de energia elétrica e conceder autorização prévia para assunção de compromisso plurianual relativo ao ajuste direto ao abrigo do acordo quadro do concurso público n.º 04/2019/CCE, levado a cabo pela Central de Compras Eletrónicas da Comunidade Intermunicipal da Lezíria do Tejo (CCE-CIMLT). O compromisso plurianual ascendeu ao montante de 2.100.000 euros (IVA incluído), durante 36 meses, relativo aos anos 2020, 2021 e 2022 [78]. A Câmara Municipal do Cartaxo (CMC) enquanto órgão competente para aprovar a despesa, decisão de contratar, decisão de escolha do procedimento, de aprovação das peças do procedimento, condução do procedimento, adjudicação e, aprovação da minuta do contrato, celebrou o contrato com a Endesa Energia, S.A. – Sucursal Portugal, para o fornecimento de energia elétrica [79].

Pretende-se identificar e caracterizar detalhadamente os consumos de energia eléctrica de todas as infraestruturas públicas e iluminação pública, a cargo do Município do Cartaxo. Adicionalmente, verificar-se também a viabilidade de produção solar FV no solo, por forma a mitigar o esforço financeiro do orçamento municipal e, tornar o concelho do Cartaxo tendencialmente autossustentável. A conceção de uma CER em benefício dos pares locais, é um pressuposto a considerar.

3.2. Caracterização do território

O Município do Cartaxo está integrado na NUTS II – Alentejo e NUTS III Lezíria do Tejo, mas no âmbito da administração regional, ambiente e ordenamento do território, está inserido na área de intervenção da Comissão de Coordenação e Desenvolvimento Regional de Lisboa e Vale do Tejo (CCDRLVT). Situado no distrito de Santarém, confina a Norte com os municípios de Santarém e Azambuja, a Poente com o município da Azambuja, a Sueste com Salvaterra de Magos e, a Nascente, com o município de Almeirim. Os limites com os Municípios de Salvaterra de Magos e Almeirim são materializados pela linha média do leito do Rio Tejo. A distância a Lisboa e ao Porto é de cerca de 64 Km e 263 Km, respetivamente. A distância a Santarém, capital de distrito são 13 Km. O Município do Cartaxo está integrado na Lezíria do Tejo juntamente com os Municípios de: Santarém; Salvaterra de Magos; Rio Maior; Golegã; Coruche; Chamusca; Benavente; Azambuja; Alpiarça; Almeirim, e pertencem à CIMLT [80].

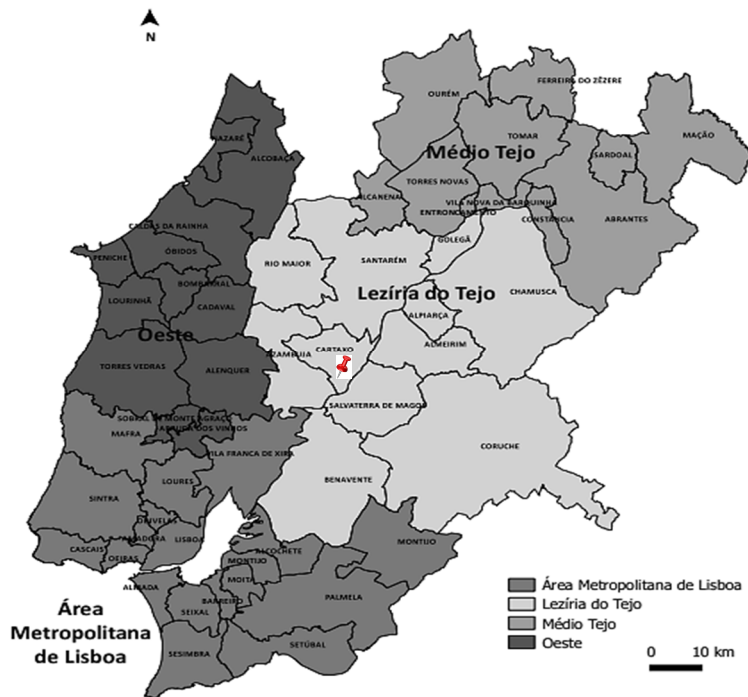


Figura 3.1 : Área de jurisdição da CCDRLVT. Reproduzido da CCDRLVT [81].

O concelho do Cartaxo, possui uma área territorial de 158,2 Km², distribuída por 6 freguesias [80]. Possui uma população residente de cerca de 23.740 [82].

Freguesias	Área (km ²)
Valada	42,2
Vila Chã de Ourique	33,2
União de Freguesias Cartaxo Vale da Pinta	28,3
Pontével	27,8
Vale da Pedra	14,1
União de Freguesias Ereira Lapa	12,6
Total Município	158,2

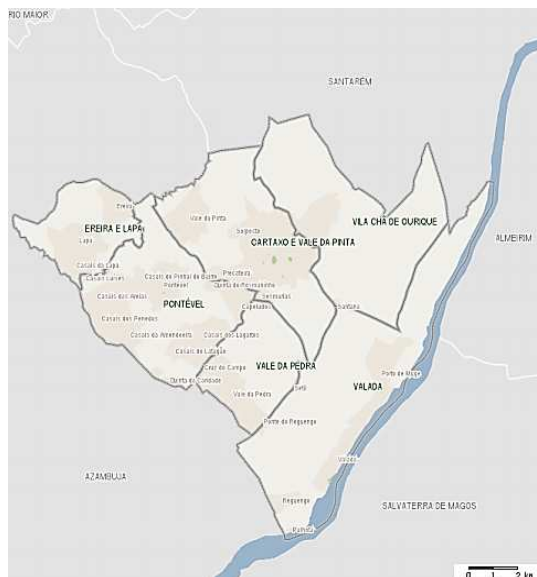


Figura 3.2 : Freguesias do Município do Cartaxo e respetiva área em km². Reproduzido da CMC [80] [83].

3.3. Metodologia

A metodologia adotada no estudo assentou essencialmente numa abordagem quantitativa, baseada em análise documental, com vista à recolha, tratamento, caracterização e interpretação de dados numéricos [84]. Incidiu em particular numa amostra real de consumos de eletricidade, referente aos diversos Códigos de Ponto de Entrega (CPE), das infraestruturas públicas e iluminação pública, a cargo do Município do Cartaxo.

Recorreu-se à ferramenta Microsoft Excel para o tratamento dos dados.

Para complementar a investigação, foi realizada uma simulação de pré-dimensionamento (não é um projeto) de um sistema FV ligado à rede elétrica, instalado no solo, na cidade do Cartaxo, com recurso à versão de avaliação do software PVsyst V6.86, de 19 de dezembro de 2019.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Resultados – Consumo de eletricidade

Os dados tratados estão sintetizados na tabela 4.1, que apresenta uma súmula do consumo anual de eletricidade (kWh), por tipo de fornecimento, referente aos diversos CPE das infraestruturas públicas e iluminação pública, do Município do Cartaxo. A tabela 4.2 apresenta o detalhe.

O consumo anual estimado de eletricidade, cifra-se em 96.031.314 kWh.

A análise aos resultados obtidos do consumo de eletricidade, é apresentada na discussão.

Tabela 4.1 : Síntese dos consumos de eletricidade (kWh), referente às infraestruturas públicas e iluminação pública, do Município do Cartaxo.

Média Tensão (MT)				
Opção tarifária	Ciclo	Energia	Consumo anual (kWh)	Total anual (kWh)
Tetra-horária	Ciclo semanal com feriados	Horas de ponta	150.700	1.035.200
		Horas cheias	459.500	
		Horas de vazio normal	282.800	
		Horas de super vazio	142.200	
Baixa Tensão Especial (BTE)				
Opção tarifária	Ciclo	Energia	Consumo anual (kWh)	Total anual (kWh)
Tetra-horária	Ciclo diário	Horas de ponta	10.578.000	52.588.300
		Horas cheias	26.577.100	
		Horas de vazio normal	10.555.700	
		Horas de super vazio	4.877.500	

Continuação da tabela.

Baixa Tensão Normal (BTN > 20,7 kVA)				
Opção tarifária	Ciclo	Energia	Consumos (kWh)	Total / ano (kWh)
Tri-horária	Ciclo diário	Horas de ponta	716.352	4.620.136
		Horas cheias	2.051.571	
		Horas de vazio	1.852.213	
Baixa Tensão Normal (BTN ≤ 20,7 kVA)				
Opção tarifária	Ciclo	Energia	Consumos (kWh)	Total / ano (kWh)
Simplex	Sem ciclo	Simplex	31.733.300	31.733.300
Baixa Tensão Normal (BTN > 20,7 kVA – Iluminação pública)				
Opção tarifária	Ciclo	Energia	Consumos (kWh)	Total / ano (kWh)
Tri-horária	Ciclo semanal	Horas de ponta	194.988	3.249.800
		Horas cheias	617.462	
		Horas de vazio	2.437.450	
Baixa Tensão Normal (BTN ≤ 20,7 kVA – Iluminação pública)				
Opção tarifária	Ciclo	Energia	Consumos (kWh)	Total / ano (kWh)
Tri-horária	Ciclo semanal sem feriados	Horas de ponta	168.303	2.804.578
		Horas cheias	701.137	
		Horas de vazio	1.935.138	

Tabela 4.2 : Consumos de eletricidade por CPE, das infraestruturas públicas e iluminação pública, a cargo do Município do Cartaxo.

Consumos em Média Tensão (MT)

Entidade	Código de Ponto de Entrega (CPE)	Morada	Potência contratada (kVA)	Opção tarifária	Ciclo horário atual	Tipo ponto de entrega	Horas de ponta (kWh)	Horas de cheias (kWh)	Horas de vazio normal (kWh)	Horas de super vazio (kWh)	Consumo anual estimado (kWh)
Município do Cartaxo	PT0002000106438103QV	Estrada Municipal - Rua 25 de Abril - Cartaxo	292,95	Semanal com feriados	Semanal com feriados	Não doméstico	32.700	46.500	12.300	5.100	96.600
Município do Cartaxo	PT0002000106410632HP	Centro Cultural - Rua 5 Outubro - Cartaxo	186,00	Semanal com feriados	Semanal com feriados	Não doméstico	27.000	93.000	60.500	32.100	212.600
Município do Cartaxo	PT0002000068533513XW	Complexo Quinta das Pratas - Cartaxo	186,00	Semanal com feriados	Semanal com feriados	Não doméstico	91.000	320.000	210.000	105.000	726.000
Total MT (kWh)							150.700	459.500	282.800	142.200	1.035.200

Consumos em Baixa Tensão Especial (BTE)

Entidade	Código de Ponto de Entrega (CPE)	Morada	Potência contratada (kVA)	Opção tarifária	Ciclo horário atual	Tipo ponto de entrega	Horas de ponta (kWh)	Horas de cheias (kWh)	Horas de vazio normal (kWh)	Horas de super vazio (kWh)	Consumo anual estimado (kWh)
Município do Cartaxo	PT0002000114951054YR	Parque de estacionamento - Praça 15 de Dezembro - Cartaxo	47,00	BTE	Diário	Não doméstico	2.964.500	7.375.800	3.917.100	1.927.900	16.185.300
Município do Cartaxo	PT0002000068390781ZP	Câmara Municipal do Cartaxo - Praça 15 Dezembro - Cartaxo	115,00	BTE	Diário	Não doméstico	3.759.200	10.018.200	2.678.500	1.572.600	18.028.500
Município do Cartaxo	PT0002000068390655PC	Bombeiros Municipais do Cartaxo - EN3 - Cartaxo	41,41	BTE	Diário	Não doméstico	1.656.300	3.433.200	1.984.800	866.400	7.940.700
Município do Cartaxo	PT0002000068390611YE	Escola Básica José Tagarro - Rua Marcelino Mesquita - Cartaxo	79,00	BTE	Diário	Não doméstico	2.198.000	5.749.900	1.975.300	510.600	10.433.800
Total BTE (kWh)							10.578.000	26.577.100	10.555.700	4.877.500	52.588.300

Consumos em Baixa Tensão Normal (BTN) > 20,7 kVA

Entidade	Código de Ponto de Entrega (CPE)	Morada	Potência contratada (kVA)	Opção tarifária	Ciclo horário atual	Tipo ponto de entrega	Horas de ponta (kWh)	Horas de cheias (kWh)	Horas de vazio normal (kWh)	Consumo anual estimado (kWh)
Município do Cartaxo	PT0002000011713862CB	Escola - Avenida João de Deus - Cartaxo	34,50	Diário	Diário	Não doméstico	48.802	99.481	35.663	183.946
Município do Cartaxo	PT0002000102896542CL	Praça Touros - Cartaxo	41,40	Diário	Diário	Não doméstico	252.780	620.460	1.401.780	2.275.020
Município do Cartaxo	PT0002000067001542XS	Escola - Largo E. Azevedo - Pontével - Cartaxo	34,50	Diário	Diário	Não doméstico	414.770	1.331.630	414.770	2.161.170
Total BTN > 20,7 kVA							716.352	2.051.571	1.852.213	4.620.136

Consumos em Baixa Tensão Normal (BTN) ≤ 20,7 kVA

Entidade	Código de Ponto de Entrega (CPE)	Morada	Potência contratada (kVA)	Opção tarifária	Ciclo horário atual	Tipo ponto de entrega	Horas de ponta (kWh)	Horas de cheias / fora de vazio / simples (kWh)	Horas de vazio normal (kWh)	Consumo anual estimado (kWh)
Município do Cartaxo	PT0002000119348816ZW	Cartaxo	10,35	Tarifa simples	S/C - Semciclo	Não doméstico	0	321.100	0	321.100
Município do Cartaxo	PT0002000119348747BW	Cartaxo	3,45	Tarifa simples	S/C - Semciclo	Não doméstico	0	134.500	0	134.500
Município do Cartaxo	PT0002000119348725XA	Cartaxo	6,90	Tarifa simples	S/C - Semciclo	Não doméstico	0	276.600	0	276.600
Município do Cartaxo	PT0002000116467794XY	Urbanização de Santa Eulália (ILDEC) - Cartaxo	3,45	Tarifa simples	S/C - Semciclo	Não doméstico	0	200	0	200
Município do Cartaxo	PT0002000116467681MP	Urbanização de Santa Eulália (ILDEC) - Cartaxo	3,45	Tarifa simples	S/C - Semciclo	Não doméstico	0	132.000	0	132.000
Município do Cartaxo	PT0002000113278858GC	Largo General Humberto Delgado - Valada	6,90	Tarifa simples	S/C - Semciclo	Não doméstico	0	183.600	0	183.600
Município do Cartaxo	PT0002000109772005TT	Zona Industrial, lote 13 - Cartaxo	13,80	Tarifa simples	S/C - Semciclo	Não doméstico	0	1.699.900	0	1.699.900
Município do Cartaxo	PT0002000107222525JR	Rua J. Varela - Lapa - Cartaxo	10,35	Tarifa simples	S/C - Semciclo	Não doméstico	0	469.800	0	469.800
Município do Cartaxo	PT0002000107177541NM	Rua 25 Abril - Casais Lagartos - Pontével	1,15	Tarifa simples	Simple	Não doméstico	0	94.100	0	94.100
Município do Cartaxo	PT0002000104354997CK	Beco Rua da Volta - Casais Lagartos - Pontével	10,35	Tarifa simples	S/C - Semciclo	Não doméstico	0	321.100	0	321.100
Município do Cartaxo	PT0002000104354931HR	Rua da Volta - Casais Lagartos - Pontével	10,35	Tarifa simples	S/C - Semciclo	Não doméstico	0	321.100	0	321.100
Município do Cartaxo	PT0002000104353595ME	Travessa Rua dos Aviários - Casais Lagartos - Pontével	10,35	Tarifa simples	S/C - Semciclo	Não doméstico	0	321.100	0	321.100
Município do Cartaxo	PT0002000100966847WR	Rotunda Avenida Mestre Cid - Cartaxo	20,70	Tarifa simples	S/C - Semciclo	Não doméstico	0	1.250.800	0	1.250.800
Município do Cartaxo	PT0002000088538093YX	Rua 25 Abril - Cartaxo	20,70	Tarifa simples	S/C - Semciclo	Não doméstico	0	2.200	0	2.200
Município do Cartaxo	PT0002000088421443VQ	Largo Vasco da Gama - Cartaxo	20,70	Tarifa simples	S/C - Semciclo	Não doméstico	0	178.400	0	178.400
Município do Cartaxo	PT0002000088408037DL	Urbanização Santa Eulália - Cartaxo	20,70	Tarifa simples	S/C - Semciclo	Não doméstico	0	1.250.800	0	1.250.800
Município do Cartaxo	PT0002000088052174QN	Campo da Feira 1 - Cartaxo	10,35	Tarifa simples	S/C - Semciclo	Não doméstico	0	321.100	0	321.100
Município do Cartaxo	PT0002000088007431AG	Zona Industrial - Lote - Cartaxo	20,70	Tarifa simples	S/C - Semciclo	Não doméstico	0	6.400	0	6.400
Município do Cartaxo	PT0002000086907368ZP	Rua 16 Novembro - Cartaxo	3,45	Tarifa simples	Avença	Não doméstico	0	132.000	0	132.000
Município do Cartaxo	PT0002000081541474AZ	Rua 5 de Abril - Vila Chã de Ourique	20,70	Tarifa simples	S/C - Semciclo	Não doméstico	0	1.513.100	0	1.513.100
Município do Cartaxo	PT0002000077338953CF	Semáforo Rua Doutor Ramada Curto - Vale da Pinta	1,15	Tarifa simples	Avença	Não doméstico	0	23.300	0	23.300
Município do Cartaxo	PT0002000077338942LL	Semáforo Rua Doutor Ramada Curto - Vale da Pinta	1,15	Tarifa simples	Avença	Não doméstico	0	23.300	0	23.300
Município do Cartaxo	PT0002000077280736LA	Semáforo Rua Doutor Ramada Curto - Vale da Pinta	3,45	Tarifa simples	Avença	Não doméstico	0	132.000	0	132.000

Continuação da tabela.

Município do Cartaxo	PT0002000073537692AW	Semáforo EN3 - Cartaxo	3,45	Tarifa simples	Avença	Não doméstico	0	1.020.700	0	1.020.700
Município do Cartaxo	PT0002000073537657RJ	Semáforo EN3 - Cartaxo	1,15	Tarifa simples	Avença	Não doméstico	0	23.300	0	23.300
Município do Cartaxo	PT0002000073537509HA	Semáforo EN3 - Cartaxo	3,45	Tarifa simples	Avença	Não doméstico	0	1.020.700	0	1.020.700
Município do Cartaxo	PT0002000073537008LP	Semáforo - EN3, Cartaxo	1,15	Tarifa simples	Avença	Não doméstico	0	23.300	0	23.300
Município do Cartaxo	PT0002000073079869SV	Esgoto - Rua 25 Abril - Valada	20,70	Tarifa simples	S/C - Semciclo	Não doméstico	0	27.700	0	27.700
Município do Cartaxo	PT0002000072921693SN	Rotunda - Rua 16 Novembro - Cartaxo	1,15	Tarifa simples	S/C - Semciclo	Não doméstico	0	23.300	0	23.300
Município do Cartaxo	PT0002000072921671ZJ	Rotunda - Rua Serpa Rnto - Cartaxo	1,15	Tarifa simples	S/C - Semciclo	Não doméstico	0	23.300	0	23.300
Município do Cartaxo	PT0002000072236206LV	Semáforo - Rua Batalhoz - Cartaxo	3,45	Tarifa simples	Avença	Não doméstico	0	132.000	0	132.000
Município do Cartaxo	PT0002000071999637SA	Rua Mouzinho de Albuquerque 7 01 - Cartaxo	6,90	Tarifa simples	S/C - Semciclo	Não doméstico	0	509.600	0	509.600
Município do Cartaxo	PT0002000071947319VX	Semáforo - Avenida João de Deus - Cartaxo	3,45	Tarifa simples	Avença	Não doméstico	0	132.000	0	132.000
Município do Cartaxo	PT0002000070444827BQ	Mercado Rua da República - Ereira	6,90	Tarifa simples	S/C - Semciclo	Não doméstico	0	300	0	300
Município do Cartaxo	PT0002000069792137SC	Rua Professor Júlia Rmenta - Valada	6,90	Tarifa simples	S/C - Semciclo	Não doméstico	0	13.400	0	13.400
Município do Cartaxo	PT0002000011800715RQ	Escola - Rua 25 de Abril - Vale da Pedra	20,70	Tarifa simples	S/C - Semciclo	Não doméstico	0	627.200	0	627.200
Município do Cartaxo	PT0002000011798146MT	Pré Escola - Rua da Pré Escola - Vale da Pedra	20,70	Tarifa simples	S/C - Semciclo	Não doméstico	0	547.100	0	547.100
Município do Cartaxo	PT0002000011795044PA	Pré Escola - Rua 5 de Abril - Vila Chã de Ourique	20,70	Tarifa simples	S/C - Semciclo	Não doméstico	0	505.400	0	505.400
Município do Cartaxo	PT0002000011795022FG	Mercado - Vila Chã de Ourique	3,45	Tarifa simples	S/C - Semciclo	Não doméstico	0	132.000	0	132.000
Município do Cartaxo	PT0002000011785288CE	Escola Rua António Ribeiro Ferreira - Vila Chã de Ourique	13,80	Tarifa simples	S/C - Semciclo	Não doméstico	0	967.900	0	967.900
Município do Cartaxo	PT0002000011785277CB	Escola Rua Vasco Ribeiro - Vila Chã de Ourique	6,90	Tarifa simples	S/C - Semciclo	Não doméstico	0	1.171.100	0	1.171.100
Município do Cartaxo	PT0002000011785266CT	Escola Rua Vasco Ribeiro - Vila Chã de Ourique	6,90	Tarifa simples	S/C - Semciclo	Não doméstico	0	299.500	0	299.500
Município do Cartaxo	PT0002000011783167CV	Rua 1.º de Dezembro - Vale da Pnta	3,45	Tarifa simples	S/C - Semciclo	Não doméstico	0	132.000	0	132.000
Município do Cartaxo	PT0002000011783156CY	Escola - Rua da Escola Nova - Vale da Pnta	13,80	Tarifa simples	S/C - Semciclo	Não doméstico	0	841.600	0	841.600
Município do Cartaxo	PT0002000011781354XK	Jardim de Infância - Largo da Igreja - Vale da Pnta	10,35	Tarifa simples	S/C - Semciclo	Não doméstico	0	958.900	0	958.900
Município do Cartaxo	PT0002000011778056MN	Mercado - Valada	6,90	Tarifa simples	S/C - Semciclo	Não doméstico	0	26.800	0	26.800
Município do Cartaxo	PT0002000011778045MR	Rua Professor Júlia Rmenta - Valada	10,35	Tarifa simples	S/C - Semciclo	Não doméstico	0	23.600	0	23.600
Município do Cartaxo	PT0002000011778034GJ	Rua Professor Júlia Rmenta - Valada	6,90	Tarifa simples	S/C - Semciclo	Não doméstico	0	364.700	0	364.700
Município do Cartaxo	PT0002000011777986WB	Rua Professor Júlia Rmenta - Valada	3,45	Tarifa simples	S/C - Semciclo	Não doméstico	0	51.100	0	51.100
Município do Cartaxo	PT0002000011776128JQ	Depósito de água - Valada	3,45	Tarifa simples	S/C - Semciclo	Não doméstico	0	132.000	0	132.000
Município do Cartaxo	PT0002000011775114SZ	Escola do Reguengo - Rua Direita - Valada	3,45	Tarifa simples	S/C - Semciclo	Não doméstico	0	5.500	0	5.500
Município do Cartaxo	PT0002000011773857YE	Escola de Porto de Muge 2 - Valada	3,45	Tarifa simples	S/C - Semciclo	Não doméstico	0	343.300	0	343.300
Município do Cartaxo	PT0002000011772034LQ	Escola Setil - Vale da Pedra	3,45	Tarifa simples	S/C - Semciclo	Não doméstico	0	132.000	0	132.000
Município do Cartaxo	PT0002000011772023LM	Setil - Vale da Pedra	10,35	Tarifa simples	S/C - Semciclo	Não doméstico	0	321.100	0	321.100
Município do Cartaxo	PT0002000011771372JK	Mercado - Pontével	3,45	Tarifa simples	S/C - Semciclo	Não doméstico	0	181.000	0	181.000
Município do Cartaxo	PT0002000011769897HH	Escola Jardim Infância - Rua do Reguengo - Pontével	20,70	Tarifa simples	S/C - Semciclo	Não doméstico	0	831.400	0	831.400
Município do Cartaxo	PT0002000011766988FF	Escola - Avenida João de Deus - Pontével	10,32	Tarifa simples	S/C - Semciclo	Não doméstico	0	361.500	0	361.500
Município do Cartaxo	PT0002000011766432YA	Casas de banho - Largo do Rio da Fonte - Pontével	3,45	Tarifa simples	S/C - Semciclo	Não doméstico	0	132.000	0	132.000
Município do Cartaxo	PT0002000011761537TF	Lugar Casais dos Telégrafos - Pontével	6,90	Tarifa simples	S/C - Semciclo	Não doméstico	0	500	0	500
Município do Cartaxo	PT0002000011761173FB	Escola Casais Penedos - Pontével	10,35	Tarifa simples	S/C - Semciclo	Não doméstico	0	253.300	0	253.300
Município do Cartaxo	PT0002000011759038YS	Mercado dos Casais Lagartos - Pontével	6,90	Tarifa simples	S/C - Semciclo	Não doméstico	0	276.600	0	276.600
Município do Cartaxo	PT0002000011754282YC	Escola Rua dos Amendoeiras - Pontével	6,90	Tarifa simples	S/C - Semciclo	Não doméstico	0	246.200	0	246.200
Município do Cartaxo	PT0002000011751839SS	Praça - Lapa	3,45	Tarifa simples	S/C - Semciclo	Não doméstico	0	36.800	0	36.800
Município do Cartaxo	PT0002000011751828SG	Escola - Rua Professora Artur Simões - Lapa	6,90	Tarifa simples	S/C - Semciclo	Não doméstico	0	108.600	0	108.600
Município do Cartaxo	PT0002000011751817ZQ	Escola - Rua Professora Artur Simões - Lapa	3,45	Tarifa simples	S/C - Semciclo	Não doméstico	0	99.600	0	99.600
Município do Cartaxo	PT0002000011751497TH	Rua Professora Artur Simões - Lapa	13,80	Tarifa simples	S/C - Semciclo	Não doméstico	0	588.600	0	588.600
Município do Cartaxo	PT0002000011749444AN	Rua 10 de Junho - Casais da Lapa - Lapa	3,45	Tarifa simples	S/C - Semciclo	Não doméstico	0	400	0	400
Município do Cartaxo	PT0002000011746898FL	Lavadouros - Ereira	3,45	Tarifa simples	S/C - Semciclo	Não doméstico	0	543.900	0	543.900
Município do Cartaxo	PT0002000011746843MX	Escola Travessa do Olival - Ereira	20,70	Tarifa simples	S/C - Semciclo	Não doméstico	0	461.300	0	461.300
Município do Cartaxo	PT0002000011745361XT	Pt. Manuel Sousa Ramos - Ereira	3,45	Tarifa simples	S/C - Semciclo	Não doméstico	0	279.100	0	279.100
Município do Cartaxo	PT0002000011745075CJ	Rua João Pereira Duarte - Ereira	20,70	Tarifa simples	S/C - Semciclo	Não doméstico	0	37.400	0	37.400
Município do Cartaxo	PT0002000011736735WE	Largo do Valverde - Cartaxo	3,45	Tarifa simples	S/C - Semciclo	Não doméstico	0	132.000	0	132.000
Município do Cartaxo	PT0002000011730234LF	Páteo - Largo do Rossio - Cartaxo	13,80	Tarifa simples	S/C - Semciclo	Não doméstico	0	2.653.000	0	2.653.000
Município do Cartaxo	PT0002000011729844WP	Ribeira do Cartaxo - Cartaxo	20,70	Tarifa simples	S/C - Semciclo	Não doméstico	0	404.100	0	404.100
Município do Cartaxo	PT0002000011727563HG	Escola - Rua Nova de Todos os Santos - Cartaxo	6,90	Tarifa simples	S/C - Semciclo	Não doméstico	0	205.300	0	205.300
Município do Cartaxo	PT0002000011727552VQ	Escola - Rua Nova de Todos os Santos - Cartaxo	6,90	Tarifa simples	S/C - Semciclo	Não doméstico	0	371.900	0	371.900
Município do Cartaxo	PT0002000011723321VV	Escola - Rua Nova do Valmosqueiro - Cartaxo	13,80	Tarifa simples	S/C - Semciclo	Não doméstico	0	79.300	0	79.300
Município do Cartaxo	PT0002000011723296QS	Escola - Rua Nova do Valmosqueiro - Cartaxo	13,80	Tarifa simples	S/C - Semciclo	Não doméstico	0	412.200	0	412.200

Continuação da tabela.

Município do Cartaxo	PT0002000011720811TZ	EN3 Semáforo - Cartaxo	3,45	Tarifa simples	Avença	Não doméstico	0	1.521.100	0	1.521.100
Município do Cartaxo	PT0002000011720478DA	Rua Mbuinho de Albuquerque - Cartaxo	3,45	Tarifa simples	S/C - Semciclo	Não doméstico	0	132.000	0	132.000
Município do Cartaxo	PT0002000011713884KX	Inatel - Travessa Avenida João de Deus - Cartaxo	20,70	Tarifa simples	S/C - Semciclo	Não doméstico	0	341.300	0	341.300
Município do Cartaxo	PT0002000011708454SP	Casas de banho Campo Feira - Cartaxo	3,45	Tarifa simples	S/C - Semciclo	Não doméstico	0	20.500	0	20.500
Município do Cartaxo	PT0002000011708341XX	Biblioteca - Rua Marcelino Mesquita - Cartaxo	20,70	Tarifa simples	S/C - Semciclo	Não doméstico	0	1.245.300	0	1.245.300
Município do Cartaxo	PT0002000011703732VR	Cemitério - Rua do Cemitério - Cartaxo	3,45	Tarifa simples	S/C - Semciclo	Não doméstico	0	4.200	0	4.200
Município do Cartaxo	PT0002000011703721QJ	Cemitério - Rua do Cemitério - Cartaxo	3,45	Tarifa simples	S/C - Semciclo	Não doméstico	0	132.000	0	132.000
BTN ≤ 20,7 kVA							0	31.733.300	0	31.733.300

Consumos em Baixa Tensão Normal (BTN) > 20,7 kVA - Iluminação pública (IP)

Entidade	Código de Ponto de Entrega (CPE)	Morada	Potência contratada (kVA)	Opção tarifária	Ciclo horário atual	Tipo ponto de entrega	Horas de ponta (kWh)	Horas de cheias (kWh)	Horas de vazio normal (kWh)	Consumo anual estimado (kWh)
Município de Cartaxo	PT0002000105664118ZM	Campo da Feira - Cartaxo	41,40	Tri-horária	Semanal	Iluminação pública	194.988	617.462	2.437.350	3.249.800
BTN > 20,7 kVA - Iluminação pública (IP)							194.988	617.462	2.437.350	3.249.800

Consumos em Baixa Tensão Normal (BTN) ≤ 20,7 kVA - Iluminação pública (IP)

Entidade	Código de Ponto de Entrega (CPE)	Morada	Potência contratada (kVA)	Opção tarifária	Ciclo horário atual	Tipo ponto de entrega	Horas de ponta (kWh)	Horas de cheias / fora de vazio / simples (kWh)	Horas de vazio normal (kWh)	Consumo anual estimado (kWh)
Município do Cartaxo	PT0002000077363185SC	Quinta do Falcão, 159 - Cartaxo	3,45	Tri-horária semanal	Semanal sem feriados	Iluminação pública	566	2.360	6.514	9.441
Município do Cartaxo	PT0002000117254988NW	Travessa da Rua João de Deus - Vila Chã de Ourique	5,75	Tri-horária semanal	Semanal sem feriados	Iluminação pública	1.646	6.860	18.932	27.438
Município do Cartaxo	PT0002000117254682KH	Bairro Falcão, 253 - Alameda do Futuro	2,30	Tri-horária semanal	Semanal sem feriados	Iluminação pública	362	1.509	4.163	6.034
Município do Cartaxo	PT0002000117254658CV	Sítio Casal da Anica, 247	2,30	Tri-horária semanal	Semanal sem feriados	Iluminação pública	571	2.378	6.564	9.513
Município do Cartaxo	PT0002000117254578VY	Casal Branco, 240 Cartaxo	2,30	Tri-horária semanal	Semanal sem feriados	Iluminação pública	522	2.174	6.000	8.696
Município do Cartaxo	PT0002000117254523ZC	Rua Velha, 230 - Cartaxo	1,15	Tri-horária semanal	Semanal sem feriados	Iluminação pública	159	665	1.834	2.658
Município do Cartaxo	PT0002000117254146KB	Sítio Gaio, 221 - Rua da Fonte	1,15	Tri-horária semanal	Semanal sem feriados	Iluminação pública	198	825	2.276	3.298
Município do Cartaxo	PT0002000117254113CR	Sítio Covão, 219 - Pontével - Cartaxo	2,30	Tri-horária semanal	Semanal sem feriados	Iluminação pública	328	1.367	3.773	5.468
Município do Cartaxo	PT0002000117254077HB	Rua Areiros, 198 - Ereira	2,30	Tri-horária semanal	Semanal sem feriados	Iluminação pública	528	2.200	6.073	8.801
Município do Cartaxo	PT0002000117254066HT	Rua Moinho Grande, 160 - Pontével	5,75	Tri-horária semanal	Semanal sem feriados	Iluminação pública	972	4.049	11.175	16.196
Município do Cartaxo	PT0002000116291672BH	Quinta das Varandas, 101 - Porto de Muge - Valada	1,15	Tri-horária semanal	Semanal sem feriados	Iluminação pública	29	121	333	482
Município do Cartaxo	PT0002000115801304NX	Casal Fidalgo, 121 - Porto de Muge - Valada	1,15	Tri-horária semanal	Semanal sem feriados	Iluminação pública	30	123	339	492
Município do Cartaxo	PT0002000115790101FP	Sítio Bicho Feio, 167 - Ereira	2,30	Tri-horária semanal	Semanal sem feriados	Iluminação pública	239	997	2.752	3.989
Município do Cartaxo	PT0002000115774058TL	Casal Bolas, 283	2,30	Tri-horária semanal	Semanal sem feriados	Iluminação pública	242	1.010	2.788	4.040
Município do Cartaxo	PT0002000114921949MZ	Rua Quinta dos Cedros, 268 - Pontével	2,30	Tri-horária semanal	Semanal sem feriados	Iluminação pública	386	1.607	4.434	6.426
Município do Cartaxo	PT0002000114742314SD	Estrada Nacional 3, 210 - Cartaxo	1,15	Tri-horária semanal	Semanal sem feriados	Iluminação pública	97	404	1.115	1.616
Município do Cartaxo	PT0002000114107992JG	Beco Sancheira, 266 - Cartaxo	2,30	Tri-horária semanal	Semanal sem feriados	Iluminação pública	499	2.080	5.741	8.321
Município do Cartaxo	PT0002000114107786GM	Rua João da Silva Fimenta, 223 - Pontével	3,45	Tri-horária semanal	Semanal sem feriados	Iluminação pública	557	2.321	6.407	9.285
Município do Cartaxo	PT0002000112864915QP	Rua do Progresso, 186 - Cartaxo	5,75	Tri-horária semanal	Semanal sem feriados	Iluminação pública	1.200	4.999	13.797	19.995
Município do Cartaxo	PT0002000112323973AA	Rua da Carrasqueira, 261 - Casais da Lapa - Lapa	2,30	Tri-horária semanal	Semanal sem feriados	Iluminação pública	282	1.173	3.238	4.693
Município do Cartaxo	PT0002000112323368EL	Rua Humberto Delgado, 185 - Vale da Pedra	5,75	Tri-horária semanal	Semanal sem feriados	Iluminação pública	1.718	7.159	19.756	28.633
Município do Cartaxo	PT0002000112055225WK	Rua General Humberto Delgado, 259 - Vale da Pedra	5,75	Tri-horária semanal	Semanal sem feriados	Iluminação pública	565	2.343	6.467	9.375
Município do Cartaxo	PT0002000112055189TC	Quinta Galvoa, 236	5,75	Tri-horária semanal	Semanal sem feriados	Iluminação pública	121	504	1.392	2.017
Município do Cartaxo	PT0002000111798418ZK	Rua Doutor Lopes Batista, 263 - Cartaxo	2,30	Tri-horária semanal	Semanal sem feriados	Iluminação pública	591	2.461	6.792	9.843
Município do Cartaxo	PT0002000111765778KH	Rua Covão de Baixo, 239 - Pontével	1,15	Tri-horária semanal	Semanal sem feriados	Iluminação pública	18	77	213	308
Município do Cartaxo	PT0002000111765685JD	Sítio das Palmeiras, 162	2,30	Tri-horária semanal	Semanal sem feriados	Iluminação pública	166	690	1.904	2.760
Município do Cartaxo	PT0002000111765379GX	Rua Velha, 271 - Cartaxo	4,60	Tri-horária semanal	Semanal sem feriados	Iluminação pública	863	3.596	9.926	14.385
Município do Cartaxo	PT0002000111725326BT	Sítio Valmosqueiro, Lt 265	2,30	Tri-horária semanal	Semanal sem feriados	Iluminação pública	541	2.253	6.218	9.011
Município do Cartaxo	PT0002000111638198VL	Rua Moinho, 246	3,45	Tri-horária semanal	Semanal sem feriados	Iluminação pública	516	2.148	5.928	8.592
Município do Cartaxo	PT000200011164748HR	Lugar Pontével, 233	2,30	Tri-horária semanal	Semanal sem feriados	Iluminação pública	364	1.517	4.187	6.068
Município do Cartaxo	PT000200011158532TH	Vale Gatos, 270	10,35	Tri-horária semanal	Semanal sem feriados	Iluminação pública	239	994	2.743	3.976
Município do Cartaxo	PT0002000111083828HH	Rua Francisco R. Silva, 264 - Cartaxo	2,30	Tri-horária semanal	Semanal sem feriados	Iluminação pública	314	1.309	3.613	5.236
Município do Cartaxo	PT0002000111083497GD	Lugar Lapa, 243	1,15	Tri-horária semanal	Semanal sem feriados	Iluminação pública	198	825	2.276	3.298
Município do Cartaxo	PT0002000110837703NQ	Sítio Pahnão, 269	2,30	Tri-horária semanal	Semanal sem feriados	Iluminação pública	170	708	1.953	2.830
Município do Cartaxo	PT0002000110706825AP	Sítio Ponte do Reguengo, 262 - Vale da Pedra	6,90	Tri-horária semanal	Semanal sem feriados	Iluminação pública	1.203	5.014	13.838	20.055

Continuação da tabela.

Município do Cartaxo	PT0002000110279908VV	Lugar Lapa, 255	2,30	Tri-horária semanal	Semanal semferiados	Iluminação pública	628	2.617	7.224	10.469
Município do Cartaxo	PT0002000110168038ZL	Lugar Casais Alcaria, 231 - Pontével	4,60	Tri-horária semanal	Semanal semferiados	Iluminação pública	719	2.998	8.273	11.990
Município do Cartaxo	PT0002000110167992NL	Pontével Cartaxo	2,30	Tri-horária semanal	Semanal semferiados	Iluminação pública	939	3.915	10.804	15.658
Município do Cartaxo	PT0002000109989697BC	Rua 5 de Abril, 249 - Vila Chã de Ourique	3,45	Tri-horária semanal	Semanal semferiados	Iluminação pública	732	3.050	8.419	12.201
Município do Cartaxo	PT0002000109601619CK	Rua Posto Médico, 217 - Cartaxo	2,30	Tri-horária semanal	Semanal semferiados	Iluminação pública	610	2.542	7.017	10.169
Município do Cartaxo	PT0002000108631547VC	Rua do Progresso Lt, 222 - Cartaxo	4,60	Tri-horária semanal	Semanal semferiados	Iluminação pública	948	3.949	10.900	15.797
Município do Cartaxo	PT0002000108631239NB	Campo feira, 24 - Cartaxo	1,15	Tri-horária semanal	Semanal semferiados	Iluminação pública	198	825	2.276	3.298
Município do Cartaxo	PT0002000108179544SJ	Sítio do Sisudo, 241 - Cartaxo	1,15	Tri-horária semanal	Semanal semferiados	Iluminação pública	198	825	2.276	3.298
Município do Cartaxo	PT0002000108179533SW	Sítio do Sisudo, 242 - Cartaxo	1,15	Tri-horária semanal	Semanal semferiados	Iluminação pública	174	725	2.002	2.901
Município do Cartaxo	PT0002000107101287PL	Rua João Varela, 22	1,15	Tri-horária semanal	Semanal semferiados	Iluminação pública	231	962	2.654	3.846
Município do Cartaxo	PT0002000106549334EC	Quinta das Cabeleiras, 228	4,60	Tri-horária semanal	Semanal semferiados	Iluminação pública	770	3.210	8.859	12.839
Município do Cartaxo	PT0002000106223453EA	Urb. Jardim das Oliveiras, 199	10,35	Tri-horária semanal	Semanal semferiados	Iluminação pública	1.732	7.215	19.913	28.859
Município do Cartaxo	PT0002000105469535HW	Quinta do Gaio, 151	3,45	Tri-horária semanal	Semanal semferiados	Iluminação pública	757	3.155	8.708	12.621
Município do Cartaxo	PT0002000101547312PS	Lugar Casais Pedreira, 213	5,75	Tri-horária semanal	Semanal semferiados	Iluminação pública	1.139	4.747	13.102	18.988
Município do Cartaxo	PT0002000088462592NH	Rua Pilas, 207	3,45	Tri-horária semanal	Semanal semferiados	Iluminação pública	611	2.545	7.025	10.181
Município do Cartaxo	PT0002000088266492LQ	Rua António Vital, 204	3,45	Tri-horária semanal	Semanal semferiados	Iluminação pública	790	3.293	9.088	13.171
Município do Cartaxo	PT0002000087598889LB	Rua 1.º de Maio, 202	4,60	Tri-horária semanal	Semanal semferiados	Iluminação pública	266,64	1.111	3066,36	4.444
Município do Cartaxo	PT0002000087411544QR	Casal Maria Manuela, 203 - Cartaxo	5,75	Tri-horária semanal	Semanal semferiados	Iluminação pública	892,86	3.720	10267,89	14.881
Município do Cartaxo	PT0002000087409147AL	Casal Branco, 200	4,60	Tri-horária semanal	Semanal semferiados	Iluminação pública	724,5	3.019	8331,75	12.075
Município do Cartaxo	PT0002000087408747DX	Sítio Arrodel, 192 - Cartaxo	2,30	Tri-horária semanal	Semanal semferiados	Iluminação pública	576,84	2.404	6633,66	9.614
Município do Cartaxo	PT0002000086457955RS	Sítio Casais Luises, 197 - Cartaxo	5,75	Tri-horária semanal	Semanal semferiados	Iluminação pública	1054,62	4.394	12128,13	17.577
Município do Cartaxo	PT0002000085328816JS	Lugar Casais Lapa, 193	3,45	Tri-horária semanal	Semanal semferiados	Iluminação pública	757,26	3.155	8708,49	12.621
Município do Cartaxo	PT0002000085164136YS	Cabeço Ferreiros, 190 - Cartaxo	5,75	Tri-horária semanal	Semanal semferiados	Iluminação pública	1148,46	4.785	13207,29	19.141
Município do Cartaxo	PT0002000084376941GH	Quinta da Cabreira, 178 - Cartaxo	6,90	Tri-horária semanal	Semanal semferiados	Iluminação pública	1098,3	4.576	12630,45	18.305
Município do Cartaxo	PT0002000084376859RM	Quinta da Cabreira, 179 - Cartaxo	5,75	Tri-horária semanal	Semanal semferiados	Iluminação pública	1032,48	4.302	11873,52	17.208
Município do Cartaxo	PT0002000084056717CT	Quinta do Brito, 187 - Cartaxo	5,75	Tri-horária semanal	Semanal semferiados	Iluminação pública	551,28	2.297	6339,72	9.188
Município do Cartaxo	PT0002000084007844BW	Estrada Canto do Muro, 181	5,75	Tri-horária semanal	Semanal semferiados	Iluminação pública	939,18	3.913	10800,57	15.653
Município do Cartaxo	PT0002000083963511SJ	Casal Ereira, 166 - Cartaxo	1,15	Tri-horária semanal	Semanal semferiados	Iluminação pública	36,84	154	423,66	614
Município do Cartaxo	PT0002000083713005AT	Quinta das Correias LT, 173 - Cartaxo	6,90	Tri-horária semanal	Semanal semferiados	Iluminação pública	1.767	7.363	20.321	29.451
Município do Cartaxo	PT0002000083227437MP	Urbanização Quinta Santa Eulália, 133 - Cartaxo	1,15	Tri-horária semanal	Semanal semferiados	Iluminação pública	586	2.441	6.737	9.764
Município do Cartaxo	PT0002000083227415GD	Urbanização Quinta Santa Eulália, 132 - Cartaxo	2,30	Tri-horária semanal	Semanal semferiados	Iluminação pública	427	1.780	4.913	7.120
Município do Cartaxo	PT0002000083205022LH	Quinta Vale da Pedra, 152	4,60	Tri-horária semanal	Semanal semferiados	Iluminação pública	781	3.253	8.978	13.012
Município do Cartaxo	PT0002000082842298GG	Estrada das Várzeas, 176	3,45	Tri-horária semanal	Semanal semferiados	Iluminação pública	542	2.260	6.237	9.039
Município do Cartaxo	PT0002000082560749KK	Quinta das Correias Lt, 174 - Cartaxo	10,35	Tri-horária semanal	Semanal semferiados	Iluminação pública	2.163	9.013	24.876	36.052
Município do Cartaxo	PT0002000081968992FP	Rua Humberto Delgado Lt, 177 - Cartaxo	3,45	Tri-horária semanal	Semanal semferiados	Iluminação pública	516	2.149	5.930	8.594
Município do Cartaxo	PT0002000081941487FB	Rua L. Damião Santos Lt, 183	2,30	Tri-horária semanal	Semanal semferiados	Iluminação pública	258	1.077	2.972	4.307
Município do Cartaxo	PT0002000081106312NN	Sítio Vinha do Lopes, 126	3,45	Tri-horária semanal	Semanal semferiados	Iluminação pública	576	2.411	6.654	9.641
Município do Cartaxo	PT0002000080421974CQ	Casal Mira Valmosqueiro, 175	3,45	Tri-horária semanal	Semanal semferiados	Iluminação pública	624	2.601	7.178	10.403
Município do Cartaxo	PT0002000079161966TV	Rua Lamarão, 158	3,45	Tri-horária semanal	Semanal semferiados	Iluminação pública	638	2.658	7.335	10.630
Município do Cartaxo	PT0002000079161944EH	Rua Falagueiras, 112	3,45	Tri-horária semanal	Semanal semferiados	Iluminação pública	757	3.155	8.708	12.621
Município do Cartaxo	PT0002000077921366LZ	Sítio Valmosqueiro, 134	5,75	Tri-horária semanal	Semanal semferiados	Iluminação pública	985	4.106	11.332	16.423
Município do Cartaxo	PT0002000077920966VM	Loteamento Industrial P. João Maria, 168 - Lapa - Cartaxo	3,45	Tri-horária semanal	Semanal semferiados	Iluminação pública	432	1.798	4.962	7.192
Município do Cartaxo	PT0002000077363185SC	Quinta do Falcão, 159	3,45	Tri-horária semanal	Semanal semferiados	Iluminação pública	566	2.360	6.514	9.441
Município do Cartaxo	PT0002000076689399EL	Sítio Moinho Soloio, 153 - Cartaxo	3,45	Tri-horária semanal	Semanal semferiados	Iluminação pública	562	2.343	6.467	9.372
Município do Cartaxo	PT0002000074629457EA	Sítio Ponte do Reguengo, 140	2,30	Tri-horária semanal	Semanal semferiados	Iluminação pública	426	1.774	4.897	7.097
Município do Cartaxo	PT0002000072752836XK	Estrada Sampaio, 155 - Cartaxo	2,30	Tri-horária semanal	Semanal semferiados	Iluminação pública	375	1.564	4.315	6.254
Município do Cartaxo	PT0002000072376404CF	Casal Vale Choupous, 156	4,60	Tri-horária semanal	Semanal semferiados	Iluminação pública	794	3.309	9.132	13.235
Município do Cartaxo	PT0002000072018794CR	Sítio Sales, 149 - Cartaxo	2,30	Tri-horária semanal	Semanal semferiados	Iluminação pública	466	1.943	5.363	7.773
Município do Cartaxo	PT0002000072018509FS	Sítio Quintas de Cima, 148	1,15	Tri-horária semanal	Semanal semferiados	Iluminação pública	198	825	2.276	3.298
Município do Cartaxo	PT0002000071313731RA	Casal do Silvestre, 145	3,45	Tri-horária semanal	Semanal semferiados	Iluminação pública	439	1.828	5.045	7.312
Município do Cartaxo	PT0002000071014657SK	Urbanização Capela Norte, 131 - Cartaxo	5,75	Tri-horária semanal	Semanal semferiados	Iluminação pública	1.463	6.094	16.820	24.377
Município do Cartaxo	PT0002000070744631MS	Rua Campo da Bola, 103	5,75	Tri-horária semanal	Semanal semferiados	Iluminação pública	1.307	5.446	15.031	21.784
Município do Cartaxo	PT0002000070025988VF	Lugar Porto de Muge, 117 - Cartaxo	1,15	Tri-horária semanal	Semanal semferiados	Iluminação pública	198	825	2.276	3.298
Município do Cartaxo	PT0002000069602518MJ	Sítio Fonte da Telha, 141	3,45	Tri-horária semanal	Semanal semferiados	Iluminação pública	1.190	4.959	13.688	19.837
Município do Cartaxo	PT0002000069327062NM	Casal Desembargador, 142 - Cartaxo	2,30	Tri-horária semanal	Semanal semferiados	Iluminação pública	421	1.753	4.837	7.010

Continuação da tabela.

Município do Cartaxo	PT0002000069327051BV	Casal Desembargador, 142 - Cartaxo	3,45	Tri-horária semanal	Semanal semferiados	Iluminação pública	1.500	6.249	17.247	24.996
Município do Cartaxo	PT0002000068836075FE	Casal da Areia, 143	2,30	Tri-horária semanal	Semanal semferiados	Iluminação pública	466	1.943	5.363	7.773
Município do Cartaxo	PT0002000068632856MP	Sítio Carrasqueira, 135	5,75	Tri-horária semanal	Semanal semferiados	Iluminação pública	982	4.093	11.296	16.372
Município do Cartaxo	PT0002000068023156SS	Casal Centeio, 137	5,75	Tri-horária semanal	Semanal semferiados	Iluminação pública	1.201	5.005	13.812	20.018
Município do Cartaxo	PT0002000067131483WY	Casal Laranjeira, 129 - Cartaxo	1,15	Tri-horária semanal	Semanal semferiados	Iluminação pública	198	825	2.276	3.298
Município do Cartaxo	PT0002000051079028GX	Casal Laranjeira, 129 - Cartaxo	3,45	Tri-horária semanal	Semanal semferiados	Iluminação pública	343	1.429	3.943	5.714
Município do Cartaxo	PT0002000050512109BH	Sítio Gaio, 96	3,45	Tri-horária semanal	Semanal semferiados	Iluminação pública	514	2.143	5.914	8.571
Município do Cartaxo	PT0002000050445131CQ	Quinta das Malhadas, 118	10,35	Tri-horária semanal	Semanal semferiados	Iluminação pública	2.251	9.379	25.886	37.516
Município do Cartaxo	PT0002000011799812FX	Rua Batalhoz, 76 - Cartaxo	4,60	Tri-horária semanal	Semanal semferiados	Iluminação pública	555	2.313	6.383	9.251
Município do Cartaxo	PT0002000011799801FE	Sítio Casais Vale da Pedra, 86	6,90	Tri-horária semanal	Semanal semferiados	Iluminação pública	896	3.733	10.304	14.933
Município do Cartaxo	PT0002000011799798FL	Sítio Casais Vale da Pedra, 86	10,35	Tri-horária semanal	Semanal semferiados	Iluminação pública	957	3.988	11.008	15.953
Município do Cartaxo	PT0002000011799787FP	Rua Cabine, 30	5,75	Tri-horária semanal	Semanal semferiados	Iluminação pública	1.031	4.297	11.860	17.189
Município do Cartaxo	PT0002000011799776YC	Sítio Casais Vale da Pedra, 29	13,80	Tri-horária semanal	Semanal semferiados	Iluminação pública	1.750	7.293	20.127	29.170
Município do Cartaxo	PT0002000011795009YZ	Rua G. Vitorino J. César, 91 - Vila Chã de Ourique	10,35	Tri-horária semanal	Semanal semferiados	Iluminação pública	3.186	13.276	36.642	53.105
Município do Cartaxo	PT0002000011794996YR	Quinta da Barqueira, 41	1,15	Tri-horária semanal	Semanal semferiados	Iluminação pública	206	858	2.367	3.431
Município do Cartaxo	PT0002000011794985MU	Sítio Palhão, 2 - Cartaxo	13,80	Tri-horária semanal	Semanal semferiados	Iluminação pública	1.872	7.802	21.534	31.208
Município do Cartaxo	PT0002000011791906DQ	Sítio Portela, 54	10,35	Tri-horária semanal	Semanal semferiados	Iluminação pública	1.543	6.428	17.741	25.712
Município do Cartaxo	PT0002000011791815MV	Sítio Palhão, 56	2,30	Tri-horária semanal	Semanal semferiados	Iluminação pública	466	1.943	5.363	7.773
Município do Cartaxo	PT0002000011789112AM	Rua Marechal Carmona, 11 - Vila Chã de Ourique	17,25	Tri-horária semanal	Semanal semferiados	Iluminação pública	3.084	12.723	35.116	50.923
Município do Cartaxo	PT0002000011786087DQ	Sítio das Corriolas - Vila Chã de Ourique	6,90	Tri-horária semanal	Semanal semferiados	Iluminação pública	1.589	6.623	18.278	26.490
Município do Cartaxo	PT0002000011785687SF	Rua Casal Velha, 58	17,25	Tri-horária semanal	Semanal semferiados	Iluminação pública	3.193	13.303	36.716	53.211
Município do Cartaxo	PT0002000011785676ZL	Terra Grande, 38	1,15	Tri-horária semanal	Semanal semferiados	Iluminação pública	226	942	2.601	3.769
Município do Cartaxo	PT0002000011783123HL	Lugar Vale da Pinta, 90	4,60	Tri-horária semanal	Semanal semferiados	Iluminação pública	1.190	4.957	13.680	19.826
Município do Cartaxo	PT0002000011783112HP	Lugar Vale da Pinta, 3	10,35	Tri-horária semanal	Semanal semferiados	Iluminação pública	1.707	7.112	19.628	28.447
Município do Cartaxo	PT0002000011782494ZB	Beco Sancheira, 64	4,60	Tri-horária semanal	Semanal semferiados	Iluminação pública	887	3.695	10.199	14.781
Município do Cartaxo	PT0002000011781525HP	Casal Lameiradas, 63 - Cartaxo	4,60	Tri-horária semanal	Semanal semferiados	Iluminação pública	1.040	4.334	11.960	17.334
Município do Cartaxo	PT0002000011778001AA	Lugar Valada, 95	4,60	Tri-horária semanal	Semanal semferiados	Iluminação pública	662	2.759	7.613	11.034
Município do Cartaxo	PT0002000011777997VE	Lugar Valada, 8	10,35	Tri-horária semanal	Semanal semferiados	Iluminação pública	2.291	9.545	26.344	38.179
Município do Cartaxo	PT0002000011775091ZZ	Lugar Reguengo, 9	6,90	Tri-horária semanal	Semanal semferiados	Iluminação pública	1.248	5.200	14.353	20.801
Município do Cartaxo	PT0002000011774929FJ	Sítio Palhota, 68	1,15	Tri-horária semanal	Semanal semferiados	Iluminação pública	198	825	2.276	3.298
Município do Cartaxo	PT0002000011773879FK	Lugar Porto de Muge, 34	1,15	Tri-horária semanal	Semanal semferiados	Iluminação pública	198	825	2.276	3.298
Município do Cartaxo	PT0002000011773868FX	Lugar Porto de Muge, 10	6,90	Tri-horária semanal	Semanal semferiados	Iluminação pública	1.486	6.190	17.085	24.761
Município do Cartaxo	PT0002000011772604KB	Rua Canto Palmeiras, 60	3,45	Tri-horária semanal	Semanal semferiados	Iluminação pública	803	3.345	9.232	13.379
Município do Cartaxo	PT0002000011772089EV	Quinta Casal Girassol, 49	3,45	Tri-horária semanal	Semanal semferiados	Iluminação pública	599	2.498	6.894	9.991
Município do Cartaxo	PT0002000011772056CS	Sítio Camelo, 35	1,15	Tri-horária semanal	Semanal semferiados	Iluminação pública	304	1.267	3.496	5.067
Município do Cartaxo	PT0002000011772001HY	Lugar Setil, 57	1,15	Tri-horária semanal	Semanal semferiados	Iluminação pública	198	825	2.276	3.298
Município do Cartaxo	PT0002000011771359JP	Lugar Pontével, 72	13,80	Tri-horária semanal	Semanal semferiados	Iluminação pública	2.243	9.346	25.796	37.385
Município do Cartaxo	PT0002000011771348NC	Lugar Pontével, 4	17,25	Tri-horária semanal	Semanal semferiados	Iluminação pública	3.098	12.907	35.622	51.626
Município do Cartaxo	PT0002000011771097RE	Rua dos Visos, 69	4,60	Tri-horária semanal	Semanal semferiados	Iluminação pública	1.851	7.711	21.282	30.844
Município do Cartaxo	PT0002000011770584VS	Campo da Feira, 24 - Cartaxo	13,80	Tri-horária semanal	Semanal semferiados	Iluminação pública	1.998	8.324	22.974	33.295
Município do Cartaxo	PT0002000011765586SP	Sítio Covão, 52	3,45	Tri-horária semanal	Semanal semferiados	Iluminação pública	739	3.079	8.498	12.316
Município do Cartaxo	PT0002000011765108VJ	Quinta Casal Branco, 51	3,45	Tri-horária semanal	Semanal semferiados	Iluminação pública	573	2.390	6.595	9.558
Município do Cartaxo	PT0002000011763306FM	Lugar Cruz Campo, 15	13,80	Tri-horária semanal	Semanal semferiados	Iluminação pública	1.821	7.589	20.945	30.355
Município do Cartaxo	PT0002000011761878SA	Lugar Casais Vale da Zebra, 46 - Pontével	5,75	Tri-horária semanal	Semanal semferiados	Iluminação pública	1.630	6.790	18.740	27.159
Município do Cartaxo	PT0002000011761195PX	Quinta da Caridade, 88	1,15	Tri-horária semanal	Semanal semferiados	Iluminação pública	530	2.207	6.091	8.828
Município do Cartaxo	PT0002000011759858LF	Lugar Casais Penedos, 45	13,80	Tri-horária semanal	Semanal semferiados	Iluminação pública	2.376	9.900	27.323	39.598
Município do Cartaxo	PT0002000011759459RE	Lugar Casais Pedreira, 44	4,60	Tri-horária semanal	Semanal semferiados	Iluminação pública	319	1.328	3.665	5.311
Município do Cartaxo	PT0002000011758979GW	Rua 25 de Abril, 27	10,35	Tri-horária semanal	Semanal semferiados	Iluminação pública	1.855	7.730	21.335	30.921
Município do Cartaxo	PT0002000011758968AZ	Rua da Volta, 26 - Cartaxo	1,15	Tri-horária semanal	Semanal semferiados	Iluminação pública	198	825	2.276	3.298
Município do Cartaxo	PT0002000011756313AG	Casal Latagão, 25	5,75	Tri-horária semanal	Semanal semferiados	Iluminação pública	958	3.994	11.022	15.974
Município do Cartaxo	PT0002000011752684YD	Vale de Choupos, 104	5,75	Tri-horária semanal	Semanal semferiados	Iluminação pública	1.094	4.560	12.584	18.238
Município do Cartaxo	PT0002000011752673MK	Lugar Casal Amendoeira, 42	13,80	Tri-horária semanal	Semanal semferiados	Iluminação pública	2.329	9.704	26.783	38.816
Município do Cartaxo	PT0002000011752013TM	Lugar Casais Alcária, 47	10,35	Tri-horária semanal	Semanal semferiados	Iluminação pública	675	2.811	7.758	11.244
Município do Cartaxo	PT0002000011751806ZM	Lugar da Lapa, 6 - Cartaxo	5,75	Tri-horária semanal	Semanal semferiados	Iluminação pública	1.100	4.582	12.646	18.327
Município do Cartaxo	PT0002000011749502YR	Casal Bolas, 61	3,45	Tri-horária semanal	Semanal semferiados	Iluminação pública	757	3.155	8.708	12.621

Continuação da tabela.

Município do Cartaxo	PT0002000011747766EJ	Casal Luizes, 43	4,60	Tri-horária semanal	Semanal semferiados	Iluminação pública	1.040	4.334	11.960	17.334
Município do Cartaxo	PT0002000011747048ZP	Rua do Arneiro, 70 - Lapa	3,45	Tri-horária semanal	Semanal semferiados	Iluminação pública	757	3.155	8.708	12.621
Município do Cartaxo	PT0002000011746865YD	Rua da Fonte, 5	6,90	Tri-horária semanal	Semanal semferiados	Iluminação pública	898	3.742	10.327	14.967
Município do Cartaxo	PT0002000011743001ED	Lugar de Santana	4,60	Tri-horária semanal	Semanal semferiados	Iluminação pública	900	3.751	10.351	15.002
Município do Cartaxo	PT0002000011742689PL	Quinta da Fonte Bela, 37	1,15	Tri-horária semanal	Semanal semferiados	Iluminação pública	150	625	1.724	2.498
Município do Cartaxo	PT0002000011742587GD	Quinta da Caneira, 62	4,60	Tri-horária semanal	Semanal semferiados	Iluminação pública	867	3.611	9.967	14.445
Município do Cartaxo	PT0002000011742359VB	Rua José Ribeiro da Costa, 75	13,80	Tri-horária semanal	Semanal semferiados	Iluminação pública	2.236	9.315	25.710	37.261
Município do Cartaxo	PT0002000011742348VT	Estrada Principal, 21	1,15	Tri-horária semanal	Semanal semferiados	Iluminação pública	364	1.515	4.182	6.061
Município do Cartaxo	PT0002000011741425EC	Rua 5 de Outubro, 17 - Cartaxo	17,25	Tri-horária semanal	Semanal semferiados	Iluminação pública	2.765	11.522	31.801	46.089
Município do Cartaxo	PT0002000011740934RN	Praça 15 de Dezembro, 79	13,80	Tri-horária semanal	Semanal semferiados	Iluminação pública	2.033	8.473	23.384	33.890
Município do Cartaxo	PT0002000011737922RJ	Largo Vasco da Gama, 81	17,25	Tri-horária semanal	Semanal semferiados	Iluminação pública	2.963	12.344	34.070	49.377
Município do Cartaxo	PT0002000011736779GC	Urbanização do Valverde, 100 - Cartaxo	4,60	Tri-horária semanal	Semanal semferiados	Iluminação pública	866	3.610	9.962	14.438
Município do Cartaxo	PT0002000011736768GD	Urbanização do Valverde, 83 - Cartaxo	6,90	Tri-horária semanal	Semanal semferiados	Iluminação pública	1.335	5.564	15.357	22.257
Município do Cartaxo	PT0002000011736757AK	Estrada de Pontével, 48	5,75	Tri-horária semanal	Semanal semferiados	Iluminação pública	1.168	4.869	13.437	19.474
Município do Cartaxo	PT0002000011736746AX	Casal do Valverde, 12	5,75	Tri-horária semanal	Semanal semferiados	Iluminação pública	1.054	4.391	12.118	17.563
Município do Cartaxo	PT0002000011734829NW	Rua Stael Machado, 20	10,35	Tri-horária semanal	Semanal semferiados	Iluminação pública	1.801	7.505	20.714	30.020
Município do Cartaxo	PT0002000011734454HH	Sítio do Sol Psto, 23	5,75	Tri-horária semanal	Semanal semferiados	Iluminação pública	1.063	4.427	12.219	17.709
Município do Cartaxo	PT0002000011733848SX	Sesmarias, 32	5,75	Tri-horária semanal	Semanal semferiados	Iluminação pública	776	3.235	8.929	12.940
Município do Cartaxo	PT0002000011732481WT	Largo Sargento Mor, 16	6,90	Tri-horária semanal	Semanal semferiados	Iluminação pública	1.444	6.018	16.610	24.072
Município do Cartaxo	PT0002000011732311VZ	Sítio do Saramago, 73	3,45	Tri-horária semanal	Semanal semferiados	Iluminação pública	659	2.748	7.583	10.990
Município do Cartaxo	PT0002000011731113BN	Largo S. João Batista, 82	13,80	Tri-horária semanal	Semanal semferiados	Iluminação pública	2.245	9.354	25.816	37.415
Município do Cartaxo	PT0002000011730724VZ	Rua de S. Francisco, 78	3,45	Tri-horária semanal	Semanal semferiados	Iluminação pública	779	3.244	8.953	12.975
Município do Cartaxo	PT0002000011729822RD	Ribeira do Cartaxo, 7	13,80	Tri-horária semanal	Semanal semferiados	Iluminação pública	1.908	7.950	21.941	31.798
Município do Cartaxo	PT0002000011728783WM	Urbanização do Quintalão, Lt 107 - Cartaxo	3,45	Tri-horária semanal	Semanal semferiados	Iluminação pública	547	2.280	6.291	9.118
Município do Cartaxo	PT0002000011728772RV	Urbanização do Quintalão, Lt 14 - Cartaxo	4,60	Tri-horária semanal	Semanal semferiados	Iluminação pública	751	3.130	8.639	12.520
Município do Cartaxo	PT0002000011727643KS	Rua do Progresso, 94	2,30	Tri-horária semanal	Semanal semferiados	Iluminação pública	712	2.968	8.190	11.870
Município do Cartaxo	PT0002000011727632KG	Rua dos Nogueiras, 144 - Cartaxo	5,75	Tri-horária semanal	Semanal semferiados	Iluminação pública	1.307	5.446	15.031	21.784
Município do Cartaxo	PT0002000011725258DE	Sítio Pata Choca, 53	2,30	Tri-horária semanal	Semanal semferiados	Iluminação pública	667	2.778	7.666	11.110
Município do Cartaxo	PT0002000011724882QZ	Rua P. Manuel B. Neves, 84	6,90	Tri-horária semanal	Semanal semferiados	Iluminação pública	310	1.293	3.568	5.171
Município do Cartaxo	PT0002000011719793VP	Sítio Moledo, 22	3,45	Tri-horária semanal	Semanal semferiados	Iluminação pública	757	3.155	8.708	12.621
Município do Cartaxo	PT0002000011718697TQ	Beco da Marquesa, 18	6,90	Tri-horária semanal	Semanal semferiados	Iluminação pública	893	3.719	10.264	14.876
Município do Cartaxo	PT0002000011717444SM	Sítio do Larau, 59	3,45	Tri-horária semanal	Semanal semferiados	Iluminação pública	772	3.215	8.873	12.860
Município do Cartaxo	PT0002000011713793VB	Avenida João de Deus, 77	13,80	Tri-horária semanal	Semanal semferiados	Iluminação pública	2.046	8.526	23.532	34.105
Município do Cartaxo	PT0002000011709322FW	Zona Industrial, Lt 109	3,45	Tri-horária semanal	Semanal semferiados	Iluminação pública	446	1.857	5.126	7.429
Município do Cartaxo	PT0002000011709311YZ	Zona Industrial, Lt 87 - Cartaxo	3,45	Tri-horária semanal	Semanal semferiados	Iluminação pública	387	1.614	4.453	6.454
Município do Cartaxo	PT0002000011705614YC	Rua Dr. Lopes Batista, 89	1,15	Tri-horária semanal	Semanal semferiados	Iluminação pública	198	825	2.276	3.298
Município do Cartaxo	PT0002000011704861CA	Rua dos Moinhos, 67	4,60	Tri-horária semanal	Semanal semferiados	Iluminação pública	543	2.261	6.240	9.043
Município do Cartaxo	PT0002000011704859CR	Travessa do Comendador, 80	3,45	Tri-horária semanal	Semanal semferiados	Iluminação pública	681	2.839	7.836	11.356
Município do Cartaxo	PT0002000011702669QL	Capeludos, 110	2,30	Tri-horária semanal	Semanal semferiados	Iluminação pública	456	1.898	5.239	7.593
Município do Cartaxo	PT0002000011702658QP	Capeludos, 31	4,60	Tri-horária semanal	Semanal semferiados	Iluminação pública	1.030	4.292	11.845	17.167
Município do Cartaxo	PT0002000011702523XB	Avenida Calouste Gulbenkian, 19 - Cartaxo	4,60	Tri-horária semanal	Semanal semferiados	Iluminação pública	580	2.415	6.665	9.659
Município do Cartaxo	PT0002000011696862VP	Sítio do Arrodal, 50	5,75	Tri-horária semanal	Semanal semferiados	Iluminação pública	1.307	5.446	15.031	21.784
Município do Cartaxo	PT0002000011695686NM	Rua do Algar, 74 - Cartaxo	10,35	Tri-horária semanal	Semanal semferiados	Iluminação pública	166	692	1.909	2.767
BTN ≤ 20,7 kVA - Iluminação pública (IP)							168.303	701.137	1.935.138	2.804.578

4.2. Resultados – Pré-dimensionamento do sistema solar fotovoltaico

Recorrendo ao software PVsyst V6.86, foi simulado um pré-dimensionamento de um sistema FV ligado à rede elétrica, instalado no solo, na cidade do Cartaxo.

Para o pré-dimensionamento do sistema FV, considerou-se como condição, simular um sistema que preveja uma produção FV equivalente ao consumo anual de eletricidade do Município do Cartaxo (96.031,3 MWh), com recurso a módulos FV de tecnologia policristalina.

A análise aos resultados obtidos no pré-dimensionamento, é apresentada na discussão.

As figuras abaixo, mostram as fases e resultados da simulação do pré-dimensionamento do sistema FV:

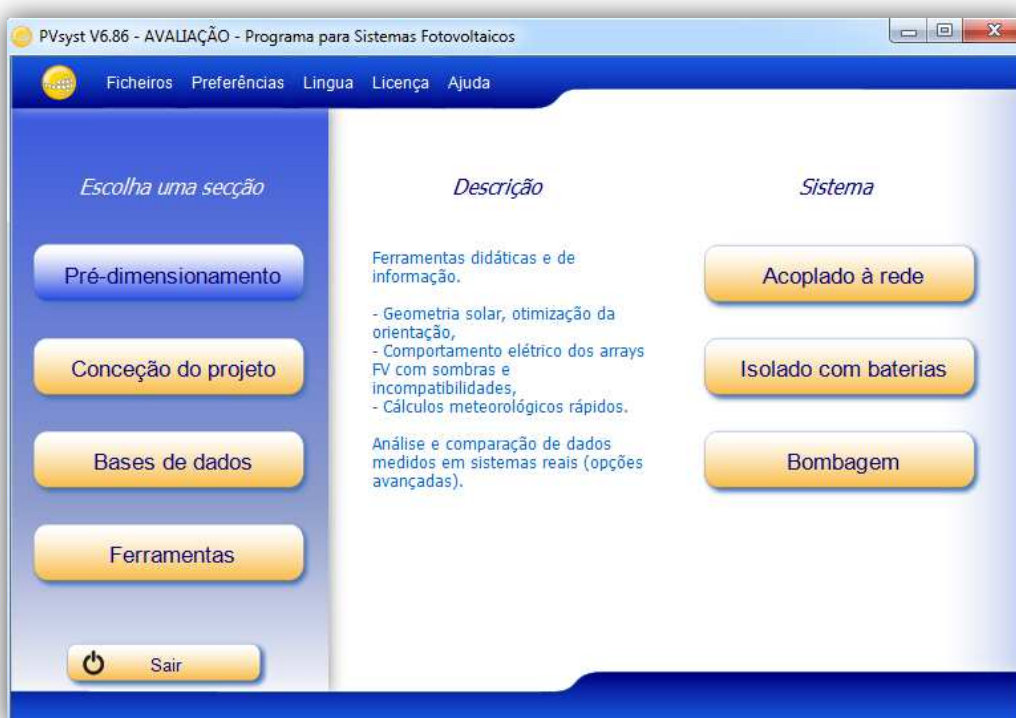


Figura 4.1 : Software de dimensionamento de sistemas fotovoltaicos. Reproduzido do PVsyst V6.86.

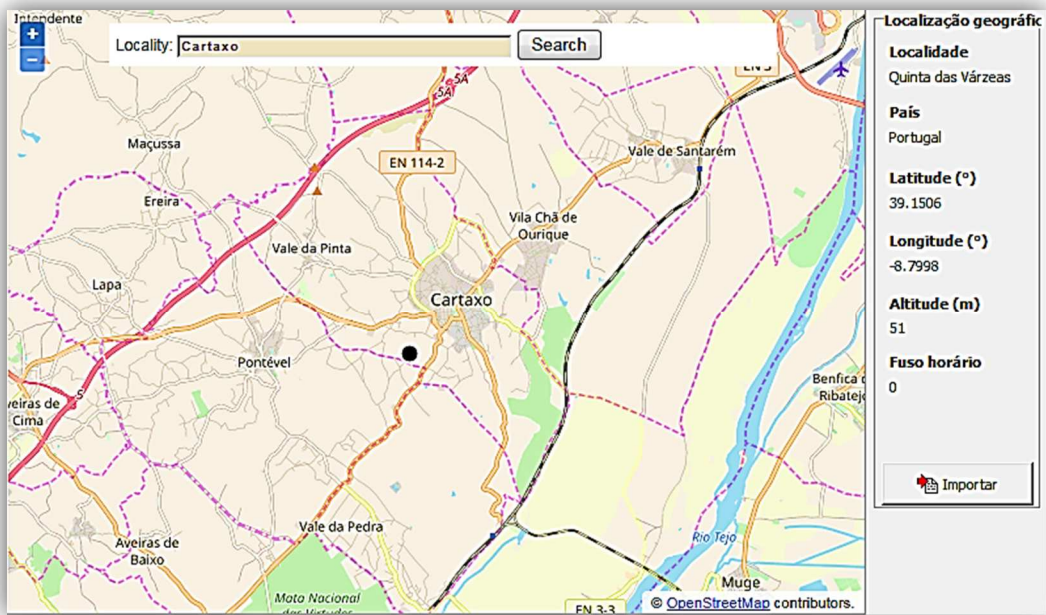


Figura 4.2 : Localização do projeto fotovoltaico. Reproduzido do PVsyst V6.86.

Local

Localização:

País: Região:

Coordenadas geográficas

	Decimal	Deg.	min.	sec.	
Latitude	<input type="text" value="39.1506"/>	<input type="text" value="39"/>	<input type="text" value="9"/>	<input type="text" value="2"/>	(+ = Norte, - = Hemisf. Sul)
Longitude	<input type="text" value="-8.7998"/>	<input type="text" value="-8"/>	<input type="text" value="47"/>	<input type="text" value="59"/>	(+ = Este, - = Oeste de Greenwich)
Altitude	<input type="text" value="51"/>	M acima do nível do mar			
Fuso horário	<input type="text" value="0.0"/>	Correspondente a uma diferença média			
		Tempo legal - Tempo solar = 0h 35m <input style="float: right;" type="button" value="?"/>			

Figura 4.3 : Coordenadas geográficas do projeto. Reproduzido do PVsyst V6.86.

Localização **Cartaxo (Portugal)**

Fonte dos dados:

	Irradiação global horizontal	Irradiação difusa horizontal	Temperatura	Velocidade do vento	Linke Turbidity	Relative Humidity
	kWh/m ² .mês	kWh/m ² .mês	°C	m/s	[-]	%
Janeiro	72.7	25.6	10.9	3.20	2.616	81.1
Fevereiro	85.0	36.0	11.9	3.29	2.844	78.6
Março	135.3	48.6	14.0	3.80	2.917	73.1
Abril	171.0	58.3	14.9	4.00	2.917	72.9
Maio	215.5	67.6	17.8	3.99	3.196	68.2
Junho	225.0	70.1	21.0	4.10	3.196	66.8
Julho	244.7	56.4	22.3	4.50	3.196	64.4
Agosto	217.4	54.8	23.0	4.29	3.196	63.6
Setembro	161.3	51.6	21.1	3.40	3.128	68.2
Outubro	113.8	44.1	18.4	3.50	2.844	74.3
Novembro	77.0	29.6	13.8	3.40	2.616	78.5
Dezembro	62.4	22.2	11.6	3.60	2.537	81.2
Ano	1781.1	564.9	16.7	3.8	2.934	72.6

Irradiação global horizontal variação de um ano para o outro 4.2%

Figura 4.4 : Meteorologia mensal. Reproduzido do PVsyst V6.86.

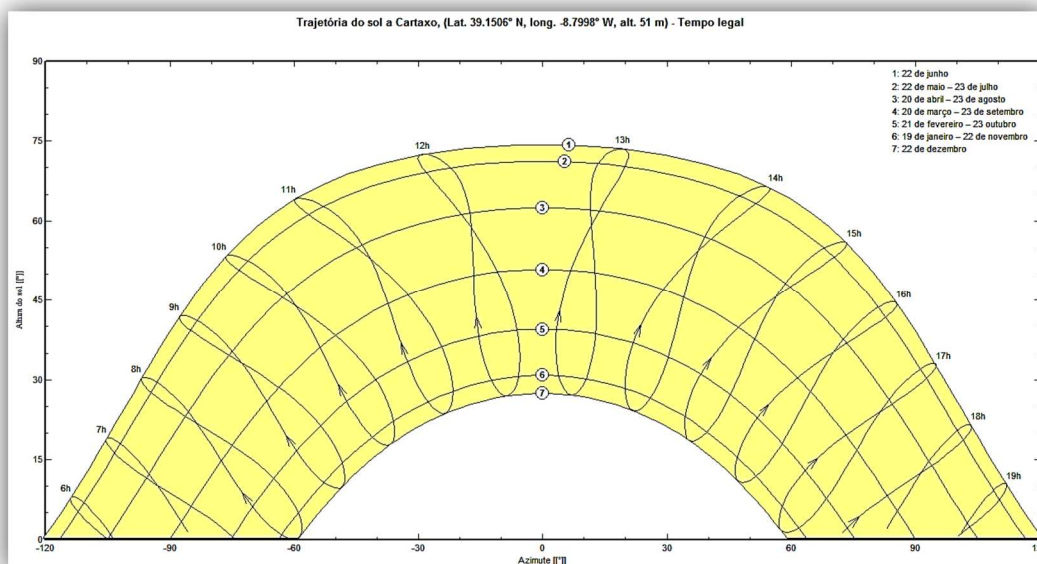


Figura 4.5 : Trajetória do sol. Reproduzido do PVsyst V6.86.

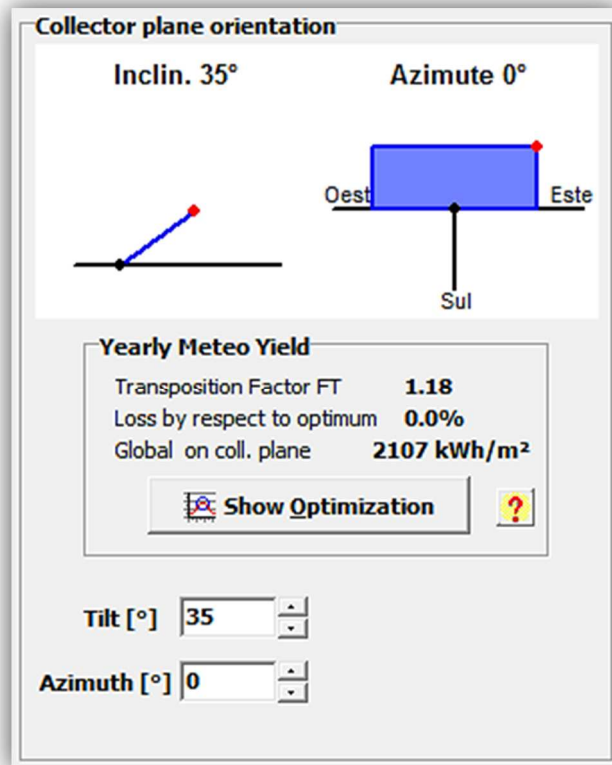


Figura 4.6 : Orientação e rendimento do módulo fotovoltaico. Reproduzido do PVsyst V6.86.

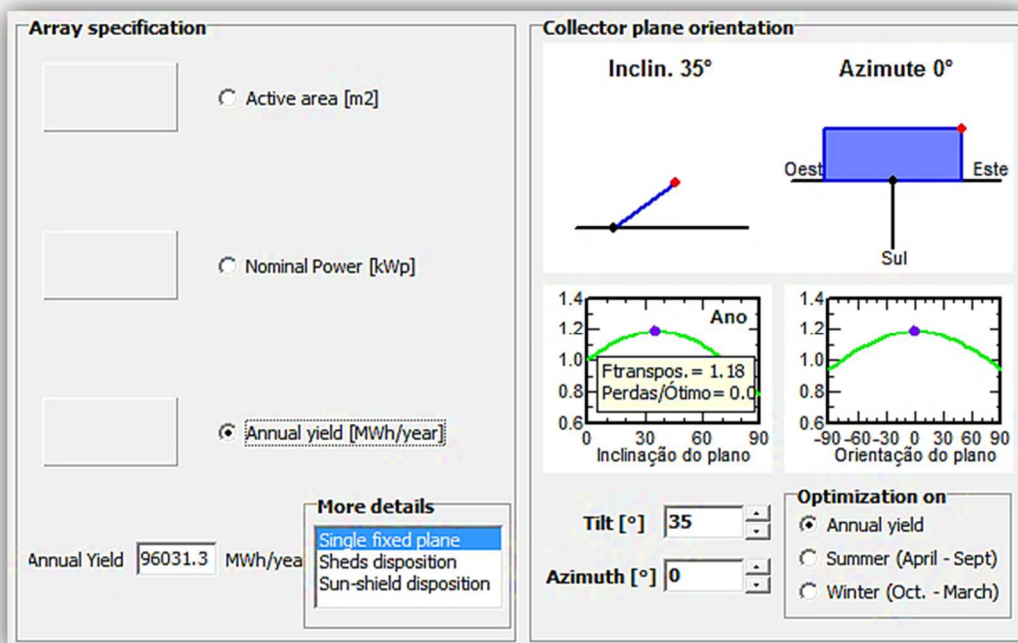


Figura 4.7 : Otimização do módulo fotovoltaico. Reproduzido do PVsyst V6.86.

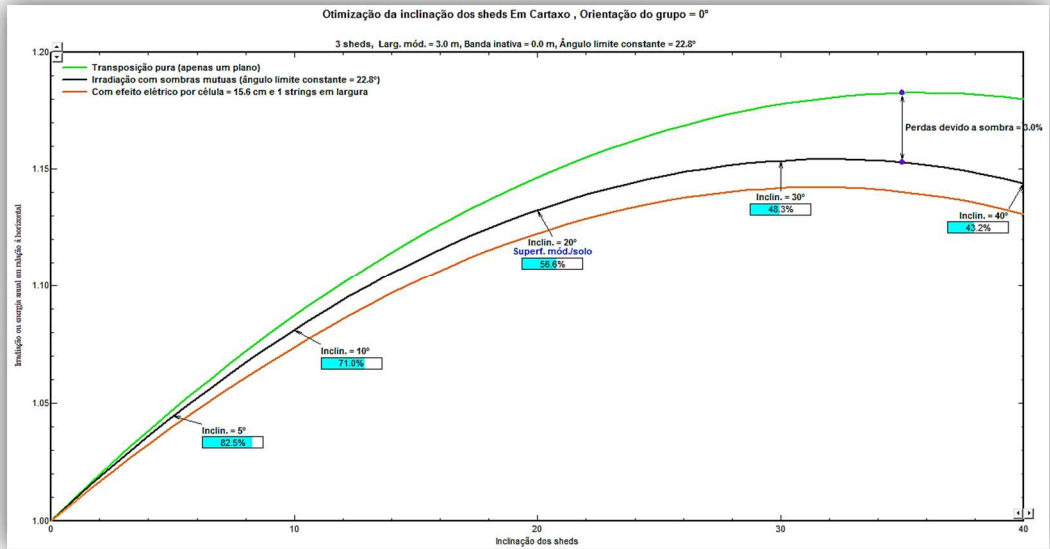


Figura 4.8 : Inclinação da estrutura física com o módulo fotovoltaico. Reproduzido do PVsyst V6.86.

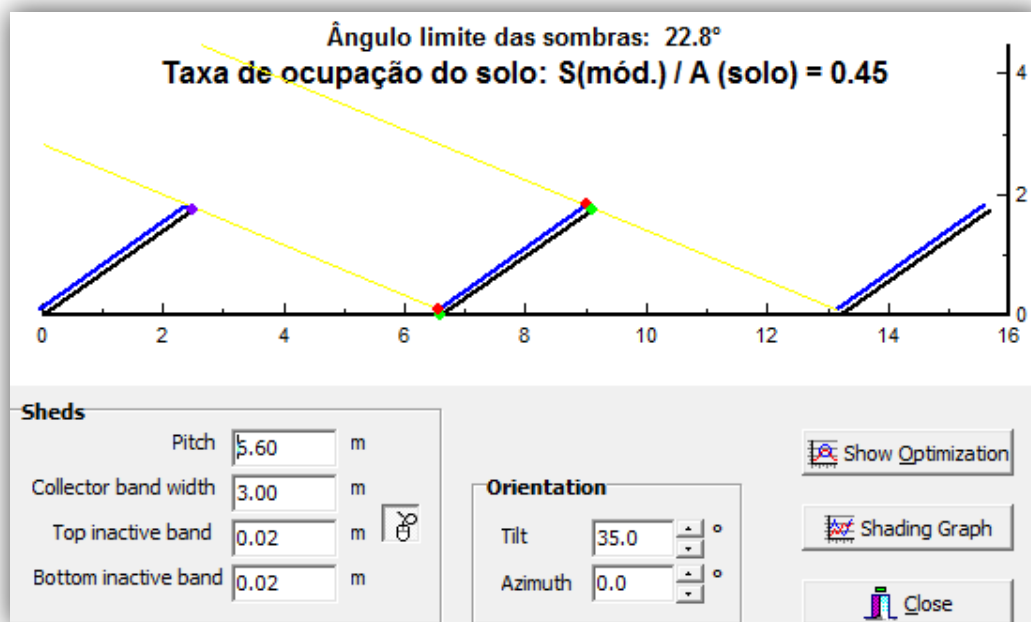


Figura 4.9 : Ocupação do solo. Reproduzido do PVsyst V6.86.

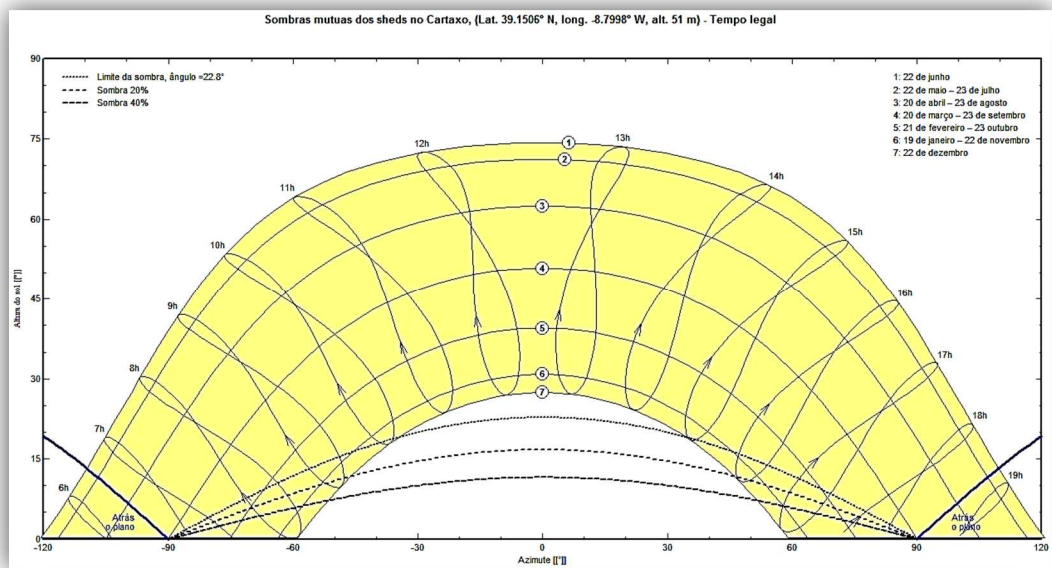


Figura 4.10 : Sombras na estrutura física. Reproduzido do PVsyst V6.86.












<p>Module type</p> <p> <input checked="" type="radio"/> Standard</p> <p> <input type="radio"/> Translucide Custom</p> <p> <input type="radio"/> Not yet defined</p>	<p>Technology</p> <p> <input type="radio"/> Monocrystalline cells</p> <p> <input checked="" type="radio"/> Polycrystalline cells</p> <p> <input type="radio"/> Thin film</p>
<p>Mounting disposition</p> <p> <input type="radio"/> Flat roof</p> <p> <input type="radio"/> Facade or tilt roof</p> <p> <input checked="" type="radio"/> Ground based</p>	<p>Ventilation property</p> <p> <input type="radio"/> Free standing</p> <p> <input checked="" type="radio"/> Ventilated</p> <p> <input type="radio"/> No ventilation</p>

Figura 4.11 : Especificações standard. Reproduzido do PVsyst V6.86.



Figura 4.12 : Módulo fotovoltaico policristalino. Reproduzido do PVsyst V6.86.

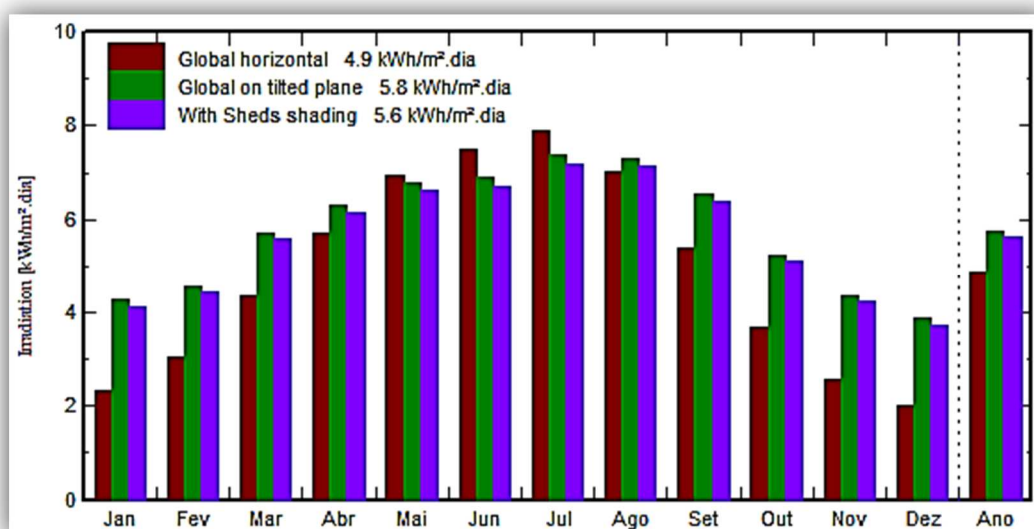


Figura 4.13 : Irradiação (kWh/m²). Reproduzido do PVsyst V6.86.

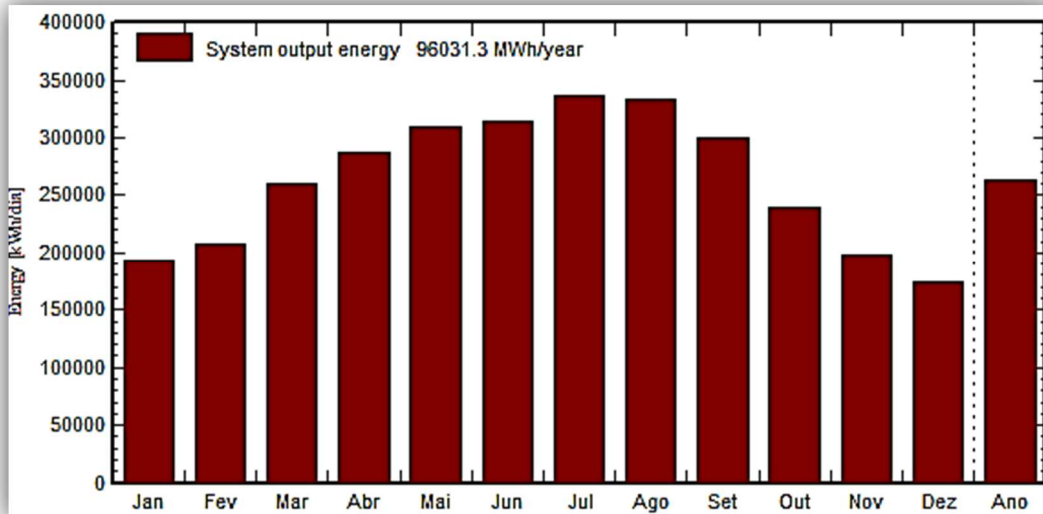


Figura 4.14 : Energia elétrica produzida pelo sistema. Reproduzido do PVsyst V6.86.

	Gl. horiz. kWh/m ² .dia	Coll. Plane kWh/m ² .dia	Shed shading kWh/m ² .dia	System output kWh/dia	System output kWh
Jan.	2.35	4.27	4.13	193289	5991955
Fev.	3.04	4.54	4.43	207424	5807871
Mar.	4.36	5.71	5.58	260954	8089584
Abr.	5.70	6.31	6.15	287994	8639817
Mai.	6.95	6.78	6.61	309162	9584015
Jun.	7.50	6.89	6.70	313716	9411477
Jul.	7.89	7.36	7.20	336676	10436969
Ago.	7.01	7.30	7.14	333954	10352578
Set.	5.38	6.54	6.40	299311	8979319
Out.	3.67	5.22	5.11	238897	7405794
Nov.	2.57	4.36	4.24	198258	5947731
Dez.	2.01	3.86	3.71	173684	5384200
Ano	4.88	5.77	5.62	263099	96031310

Figura 4.15 : Resultados gerais. Reproduzido do PVsyst V6.86.

Economic gross evaluation (excluding taxes and subsidies)

Module cost	38973739	EUR
Supports cost	35633133	EUR
Inverter and wiring	11135354	EUR
Transport/Mounting	12954614	EUR
Total investment	98696841	EUR
Annunities	4934842	EUR/yr
Maintenance costs	690913	EUR/yr
Total Yearly cost	5625755	EUR/yr
Energy cost	0.06	EUR/kWh

These values should only be considered as an order of magnitude. More precise evaluations will be available with detailed simulation.

Currency

EUR - Euro

[Rates](#)

Loan

Duration: 20 years

Rate: 0.0 %

Ann. factor: 0.050

[Edit cost](#)

Figura 4.16 : Custos. Reproduzido do PVsyst V6.86.

Input Data	Parameters	Results
Cartaxo	Annual Yield: 96031.3 MWh/yr Module Cost: 0.70 EUR/Wp Technology: Polycrystalline	Area: 371178 m2 Nominal power: 55677 kW <hr/> Investment: 98696841 EUR Energy cost: 0.06 EUR/kWh

Figura 4.17 : Resultados. Reproduzido do PVsyst V6.86.

4.3. Discussão - Interpretação do consumo de eletricidade

Da análise efetuada aos resultados, o Município do Cartaxo estima-se que consome anualmente cerca de 96.031.314 kWh (96.031,314 MWh) de eletricidade, sendo 89.976.936 kWh (89.976,936 MWh) respeitante ao consumo das infraestruturas públicas e 6.054.378 kWh (6054,378 MWh) relativo à iluminação pública. O gráfico 4.1 detalha essa distribuição e o gráfico 4.2 especifica por tipo de fornecimento.

Gráfico 4.1: Consumo anual de eletricidade do Município do Cartaxo.

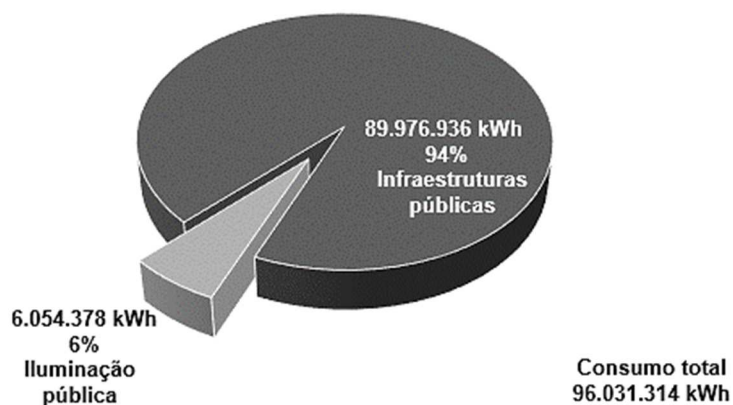
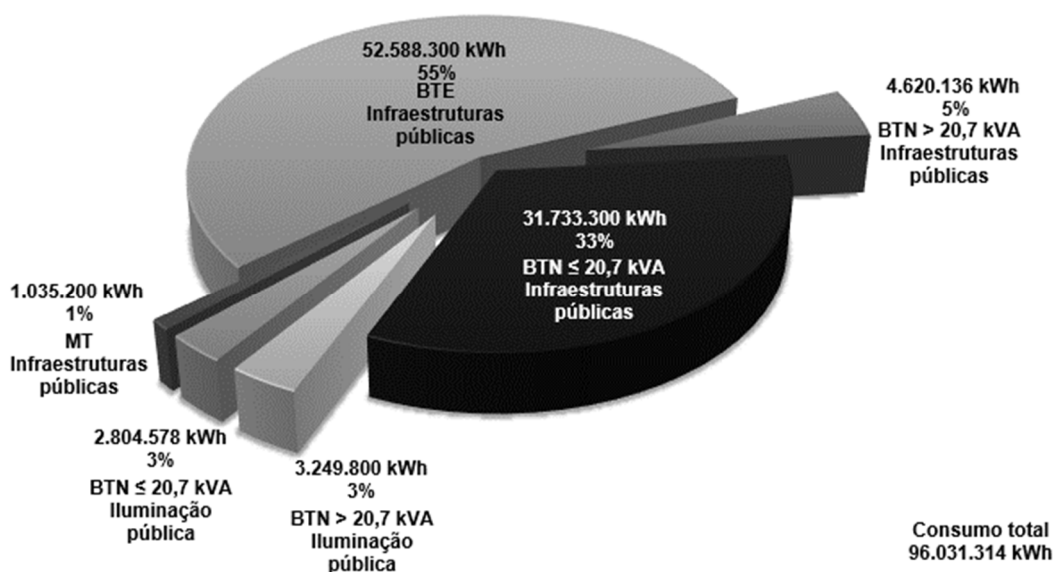


Gráfico 4.2: Síntese do consumo anual de eletricidade do Município do Cartaxo por tipo de fornecimento.



As infraestruturas públicas representam 94% do consumo anual de eletricidade do Município do Cartaxo e a iluminação pública 6%.

O fornecimento em Média Tensão (MT) representa 1% do consumo total, que compreende infraestruturas públicas, tais como, o “Complexo da Quinta das Pratas” e o “Centro Cultural do Cartaxo”, ambos como uma potência contratada de 186 kVA e um “Posto de Transformação na Rua 25 de Abril” com

295,91 kVA que serve infraestruturas na freguesia de Vila Chã de Ourique. O “Complexo Quinta das Pratas” possui o maior consumo com 726.000 kWh/ano.

Em Baixa Tensão Especial (BTE), a “CMC”, com uma potência contratada de 115 kVA, a “Escola Básica José Tagarro” com 79 kVA, o “Parque de Estacionamento” subterrâneo com 47 kVA e os “Bombeiros Municipais do Cartaxo” com 41,41 kVA, consomem 55% do valor total anual. O edifício da “CMC” tem o maior consumo com 18.028.500 kWh/ano.

Quanto à Baixa Tensão Normal (BTN) > 20,7 kVA, edifícios como a “Praça de Touros do Cartaxo”, com uma potência contratada de 41,40 kVA, as “Escolas, na Avenida João de Deus - Cartaxo e, no Largo E. Azevedo – Pontével”, ambas com 34,50 kVA, pesam 5% no consumo total anual. Neste tipo de fornecimento a “Praça de Touros do Cartaxo” é o edifício que mais consome com 2.275.020 kWh/ano.

O fornecimento em Baixa Tensão Normal (BTN) ≤ 20,7 kVA, abrange um número significativo de infraestruturas com potências contratadas que variam entre 1,15 a 20,70 kVA. Destaca-se o “Pátio - Largo do Rossio – Cartaxo”, com uma potência contratada de 13,80 kVA e com um consumo de 2.653.000 kWh/ano. Os consumos em BTN ≤ 20,7 kVA representam 33% do consumo anual de eletricidade.

Quanto à iluminação pública que representa 6% do consumo total do Município do Cartaxo, em Baixa Tensão Normal (BTN) > 20,7 kVA, destaca-se a iluminação do “Campo da Feira – Cartaxo”, com uma potência contratada de 41,40 kVA e com um consumo de 3.249.800 kWh/ano. Na Baixa Tensão Normal (BTN) ≤ 20,7 kVA, que compreende um rol de potências entre 1,15 a 17,25 kVA, destaca-se a iluminação da “Rua General Vitoriano José César - Vila Chã de Ourique”, com uma potência contratada de 10,35 kVA e com o maior consumo. Consome 53.105 kWh/ano.

Referir que as infraestruturas públicas ainda não estão adaptadas na sua generalidade à iluminação led. Nesta pesquisa não foi contemplado o custo de substituição da iluminação convencional para led, nem o respetivo ganho. Deverá ser equacionada essa viabilidade, em virtude da parcela maior do consumo total de eletricidade do Município do Cartaxo se cifrar nas infraestruturas públicas (94%).

No tocante à iluminação pública, onde o Município do Cartaxo consome 6% do valor anual de eletricidade, está em curso a substituição de 3468 luminárias, para tecnologia led, no âmbito do ALENTEJO 2020 - Programa Operacional Regional do Alentejo 2014-2020 - Eixo Prioritário 7 - Eficiência Energética e Mobilidade, investimento que ascende a 700.000 euros. Presume-se que no final de 2020, com uma cobertura de 50% led, a redução de consumos já seja substancial.

Para fazer face ao consumo anual de eletricidade do Município do Cartaxo em 2020, a Câmara Municipal deverá estimar uma verba que ascende aos 700.000 euros (IVA Incluído), valor de acordo com o concurso público para aquisição de energia, levado a cabo pela CCE-CIMLT. O preço unitário do kWh varia entre 0,05 € a 0,08 € (acresce IVA) em função do tipo de fornecimento, opção tarifária e ciclo. Este custo representa ± 4 % no orçamento municipal para 2020.

Por fim, referir que as emissões de CO₂ equivalentes ao consumo de eletricidade do Município Cartaxo, situam-se em 13.828.509 kgCO₂ [85].

4.4. Discussão - Interpretação do pré-dimensionamento fotovoltaico

Relativamente à simulação do pré-dimensionamento do sistema solar FV ligado à rede, foi considerado que o mesmo teria uma capacidade de geração equivalente ao consumo anual de eletricidade do Município do Cartaxo. Na simulação foi utilizado o software PVsyst V6.86 – Avaliação – Programa para Sistemas Fotovoltaicos, versão de 19 de dezembro de 2019. É importante referir que a informação produzida por esta versão de avaliação do software é limitada.

Considerou-se por uma questão de centralidade, que a implantação do pré-dimensionamento fotovoltaico seria na cidade do Cartaxo. As coordenadas em graus decimais, são as seguintes: 39.1506, - 8.7998.

Por não ser possível aceder à escolha de marcas, modelos e características específicas dos equipamentos, optou-se genericamente por módulos policristalinos (sem microinversores e optimizadores de potência) e inversores, standard. Considerou-se que a estrutura é fixa de suporte modular, instalada no solo, em plano nivelado e consolidado, em área ventilada e livre de sombreamentos externos.

Para uma produção anual de 96.031,3 MWh, a simulação do sistema apresenta uma área de ocupação estimada de 371.178 m², o equivalente a 37,12 hectares.

A inclinação ótima dos módulos é 35°.

A irradiação média anual nos módulos fotovoltaicos, situa-se nos 2.107 kWh/m².

Relativamente às perdas, apenas é reportado a sombra dos módulos (3%), mas internamente o software assume genericamente outros tipos de perdas.

A potência nominal do gerador FV é 55.677 kW.

Relativamente à breve análise financeira que esta versão demonstrativa do software exhibe, as despesas de capital (*Capital Expenditure (Capex)*), apresentam um valor 98.696.841 euros, o que traduz um valor de 1,77€/Wp:

- Módulos – 0,7 €/Wp;
- Suportes – 0,64 €/Wp;
- Inversores e cablagem – 0,2 €/Wp;
- Transporte e montagem – 0,23 €/Wp.

O custo nivelado da energia ou custo do kWh produzido (*Levelized Cost Of Energy (LCOE)*), é 0,06 €/kWh.

Refutando os resultados apresentados pelo software, relativamente às despesas de capital (*Capex*), de acordo com o Relatório Nacional de Pesquisas Fotovoltaicas em Portugal 2018 (*National Survey Report of Photovoltaic Applications in Portugal 2018*), o preço médio para esta grandeza de projeto situa-se em 0,7€/Wp [46]. O valor de despesas de capital (*Capex*) resulta em 38.973.900 euros, ou seja, 61% menos que o valor apresentado pelo software. Considera-se que o software nesta versão demonstrativa, apresenta valores matemáticos macro, não refletindo valores ajustados caso a caso.

Relativamente às despesas operacionais (*Operational Expenditure (Opex)*) apresentadas pelo software, se as mantivermos (2.639.608 €. Anuidade – 1.948.695 € e O&M – 690.913 €), ou seja, os custos de operação e manutenção, prazo do empréstimo bancário (20 anos) e a taxa de juro (0%), mas com um novo valor de despesas de capital (*Capex*) de 38.973.900 €, previsto anteriormente, com base no *National Survey Report of Photovoltaic Applications in Portugal 2018*, o novo custo do kWh produzido (*LCOE*) é 0,027 €/kWh. É um valor manifestamente inferior que é discutível, ainda que os valores standard das despesas operacionais, ao nível da operação e manutenção careçam de atualização.

De realçar, que o *National Survey Report of Photovoltaic Applications in Portugal 2018*, referido anteriormente, é um documento preparado pelo Laboratório Nacional de Energia e Geologia (LNEG), Associação Portuguesa de Energias Renováveis (APREN) e pela Direcção-Geral de Energia e Geologia (DGEG), para a *International Energy Agency (IEA)* e, reforça a credibilidade dos valores apresentados.

A título curiosidade, o 1.º leilão eletrónico para energia solar fotovoltaica, produzida em centro eletroprodutor, no âmbito do procedimento concorrencial para atribuição de reserva de capacidade de injeção na rede elétrica de serviço público, realizado em Portugal, em 25 26 e 29 de julho de 2019, apresenta valores com alguma analogia com os custos do kWh produzido (*LCOE*) apurados acima. Contudo, convém referir que estamos a falar de quantidades diferentes e tarifas de leilão [86].

De assinalar, que os dados produzidos pela versão gratuita software, deverão ser encarados com alguma prudência, visto traduzir-se apenas de um dimensionamento prévio (não é um projeto), com a ausência de inúmeras componentes reais. O sistema apresenta-nos uma dimensão macro dos seus componentes, rendimento e custos de investimento, etc., estimativas a considerar com precaução e, na opinião do autor, a reter apenas no âmbito académico desta investigação.

5. CONCLUSÃO

Nesta dissertação foi proposto efetuar uma pesquisa aos consumos de eletricidade por CPE, referente às infraestruturas públicas e iluminação pública, do Município do Cartaxo. Adicionalmente foi definido averiguar a possibilidade de através de FER solar FV, produzir a quantidade total de eletricidade consumida anualmente pelo Município do Cartaxo. A possibilidade da conceção de uma CER, de acordo com o Decreto-Lei 162/2019 de 25 de outubro, diploma que entrou em vigor em 1 de janeiro de 2020, que aprova o regime jurídico aplicável ao autoconsumo de energia renovável e que possibilita às câmaras municipais poderem produzir, armazenar e vender energia, é uma via a considerar para a concretização do projeto em causa.

Através dos dados de consumo de eletricidade do Município do Cartaxo, foi possível analisar em detalhe cada CPE, os respetivos consumos e o tipo de fornecimento. O consumo anual estima-se em 96.031.314 kWh/ano (\pm 8.002.609,5 kWh/mês). 94% do consumo de eletricidade localiza-se em infraestruturas públicas e 6% na iluminação pública do concelho. O tipo de fornecimento que mais pesa na fatura de eletricidade é a BTE com 55% do consumo total anual. Em 2020, o Município do Cartaxo terá de suportar uma verba estimada na ordem dos 700.000 euros/ano (IVA Incluído), referente à sua fatura de eletricidade.

A título indicativo, notar que a CMC recebeu em 2019 por trimestre 203.553,14 euros (\pm 814.212,56 €/ano), de rendas de Concessão de Distribuição de Energia Elétrica em Baixa Tensão, pagas pelo distribuidor de energia, EDP Distribuição – Energia, S.A. Este valor de receitas foi estimado no Orçamento da CMC para 2020, tendo a classificação económica 070399 [87]. Para 2020, prevê-se que o valor a pagar pela EDP Distribuição ascenda ao montante \pm 816.145,35€ (204.036,34€ / trimestre).

Através de uma simulação de pré-dimensionamento solar FV, para uma produção FV igual ao consumo anual do Município do Cartaxo e, com uma potência na ordem dos 55.677 kW, as despesas de capital (*capex*) estimam-se em 38.973.900 euros, de acordo com *National Survey Report of Photovoltaic Applications in Portugal 2018*.

Para o tipo de pré-dimensionamento em análise, que possui uma potência acima de 1 MW, este projeto necessita de uma licença de exploração e produção, de acordo com o Decreto-Lei 162/2019 de 25 de outubro.

Em termos de financiamento, o Banco Europeu de Investimento (BEI) financia projetos deste âmbito, visto enquadrar-se nos seus objetivos. Para financiamentos superiores a 25.000.000 euros, estes são concedidos diretamente pelo BEI. Para valores inferiores, o BEI abre linhas de financiamento para instituições financeiras que, por sua vez, emprestam diretamente o dinheiro [88].

No âmbito da constituição de uma CER, tema abordado no estado da arte, assumindo um cenário onde o Município do Cartaxo produz energia solar FV e vende à comunidade local, mediante contrato de fornecimento entre as partes (possível a partir de 1 de janeiro de 2020), com base no Decreto-Lei 162/2019 de 25 de outubro, esta abordagem de partilha de recursos, proporciona benefícios mútuos aos membros da comunidade: económicos; ambientais; sociais. Com este pressuposto o Município do Cartaxo pode encontrar aqui uma receita aliciante. Referir que no âmbito das competências do Município do Cartaxo, este deverá considerar primordialmente as instituições de âmbito social, em particular as Instituições Particulares de Solidariedade Social (IPSS) a operar no concelho, para a constituição da CER local, mas sem prejuízo de serem consideradas outras opções, tais como: juntas de freguesia; empresas; particulares, etc.

5.1. Trabalhos futuros

Esta investigação é o ponto de partida para novas pesquisas. Para que este trabalho assuma dimensão, torna-se necessário efetuar um projeto de dimensionamento FV com todas as componentes reais e a respetiva viabilidade económica.

Em complemento ao solar FV, poderá estudar-se outras FER para um *mix* energético. No âmbito da economia circular poderão ser exploradas as seguintes potenciais formas de energia:

- Biomassa resultante das podas da cultura da vinha no concelho do Cartaxo;
- Biogás do aterro selado do Município do Cartaxo;
- Biogás das pecuárias do concelho do Cartaxo.

A considerar também para o *mix* energético, o potencial da energia eólica do concelho do Cartaxo.

A outro nível, esta investigação também abre caminho para que seja estudada a possibilidade futura ao nível da Comunidade Intermunicipal da Lezíria do Tejo (CIMLT), que abrange territorialmente 11 Municípios, onde o Cartaxo se inclui, no âmbito das competências desta, normalizar este tipo de projetos no seio da comunidade, executar projetos conjuntos entre municípios e aceder simplificada e a financiamentos específicos e a fundos.

6. BIBLIOGRAFIA

- [1] European Environment Agency (EEA), “European Parliament,” [Online]. Available: <https://www.europarl.europa.eu/news/en/headlines/society/20180301STO98928/greenhouse-gas-emissions-by-country-and-sector-infographic>. [Acedido em 18 10 2019].
- [2] Agência Portuguesa do Ambiente (APA), “REA - PORTAL DO ESTADO DO AMBIENTE - PORTUGAL,” [Online]. Available: <https://rea.apambiente.pt/content/emissões-de-gases-com-efeito-de-estufa?language=pt-pt>. [Acedido em 18 10 2019].
- [3] Nações Unidas, “Nações Unidas,” 12 12 2015. [Online]. Available: <https://nacoesunidas.org/wp-content/uploads/2016/04/Acordo-de-Paris.pdf>. [Acedido em 6 10 2019].
- [4] Climate Action Tracker, “Climate Action Tracker,” 19 9 2019. [Online]. Available: <https://climateactiontracker.org/countries/gambia/>. [Acedido em 9 12 2019].
- [5] Climate Action Tracker, “Climate Action Tracker,” 2 12 2019. [Online]. Available: <https://climateactiontracker.org/countries/morocco/>. [Acedido em 9 12 2019].
- [6] The American Prospect, Inc., “The American Prospect, Inc.,” 2 12 2019. [Online]. Available: https://prospect.org/api/amp/world/morocco-and-the-gambia-the-unlikely-global-climate-leaders/?fbclid=IwAR2Y3plz_c4jQoKh8dwTQrGeHOszmHr5CmTID4KrVeqJMmiQmsilgpEme8. [Acedido em 9 12 2019].
- [7] Climate Change Performance Index (CCPI), “Climate Change Performance Index (CCPI),” 2019. [Online]. Available: <https://www.climate-change-performance-index.org/country/portugal>. [Acedido em 10 12 2019].
- [8] Pacto de Autarcas em Matéria de Clima e Energia EUROPA , “Pacto de Autarcas,” [Online]. Available: www.pactodeautarcas.eu. [Acedido em 8 10 2019].
- [9] Covenant of Mayors for Climate and Energy, “Covenant of Mayors for Climate and Energy,” [Online]. Available: <https://www.eumayors.eu/about/covenant-community/signatories.html>. [Acedido em 8 10 2018].
- [10] Decreto-Lei n.º 162/2019 de 25 de outubro, “APREN,” 25 10 2019. [Online]. Available: <https://www.apren.pt/contents/legislation/decreto-lei-162-2019.pdf>. [Acedido em 11 11 2019].
- [11] INEGI, “Energias Endógenas de Portugal - Base de dados de fontes renováveis de energia,” [Online]. Available: <http://e2p.inegi.up.pt/?Lang=PT>. [Acedido em 10 10 2019].
- [12] Comunidade Intermunicipal da Lezíria do Tejo, “Comunidade Intermunicipal da Lezíria do Tejo,” [Online]. Available: <https://www.cimlt.eu/>. [Acedido em 9 10 2019].
- [13] Câmara Municipal do Cartaxo, “Câmara Municipal do Cartaxo,” [Online]. Available:

- <https://www.cm-cartaxo.pt/Info/Noticias/Paginas/2018-0117-iluminacao.aspx>. [Acedido em 9 10 2019].
- [14] International Electrotechnical Commission (IEC), “International Electrotechnical Commission (IEC),” 3 2017. [Online]. Available: https://www.iec.ch/about/brochures/pdf/technology/IEC_Renewable%20Energies_A4_En_LR.pdf. [Acedido em 10 11 2019].
- [15] M. S. S. E. Aurélie Beauvais, “SolarPower Europe,” 2018. [Online]. Available: https://www.solarpowereurope.org/wp-content/uploads/2018/12/4018_SPE_Grid_Intelligent_Solar_report_05_hr.pdf. [Acedido em 22 12 2019].
- [16] R. Castro, em *UMA INTRODUÇÃO ÀS ENERGIAS RENOVÁVEIS: EÓLICA, FOTOVOLTAICA E MINI-HÍDRICA*, IST Press, 2018, pp. 312-313.
- [17] Sociedade Portuguesa de Física, “Sociedade Portuguesa de Física,” 6 2016. [Online]. Available: <https://www.spf.pt/magazines/GFIS/119/article/993/pdf>. [Acedido em 24 10 19].
- [18] R. Castro, em *UMA INTRODUÇÃO ÀS ENERGIAS RENOVÁVEIS: EÓLICA, FOTOVOLTAICA E MINI-HÍDRICA*, IST Press, 2018, pp. 314-315.
- [19] IPES - Instituto Português de Energia Solar; Cátedra Energias Renováveis; IPMA - Instituto Português do Mar e da Atmosfera; ICT - Instituto de Ciências da Terra, “IPES - Instituto Português de Energia Solar,” 2016. [Online]. Available: <http://www.ipes.pt/ipes/wp-content/uploads/2017/10/Radia%C3%A7%C3%A3o-Solar-Global-em-Portugal-e-a-sua-variabilidade.pdf>. [Acedido em 31 10 2019].
- [20] C. Honsberg e S. Bowden, “PV Education,” [Online]. Available: <http://www.pveducation.org/pvcdrom/manufacturing/first-photovoltaic-devices>. [Acedido em 19 10 2019].
- [21] Financial Times, “Financial Times,” 5 11 2015. [Online]. Available: <https://www.ft.com/content/488483ca-8334-11e5-8e80-1574112844fd#slide0>. [Acedido em 20 10 2019].
- [22] A. Einstein, “THE COLLECTED PAPERS OF ALBERT EINSTEIN,” 1905. [Online]. Available: <https://einsteinpapers.press.princeton.edu/vol2-trans/100>. [Acedido em 20 10 2019].
- [23] The Nobel Prize organisation, “The Nobel Prize,” 1921. [Online]. Available: <https://www.nobelprize.org/prizes/physics/1921/summary/>. [Acedido em 20 10 2019].
- [24] US Department of Energy , “Energy Efficiency & Renewable Energy,” [Online]. Available: https://www1.eere.energy.gov/solar/pdfs/solar_timeline.pdf. [Acedido em 20 10 2019].
- [25] California Solar Center, “California Solar Center,” [Online]. Available: <http://californiasolarcenter.org/history-pv/>. [Acedido em 20 10 2019].
- [26] G. N. Tiwari e S. Dubey, em *Fundamentals of Photovoltaic Modules and Their Applications*, Royal Society of Chemistry, 2009, p. 121.
- [27] NASA, “NASA,” [Online]. Available: <http://www.nasa.gov/content/goddard/nimbus-nasa->

- remembers-first-earth-observations. [Acedido em 20 10 2019].
- [28] R. Castro, em *UMA INTRODUÇÃO ÀS ENERGIAS RENOVÁVEIS: EÓLICA, FOTOVOLTAICA E MINI-HÍDRICA*, IST Press, 2018, p. 329.
- [29] R. Castro, em *UMA INTRODUÇÃO ÀS ENERGIAS RENOVÁVEIS: EÓLICA, FOTOVOLTAICA E MINI-HÍDRICA*, IST Press, 2018, pp. 335-338.
- [30] R. Castro, em *UMA INTRODUÇÃO ÀS ENERGIAS RENOVÁVEIS: EÓLICA, FOTOVOLTAICA E MINI-HÍDRICA*, IST Press, 2018, pp. 338-340.
- [31] R. Castro, em *UMA INTRODUÇÃO ÀS ENERGIAS RENOVÁVEIS: EÓLICA, FOTOVOLTAICA E MINI-HÍDRICA*, IST Press, 2018, pp. 341-342.
- [32] J. Jaramillo-Fernandez, G. L. Whitworth, J. Angel, A. Blanco, P. D. Garcia, C. Lopez e C. M. Sotomayor-Torres, "Wiley Online Library," 25 10 2019. [Online]. Available: <https://onlinelibrary.wiley.com/action/downloadSupplement?doi=10.1002%2Fsmll.201905290&file=smll201905290-sup-0001-SupMat.pdf>. [Acedido em 14 1 2020].
- [33] R. Castro, em *UMA INTRODUÇÃO ÀS ENERGIAS RENOVÁVEIS: EÓLICA, FOTOVOLTAICA E MINI-HÍDRICA*, IST Press, 2018, pp. 395-396.
- [34] R. Castro, em *UMA INTRODUÇÃO ÀS ENERGIAS RENOVÁVEIS: EÓLICA, FOTOVOLTAICA E MINI-HÍDRICA*, IST Press, 2018, p. 396.
- [35] R. Castro, em *UMA INTRODUÇÃO ÀS ENERGIAS RENOVÁVEIS: EÓLICA, FOTOVOLTAICA E MINI-HÍDRICA*, IST Press, 2018, p. 397.
- [36] H.Haeberlin, L.Borgna, M.Kaempher e U. Zwahlen, "Total Efficiency-A New Quantify for Better Charaterization of Grid-Connected Inverters," em *20th European Photovoltaic Solar Energy Conference, Barcelona, Spain, 2005*.
- [37] R. Castro, em *UMA INTRODUÇÃO ÀS ENERGIAS RENOVÁVEIS: EÓLICA, FOTOVOLTAICA E MINI-HÍDRICA*, IST Press, 2018, p. 398.
- [38] A. Luke e S. Hegedus, em *Handbook of Photovoltaic Science and Engineering*, John Wiley & Sons, Ltd, 2003, pp. 788-789.
- [39] A. Luke e S. Hegedus, em *Handbook of Photovoltaic Science and Engineering*, John Wiley & Sons Ltd, 2003, pp. 789-790.
- [40] R. Castro, em *UMA INTRODUÇÃO ÀS ENERGIAS RENOVÁVEIS: EÓLICA, FOTOVOLTAICA E MINI-HÍDRICA*, IST Press, 2018, p. 360.
- [41] CRESESB, "CRESESB," 11 06 2008. [Online]. Available: http://www.cresesb.cepel.br/index.php?section=com_content&lang=pt&catid=4. [Acedido em 11 11 2019].
- [42] TecnoVeritas, "TecnoVeritas," 26 09 2018. [Online]. Available: <https://www.tecnoveritas.net/pt/multimedia/newsletters-pt/industria/sistemas-hibridos-industria/>. [Acedido em 11 11 2019].
- [43] International Energy Agency (IEA), "International Energy Agency (IEA)," [Online]. Available:

- <https://www.iea.org/newsroom/news/2019/october/global-solar-pv-market-set-for-spectacular-growth-over-next-5-years.html>. [Acedido em 8 11 2019].
- [44] IRENA - International Renewable Energy Agency, “IRENA - International Renewable Energy Agency,” 29 Maio 2019. [Online]. Available: <https://www.irena.org/newsroom/pressreleases/2019/May/Falling-Renewable-Power-Costs-Open-Door-to-Greater-Climate-Ambition>. [Acedido em 6 11 2019].
- [45] R. Castro, em *UMA INTRODUÇÃO ÀS ENERGIAS RENOVÁVEIS: EÓLICA, FOTOVOLTAICA E MINI-HÍDRICA*, IST Press, 2018, pp. 363-365.
- [46] LNEG;APREN;DGEG, “IEA Photovoltaic Power System Programme,” 13 10 2019. [Online]. Available: https://iea-pvps.org/wp-content/uploads/2020/01/NSR_Portugal_2018.pdf. [Acedido em 11 12 2019].
- [47] pvXchange Trading GmbH, “pvXchange,” 20 1 2020. [Online]. Available: <https://www.pvxchange.com/en/market-analysis-january-2020-the-future-of-the-pv-industry>. [Acedido em 11 3 2020].
- [48] IPES - Instituto Português de Energia Solar, “IPES - Instituto Português de Energia Solar,” 23 7 2013. [Online]. Available: <http://www.ipes.pt/ipes/wp-content/uploads/2017/10/Portugal-e-a-Energia-3%C2%BA-doc.pdf>. [Acedido em 22 12 2019].
- [49] LNEG;DGEG;APREN, “IEA Photovoltaic Power Systems Programme,” 14 11 2018. [Online]. Available: http://ieapvps.org/index.php?id=93&tx_damfrontend_pi1=&tx_damfrontend_pi1%5BcatPlus%5D=&tx_damfrontend_pi1%5BcatEquals%5D=&tx_damfrontend_pi1%5BcatMinus%5D=&tx_damfrontend_pi1%5BcatPlus_Rec%5D=59&tx_damfrontend_pi1%5BcatMinus_Rec%5D=&tx_damfrontend_pi1%5. [Acedido em 11 12 2019].
- [50] R. Castro, “UMA INTRODUÇÃO ÀS ENERGIAS RENOVÁVEIS: EÓLICA, FOTOVOLTAICA E MINI-HÍDRICA,” IST Press, 2018, pp. 31-33.
- [51] C. Kost, S. Shammugam, V. Jülch, H.-T. Nguyen e T. Schlegl, “Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme ISE,” 3 2018. [Online]. Available: https://www.ise.fraunhofer.de/content/dam/ise/en/documents/publications/studies/EN2018_Fraunhofer-ISE_LCOE_Renewable_Energy_Technologies.pdf. [Acedido em 16 12 2019].
- [52] R. Castro, em *UMA INTRODUÇÃO ÀS ENERGIAS RENOVÁVEIS: EÓLICA, FOTOVOLTAICA E MINI-HÍDRICA*, IST Press, 2018, pp. 39-46.
- [53] Emissions-EUETS.com, “Emissions-EUETS.com,” 20 11 2019. [Online]. Available: <https://www.emissions-euets.com/internal-electricity-market-glossary/2095-energy-community>. [Acedido em 21 11 2019].
- [54] Council of European Energy Regulators, “Council of European Energy Regulators,” 25 06 2019. [Online]. Available: <https://www.ceer.eu/documents/104400/-/-/8ee38e61-a802-bd6f-db27-4fb61aa6eb6a>. [Acedido em 21 11 2019].
- [55] N. Carlisle, J. Elling e T. Penney, “National Renewable Energy Laboratory (NREL),” 01 2008. [Online]. Available: <https://www.nrel.gov/docs/fy08osti/42774.pdf>. [Acedido em 13 11 2019].

- [56] IRENA Coalition for Action, "IRENA Coalition for Action," 2018. [Online]. Available: https://coalition.irena.org/-/media/Files/IRENA/Coalition-for-Action/Publication/Coalition-for-Action_Community-Energy_2018.pdf. [Acedido em 19 11 2019].
- [57] Commission for Environmental Cooperation, "Commission for Environmental Cooperation," 2010. [Online]. Available: <http://www3.cec.org/islandora/en/item/3610-guide-developing-community-renewable-energy-project-in-north-america-en.pdf>. [Acedido em 19 11 2019].
- [58] Sustainable Energy Authority of Ireland (SEAI), "Sustainable Energy Authority of Ireland," 2018. [Online]. Available: <https://www.seai.ie/publications/Sustainable%20Energy%20Communities%20Handbook.pdf>. [Acedido em 21 11 2019].
- [59] ERSE, "Active Consumers and Energy Communities - Energy transition challenges," em *Conferência Internacional de Comunidades de Energia*, Lisboa, 2019.
- [60] European Federation of Renewable Energy Cooperatives, "REScoop.eu," 2018. [Online]. Available: <https://www.rescoop.eu/>. [Acedido em 22 11 2019].
- [61] Coopérnico, "Coopérnico," 2019. [Online]. Available: <https://www.coopernico.org/pt>. [Acedido em 22 12 2019].
- [62] Coopérnico, "Coopérnico," 3 5 2019. [Online]. Available: https://www.coopernico.org/system/post_translations/files/000/000/277/original/20190503_Coop%C3%A9rnico_Produ%C3%A7%C3%A3o.pdf?1556888706. [Acedido em 22 11 2019].
- [63] GoParity, "GoParity," 2016. [Online]. Available: <https://goparity.com/pt-pt/faqs-question/About%20GoParity/1>. [Acedido em 11 12 2019].
- [64] D. Nunes, "Dinheiro Vivo," 8 7 2018. [Online]. Available: <https://www.dinheirovivo.pt/fazedores/go-parity/>. [Acedido em 11 12 2019].
- [65] GoParity, "GoParity," 2016. [Online]. Available: <https://goparity.com/pt-pt/faqs-question/About%20GoParity/3>. [Acedido em 11 12 19].
- [66] Ambiente Magazine, "Ambiente Magazine," 9 12 2018. [Online]. Available: <https://www.ambientemagazine.com/ceramica-pegoes-e-goparity-juntas-no-maior-prejeto-de-crowdfunding-em-portugal/>. [Acedido em 11 12 2019].
- [67] GoParity, "GoParity," [Online]. Available: <https://goparity.com/pt-pt/open-projects/3>. [Acedido em 11 12 2019].
- [68] EDP, "EDP," 19 12 2019. [Online]. Available: https://www.edp.pt/media/1695678/solar_edpc_20191219.pdf. [Acedido em 27 12 2019].
- [69] EDP, "EDP," 2019. [Online]. Available: <https://www.edp.pt/particulares/servicos/energia-solar/baterias/>. [Acedido em 27 12 2019].
- [70] EDP, "EDP," 2019. [Online]. Available: <https://www.edp.pt/particulares/servicos/redy/>. [Acedido em 27 12 2019].
- [71] EDP, "EDP," [Online]. Available: https://www.edp.pt/media/1694848/regulamento_acao_solar-

- social.pdf. [Acedido em 27 12 2019].
- [72] Solar Outreach Partnership (SolarOPs), “SolSmart,” [Online]. Available: https://www.solsmart.org/media/ICMA_GuidetoImplementingSolarPVforLocalGovernments.pdf. [Acedido em 22 11 2019].
- [73] Agência Portuguesa do Ambiente (APA), “Agência Portuguesa do Ambiente (APA),” [Online]. Available: <http://siaia.apambiente.pt/default.aspx>. [Acedido em 15 3 2020].
- [74] Presidência do Conselho de Ministros, “Diário da República Eletrónico,” 25 10 2019. [Online]. Available: <https://dre.pt/application/conteudo/125692189>. [Acedido em 26 11 2019].
- [75] R. d. Almeida, “João Galamba,” 2019. [Online]. Available: <https://twitter.com/Joaogalamba/status/1198206871175344128/photo/1>. [Acedido em 23 11 2019].
- [76] J. Matos, “Inegi Driving science & Innovation,” 18 12 2019. [Online]. Available: <https://servicos.inegi.up.pt/pt/artigos/os-kwh-de-eletricidade-nao-sao-todos-iguais/>. [Acedido em 19 12 2019].
- [77] B. Silva, “Comunidades de energia e autoconsumo energético avançam já em 2020, diz Governo.,” *Dinheiro Vivo*, 25 10 2019.
- [78] Assembleia Municipal do Cartaxo, “Município do Cartaxo,” 4 12 2019. [Online]. Available: <https://www.cm-cartaxo.pt/Mun/AssembleiaMunicipal/Sesoes/ListagemDocumentos/Minuta%20Ata%207-.pdf>. [Acedido em 6 1 2020].
- [79] Câmara Municipal do Cartaxo, “Município do Cartaxo,” 6 1 2020. [Online]. Available: <https://www.cm-cartaxo.pt/Mun/CMunicipal/RCamara/Ordens%20de%20Trabalho/01062020-ordemdiacm.pdf>. [Acedido em 6 1 2020].
- [80] Município do Cartaxo, 2 2018. [Online]. Available: https://www.cm-cartaxo.pt/Gerir/gestao-territorial/Documents/REOT_cartaxo-2017.pdf. [Acedido em 26 12 2019].
- [81] CCDRLVT, “CCDRLVT,” 4 4 2019. [Online]. Available: <http://www.ccdr-lvt.pt/pt/a-regiao/7279.htm>. [Acedido em 26 12 2019].
- [82] INE;PORDATA, “PORDATA,” 14 06 2019. [Online]. Available: <https://www.pordata.pt/Municipios/Popula%C3%A7%C3%A3o+residente++estimativas+a+31+de+Dezembro-120>. [Acedido em 26 12 2019].
- [83] Câmara Municipal do Cartaxo, “Câmara Municipal do Cartaxo,” [Online]. Available: <http://websig.cm-cartaxo.pt/websig/v5/portal2/public/index.php?par=cartaxo&module=>. [Acedido em 11 1 2020].
- [84] University of Southern California, “USC Libraries,” 16 12 2019. [Online]. Available: <https://libguides.usc.edu/writingguide/quantitative>. [Acedido em 7 1 2020].
- [85] DGEG, “Diário da República Eletrónico (DRE),” 2013 12 3. [Online]. Available: <https://dre.pt/application/conteudo/2975217>. [Acedido em 29 Fevereiro 2020].

- [86] DGEG, “Leilões de Capacidade Renovável em Portugal,” 2019 8 7. [Online]. Available: <https://leiloes-renovaveis.gov.pt/>. [Acedido em 3 3 2020].
- [87] Município do Cartaxo, “Câmara Municipal do Cartaxo,” 24 4 2019. [Online]. Available: https://www.cm-cartaxo.pt/Gerir/DocumentosGestao/Documents/2019/orcamento_2020.pdf. [Acedido em 8 3 2020].
- [88] European Investment Bank, “European Investment Bank,” [Online]. Available: <https://www.eib.org/en/projects/index.htm>. [Acedido em 28 2 2020].