



Sistema de iluminação para uma ciclovia recorrendo a energias renováveis

EDUARDO FREDERICO VARELA GONÇALVES

novembro de 2018

SISTEMA DE ILUMINAÇÃO PARA UMA CICLOVIA RECORRENDO A ENERGIAS RENOVÁVEIS

EDUARDO FREDERICO VARELA GONÇALVES



Departamento de Engenharia Eletrotécnica
Mestrado em Engenharia Eletrotécnica – Sistemas Elétricos de Energia

2018

Relatório elaborado para satisfação parcial dos requisitos da Unidade Curricular de DSEE -
Dissertação do Mestrado em Engenharia Eletrotécnica – Sistemas Elétricos de Energia

Candidato: Eduardo Frederico Varela Gonçalves, Nº 1151520, 1151520@isep.ipp.pt

Orientação científica: Professor Doutor Fernando Maurício Teixeira de Sousa Dias,
fmd@isep.ipp.pt

Empresa: Avegac Instalação de Gás e Climatização LDA

Supervisão: Eng.º Alcides Vieira, alcidesvieira@avegac.pt



Departamento de Engenharia Eletrotécnica
Mestrado em Engenharia Eletrotécnica – Sistemas Elétricos de Energia

2018

A alguém que esteja onde estiver me orienta...

Agradecimentos

A realização desta dissertação contou com importantes apoios e incentivos sem os quais não se teria tornado uma realidade e aos quais estou grato.

Ao Professor Doutor Fernando Maurício Teixeira de Sousa Dias, pela sua disponibilidade e orientação, pelo conhecimento que partilhou, assim como as suas opiniões, críticas e colaboração para resolução de dúvidas e problemas que foram surgindo ao longo da realização desta dissertação.

Aos engenheiros eletrotécnicos das empresas que forneceram orçamentos, pela colaboração, sem eles não seria possível a realização deste trabalho.

À engenheira Ariana por facilitar as plantas do troço que estudamos, pois, a sua contribuição foi fundamental para a realização desta dissertação.

Aos meus colegas Pedro e Rui pelo companheirismo durante os dois anos de metrados e, em especial, nesta fase de elaboração da dissertação por toda a disponibilidade e apoio.

Resumo

No presente trabalho é feita uma descrição e análise dos componentes principais que constituem os sistemas fotovoltaicos e os sistemas eólicos, assim como a descrição das cicloviárias, ecovias e ecopistas do concelho de Caminha.

O principal objetivo da presente dissertação prendesse com a necessidade de avaliar a viabilidade da implementação de um sistema de iluminação de uma ecovia com recurso às energias renováveis, nomeadamente eólica e fotovoltaica.

O recurso a energias renováveis, como alternativa ao consumo de energias fósseis, tem sido cada vez mais procurada de modo a reduzirmos a nossa pegada ecológica numa sociedade em que a produção de resíduos poluentes é elevada. Deste modo, nesta dissertação seguindo uma ideologia amiga do ambiente estudei uma alternativa ecológica para iluminação pública.

Procuramos diversos orçamentos para posteriormente calcular a rentabilidade deste projeto que nos propusemos a estudar. Após análise, concluímos que o mesmo é vantajoso a nível ambiental, no entanto, devido aos elevados custos de instalação, não será a nível económico.

Palavras-Chave

Energia Eólica, Energia Fotovoltaica, Ecovia, Sistema de Iluminação, Sistema Isolado.

Abstract

In this document we describe and analyze the main components of photovoltaic and wind energy systems as well as we do the description of the bicycle paths, greenways and ecotracks of Caminha's county.

The main goal of this present dissertation is to evaluate the feasibility of the implementation of lighting systems working on renewable energy such as wind and photovoltaic energy on a specific ecotrack.

The use of renewable energy as an alternative to the consumption of fossil fuels has been increasingly sought in order to reduce our ecological footprint in a society where pollutant waste production is high. Thus, in this dissertation following an ideology friendly to the environment I studied an ecological alternative for public lighting.

We asked for several quotations to allow us to calculate the feasibility of this project that we proposed ourselves to study. After reviewing all the data we have got to the conclusion that despite being gainful on an environmental point of view it is not economically viable due to high installation costs.

Keywords:

Wind energy, photovoltaic energy, ecotrack, lightning system; isolated system.

Índice

AGRADECIMENTOS	I
RESUMO	III
ABSTRACT	V
ÍNDICE	VII
ÍNDICE DE FIGURAS	IX
ÍNDICE DE TABELAS	XI
ÍNDICE DE IMAGENS	XII
SIGLAS E ACRÓNIMOS	1
1. INTRODUÇÃO	2
1.1.CONTEXTUALIZAÇÃO.....	2
1.2.OBJETIVOS	2
1.3.ESTRUTURA DO DISSERTAÇÃO	3
2.1.ENERGIA EÓLICA.....	6
2.2.ENERGIA FOTOVOLTAICA.....	8
3.1.DEFINIÇÃO DE CONCEITOS DE CICLOVIA, ECOPISTA E ECOVIA	11
3.2.DESENVOLVIMENTO HISTÓRICO DA ECOVIAS	27
3.3.ENQUADRAMENTO LEGISLATIVO DAS ECOVIAS	27
4. ILUMINAÇÃO DAS CICLOVIAS	30
4.1.TIPO DE LUMINÁRIAS	30
4.2.CARACTERÍSTICAS DAS LUMINÁRIAS.....	31
4.3.CLASSE DE ILUMINAÇÃO.....	36
4.4.ENQUADRAMENTO LEGISLATIVO DO CONSUMO DE ENERGIA	38
5. METODOLOGIAS	40
5.1.FONTES ENERGÉTICAS.....	40
5.2.EQUIPAMENTO	50
5.3.IMPLEMENTAÇÃO DO EQUIPAMENTO.....	55
5.4.MEDIÇÕES DE EFICIÊNCIA ENERGIA FOTOVOLTAICA – SISTEMA ISOLADO	56
5.5.MEDIÇÕES DE EFICIÊNCIA ENERGIA EÓLICA E FOTOVOLTAICA – SISTEMA HÍBRIDO	64
6. ANÁLISE FINANCEIRA	65

7. CONCLUSÃO.....	68
8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	70
ANEXOS.....	73
ANEXO A. - FICHA TÉCNICA DA BATERIA SUN POWER VRL SÉRIE OPZV, DA MARCA HOPPECKE	74
ANEXO B. – FICHA TÉCNICA DO PAINEL FOTOVOLTAICO SUNMODULE PLUS SW 280 MONO, DA MARCA SOLARWORLD.....	78
ANEXO C. - FICHA TÉCNICA DO AEROGERADOR MODELO SW350 SILENT POWER, DA MARCA SUPERWIND	83
ANEXO D. – ORÇAMENTO PARA SISTEMA HÍBRIDO PARA ILUMINAÇÃO DA ECOVIA DO RIO ÂNCORA	87
ANEXO E. – TABELA DOS DISJUNTORES	91
ANEXO F. – TABELA 52 – C30 DO RTIEBT.....	93
ANEXO G. – FICHA TÉCNICA OUTBACK.....	95
ANEXO H. – ESTUDO ECONÓMICO DE UMA INSTALAÇÃO DE MICROGERAÇÃO.....	99

Índice de Figuras

Figura 1 - Relevância Mundial do setor das Energias Renováveis [30]	5
Figura 2 – Mapa de percursos cicláveis	13
Figura 3 - Passadiço betuminoso	25
Figura 4 - Passadiço de madeira	25
Figura 5 – Vetores de intensidade luminosa	32
Figura 6 – Esquema representativo da iluminância	32
Figura 7 – Luminância	33
Figura 8 – Área aparente	33
Figura 9 - Ângulos de Zénite Solar θ_z , Altitude Solar α_s e Azimute Solar γ_s [15]	41
Figura 10 - Percurso de luz solar através da atmosfera [17]	41
Figura 11 - Posição do painel solar em Portugal	42
Figura 12 - Variação de inclinação dos painéis solares ao longo do ano [18]	42
Figura 13 – Sistema fotovoltaico ligação em paralelo	44
Figura 14 – Sistema fotovoltaico ligação em série	44
Figura 15 – Sistema Isolado [20]	45
Figura 16 -Sistema ligado à rede [20]	45
Figura 17 – Sistema híbrido [20]	46
Figura 18 - Sistema isolado	47

Figura 19 – Sistema híbrido	48
Figura 20 – Sistema de injeção à rede de distribuição	48
Figura 21 – Aerogerador de pequena dimensão	49
Figura 22 - Luminária Schröder Piano Mini	51
Figura 23 - Esquema da distribuição fotométrica	51
Figura 24 – Diagrama Polar / Cartesiano da distribuição fotométrica	51
Figura 25 – Esquema do sistema isolado com energia fotovoltaica	60
Figura 26 – Representação dos recursos eólicos a 50 metros do solo na Europa [28]	64

Índice de Tabelas

Tabela 1 - Dados característicos do sol [9]	9
Tabela 2 – Sinalética utilizada ciclovias, ecovias e ecopistas	12
Tabela 3 – Informação da Ciclovias do Percurso do Caminho das Camboas	15
Tabela 4 – Informação da Ciclovias do Percurso da Praia da Foz do Rio Minho	16
Tabela 5 – Informação da Ecovias do Percurso do Caminho do Sargaceiro	18
Tabela 6 – Informação da Ciclovias da Foz do Rio Âncora	19
Tabela 7 – Informação da Ecovias de Cristelo	20
Tabela 8 – Informação da Ecovias Moledo – Vila Praia de Âncora	21
Tabela 9 – Ciclovias do Percurso do Caminho do Rio Minho	23
Tabela 10 – Informação da Ecovias do Percurso das Camboas à Capela de Santo Isidoro	24
Tabela 11 – Informação da Ecovias do Rio Âncora	26
Tabela 12 – Índice de proteção (1º dígito)	34
Tabela 13 - Índice de proteção (2º dígito)	35
Tabela 14 - Determinação dos índices das classes de iluminação M,C e P [13]	37
Tabela 15 - Requisitos fotométricos para as classes de baixa velocidade [13]	38
Tabela 16 – Comparação de modelos de luminárias	50
Tabela 17 – Comparação de modelos de painéis solares	53
Tabela 18 - Comparação de modelos de Aerogeradores de pequena dimensão	54
Tabela 19 – Dados relativos ao vento e à radiação solar em Âncora [27]	64

Índice de Imagens

Imagem 1 - Percorso da Caminho das Camboas	14
Imagem 2 - Percorso da Foz do Rio Minho	15
Imagem 3 - Estacionamento para bicicletas no percurso da Foz do Rio Minho	16
Imagem 4 - Vista do percurso do Caminho do Sargaceiro	17
Imagem 5 - Percorso da ciclovia da Foz do Rio Âncora, marginal marítima	19
Imagem 6 - Percorso da ciclovia da Foz do Rio Âncora, marginal ribeirinha	19
Imagem 7 - Ecovia de Cristelo	20
Imagem 8 – Ecovia de Moledo a Vila Praia de Âncora	21
Imagem 9 – Ciclovia do Percorso do Caminho do Rio Minho: troço de Seixas	22
Imagem 10 – Ciclovia do Percorso do Caminho do Rio Minho: troço de Lanhelas	22
Imagem 11 – Representação do traçado da ecovia do Rio Âncora	25
Imagem 12 – Ecovia do Rio Âncora: fase de construção	26
Imagem 13 – Ecovia do Rio Âncora: ponte em fase de construção	26
Imagem 14 – Bateria Sun Power VRL série OPzV, da marca HOPPECKE	52

Siglas e acrónimos

A – Área

CA – Corrente alternada

CC – Corrente continua

CIE – Comissão Internacional de Iluminação

E – Iluminância

EDP – Eletricidade de Portugal

EN – Normas Internacionais

EU – União Europeia

DL – decreto de lei

DR – Declaração de Retificação

I – Intensidade Luminosa

IMTT – Instituto da Mobilidade e Transportes Terrestres

IP – Índice de Proteção

IP Património– Infraestruturas de Portugal Património

L - Luminância

RESP – Rede de Energia de Serviço Público

RTIEBT- Regulamento Técnico de Instalações Elétricas em Baixa Tensão

TIR – Taxa Interna de Rentabilidade

VAL – Valor Atual Líquido

1. INTRODUÇÃO

Esta dissertação surgiu no âmbito do mestrado em Engenharia Eletrotécnica Sistemas Elétricos de Energia, com o objetivo de relacionar duas temáticas atualmente bastante faladas que são: as ciclovias, ecopistas e ecovias e as energias renováveis como fonte de energia.

1.1. CONTEXTUALIZAÇÃO

As ciclovias, ecopistas e ecovias são conceitos atualmente em voga, tal como, apesar de já há mais anos, as energias renováveis. Deste modo, juntaram-se estas temáticas na elaboração da dissertação, surgindo o relacionamento entre a temática das energias renováveis associada à iluminação deste tipo de vias.

Em Portugal o número deste tipo de vias tem vindo a aumentar devido à boa aceitação e adesão por parte da população na sua utilização, justificando o investimento que estas implicam. Uma vez que muitas se situam em locais redundantes ao centro das localidades a ausência de iluminação é uma questão importante a ter em consideração de modo a promover condições para que estas possam ser utilizadas a qualquer hora do dia com segurança. Deste modo, é importante a iluminação da via, mas seria positivo se fosse possível que a mesma resultasse da utilização de uma fonte renovável, uma vez que o princípio das mesmas é o respeito e usufruto da natureza e, também, uma vez que apresentaria um custo apenas de manutenção, assim permitiria assegurar que não haveria corte da mesma devido a medidas de contensão em épocas de diminuição de afluência de utilizadores.

1.2. OBJETIVOS

Este projeto tem como objetivo estudar a viabilidade da iluminação de uma ciclovia recorrendo a fontes de energias renováveis, nomeadamente eólica e fotovoltaica. Desta forma estão descritos todos os passos a ter em conta para projetar todos os constituintes do projeto de modo preciso, utilizando um caso concreto para o troço da ecovia do concelho de

Caminha, em Vila Praia de Âncora e Âncora. Neste estudo foram avaliadas as características do local em que pretendia instalar as luminárias, recolhendo aos dados do comprimento do troço, da largura da via, do vento e da energia solar para conseguir seleccionar o tipo de luminária mais adequada e o número de unidades necessárias tendo em conta a distância a que seriam colocadas para iluminarem de modo eficaz, mas sem desperdício de energia.

Relativamente ao tipo de luminária foi feito uma recolha de dados sobre o que atualmente é utilizado nestas vias do concelho de caminha e quais as ofertas que existem utilizando fontes de energia renovável de origem fotovoltaica e/ou eólica. Posteriormente, de forma a seleccionar as luminárias que mais se adequavam as necessidades do troço em estudo, foi avaliado o consumo e a eficácia das alternativas que foram apresentadas pelas diversas empresas a que se pediu cotação.

Quanto aos painéis solares, assim como os mini-aerogeradores, foi feita uma pesquisa com o objetivo de seleccionar os modelos que possuem as características mais adequadas para as particularidades pretendidas neste projeto.

Após esta análise de mercado foram seleccionados os equipamentos com características que pareciam mais adequadas para o projeto e foram dimensionadas todas as cablagens e potências adequadas ao funcionamento deste tipo de equipamentos no troço em estudo. Foi necessário estudar um sistema de armazenamento da energia através de baterias para que durante o período noturno se possa alimentar as luminárias e, quando houvesse excedente de energia, esta pudesse ser utilizadas para carregar veículos elétricos em postos que estariam implementados estrategicamente nestas vias, esta particularidade deste projeto surgiu pelo facto de muitos utilizadores se deslocarem até à ciclovia de automóvel e no tempo em que usufruem da mesma poderão aproveitar para carregar as baterias do seu veículo eléctrico. Para terminar a fase de estudo foi necessário examinar a viabilidade económica da implementação da luminária seleccionada no troço em estudo para, em caso de ser viável, proceder à fase de implementação.

1.3. ESTRUTURA DO DISSERTAÇÃO

Esta dissertação está estruturada em seis capítulos com o objetivo de clarificar o conteúdo a apresentar. Depois do presente capítulo de introdução, surge o enquadramento e os objetivos da dissertação, no segundo capítulo consiste numa introdução teórica sobre a

energias renováveis, mais concretamente as duas que serão utilizadas para fonte energética das luminárias, sendo elas, energia eólica e fotovoltaica. No terceiro capítulo são descritas as características das ciclovias, ecopistas e ecovias e uma breve caracterização de cada troço deste tipo de vias presentes no concelho de Caminha. Seguidamente no quarto capítulo é abordada a temática das luminárias fazendo uma análise ao que existe no mercado e o seu tipo de fonte energética. No penúltimo capítulo, o quinto, são eumeradas as metodologias, ou seja, a descrição e caracterização da luminária selecionada, bem como da bateria, do painel fotovoltaico, do mini-aerogerador, do carregador de veículos elétricos e da ligação à rede de iluminação pública para depois fazer uma explicação sobre a implementação do equipamento e expor as medições de eficiência do sistema isolado e do sistema híbrido. No último o capítulo, o sexto, é realizada uma análise e discussão dos resultados obtidos.

2. ENERGIA RENOVÁVEL

As energias renováveis são extremamente importantes no contexto energético atual, e poderão ser ainda mais, se bem exploradas. O investimento em equipamentos desta área tem vindo a aumentar devido à onda de sustentabilidade que existe no mundo uma vez que estas energias são vistas como amigas do ambiente, por não poluírem a atmosfera com gases efeito de estufa [1].

Relativamente ao investimento inicial, aponta-se para que mantenha a tendência decrescente, tal como se tem vindo a verificar nos últimos anos, devido ao aumento da variabilidade de oferta.

Na figura seguinte, apresenta-se esquematicamente a relevância mundial das energias renováveis. Demonstra-se que a Europa e a Ásia apresentam os valores mais elevados, relativamente ao consumo energias renováveis, sendo que em África e no Médio Oriente apresentam valores residuais [2].

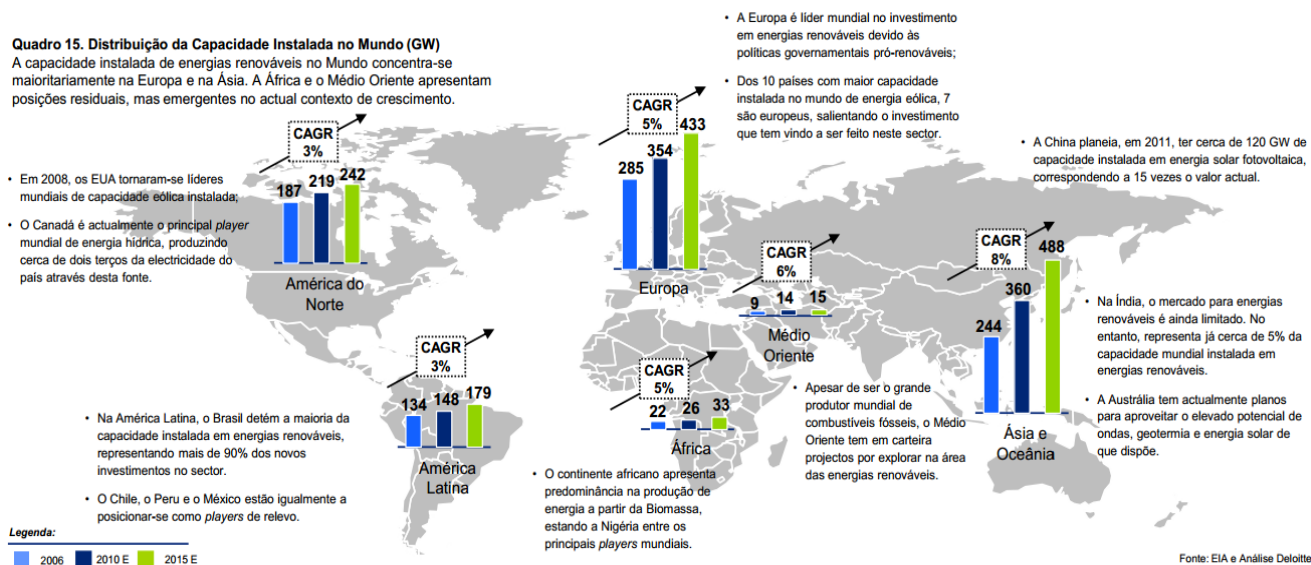


Figura 1 - Relevância Mundial do setor das Energias Renováveis [30]

São fontes de energias renováveis a água da chuva, o vento, a biomassa, o sol, as ondas e o calor da Terra. Estas fontes evitam que se importem combustíveis fósseis, como o carvão e gás natural, para gerar eletricidade, poupando dinheiro e evitando a emissão de gases com efeito de estufa. Os principais produtores de energia hídrica são Canadá, Estados Unidos, Brasil e Rússia; de energia eólica são novamente os Estados Unidos, Alemanha e Espanha; de biomassa são Índia, Nigéria, Brasil e Indonésia; de biogás são os Estados Unidos, Reino Unido e Alemanha; de energia solar fotovoltaica são Alemanha, Japão, Estados Unidos e Espanha; de energia Geotérmica são os Estados Unidos, Filipinas e Indonésia; da energia das ondas são Espanha, Portugal, Irlanda, Grã-Bretanha e Países Escandinavos [2].

2.1. ENERGIA EÓLICA

A energia eólica é talvez a segunda fonte de energia renovável mais abundante, limpa e disponível em todos os lugares. Esta utiliza a energia cinética do vento para a transformar em energia elétrica. A energia cinética pode manifestar-se através da transmissão de um movimento a um corpo, por exemplo, quando pedalamos numa bicicleta estamos a conferir energia cinética às rodas; outro exemplo, refere-se à energia hídrica e eólica, quando a água aciona as turbinas ou quando o vento faz girar um aerogerador [3].

Existem, basicamente, dois tipos de turbinas eólicas: as de sistema de eixo horizontal, que são as mais usuais, que consistem numa estrutura sólida elevada, tipo torre, com duas ou três pás aerodinâmicas que podem ser orientadas de acordo com a direção do vento; e as de sistema de eixo vertical que apresentam a vantagem de captarem vento de qualquer direção e são mais utilizadas em meios urbanos [4].

O mercado energético dá-nos indícios de que a energia eólica é uma das tecnologias mais ponderada e economicamente viável atualmente disponível, para nos fornecer energia no futuro.

Portugal apresenta um potencial eólico elevado, pois apresenta condições bastante favoráveis para a instalação de aerogeradores, mas que ainda não está a ser rentabilizado como deveria. As questões ambientais relacionadas com as alterações da paisagem, o ruído causado e alguma influência na avifauna, devido a instalação dos aerogeradores são uma grande desvantagem, mas por outro lado a falta de investimentos neste tipo de energia leva

a que diariamente se lancem para a atmosfera quantidades significativas de emissões de carbono [5].

2.1.1. DESENVOLVIMENTO HISTÓRICO

A energia eólica começou a ser aproveitada em meados do século V em terra, uma vez que, no mar já, aplicada à deslocação de barcos à vela, ajudou as civilizações ao nível do comércio e dos descobrimentos. No entanto, os primeiros moinhos de vento só surgiram nos séculos XII e XIII e eram utilizados para moagem de grão, bombeamento de água e operações de serração [6].

Posteriormente, do século XVI ao XIX, aquando do surgimento dos primeiros motores a vapor e de combustão, o vento desempenhou um papel fundamental no sistema industrial sendo uma das principais fontes de energia [6].

No início do século XX é quando surge a geração da eletricidade pelo vento, desde então os aerogeradores têm vindo a ser melhorados de modo a serem cada vez mais rentáveis. Os primeiros aerogeradores tinham a capacidade de fornecer em corrente continua até 1 quilowatt (kW) e atualmente existem aerogeradores a produzirem 8000 kW, como é o caso do aerogerador da marca VESTAS, modelo V-164 [6].

2.1.2. ORIGEM DO VENTO

Os ventos têm origem nas diferenças de pressão na superfície terrestre, derivadas ao facto de a radiação solar na superfície da terra ser maior nas zonas equatoriais do que nas zonas polares e, também, devido ao movimento de rotação da terra e às variações sazonais de distribuição de energia solar incidente. Deste modo, posso afirmar que a origem do vento é a radiação solar [7].

A 10 quilómetros da superfície da terra seria o local ideal para a instalação de aerogeradores uma vez que se verifica a presença dos ventos mais fortes, mais constantes e mais persistentes. No entanto, não é possível colocar aerogeradores a esta distância da superfície terrestre. Assim, a instalação destes apenas é possível a dezenas de metros de altura, onde o vento é afetado por forças de atrito e assim ocorre uma diminuição da sua velocidade comparativamente à distância anteriormente referida como a ideal, ainda assim

consegue-se registrar valores significativos para a rentabilidade da instalação dos aerogeradores [7].

2.2. ENERGIA FOTOVOLTAICA

A origem da vida e das outras formas de energia que existem na terra tem como principal fonte de energia, o Sol. Por outras palavras, tudo advém do sol e da radiação que ele emite podendo afirmar que esta é a energia mais abundante no nosso planeta.

Tendo o sol a característica importante de ser uma fonte de luz, também tem a particularidade de nos aquecer pois, a luz que o sol emite é a única fonte de calor do planeta Terra. Em última instância é possível afirmar que o sol é “responsável” por todas as outras fontes de energia, pois é a partir da energia do Sol que se dá a evaporação, origem do ciclo das águas, que possibilita represamento e a consequente geração de eletricidade (hidroeletricidade). A radiação solar também induz a circulação atmosférica em larga escala, causando os ventos.

2.2.1. DESENVOLVIMENTO HISTÓRICO

Em 1839, Edmond Becquerel relata o efeito fotovoltaico como a diferença de potencial produzida pela absorção da radiação nos extremos de uma estrutura constituída por material semicondutor [6].

Foram as empresas de telecomunicações que deram os primeiros passos e mostraram maior interesse em desenvolver tecnologias que possibilitassem alimentar cargas pontuais em locais remotos [6].

Depois de dados os primeiros passos surgem outros interessados em continuar as pesquisas e os desenvolvimentos da energia fotovoltaica sendo eles a indústria espacial. Este interesse especial advém necessidade energética permanente que apresentam, sendo esta alternativa a mais adequada, uma vez que apresenta um menor custo e peso, sendo a solução ideal para alimentar, por exemplo, os satélites em orbita.

Em 1973 a quando da crise energética mundial, verificou-se um aumento no interesse da aplicação da energia fotovoltaica na terra, no entanto para ser viável este tipo de investimento seria necessário reduzir significativamente o custo das células solares, tendo

como referência as únicas utilizadas até ao momento que eram as usadas no espaço. Para promover esta medida as empresas exploradoras de petróleo começaram a produzir energia a partir da energia solar, amplificando assim o seu leque de oportunidades [6].

A produção de células fotovoltaicas alcançou um fenómeno histórico em 1993, atingindo a marca de 60 MWp, sendo silício o elemento utilizado da construção das células fotovoltaicas e tem sido explorado de três formas distintas, sendo elas: monocristalino, policristalino e amorfo. Atualmente verifica-se uma pesquisa de materiais alternativos de forma a reduzir o volume e aumentar a flexibilidade das células, o silício amorfo enquadra-se nestes parâmetros. Estas células para além de utilizarem uma menor quantidade de material do que as de estrutura cristalina, possuem maior eficiência energética isto porque, necessitam de menor energia para se fabricarem [6] [8].

2.2.2. CARACTERÍSTICAS DA RADIAÇÃO SOLAR

O sol emite constantemente radiações a uma temperatura de aproximadamente 6000° K em cada segundo pode-se dizer que o sol gera a energia de aproximadamente $38 * 10^{25}$ Joules (J).

Tabela 1 - Dados característicos do sol [9]

Massa	$2.2 * 10^{27}$ ton.	334.000 vezes mais que a terra
Diâmetro	$14 * 10^5$ km	110 vezes mais que a terra
Distancia à terra	$15 * 10^7$ km	
Núcleo	Produz 90% energia e tem 320.000 km de diâmetro	
Formato da Radiação solar	7% Radiação ultravioleta	
	47% Radiação visível	
	46% Radiação infravermelhos	

Anualmente pode-se considerar que a superfície terrestre recebe $1.5 * 10^{18}$ kWh de energia proveniente do sol, valor que corresponde a 10 000 vezes toda a energia consumida para o mesmo período na terra.

Como se verificou anteriormente as energias renováveis já são utilizadas como fonte de energia à vários séculos, no entanto, ainda é possível explorar e desenvolver diversas potencialidades nesta área. Apesar disso a energia fotovoltaica e eólica são das mais exploradas e consecutivamente mais desenvolvidas nos dias de hoje.

3. CICLOVIA/ ECOPISTA/ ECOVIA

3.1. DEFINIÇÃO DE CONCEITOS DE CICLOVIA, ECOPISTA E ECOVIA

Uma ciclovia ou pista ciclável é espaço destinado especificamente para a circulação de pessoas utilizando bicicletas. Assim, define-se ciclovia como sendo uma via de comunicação terrestre de piso regular, destinada especificamente para a circulação de pessoas que se desloquem em velocípedes [9].

Outro tipo de via é a Ecopista que é a designação portuguesa atribuída aos percursos que utilizam antigos ramais ferroviários desativados tornando-os clicáveis. Estes situam-se em diversas regiões do território continental, promovendo uma rede nacional de passeios na natureza e, por vezes, em meio urbano. As Ecopistas são designadas como percursos na natureza, uma vez que os antigos ramais ferroviários percorrem, maioritariamente, zonas rurais ou naturais com interesse paisagístico, e o piso aplicado é permeável, sendo de terra batida ou saibro, para manter a característica de caminho rural. Por outro lado, os troços urbanos o pavimento pode ser impermeável (em asfalto ou betão) [10].

Um terceiro tipo de via é a Ecovia, que consiste numa infraestrutura destinada à circulação a pé ou em bicicleta e que tem como principal característica a ligação - tanto a nível local como regional – entre áreas de interesse ambiental.

Todas estas vias possuem no início e no fim a sinalização representada na seguinte tabela [9].

Tabela 2 – Sinalética utilizada ciclovias, ecovias e ecopistas

Início de ciclovias	
Fim de ciclovias	
Início de Ecovia ou Ecopista	
Fim de Ecovia ou Ecopista	

O Município de Caminha inaugurou a construção de este tipo de vias, em 2008, com a Ecovia do Atlântico, que estruturante pretende ligar, futuramente, toda a costa atlântica do Concelho através de vias de fácil mobilidade.

Ao longo dos anos tem se investido na contínua expansão da Ecovia Atlântica, a Câmara Municipal de Caminha inaugurou, recentemente, a Ciclovia de Vila Praia de Âncora e parte da Ecovia do Rio Minho, que no futuro ligará a Foz do rio até aos limites do Concelho, na Freguesia de Lanhelas, com uma extensão de cerca de 8 quilómetros.

Neste momento verifica-se que no concelho de Caminha existem 4 ecovias e 2 ciclovias como se verifica na figura seguinte. De salientar que se encontram em fase de construção mais 2 percursos, sendo um deles objeto de estudo desta dissertação.

Para além de oferecer novos percursos pedonais e cicláveis, estes percursos permitiram requalificar caminhos degradados e espaços do ponto de vista ambiental assim como preservar e valorizar locais de grande valor para a conservação da natureza e a biodiversidade.

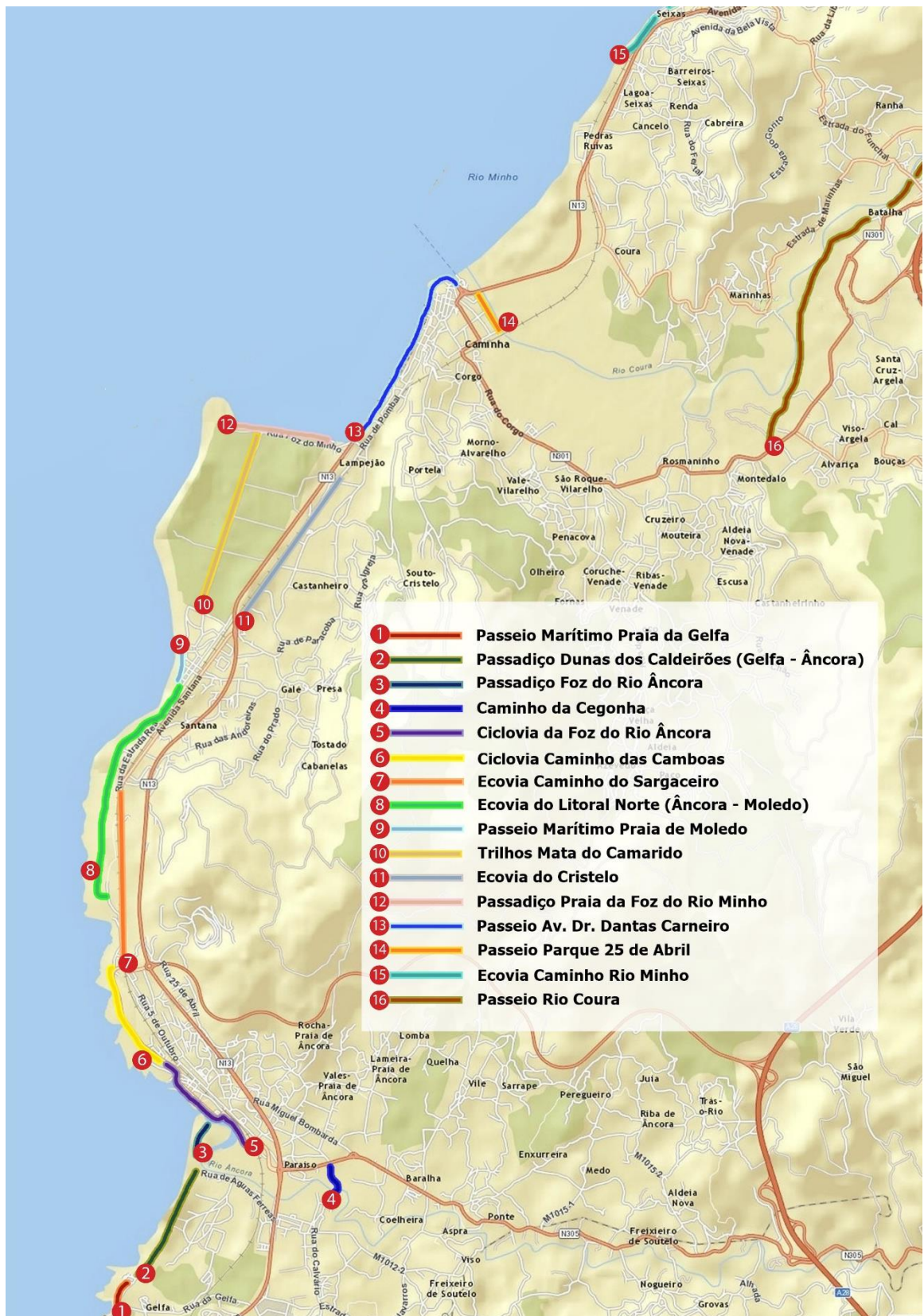


Figura 2 – Mapa de percursos cicláveis

No projeto da Ecovia do Atlântico ficou salvaguardada, num futuro próximo, a interligação dos diferentes Percursos e o prolongamento na sua plenitude, de Norte a Sul do Concelho. Todo o trajeto desta via é foco de atração turística pela diversidade paisagística e é um aliado da saúde em geral, convidando à prática desportiva e promovendo uma atitude mais ativa prevenindo o sedentarismo.

3.1.1. CICLOVIA: PERCURSO DO CAMINHO DAS CAMBOAS.

Este percurso foi inaugurado a 18 de agosto de 2008 e faz parte da ecovia do Atlântico. Os seus limites são o campo do Castelo e o viaduto sobre a linha do Minho no Lugar da Cruz Velha com uma extensão total de 779 metros. Este Percurso une-se, no Lugar da Cruz Velha, ao percurso do Caminho do Sargaceiro.



Imagem 1 - Percurso da Caminho das Camboas

Esta via apresenta um declive praticamente nulo e apresenta utilização exclusiva para bicicletas, uma vez que já existia um passeio para as pessoas andarem a pé. Ao longo da via existem áreas de estadia e lazer com parque de estacionamento para bicicletas e um bebedouro.

O traçado está identificado com sinalização Vertical e Horizontal e o seu piso é cor amarela. Está delimitado da via rodoviária pelo lancil do passeio e, do corredor de Peões, por um separador, de nível, em cimento.

Relativamente à iluminação, está é feita através da iluminação pública e em toda a extensão [9].

Tabela 3 – Informação da Ciclovía do Percorso do Caminho das Camboas

Percorso do Caminho das Camboas	
Extensão	779 metros
Declive	Aproximadamente nulo
Utilização	bicicletas
Iluminação	Iluminação pública em toda a extensão
Outras características	Áreas de estadia e lazer, um parque de estacionamento para bicicletas e um bebedouro
Potencial para implementar postos de abastecimento de carros elétricos	sim
Localização	Número 6 figura 2 página 12

3.1.2. CICLOVIA: PERCURSO DA PRAIA DA FOZ DO RIO MINHO.

Este percurso foi inaugurado a 21 de setembro de 2008 e faz parte da ecovia do Atlântico. Os seus limites são a Praia da Foz do Rio Minho e no lugar de Esteiró com uma extensão total de 937 metros. Este percurso une-se ao Percorso de Cristelo.



Imagem 2 - Percorso da Foz do Rio Minho

Esta via é praticamente plana e apresenta utilização para circulação a pé e de bicicletas. Ao longo da via existem áreas de estadia e lazer com parque de estacionamento para bicicletas.



Imagem 3 - Estacionamento para bicicletas no percurso da Foz do Rio Minho

O percurso é composto por um passadiço de madeira, com uma largura de 3 metros e com 6 acessos, desde a entrada, assim como existem bancos e bebedouros em diferentes pontos.

Relativamente à iluminação, ao longo de todo o percurso existem luminárias elétricas, que nem sempre se encontra ativas [9].

Tabela 4 – Informação da Ciclovía do Percurso da Praia da Foz do Rio Minho

Percurso da Praia da Foz do Rio Minho	
Extensão	937metros
Declive	Aproximadamente nulo
Utilização	Bicicletas e a pedonal
Iluminação	Luminárias elétricas
Outras características	Áreas de estadia e lazer, bancos, bebedouros, parque de estacionamento para bicicletas
Potencial para implementar postos de abastecimento de carros elétricos	Sim
Localização	Número 12 figura 2 página 12

3.1.3. ECOVIA: PERCURSO DO CAMINHO DO SARGACEIRO.

Este percurso foi inaugurado a 19 de outubro de 2008 e faz parte da ecovia do Atlântico. Um dos seus limites é na Avenida de Santana, em Moledo, e o outro é no Lugar da Cruz Velha, com uma extensão total de 1588 metros. Este Percurso une-se, a Norte, ao Percurso de Cristelo que será apresentado posteriormente e, a Sul, ao Percurso das Camboas [9].



Imagem 4 - Vista do percurso do Caminho do Sargaceiro

Esta via apresenta um declive praticamente nulo e é permitida a circulação a pé e de bicicleta.

O traçado está identificado com sinalização Vertical e Horizontal e o seu piso é cor amarela. Está delimitado da via rodoviária pelo lancil do passeio.

Quanto à iluminação, esta usufrui da iluminação pública e em toda a extensão.

Tabela 5 – Informação da Ecovia do Percurso do Caminho do Sargaceiro

Percurso do Caminho do Sargaceiro	
Extensão	1588metros
Declive	Aproximadamente nulo
Utilização	Bicicletas e pedonal
Iluminação	Iluminação pública em toda a extensão
Outras caraterísticas	
Potencial para implementar postos de abastecimento de carros elétricos	Sim
Localização	Número 7 figura 2 página 12

3.1.4. CICLOVIA DA FOZ DO RIO ÂNCORA.

A ciclovia da Foz do Rio Âncora entrou em funcionamento a 20 de setembro de 2009 e faz parte da ecovia do Atlântico. O percurso situa-se na Avenida Dr. Ramos Pereira, sendo aos seus limites junto ao portinho de Pesca de Vila Praia de Âncora e o outro junto ao viaduto sob a Linha do Minho, com uma extensão total de 802 metros. Este Percurso une-se, no portinho de Pesca de Vila Praia de Âncora, ao percurso do Caminho das Camboas [9].

Esta via é totalmente plana e enquanto parte do troço se desenvolve num corredor de uso exclusivo a bicicletas - na avenida marginal da Praia marítima, o segundo insere-se no novo Parque Ribeirinho de Vila Praia de Âncora (Parque Dr. Ramos Pereira) na foz do rio, partilhando a circulação com os peões.



Imagem 5 - Percurso da ciclovia da Foz do Rio Âncora, marginal marítima



Imagem 6 - Percurso da ciclovia da Foz do Rio Âncora, marginal ribeirinha

O traçado está identificado com sinalização vertical e o seu piso é cor amarela.

Relativamente à iluminação, esta é feita através da iluminação pública e em toda a extensão.

Tabela 6 – Informação da Ciclovia da Foz do Rio Âncora

Ciclovia da Foz do Rio Âncora	
Extensão	802 metros
Declive	Aproximadamente nulo
Utilização	Parte do troço é para bicicletas e o segundo insere-se no parque partilhando a circulação com os peões
Iluminação	Iluminação pública em toda a extensão
Outras características	Parque infantil e parque de merendas
Potencial para implementar postos de abastecimento de carros elétricos	não
Localização	Número 5 figura 2 página 12

3.1.5. ECOVIA: CRISTELO

A ecovia de Cristelo liga Caminha e Moledo, sendo uma das extremidades, a Norte, junto à passagem de nível de Cristelo e outra, a Sul, junto à capela das Alminhas, apresentando uma extensão de 1500 metros praticamente plana [9].

Este trajeto possui via para peões e para bicicletas e encontra-se devidamente sinalizado com sinalização vertical e horizontal, o seu piso é cor amarela e existe iluminação pública durante todo o percurso.



Imagem 7 - Ecovia de Cristelo

Tabela 7 – Informação da Ecovia de Cristelo

Ecovia de Cristelo	
Extensão	1500 metros
Declive	Aproximadamente nulo
Utilização	Bicicletas e pedonal
Iluminação	Iluminação pública em toda a extensão
Outras características	Parque de merendas
Potencial para implementar postos de abastecimento de carros elétricos	não
Localização	Número 11 figura 2 página 12

3.1.6. ECOVIA: DE MOLEDO A VILA PRAIA ÂNCORA (CAPELA DE SANTO ISIDORO)

Este percurso faz parte da ecovia Litoral Norte. Um dos seus limites é, a norte, a marginal Moledo, e, a sul, a capela de Santo Isidoro com uma extensão de 2180 metros.

Esta via apresenta um declive praticamente nulo e é permitida a circulação a pé e de bicicleta.

O traçado está identificado com sinalização Vertical e Horizontal e o seu piso é cor amarela.

Quanto à iluminação, esta não usufrui da iluminação em toda a extensão.



Imagem 8 – Ecovia de Moledo a Vila Praia de Âncora

Tabela 8 – Informação da Ecovia Moledo – Vila Praia de Âncora

Ecovia de Moledo a Vila Praia de Âncora	
Extensão	2180 metros
Declive	Aproximadamente nulo
Utilização	Bicicletas e pedonal
Iluminação	Sem iluminação
Outras características	
Potencial para implementar postos de abastecimento de carros elétricos	Sim
Localização	Número 8 figura 2 página 12

3.1.7. CICLOVIA: PERCURSO DO CAMINHO DO RIO MINHO

Este percurso entrou em funcionamento em 2016 e é constituído por dois troços, sendo eles:

- troço situado em Seixas, com uma distancia total de 2095 metros, com início no extremo Sul do Cais de São Bento estendendo-se até norte da estação de caminho de ferro da freguesia de Lanhelas;

- troço situado em Lanhelas, com uma distância de 1700 metros, desenvolve-se ao longo margem do rio Minho do cais de Lanhelas até ao limite do concelho de Caminha. Este troço no futuro próximo unir-se-á à Ecovia do concelho de Vila Nova de Cerveira.



Imagem 9 – Ciclovia do Percurso do Caminho do Rio Minho: troço de Seixas



Imagem 10 – Ciclovia do Percurso do Caminho do Rio Minho: troço de Lanhelas

Esta via apresenta um declive praticamente nulo e é permitida a circulação a pé e de bicicleta.

O traçado está identificado com sinalização Vertical e Horizontal e o seu piso é de cor vermelha. O percurso apresenta diferentes tipos de delimitações, ou seja, esta é feita por um lancil, por um separador de nível em cimento ou por mecos de madeira [11].

Relativamente à iluminação, este percurso não se encontra iluminado na sua totalidade e quando esta se verifica é realizada pela iluminação pública.

Tabela 9 – Ciclovia do Percurso do Caminho do Rio Minho

Percurso do Caminho do Rio Minho	
Extensão	2095 metros + 1700 metros
Declive	Aproximadamente nulo
Utilização	Bicicletas e pedonal
Iluminação	Sem iluminação em toda a extensão e a que existe é iluminação pública
Outras características	Parque infantil, zonas de embarcação
Potencial para implementar postos de abastecimento de carros elétricos	Sim
Localização	Número 15 figura 2 página 12

3.1.8. ECOVIA LITORAL NORTE: PERCURSO DAS CAMBOAS À CAPELA DE SANTO ISIDORO

Este percurso encontra-se em fase de conclusão, apresentando um percurso de aproximadamente 670 metros unindo o percurso das Camboas ao de Modelo-Vila Praia de Âncora (capela de Santo Isidoro). Destina-se à circulação a pé e de bicicletas e o seu declive é praticamente nulo.

O piso deste percurso é cor amarela e está delimitado da via rodoviária pelo lancil do passeio e existe iluminação pública durante todo o percurso.

Tabela 10 – Informação da Ecovia do Percurso das Camboas à Capela de Santo Isidoro

Percurso do Caminho das Camboas à Capela de Santo Isidoro	
Extensão	670 metros
Declive	Aproximadamente nulo
Utilização	Bicicletas e pedonal
Iluminação	Iluminação pública em toda a extensão
Outras características	Capela de Santo Isidoro, Caminho de Santiago
Potencial para implementar postos de abastecimento de carros elétricos	Sim
Localização	Não está representada na figura 2 página 12, mas une o percurso número 8 ao número 6 da mesma

3.1.9. ECOVIA DO RIO ÂNCORA

Este percurso encontra-se em fase de construção, sendo que atualmente não tem nenhum troço transitável. No entanto, destinar-se-á à circulação a pé e de bicicleta. Este percurso possuirá um troço de 786 metros (m) com 2,5m de largura composta por dois tipos de pisos:

- piso permeável em aproximadamente 150m, no troço dos zero aos 11m e dos 523 aos 665 m, que acompanhará a cota do terreno existente sendo a segunda parte, neste material para permitir o acesso às moradias existentes;

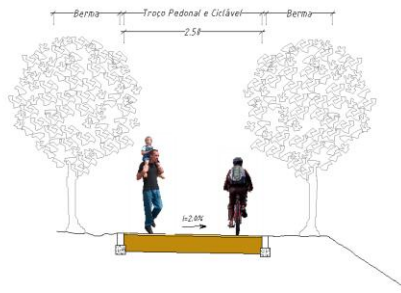


Figura 3 - Passadiço betuminoso

- passadiço de madeira, nos troços dos 11 aos 455m e dos 665 aos 786m sobrelevado em relação ao terreno atual por se encontrar numa zona alagável, dos 455 aos 499m será construída uma passagem pedonal sobre o Rio Âncora.

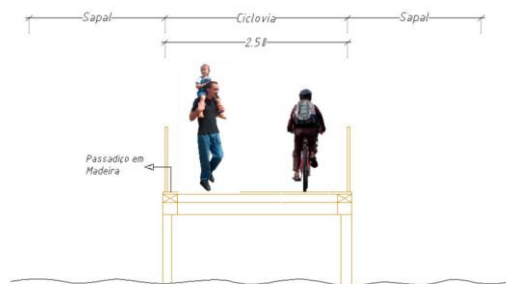


Figura 4 - Passadiço de madeira

Relativamente à iluminação deste percurso, uma vez que não se encontra definida na memória descritiva da obra, será o objeto de estudo desta dissertação.



Imagem 11 – Representação do traçado da ecovia do Rio Âncora

Tabela 11 – Informação da Ecovia do Rio Âncora

Ecovia do Rio Âncora	
Extensão	786 metros
Declive	Aproximadamente nulo
Utilização	Bicicletas e pedonal
Iluminação	Sem iluminação prevista
Outras características	Ponte sobre o Rio Âncora
Potencial para implementar postos de abastecimento de carros elétricos	Sim
Localização	Não está representada figura 2 página 12, mas é continuidade do percurso número 5



Imagem 12 – Ecovia do Rio Âncora: fase de construção



Imagem 13 – Ecovia do Rio Âncora: ponte em fase de construção

3.2. DESENVOLVIMENTO HISTÓRICO DA ECOVIAS

A primeira ciclovia surgiu em Paris, em 1862, quando os governantes definiram um espaço específico para as bicicletas circulares afastadas das carroças e das charretes. No entanto, a popularização das mesmas ocorreu, em meados de 1930, na Alemanha, durante um programa denominado *autobahns* e que tinha como objetivo retirar as bicicletas das vias da rede rodoviária para estas estarem mais disponíveis e assim promover o crescimento da indústria automobilística. Em 1970, estudos revelaram que na Irlanda, com o aumento da utilização das ciclovias os acidentes com ciclistas diminuíram para metade.

Em Portugal, este tipo de via ganhou maior impacto com a construção das ecopistas, que surgiram no âmbito Plano Nacional de Ecopistas em 2001. Este plano tinha e tem como objetivo a requalificação e reutilização das linhas ferroviárias que se encontravam inativas em algumas regiões do Norte, Centro e Alentejo. A entidade responsável pela elaboração dos estudos prévios de projetos e de arranjo paisagístico é a Infraestruturas de Portugal Património (IP Património), sendo a construção da mesma da responsabilidade dos municípios envolvidos.

O processo de desenvolvimento das Ecopistas levou à criação da Marca Nacional e Europeia “ECOPISTAS”, assim como promoveu a integração das Infraestruturas de Portugal como membro da Associação Europeia das Vias Verdes.

3.3. ENQUADRAMENTO LEGISLATIVO DAS ECOVIAS

A aposta em meios de transporte não poluentes para percursos de curta distância tem sido notória principalmente na Europa, nos países mais desenvolvidos, onde está incluído Portugal.

Portugal acompanha esta tendência por via da transposição de Diretivas comunitárias para a ordem jurídica nacional. A aposta mais clara e evidente surge em legislação na área de atividade parlamentar através da Resolução da Assembleia da República n.º3/2009, de 5 de fevereiro, com vista à criação de um “Plano Nacional de promoção da bicicleta e outros modos de transporte suaves” que deveria ter como um dos objetivos “o estabelecimento de metas verificáveis como a de aumentar a percentagem de ciclistas em circulação em 2012”. Em simultâneo, a Resolução da Assembleia da República n.º4/2009, de 5 de fevereiro,

“Recomenda ao Governo a promoção de redes de modos suaves a integrar nos planos de mobilidade urbana, no âmbito do Decreto-Lei n.º 380/99, de 22 de Setembro, e da Lei de Bases do Sistema de Transportes Terrestres, aprovada pela Lei n.º 10/90, de 17 de Março”, “(...) no sentido de criar um quadro regulador dos planos de mobilidade dos municípios que complete as redes de modos suaves de transporte”. Posteriormente, a Resolução da Assembleia da República n.º 14/2012, de 9 de fevereiro, “Recomenda ao Governo a promoção da mobilidade sustentável com recurso aos modos suaves de transporte, nomeadamente através de medidas práticas que garantam efetivas condições de circulação aos seus utilizadores e o reforço da sua segurança”, no sentido de que:

“1 — Reconheça a importância dos modos de transporte suave no contexto da mobilidade urbana e o seu contributo para a promoção da saúde e do bem-estar dos cidadãos.

2 — Na revisão em curso do Código da Estrada (Decreto-Lei n.º 44/2005, de 23 de fevereiro) seja consagrada:

a) A utilização do uso da bicicleta na rede viária (...), e a necessidade de acautelar a segurança dos seus utilizadores, atenta a sua maior vulnerabilidade enquanto utilizadores da via pública;

b) A introdução de regras claras para garantir mais condições de segurança para os utilizadores da mobilidade suave na rede viária, (...), de entre as quais se destaca, “O atravessamento de vias de trânsito por pistas dedicadas a velocípedes, de modo similar às passadeiras para peões;

3 — Proceda à salvaguarda da componente de mobilidade sustentável (em especial os modos suaves — bicicleta e pedonal) nos instrumentos de ordenamento do território, planeamento urbano e viário em colaboração com as 6 autarquias, assim como na definição das políticas energéticas e ambientais, prevendo soluções facilitadoras do uso dos modos suaves de transporte.

4 — Reconheça a necessidade de promover uma maior adaptação dos edifícios e do espaço públicos, de forma a potenciar a utilização de meios de transporte alternativo, nomeadamente da bicicleta.

5 — Tenha em consideração, reformulando onde necessário, o Manual de Boas Práticas para uma Mobilidade Sustentável, desenvolvido pela Agência Portuguesa do Ambiente e pelo Instituto da Mobilidade e dos Transportes Terrestres, como ferramenta para a definição de políticas de mobilidade sustentável, em especial no que respeita aos modos suaves de transporte”.

Em meados de 2012, o Decreto-Lei n.º 138/2012, de 5 de julho, realiza alterações ao Código da Estrada e aprova o novo Regulamento da Habilitação Legal para Conduzir, transpondo parcialmente para a ordem jurídica portuguesa a Diretiva n.º 2006/126/CE, do Parlamento Europeu e do Conselho, de 20 de dezembro, relativa à carta de condução, na redação dada pela Diretiva n.º 2011/94/UE, da Comissão, de 28 de novembro, nomeadamente, no que diz respeito aos velocípedes, bem como a características físicas a observar nas bicicletas, à definição de velocípede com motor e à dispensa da titularidade de licença de condução para circular na via pública.

Extraordinariamente à legislação, foram realizadas ações, como por exemplo, o “Pacote da Mobilidade2” desenvolvido pelo Instituto da Mobilidade e Transportes Terrestres (IMTT), no sentido de clarificar nas vertentes técnico/científico e institucional a informação contida nos diversos documentos aprovados em Portugal nos últimos anos na forma de Planos, Estratégias e Diretrizes Nacionais nos sectores do ordenamento do território, ambiente, energia, transportes e segurança rodoviária, Planos Regionais de Ordenamento do Território e revisão de Planos Diretores Municipais. Em novembro de 2012, como resultado deste trabalho, o IMTT publicou o documento “Ciclando – Plano de Promoção da Bicicleta e Outros Modos Suaves: 2013 – 2020”, no âmbito do trabalho desenvolvido pelo grupo de trabalho criado ao abrigo da Resolução da Assembleia da República n.º 3/2009, de 5 de fevereiro. No entanto, apesar de toda a documentação produzida tenha constituído um enorme passo em termos de estratégia para a mobilidade sustentável, continua a existir uma lacuna ao nível da documentação técnica que regulasse e apoiasse a execução do projeto e a sua execução para uma melhor implementação física no terreno e minimizar erros e/ou falhas que se continuam a verificar [12].

4. ILUMINAÇÃO DAS CICLOVIAS

A iluminação das ecovias é atualmente uma preocupação em diversos municípios, devido à diminuição de afluência por ausência da mesma em parte ou na totalidade dos troços em períodos do dia em que ocorre a diminuição da iluminação solar. Apesar de ser um aspeto relevante e que tem sido foco de atenção e análise por parte de algumas camaras, devido ao custo que acarreta tem sido adiado e sempre que possível a iluminação é feita através das luminárias da via publica. No entanto, sendo esta temática atual e com pouco estudo foram analisadas alternativas para um caso específico, mas que poderá servir como base para outros casos.

4.1. TIPO DE LUMINÁRIAS

O mercado da iluminação está cada vez mais desenvolvido apresentando tecnologias cada vez mais avançadas no sentido de satisfazer os gostos mais requintados e exigentes do cliente do seculo XXI.

Existem diversas marcas e respetivos modelos de acordo com a finalidade para as quais são desenvolvidas, como por exemplo:

- estações de comboio e metropolitano;
- monumentos e fachadas;
- pontes;
- tuneis;
- ciclovias;
- estradas e autoestradas;

- recintos desportivos;
- parques;
- praças e zonas pedonais;
- vias residências;
- parques de estacionamento;
- rotundas e vias urbanas.

De acordo com a atividade que é desenvolvida no espaço que estamos a pensar iluminar temos que adequar a quantidade de lumens bem como as características da luminária de modo a ser por um lado eficaz e por outro económica. Devido a serem distintos os requisitos para iluminação, por exemplo, de um espaço desportivo e de uma ciclovia não são passíveis de comparação, necessitando de um estudo para uma adequada seleção e implementação de luminárias para cada um dos espaços.

4.2. CARACTERÍSTICAS DAS LUMINÁRIAS

Na iluminação pública para estabelecer uma instalação num determinado local é necessário ter em conta as grandezas fotométricas que permitem estabelecer parâmetros de qualidade da instalação. Seguidamente serão definidas as grandezas fotométricas que é necessário ter em consideração na seleção da luminária mais adequada ao espaço a estudar.

4.2.1. FLUXO LUMINOSO (Φ)

O fluxo luminoso consiste na quantidade de luz emitida pela fonte em todas as direções, a sua unidade é o lúmen(lm) [13].

$$1 \text{ lm} = 1 \text{ lux.m}^2$$

4.2.2. INTENSIDADE LUMINOSA (I)

A intensidade luminosa é representada esquematicamente pelo diagrama fotométrico onde estão representados vetores. Vetores estes que o seu comprimento representa a distribuição espacial da intensidade luminosa [13].

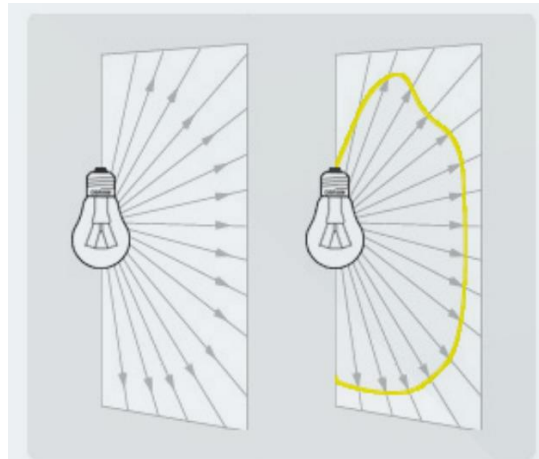


Figura 5 – Vetores de intensidade luminosa

4.2.3. ILUMINÂNCIA (E)

Iluminância consiste na quantidade de fluxo luminoso recebido pela unidade de área iluminada. Esta é calculada através do coeficiente entre o fluxo luminoso ($\partial\Phi$) incidente numa superfície, e a área da mesma (∂A) [13].

$$E = \frac{\partial\Phi}{\partial A} (lx)$$

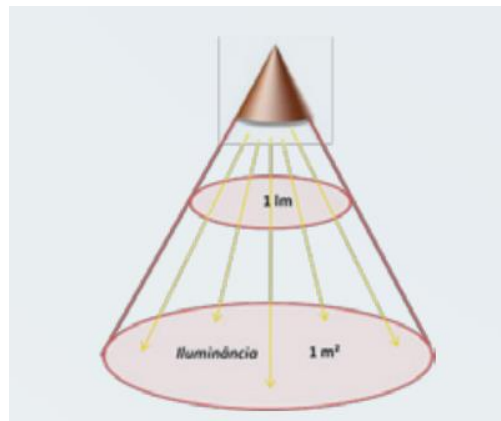


Figura 6 – Esquema representativo da iluminância

4.2.4. LUMINÂNCIA (L)

A luminância consiste na medida da densidade da intensidade da luz em determinada direção, representando a quantidade de luz que atravessa ou é emitida através de uma superfície, sendo calculada a partir da seguinte equação [13]:

$$L = \frac{I}{A \cdot \cos(\theta)} \text{ (cd/m}^2\text{)}$$

O denominador desta equação tem o nome de área aparente que consiste na área projetada na direção do observador, correspondendo à área de superfície iluminada.

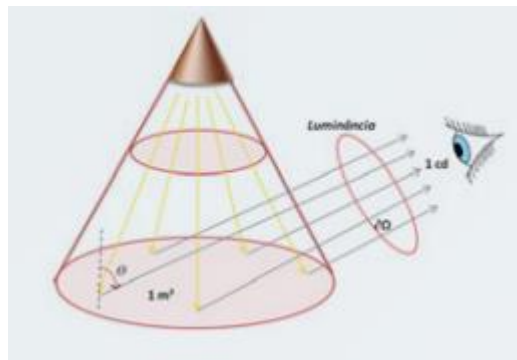


Figura 7 – Luminância

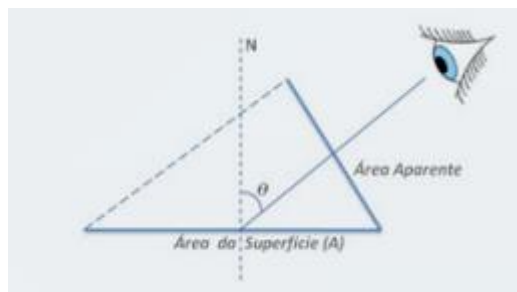


Figura 8 – Área aparente

Sempre que é feito um estudo e/ou proposta de iluminação pública devem ter em consideração as quatro características que foram abordadas anteriormente e com base nas mesmas selecionaram-se as luminárias para esta dissertação.

4.2.5. ÍNDICE DE PROTEÇÃO

O índice de proteção define as características da luminária e deve ser tido em consideração em função do local de instalação e condições ambientais a que a mesma estará exposta. Este índice é composto por dois dígitos, sendo o primeiro referente à proteção de

pessoas contra a contacto às partes em tensão sem isolamento, contra o contacto nas partes moveis no interior do aparelho e proteção contra a entrada de corpos estranhos (ex: poeiras, insetos); o segundo digito referente à proteção do equipamento contra a entrada de agua no seu interior [14].

Tabela 12 – Índice de proteção (1º dígito)

Dígito	Tamanho do Objeto Protegido contra	Proteção
0	---	Nenhuma proteção contra o contacto e a penetração de objetos
1	> 50 milímetros	De qualquer grande superfície do corpo, tais como mãos, mas sem nenhuma proteção contra penetração liberal de instrumentos
2	> 12,5 milímetros	Dedos ou objetos de comprimento maiores de 80 mm cuja menos secção transversal é maior que 12 mm
3	> 2,5 milímetros	Ferramentas, fios grossos, etc de comprimento maiores que 2,5 mm cuja menor secção transversal é maior que 2,5 mm
4	> 1 milímetros	A maioria dos arames, parafusos, etc. de comprimento maiores que 1,0 mm cuja a menor secção transversal é maior que 1,0 mm
5	Proteção relativa contra poeiras e contacto com partes internas ao invólucro	A entrada de poeiras não é totalmente impedida, mas não devem entrar em quantidade suficiente para interferir com o funcionamento satisfatório do equipamento, completa proteção contra o contacto
6	Totalmente protegido contra penetração e poeira e contacto com as partes internas do invólucro	Não é esperada nenhuma infiltração de poeiras e completa proteção contra contacto.

Tabela 13 - Índice de proteção (2º dígito)

Dígito	Proteção	Descrição
0	Não protegido	Nenhuma proteção especial. Invólucro aberto.
1	Gotas de água	Proteção contra gotas de água devida condensação caindo verticalmente (90°) não exercerá qualquer efeito nocivo ao funcionamento do equipamento.
2	Gotas de água inclinado até 10°	Verticalmente gotas de água não devem ter qualquer efeito nocivo, quando o equipamento é inclinado a 15° em relação à sua posição normal.
3	Água pulverizada	Água caindo como um <i>spray</i> , em qualquer ângulo de 60° em relação à vertical não deve ter efeitos nocivos.
4	Projeções contra água aspergida	Projeção leve de água contra de qualquer direção não deve ter efeitos nocivos.
5	Jatos de água	Água projetada por um bico contra recinto de qualquer direção não deve ter efeitos nocivos.
6	Poderosos jatos de água	Água projetada em jatos potentes contra a qualquer direção não deve ter efeitos nocivos.
7	Imersão até 1 metro	A entrada da quantidade de água não é prejudicial quando o equipamento estiver imerso em água sob condições definidas de pressão e do tempo (até 1 m de submersão).
8	Imersão após 1 metro	A proteção do equipamento é adequada para imersão contínua em água, em condições que devem ser especificadas pelo fabricante. NOTA: normalmente isto significa que o material é hermeticamente fechado. No entanto, com determinado equipamento, pode significar que a água possa entrar, mas só de forma tal que não produz efeitos nocivos.

4.3. CLASSE DE ILUMINAÇÃO

Para definir as condições adequadas de iluminação deverão ser tidas em conta a série de normas EN 13201 e a norma CIE 115-2010, sendo que respetivamente definem as medições mais aceites ao nível de classes de iluminação, critérios de desempenho e métodos de medição e a outra determina recomendações relativas aos critérios de qualidade, classe de iluminação, requisitos para tráfego motorizado, regulação de fluxo para todas as categorias de estrada e zonas e iluminar [13].

As classes de iluminação são definidas por um conjunto de requisitos fotométricos, que indicam as necessidades de visibilidade dos utilizadores dos diversos tipos de ruas, estradas e zonas frequentadas. Dado que a tarefa de visionamento e as necessidades dos peões são muito diferentes das necessidades dos condutores em vários aspetos como a velocidade do movimento, proximidade dos objetos, padrão da superfície, reconhecimento facial, os padrões utilizados, como por exemplo a luminância e a iluminância, têm de ser diferentes para caracterizar as condições mínimas de iluminação de uma dada classe. A série de normas EN 13201 criou as classes de iluminação com o objetivo de simplificar e desenvolver os serviços de IP da UE, fazendo com que haja uniformização e harmonização dos requisitos. Assim sendo, as classes de iluminação podem ser divididas em:

- M - Destina-se a zonas de circulação de veículos motorizados (estradas de alta e média velocidade);
- C - Zonas de conflito, isto é, quando as faixas dos veículos se intersectam ou desembocam em zonas frequentadas por pedestres, ciclistas e etc. As rotundas, cruzamentos, estradas de ligação com largura e número de faixas reduzidas e zonas de centros comerciais são exemplos destas zonas;
- P - Destina-se às zonas exclusivamente pedonais. É definida por parâmetros de iluminância horizontal;
- ES - Para zonas pedonais, onde o risco de criminalidade é maior. É definida por parâmetros de iluminância semicilíndrica;
- EV - Para zonas onde o reconhecimento facial e de superfícies verticais é essencial. É definida por parâmetros de iluminância vertical.

As metodologias para seleção das classes de iluminação para as vias fora do perímetro urbano serão enumeradas, baseada no documento EN13201. Deste modo para determinação da classe é necessário basear-se na seguinte tabela [13]:

Tabela 14 - Determinação dos índices das classes de iluminação M,C e P [13]

Fatores de peso que caracterizam o local público a iluminar				
Parâmetro	Opções	M	C	P
Velocidade	Muito alta	1	3	-
	Alta	0.5	2	-
	Moderada	0	1	-
	Baixa	-	0	1
	Muito baixa	-	-	0
Volume de tráfego	Muito elevado	1		
	Elevado	0.5		
	Moderado	0		
	Baixo	-0.5		
	Muito baixo	-1		
Composição do trânsito	Elevada percentagem de não motorizados	2		-
	Misturados	1		-
	Apenas motorizados	0		-
	Pedestres, ciclista e tráfego motorizado	-		2
	Pedestres e tráfego motorizado	-		1
	Pedestres e ciclistas	-		1
	Pedestres ou ciclistas	-		0
Separação das faixas	Não	1		-
	Sim	0		-
Densidade dos cruzamentos	Alta	1		-
	Moderada	0		-
Veículos estacionados	Presente	0.5	-	0.5
	Não presente	0	-	0
Luminância ambiente	Alta	1		
	Moderada	0		
	Baixa	-1		
Controlo de trânsito	Fraco	0.5		-
	Bom	0		-

Tendo em conta a tipologia de via estudada nesta dissertação ser uma ciclovia, e de acordo com os dados anteriormente referidos, esta via enquadra-se na tipologia P sendo que nos cálculos, que são apresentados, têm em conta que a utilização será de pedestres e ciclistas.

$$Indice P = 6 - "Total"$$

Para determinação da classe foi atribuído um fator de peso a cada parâmetro específico, recorrendo à tabela 14, posteriormente somamos todos os valores obteve-se o valor “Total”, por fim subtraí-se ao valor de 6 o “Total” obtendo o índice P.

A seguinte tabela apresenta os valores dos parâmetros luminotécnicos de forma a caracterizar melhor os valores que se devem respeitar para o tipo índice que se pretende.

Tabela 15 - Requisitos fotométricos para as classes de baixa velocidade [13]

Classe de iluminação	E média (lux)	E mín (lux)	Requisitos adicionais caso o reconhecimento facial seja necessário	
			E vertical, min (lux)	E semicilíndrica, min (lux)
P1	15	3	5	3
P2	10	2	3	2
P3	7.5	1.5	2.5	1.5
P4	5	1	1.5	1
P5	3	0.6	1	0.6
P6	2	0.4	0.6	0.4

4.4. ENQUADRAMENTO LEGISLATIVO DO CONSUMO DE ENERGIA

O enquadramento legislativo que regulariza o regime de fornecimento de energia elétrica à rede por produtores independentes de energia através de fontes renováveis remota ao ano de 1988 com o Decreto-Lei (DL) 189/1988 que teve uma nova redação em 1999, com o DL 168/1999, que por sua vez sofreu alterações pelo DL 339-C/2001, que possibilitou a remuneração distinta em função do tipo da fonte de energia da energia fornecida. Posteriormente surgiram retificações de tarifas com o DL 33-A/2005 com a Declaração de Retificação (DR) 29/2005 e mais tarde com o DL 225/2007 com DR 71/2007.

A legislação que regularizava a produção do autoconsumo de energia elétrica e que permitia a venda à Rede Energética de Serviço Público (RESP) de, no máximo, 50% da energia produzida, é o DL 68/2002. No entanto, cinco anos decorridos deste DL, devido ao número pouco significativo de sistemas licenciados, surgiu um novo DL, o DL 363/2007, que é a Microgeração e regula o processo de adesão à microprodução através com o apoio da portaria 201/2008. Esta consiste numa lei que tinha como objetivo agilizar os processos de licenciamento e aliciar os produtores com tarifas mais atrativas que o DL 68/2002 e começou a ser implementada em abril de 2008.

A produção de Energia elétrica é atualmente regulada pelo DL153/2014 que vem revogar o DL 34/2011, alterado pelo DL 25/2013, no caso da produção de eletricidade, a partir de fontes renováveis, através de unidade de miniprodução, e pelo DL 363/2007, alterado pelo DL 67-A/2007 e pelos DL 118-A/2010 e 25/2013 no caso da produção de eletricidade por intermédio de unidades de microprodução. Deste modo, atualmente o produtor poderá vender a totalidade da energia produzida à RESP com tarifa atribuída baseada no modelo de solicitação. Este modelo consiste na oferta de descontos por parte dos produtores sobre a tarifa de referência, eliminando-se deste modo o regime remuneratório geral previsto até à data nos anteriores regimes jurídicos de microprodução e miniprodução.

5. METODOLOGIAS

5.1. FONTES ENERGÉTICAS

5.1.1. ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA

A quantidade de energia originária do sol que atinge a superfície da Terra corresponde, aproximadamente, a dez mil vezes à procura global de energia, ou seja, basta utilizar 0,01% desta energia para satisfazer as necessidades energéticas da humanidade. No entanto, a quantificação da disponibilidade solar é difícil de realizar porque o percurso da radiação solar é influenciado pela geometria Sol-Terra e pelos fatores meteorológicos. Assim, estes fatores, que são variáveis e instáveis, são os responsáveis por uma diminuição na quantidade de energia que atinge a superfície da Terra.

Os sistemas de energia solar fotovoltaica consistem em sistemas que convertem a energia proveniente da radiação solar que atinge a superfície da Terra em energia elétrica. A maioria da energia gerada é entregue à rede receptora (baixa ou média tensão) ou é utilizada para alimentar cargas de rede isolada e é esta a principal distinção entre o sistema de energia solar fotovoltaico ligado à rede ou de sistemas autónomos.

O tipo de sistema selecionado difere de acordo com os requisitos que tem que satisfazer e quanto ao tipo de componentes que interagem, por isso obedecem a procedimentos distintos para projeção e dimensionamento.

Para realizar o dimensionamento e o tipo de sistema selecionado é, como já foi referido anteriormente, fundamental conhecer o ângulo de incidência dos raios solares para ser possível calcular a energia proveniente do sol. Para isso é necessário avaliar os fatores geográficos do local, assim como a latitude, o ângulo horário, declinação solar, ângulo da superfície em relação ao plano horizontal e a direção para a qual se vão instalar os painéis fotovoltaicos. No entanto, é a relação geométrica entre os valores da inclinação da superfície, da declinação solar, da latitude do local, do ângulo azimutal e do ângulo horário que permitem calcular a geometria Sol/Terra.

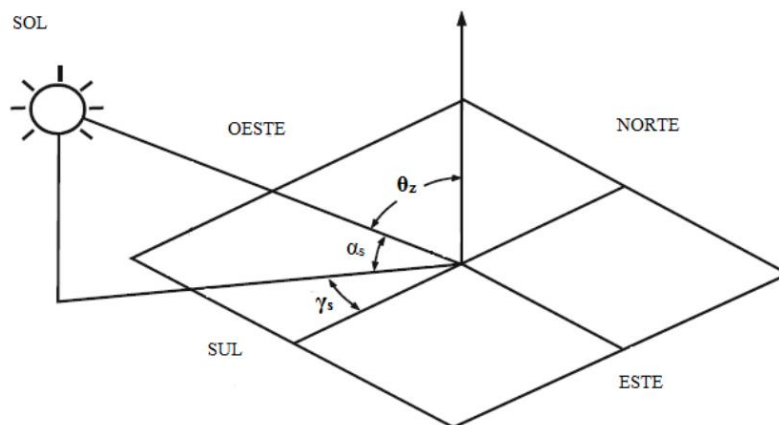


Figura 9 - Ângulos de Zénite Solar θ_z , Altitude Solar α_s e Azimute Solar γ_s [15]

O ângulo de incidência de radiação solar, num plano pode ser obtido através da seguinte equação [15]:

$$\theta_s = \text{acos}(\sin\phi * \sin\delta + \cos\phi * \cos\delta * \cos\omega_s)$$

Relativamente às condicionantes meteorológicas que influenciam o percurso da radiação solar em direção à superfície da Terra, pode-se referir que esta é diminuída devido a fenómenos de reflexão, absorção (como por exemplo: ozono, vapor de água, oxigénio, dióxido de carbono) e dispersão (como por exemplo: partículas de pó, poluição), tal como se pode observar na figura 10 [16].

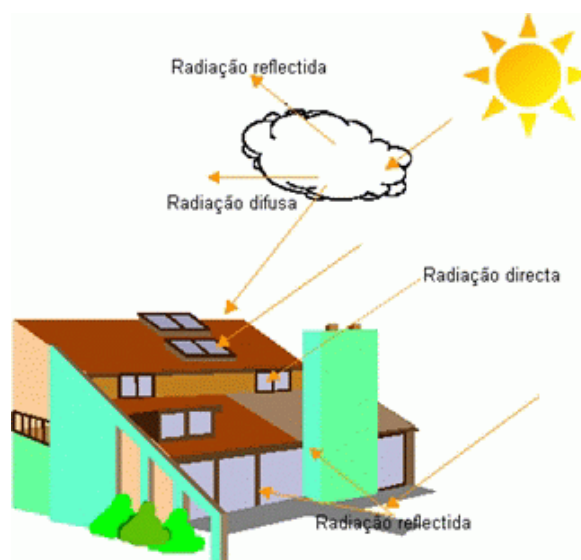


Figura 10 - Percurso de luz solar através da atmosfera [17]

Como valor de referência considera-se os $1000\text{W}/\text{m}^2$ de radiação na superfície da Terra, ao meio-dia, quando se verificam boas condições climáticas no plano horizontal, independentemente da localização [16].

Um dos parâmetros importantes para maximizar os níveis de produção elétrica do painel fotovoltaico é a sua orientação e inclinação, concretamente no caso de Portugal a orientação que maximiza a quantidade de radiação aproveitável coincide com o Sul geográfico tal como se pode observar na figura 11 e de modo a captar a máxima radiação solar a inclinação do painel deve variar ao longo do ano, como se observa na figura 12.

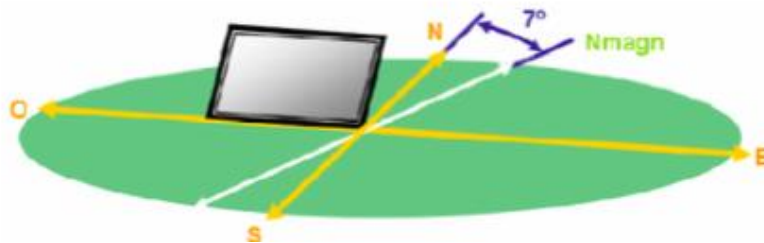


Figura 11 - Posição do painel solar em Portugal

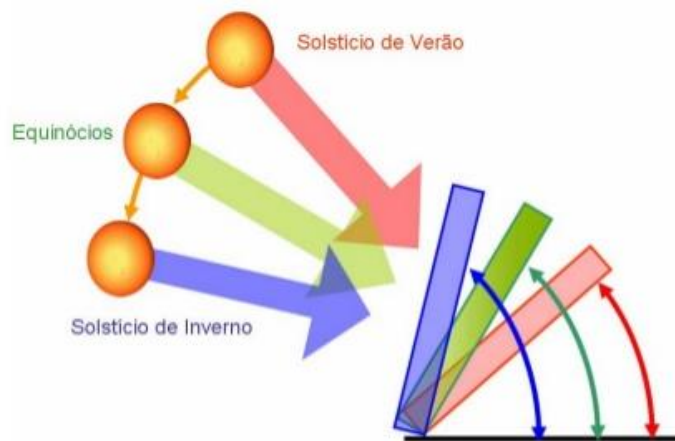


Figura 12 - Variação de inclinação dos painéis solares ao longo do ano [18]

As células fotovoltaicas são os elementos responsáveis pela transformação da energia solar em elétrica. Este fenómeno ocorre porque estas células utilizam as propriedades dos

materiais semicondutores, normalmente o silício, que quando devidamente carregadas com elementos químicos, como por exemplo o boro e o fósforo, concentram de um dos lados as cargas positivas e no outro as cargas negativas gerando um campo elétrico permanente que dificulta a passagem de elétrons de um lado para o outro. Quando um fóton incide com energia suficiente para excitar um elétron, surge corrente elétrica e gera energia em corrente contínua, este processo denomina-se Efeito Fotoelétrico.

As células fotovoltaicas podem ser de silício amorfo, policristalinas ou monocristalinas. Estas quando constituídas por silício amorfo organiza-se em forma de teias sobre um substrato de vidro ou de resinas sintéticas adequadas para dar várias formas aos painéis, estes caracterizam-se por ser os menos rentáveis mas com a particularidade de serem moldáveis. Os módulos com células policristalinas o silício é deixado a solidificar lentamente os seus múltiplos cristais num molde rectangular resultando em células com menor rendimento quando comparado com os monocristalinos. Por último, as células monocristalinas são as mais eficientes tendo um rendimento ainda assim entre 14 e 21%. Tem a particularidade de serem facilmente reconhecidas, uma vez que, apresentam um aspecto sólido e ainda a vantagem de terem um melhor funcionamento em condições de pouca luz.

Para efetuar um dimensionamento correto tem-se que ter em conta que cada célula fotovoltaica produz aproximadamente 0,4 V no seu ponto de potência máxima, sendo preciso ligar o número de células necessárias para se obter a tensão desejada. As células fotovoltaicas são interligadas em série através de contactos metálicos e são cobertas por um material transparente para garantir o isolamento elétrico entre as células e para proteger contra agentes atmosféricos e tensões mecânicas. Deste modo, é possível construir módulos que podem ser ligados entre eles para estruturar sistemas fotovoltaicos [19].

Os módulos fotovoltaicos podem ser agrupados em série ou em paralelo formando sistemas fotovoltaicos.

Na conexão em paralelo, esquematicamente representada na figura 13, a corrente de cada módulo é somada e a sua tensão é a de apenas um módulo, como se pode comprovar pela imagem a tensão total serão os 12V já a corrente total é a soma dos 150W dos quatro painéis perfazendo 600W.

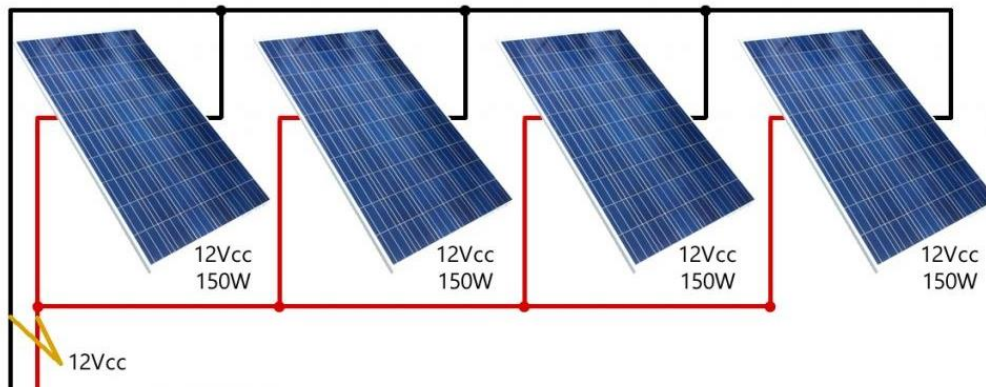


Figura 13 – Sistema fotovoltaico ligação em paralelo

Na conexão em série a tensão da *string* é resultante da soma das tensões das células, sendo que quanto maior for a tensão, menor serão as perdas, logo maior será a eficiência o sistema fotovoltaico. Este tipo de conexão é o mais comum.

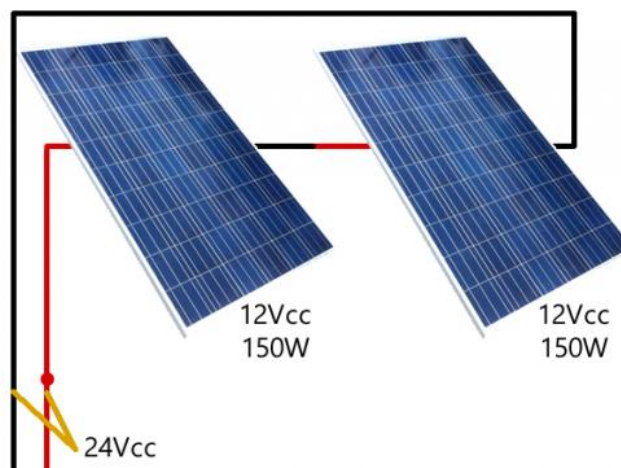


Figura 14 – Sistema fotovoltaico ligação em série

É importante referir que existem diferentes tipos de configurações para a ligação dos sistemas fotovoltaicos, no entanto os principais são: o isolado, o conectado à rede e o híbrido. A escolha do tipo de configuração sistema depende da aplicação para o qual é projetado e disponibilidade de recursos energéticos nas proximidades.

Os sistemas isolados, são sistemas autónomos, não ligados à rede, que possuem apenas a radiação solar como fonte de energia. Estes permitem muitas configurações, tais como: carga em Corrente Contínua (CC) sem e com armazenamento e carga Corrente Alternada (CA) sem e com armazenamento. Estes sistemas são utilizados em locais remotos,

de difícil acesso ou onde o custo de conexão à rede é muito alto, como por exemplo: casas de campo, refúgios, iluminação e telecomunicações. Uma das desvantagens deste tipo de sistema é a exigência de baterias para assegurar funcionamento a tempo inteiro o que naturalmente vai encarecer o orçamento inicial e de manutenção.

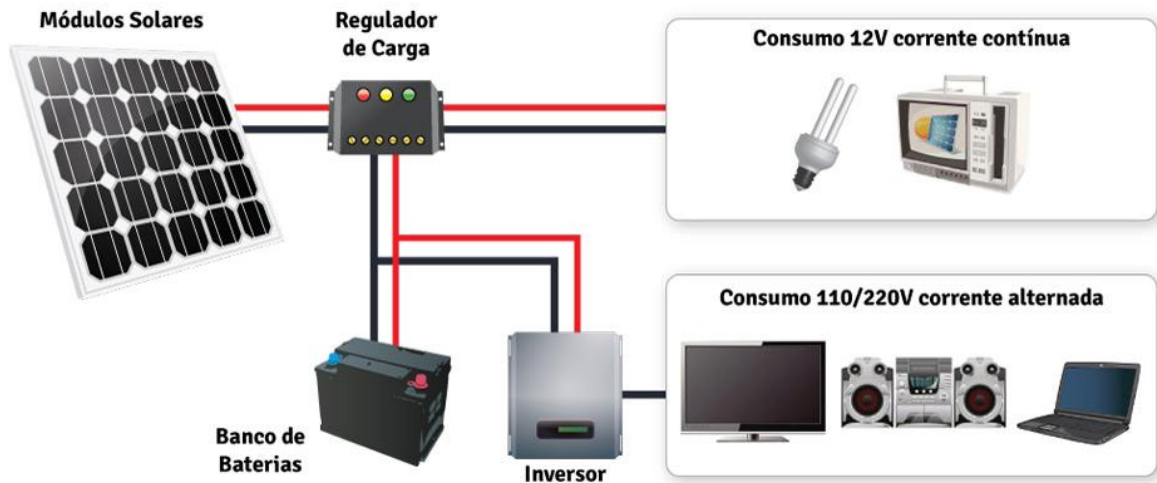


Figura 15 – Sistema Isolado [20]

Os sistemas ligados à rede são os que o sistema fotovoltaico é uma fonte que reforça o sistema elétrico ao que está ligado e o excedente é injetado na rede ou armazenado em baterias.

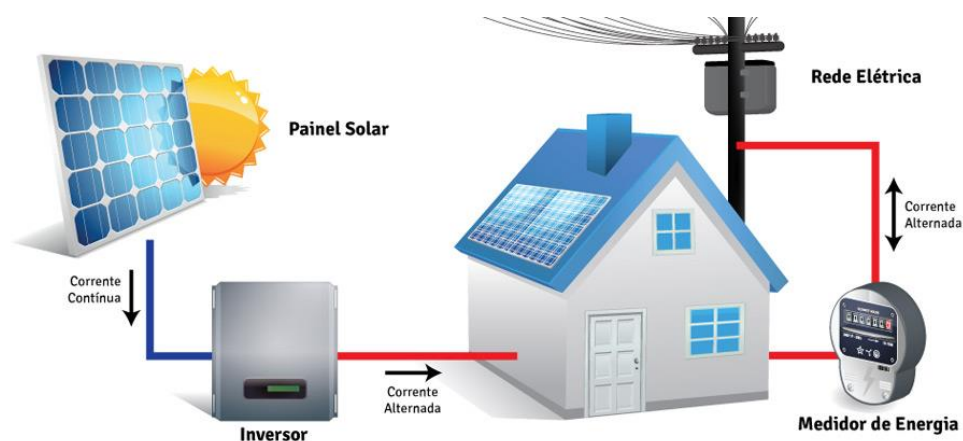


Figura 16 -Sistema ligado à rede [20]

O sistema híbrido consiste num sistema autónomo ou ligado à rede, tendo como principal diferença o facto de possuir mais do que uma fonte de energia renovável ou não.

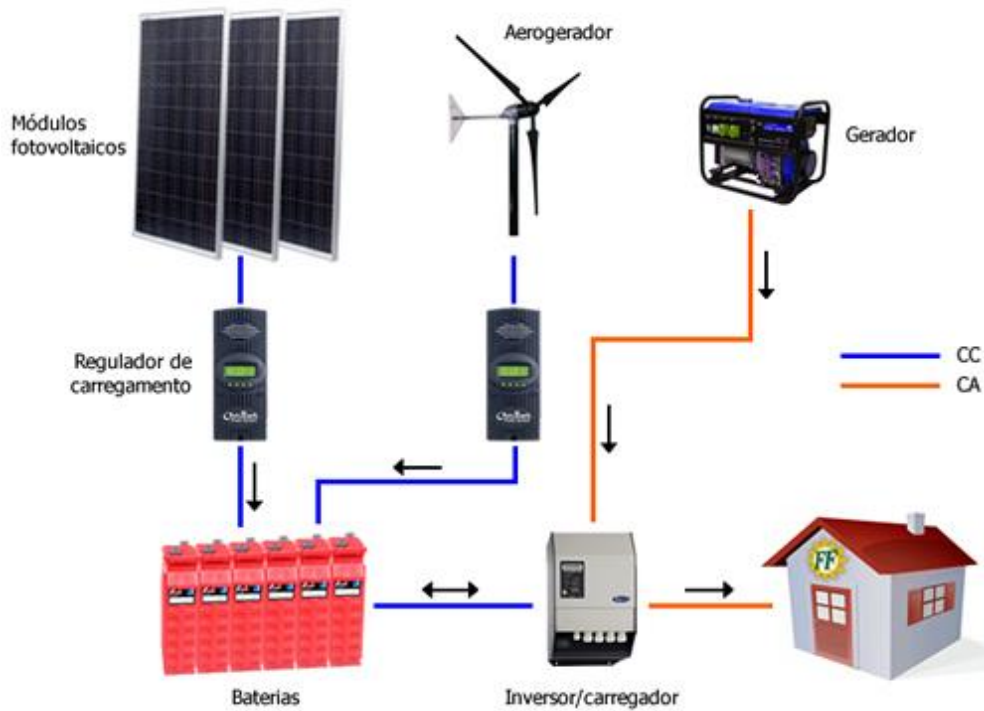


Figura 17 – Sistema híbrido [20]

Todos os sistemas fotovoltaicos possuem quatro elementos básicos, sendo eles:

- Painéis solares, que são responsáveis por transformar a energia fotovoltaica em elétrica;
- Controladores de carga, que servem para evitar sobcargas e descargas exageradas na bateria, permitindo aumentar a vida útil da mesma e o seu desempenho;
- Baterias, são responsáveis pelo armazenamento de energia para assegurar que o sistema funcione mesmo na ausência da fonte de energia (radiação solar).
- Inversores, que são os responsáveis por transformar a potência da bateria de 12V ou 24V de CC, em 110V ou 220V de CA ou em outras tensões desejadas e no caso de implementadas em sistemas conectados à rede são responsáveis pela sincronia com a rede [21].

5.1.2. ENERGIA EÓLICA

A energia eólica consiste na energia obtida a partir da ação do vento, isto é, através da utilização da energia cinética gerada pelas correntes aéreas. O aerogerador é a estrutura

que contém um gerador integrado ao eixo de um conjunto de pás que converte energia eólica em energia elétrica e normalmente é implementado em zonas em que o vento é mais regular, podendo ser em terra ou no mar [22].

Existem aerogeradores de baixa, média e alta tensão. Os primeiros apresentam tamanho e peso reduzido comparativamente com os de alta tensão e são, normalmente, usados isoladamente para alimentarem micro-indústrias, localidades remotas e distantes da rede de distribuição.

O sistema eólico poder ser de um dos seguintes tipos:

- sistema isolado;
- sistema híbrido;
- sistema de injeção à rede.

Os sistemas isolados são os que se encontram privados de energia elétrica originária da rede pública. Estes armazenam a energia do aerogerador em baterias que permitem consumir energia quando houver pouco vento, evitando assim que ocorram falhas de energia elétrica se o aerogerador parar. No entanto, para consumir a energia produzida pelo aerogerador é necessário um inversor para alterar a CC produzida no aerogerador para CA que é a necessária para alimentar por exemplo, neste caso, a iluminação ou o carregador dos carros elétricos.



Figura 18 - Sistema isolado

Os sistemas híbridos são todos os sistemas que produzem energia com outra fonte electroprodutora em simultâneo. Esta fonte pode ser painéis fotovoltaicos, mini-hídricas, aerogeradores, entre outros. Estes sistemas funcionam da mesma forma que os sistemas

isolados, sendo que, a única diferença é o modo de carregamento das baterias que é feito por mais do que um gerador.



Figura 19 – Sistema híbrido

Os sistemas de injeção à rede são os que produzem energia e a injetam na rede de distribuição, como por exemplo a maioria dos aerogeradores de alta tensão existentes nos parques eólicos.



Figura 20 – Sistema de injeção à rede de distribuição

Todos os aerogeradores produzem energia eólica que consiste na energia cinética que é produzida com o movimento das massas de ar resultantes do aquecimento causado pela energia eletromagnética do sol.

A energia cinética produzida pelo aerogerador é convertida em energia mecânica através do movimento de rotação das pás, que depois é transformada em energia elétrica através de um gerador para posteriormente ser consumida.

O aerogerador de pequena dimensão é composto por diferentes partes, tal como se pode observar na figura 21:



Figura 21 – Aerogerador de pequena dimensão

- pá de orientação (1), serve para garantir o posicionamento mais adequado do gerador;
- gerador (2) que converte a energia mecânica do eixo em energia elétrica;
- pás (3), servem para captar o vento, convertendo toda a sua energia mecânica captada para o centro do rotor, estas são desenvolvidas à semelhança das soluções técnicas usadas pela aeronáutica nos cálculos de engenharia das asas dos aviões;
- mastro suporte (6) que consiste no elemento que sustenta os restantes constituintes e a sua altura varia de forma a potenciar o seu melhor funcionamento [6] [23].

A distorção harmónica é um dos fenómenos que ocorre frequentemente ao serem utilizadas as energias renovais como é este caso de estudo. Este fenómeno normalmente é causado pela presença de cargas não lineares ligadas à rede elétrica, ou seja, a corrente que circula nos condutores contem harmónicos que provocam quedas de tensão nas impedâncias das linhas o que causará uma distorção das tensões de alimentação [24]. No entanto este fenómeno tende a estar ultrapassado devido aos avanços tecnológicos dos inversores utilizados atualmente.

5.2. EQUIPAMENTO

5.2.1. LUMINÁRIA

Após serem definidos os componentes que as luminárias que seriam implementadas deveriam incluir, foram solicitados orçamentos a diversas empresas, sendo que só respondeu marca Shréder e a Sunvia. Seguidamente é apresentada uma tabela que permite comparar as soluções que foram selecionadas.

Tabela 16 – Comparação de modelos de luminárias

Característica	Shrédi	Sunvia
	Modelo Piano Mini	Modelo StreetLed 50
Número de Led's	16	30
Potência (W)	19	50
Tensão de entrada (V)	230 CA	230 CA
Índice de proteção	66	66
Adequação à luminosidade	Sim	Sim
Custo da luminária	310€	295€
Custo do poste de iluminação	230.64€	253.14€
Custo Total	540.64€	548.14€

Após o estudo das ofertas existentes no mercado das luminárias, foram selecionadas para esta dissertação as luminárias da marca Shréder, modelo Piano Mini, por serem aquelas que melhor se enquadram no que se pretende desenvolver visto serem mais económicas e desempenharem a função para a qual foram selecionadas.



Figura 22 - Luminária Schröder Piano Mini

Uma das particularidades destas luminárias é possuírem motores fotométricos que permitem adequar a luminosidade à zona que pretendemos iluminar. Estas luminárias possuem motores fotométricos que permitem a realização de fotometria com um grande desempenho o que possibilita economizar significativamente os gastos energéticos. Estas são constituídas por 16 led's branco neutro de 4000 kelvin (K) e fluxo nominal de 2400 lúmens (lm), sendo este indicativo uma vez que varia com as condições ambientais e da eficiência da luminária. Nas figuras seguintes é possível observar a distribuição fotométrica da luminária descrita.

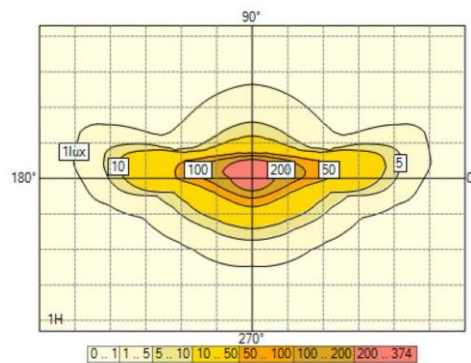


Figura 23 - Esquema da distribuição fotométrica

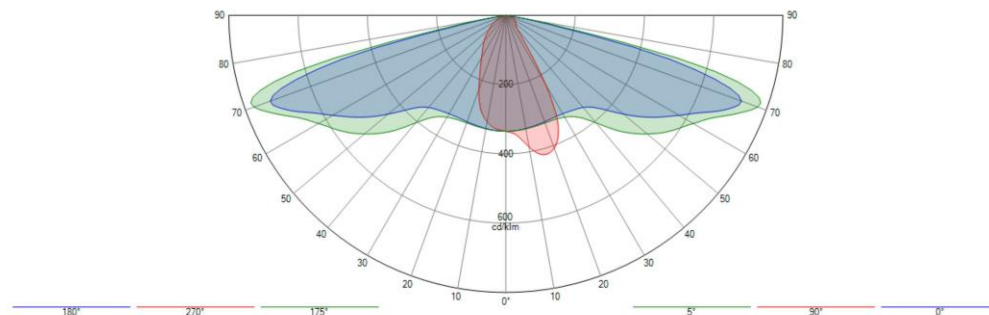


Figura 24 – Diagrama Polar / Cartesiano da distribuição fotométrica

5.2.2. BATERIA

A bateria selecionada para aplicação neste projeto de iluminação da ecovia do Rio Âncora foi o modelo Sun Power VRL série OPzV, da marca HOPPECKE (ficha técnica – Anexo A). Este modelo foi selecionado por combinar o preço acessível da bateria OPzS e o facto de não requer manutenção tal como a bateria de gel.

Esta bateria é selada e é constituída por eletrólitos gelificados, o que permite colocá-las em qualquer posição (vertical ou horizontal). A sua vida útil, segundo a marca é de aproximadamente 20 anos [26]. As OPzV, tal como o resto das baterias estacionárias, tem a capacidade de 2V que permitem acumular grande quantidade de energia, o que é ideal para grandes instalações ou para consumos intensivos elevados, como é o caso da iluminação da ecovia do Rio Âncora.



Imagem 14 – Bateria Sun Power VRL série OPzV, da marca HOPPECKE

5.2.3. PAINEL FOTOVOLTAICO

O mercado dos painéis solares foi analisado ao nível das características e investimento, tal como se verifica na tabela 17.

Tabela 17 – Comparação de modelos de painéis solares

Característica	SolarWorld Sunmodule Plus SW 270 mono	SolarWorld Sunmodule Plus SW 280 mono	TrinaSolar TSM – 185 DC01A
Potência nominal P_{mpp}	270 W _p	280 W _p	185 W _p
Tensão nominal V_{mpp}	30,9 V	31,2 V	36,1 V
Corrente nominal I_{mpp}	9,44 A	9,07 A	5,14 A
Tensão máxima do sistema	1000 V	1000 V	1000 V
Tensão de circuito aberto	39,2 V	39,5 V	44,6 V
Corrente curto circuito I_{cc}	8,31 A	9,71 A	5,48 A
Tamanho da célula	156X156 mm	156X156 mm	125x125 mm
Número de células	60	60	72
Tipo de células	monocristalinas	Monocristalinas PERC	monocristalinas
Peso	18 kg	18 kg	15,6 kg
Número de díodos	3	3	
Índice de proteção	IP 65	IP 65	IP65
Rendimento	16,1%	16,7%	14,5%
Custo	146 €	147 €	300€

O painel selecionado para esta proposta de iluminação da ecovia do Rio Âncora foi o modelo Sunmodule Plus SW 280 mono, da marca SolarWorld (ficha técnica – Anexo B), por apresentar o melhor rendimento, tendo em consideração a potência de pico, e o menor investimento.

Na implementação do sistema híbrido sugerido para este projeto, serão necessários 9 painéis, sendo que estes terão de ser capazes de gerar 2520Wp de forma a que o sistema de iluminação funcione corretamente.

5.2.4. AEROGERADOR

Para a seleção do aerogerador de pequenas dimensões necessário para a implementação da iluminação da ecovia do Rio Âncora que se propõe, foi igualmente feita uma análise de mercado onde se comparou diferentes modelos, marcas e características das mesmas, como é possível verificar na tabela 18.

Tabela 18 - Comparação de modelos de Aerogeradores de pequena dimensão

	Superwind SW350 Silent Power	Marlec Rutland 914i	Primus Wind Power Air30
Potência	350 W	200 W	400 W
Velocidade nominal	12,5 m/s	11 m/s	13,5 m/s
Cut-in	3,5 m/s	3 m/s	3,6 m/s
Cut-out	nenhum	Nenhum	49,2 m/s
Diâmetro do Rotor	1,22 m	0,91 m	1,17 m
Nº de pás	3	6	3
Preço	1850 €	1615,14 €	1989,68 €

O aerogerador selecionado para o sistema de produção de energia para a proposta de iluminação da ecovia do Rio Âncora foi o Superwind modelo SW350 Silent Power (ficha técnica – Anexo C), por apresentar uma boa relação entre as suas características e o seu preço. Deste modo, foi tido em consideração que a potência do mesmo, 350W, seria suficiente para a viabilização do sistema.

5.2.5. LIGAÇÃO À REDE

Nesta dissertação como alternativa, para os dias em que o sistema de baterias esteja completamente descarregado pela ausência de radiação solar e de vento, de modo a assegurar o funcionamento em contínuo das luminárias implementadas no traçado está projetada uma ligação à RESP com um contrato com a EDP distribuição à semelhança de toda a restante iluminação pública.

Esta alternativa para alimentar as luminárias apenas será utilizada em último recurso pois todo o sistema em funcionamento normal está idealizado para funcionar sem necessidade de recorrer à RESP, no entanto no caso de alguma avaria pontual existe esta solução que assegura o contínuo e correto funcionamento.

5.3. IMPLEMENTAÇÃO DO EQUIPAMENTO

A fase de implementação, não ocorreu devido a atrasos na construção da via, no entanto, foram contactadas algumas empresas e entidades que iriam ceder ou facilitar a aquisição dos equipamentos e a autorização para a colocação dos mesmos no troço selecionado para estudo.

Possivelmente, num futuro próximo, após a conclusão da mesma, proceder-se-á a esta fase juntamente com a colaboração das empresas que se mostraram interessadas, bem como as entidades responsáveis pela manutenção e promoção deste novo troço.

5.4. MEDIÇÕES DE EFICIÊNCIA ENERGIA FOTOVOLTAICA – SISTEMA ISOLADO

5.4.1. CÁLCULO DA POTÊNCIA MÁXIMA DIÁRIA(W_D)

Compreende-se por potência máxima diária o valor da energia que é consumida durante um dia (W_D), sendo o cálculo realizado pela seguinte formula [25]:

$$\begin{aligned}W_D &= \sum \text{Quantidade} * N^{\circ}_{\text{horas}} * P_{\text{equipamento}} \\ &= 32 * 10 * 19 \\ &= 6080W\end{aligned}$$

Tendo em consideração, que se pretende a colocação de 32 luminárias no troço e as mesmas irão estar ligadas em média 10 horas por dia, sendo que cada uma consome 19W, teremos um consumo diário de 6080 W.

5.4.2. CÁLCULO CONSUMO MÁXIMO

O consumo máximo varia em função da tensão utilizada, ou seja, quanto maior for a tensão menor será a corrente e conseqüentemente maior será o número de baterias necessárias em série, por outro lado os requisitos da corrente diminuem. Este é calculado a partir da seguinte formula [25]:

$$\begin{aligned}E_{\text{inst máx}} &= \frac{W_D}{U_{\text{bateria}}} \\ &= \frac{6080}{24} \\ &= 253,33 \text{ Ahd}\end{aligned}$$

Sendo assim, para este projeto o consumo máximo será de 253,33 Ahd, uma vez que o consumo máximo diário será de 6080 e a tensão do banco de baterias (U bateria) é de 24V.

Considerando o coeficiente de segurança de 20%, temos a seguinte formula [25]:

$$E_{\text{máx diária}} = E_{\text{inst máx}} + (E_{\text{inst máx}} * 20\%)$$

$$= 253,33 + (253,33 * 0.20)$$

$$= 303,99 Ah$$

Após o cálculo da corrente máxima ($E_{\text{máx diára}}$) deste sistema temos que calcular o consumo máximo (K_t) tendo em conta as perdas. Assim, calcularam-se as mesmas através da seguinte fórmula [25]:

$$K_t = [1 - (K_b + K_c + K_r + K_x)] * [1 - \frac{(K_a * D_{aut})}{DOD_{\text{máx}}}]$$

Onde:

K_a – depende da auto-descarga diária da bateria, dada a 20°C e o valor dado por defeito é de 5% por mês, o que corresponde a 0,17% por dia.

K_b – depende do rendimento da bateria, sendo que o valor considerado normalmente é de 5%, mas que poderá ser de 10% para baterias mais antigas.

K_c – deve-se à eficiência do inversor utilizado e varia de acordo com o inversor escolhido o valor altera, no entanto, a percentagem do rendimento considerada é por defeito entre os 80 e 97%, logo as perdas são estimadas entre 20 a 3%.

K_r – deve-se ao rendimento ou eficiência do regulador utilizado que depende da tecnologia selecionada, no entanto caso não se saiba o valor do rendimento assume-se os 90% que corresponderá a 10% de perdas.

K_x – refere-se a outro tipo de perdas não tidas em conta e que por defeito é assumido o valor de 10%

D_{aut} – refere-se ao número de dias em que as baterias terão de funcionar em autonomia sem recorrer à energia produzida.

$DOD_{\text{máx}}$ – refere-se à profundidade de descarga da bateria, que normalmente é definida pelo fabricante, poderá ter um valor entre 60 a 70%.

Para o cálculo das perdas utilizou-se a seguinte fórmula [25]:

$$\begin{aligned}K_t &= 0,7 * [1 - (0,008 * D_{aut})] \\ &= 0,7 - (0,0058 * 3) \\ &= 0,6826\end{aligned}$$

Assim, usou-se a seguinte fórmula para calcular a energia máxima de perdas [25]:

$$\begin{aligned}E_{m\acute{a}x\ perdas} &= \frac{E_{m\acute{a}x\ di\acute{a}ria}}{K_t} \\ &= \frac{330,9}{0,6826} \\ &= 445,34\ Ahd\end{aligned}$$

5.4.3. CÁLCULO DO NÚMERO DE MÓDULOS

Para cálculos o número de módulo é necessário determinar a corrente que a instalação consome e as características dos módulos fotovoltaicos.

A energia fornecida pelo painel é calculada a partir da seguinte fórmula [25]:

$$E_{m\acute{o}dulo\ FV} = I_{p\ m\acute{a}x} * HPS * \eta_{m\acute{o}dulo}$$

Onde:

$I_{p\ m\acute{a}x}$ – corresponde à intensidade de corrente máxima de pico que o painel poderá fornecer

HPA – refere-se ao número de horas em que o painel fornece a corrente suficiente

$\eta_{m\acute{o}dulo}$ – corresponde ao rendimento do painel

Assim, para calcular a energia fornecida pelo painel selecionado utiliza-se a seguinte fórmula [25]:

$$\begin{aligned}E_{m\acute{o}dulo\ FV} &= 9,07 * 5,18 * 0,9 \\ &= 42,28\ Ahd\end{aligned}$$

Para calcular o número de módulos fotovoltaicos em série considera-se a seguinte fórmula [25]:

$$\begin{aligned} N_{\text{painéis série}} &\geq U_{\text{bateria}} / U_{\text{módulo}} \\ &\geq \frac{24}{28,5} \\ &\geq 0,84 \approx 1 \text{ módulo} \end{aligned}$$

Assim, conclui-se que necessitamos de um painel para ligação em série.

Por outro lado, para o cálculo de número de módulos na ligação em paralelo utiliza-se a seguinte fórmula [25]:

$$\begin{aligned} N_{\text{módulos paralelo}} &= \frac{E_{\text{máx perdas}}}{E_{\text{módulo FV}}} \\ &= \frac{445,34}{42,28} \\ &= 10,53 \approx 11 \text{ módulos} \end{aligned}$$

Deste modo conclui-se que são necessários 11 módulos para a montagem do sistema em paralelo.

5.4.4. CÁLCULO DA CAPACIDADE DA BATERIA

Para efetuar o cálculo da capacidade do banco de baterias utiliza-se a seguinte equação [25]:

$$\begin{aligned} C_{\text{bateria}} &\geq \frac{E_{\text{máx perdas}} * D_{\text{aut}}}{P_d} \\ &= \frac{445,34 * 3}{0,6} \\ &= 2226,7 \text{ Ah} \end{aligned}$$

Deste modo, para saber o número necessário de baterias em paralelo para a capacidade do banco de baterias anteriormente calculada, usamos a seguinte fórmula [25]:

$$N_{baterias\ paralelo} \geq \frac{C_{bateria}}{C_{nominal\ bateria}}$$

$$\geq \frac{2226,7}{1695}$$

$$= 1,31 \approx 2\ bateria$$

Para calcular o número necessário de baterias em série para a capacidade do banco de baterias anteriormente calculada, usamos a seguinte fórmula [25]:

$$N_{baterias\ série} \geq \frac{U_{bateria}}{U_{nominal}}$$

$$\geq \frac{24}{2}$$

$$\geq 12\ baterias$$

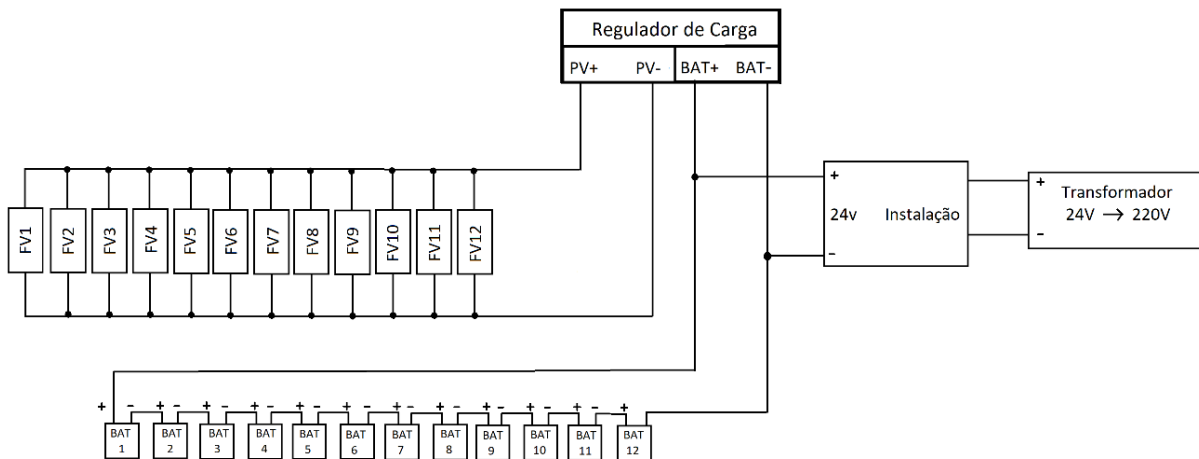


Figura 25 – Esquema do sistema isolado com energia fotovoltaica

5.4.5. CÁLCULO DA SECÇÃO DE CABO ELÉTRICO

Inicialmente foi calculada a potência instalada ($P_{instalada}$) através da seguinte fórmula [9]:

$$P_{instalada} = P_{luminária} * N_{luminárias}$$

Onde:

$P_{luminária}$ - corresponde à potência da luminária escolhida para o sistema

$N_{luminária}$ - corresponde ao número total de luminárias previstas implementar para iluminação da ecovia

Assim:

$$P_{instalada} = 19 * 32 = 608 \text{ W}$$

Seguidamente foi realizado o cálculo da corrente de serviço (I_B) através das fórmulas que se seguem [9]:

a) Se for trifásico

$$\begin{aligned} I_B &= \frac{P}{\sqrt{3} * 400} \\ &= \frac{608}{\sqrt{3} * 400} \\ &= 0,879 \text{ A} \end{aligned}$$

b) Se for monofásico

$$\begin{aligned} I_B &= \frac{P}{230} \\ &= \frac{608}{230} \\ &= 2,643 \text{ A} \end{aligned}$$

Segundo as Regulamento Técnico de Instalações Elétricas em Baixa Tensão (RTIEBT [27]) as seguintes condições tiveram de ser verificadas:

$$I_B \leq I_N \leq I_z \quad e \quad I_2 \leq 1,45 I_z$$

Onde:

I_B - corresponde à corrente de serviço

I_N - refere-se ao calibre do disjuntor

I_z – corresponde à corrente máxima admissível para canalização enterrada [27] (anexo F)

I_2 - refere-se à corrente convencional de funcionamento (dados retirados da tabela correspondente aos valores das correntes estimuladas dos disjuntores – Disjuntores domésticos EN60898 - anexo E)

$$I_B \leq I_N \leq I_z \quad e \quad I_2 \leq 1,45 I_z$$

$$0,879 \leq 20 \leq 44 \quad e \quad 29 \leq 1,45 * 44$$

$$0,879 \leq 20 \leq 44 \quad e \quad 29 \leq 63,8$$

Tendo as condições verificadas calculou-se o valor da queda de tensão do circuito a partir da fórmula [9]:

$$\mu = \frac{\rho * l}{S} * I_B$$

Onde:

μ – corresponde à tensão

ρ – é o valor da resistividade do cobre

l – refere-se ao comprimento do circuito

S – corresponde à secção do cabo (anexo F)

Sendo:

$$\rho = 0,0225$$

$$l = 800\text{m}$$

$$S = 4 \text{ mm}^2$$

$$\begin{aligned}\mu &= \frac{0,0225 * 800}{4} * 0,879 \\ &= 3,96\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\Delta \mu \% &= 100 * \frac{\mu}{230} \\ &= 100 * \frac{3,96}{230} = 1,72\%\end{aligned}$$

Onde:

$\Delta \mu \%$ – corresponde à queda de tensão

Deste modo, tendo em conta que para circuitos de iluminação a queda de tensão não pode ser superior a 3%, o cabo selecionado pode ser aplicado na instalação das luminárias.

Como já foi referido anteriormente este sistema estará ligado à rede pública, sendo que só será utilizada esta fonte em último recurso. No entanto serão consideradas as indicações da EDP e utilizar cabo elétrico de 16 mm² em alumínio, como por exemplo LSVAV 4 * 16 mm² podendo considerar que se tem uma queda de tensão de 1.72V o que equivale a 0.43%.

5.5. MEDIÇÕES DE EFICIÊNCIA ENERGIA EÓLICA E FOTOVOLTAICA – SISTEMA HÍBRIDO

Tendo em conta a tabela 19 e as imagens 26 e 27 percebe-se que não é viável a implementação de um sistema híbrido, uma vez que os dados de velocidade de vento são baixos. Deste modo eliminou-se a hipótese de implementação do sistema híbrido para o projeto de iluminação da Ecovia do Rio Âncora.

Tabela 19 – Dados relativos ao vento e à radiação solar em Âncora [27]

Mês	Temperatura do Ar	Humidade relativa	Precipitação	Radiação solar diária - horizontal	Pressão Atmosférica	Velocidade do Vento	Temperatura do Solo	Graus-dia para aquecimento 18 °C	Refrigeração graus-dias 10 °C
	°C	%	mm	kWh/m ² /d	kPa	m/s	°C	°C-d	°C-d
Janeiro	9.3	82.8%	130.91	1.88	98.7	1.8	7.1	270	0
Fevereiro	10.2	79.2%	93.43	2.76	98.6	1.9	8.4	218	6
Março	12.3	76.1%	107.53	4.08	98.4	2.1	11.8	177	71
Abril	13.4	75.4%	106.37	5.39	98.1	2.4	14.1	138	102
Mai	15.9	75.5%	86.82	6.36	98.1	2.2	18.2	65	183
Junho	19.1	74.6%	37.72	7.10	98.3	2.0	22.8	0	273
Julho	20.5	74.7%	19.45	7.02	98.3	2.0	25.1	0	326
Agosto	20.3	75.6%	33.54	6.21	98.2	1.8	23.9	0	319
Setembro	19.0	77.8%	72.67	4.75	98.3	1.6	20.8	0	270
Outubro	15.6	82.1%	157.67	3.10	98.2	1.8	15.6	74	174
Novembro	12.4	83.6%	150.36	2.03	98.3	1.7	10.9	168	72
Dezembro	10.3	83.8%	175.01	1.56	98.5	1.7	8.3	239	9
Anual	14,9	78,4%	1 171,48	4,36	98,3	1,9	15,6	1 349	1 805
Fonte	Solo	Solo	NASA	NASA	NASA	Solo	NASA	Solo	Solo
Medido a					m				

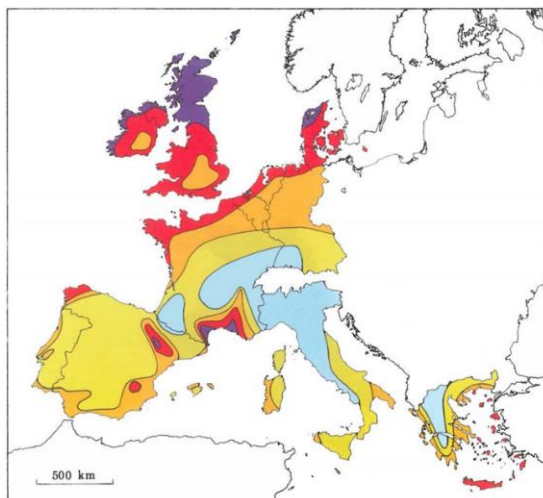


Figura 26 – Representação dos recursos eólicos a 50 metros do solo na Europa [28]

Legenda:

Wind resources ¹ at 50 metres above ground level for five different topographic conditions									
Sheltered terrain ²		Open plain ³		At a sea coast ⁴		Open sea ⁵		Hills and ridges ⁶	
m s ⁻¹	Wm ⁻²	m s ⁻¹	Wm ⁻²	m s ⁻¹	Wm ⁻²	m s ⁻¹	Wm ⁻²	m s ⁻¹	Wm ⁻²
> 6.0	> 250	> 7.5	> 500	> 8.5	> 700	> 9.0	> 800	> 11.5	> 1800
5.0-6.0	150-250	6.5-7.5	300-500	7.0-8.5	400-700	8.0-9.0	600-800	10.0-11.5	1200-1800
4.5-5.0	100-150	5.5-6.5	200-300	6.0-7.0	250-400	7.0-8.0	400-600	8.5-10.0	700-1200
3.5-4.5	50-100	4.5-5.5	100-200	5.0-6.0	150-250	5.5-7.0	200-400	7.0-8.5	400-700
< 3.5	< 50	< 4.5	< 100	< 5.0	< 150	< 5.5	< 200	< 7.0	< 400

6. ANÁLISE FINANCEIRA

A viabilidade de um projeto é fundamental para tomar decisões relativas à implementação ou não do mesmo, isto porque o cálculo do Valor Atual Líquido (VAL) permite avaliar do cash flows positivos e negativos envolvidos no projeto permitindo fazer uma estimativa de todo o dinheiro que se irá gastar e receber com a implementação do projeto.

Deste modo, calculou-se o VAL que tem como objetivo avaliar a mesma, utilizando a seguinte fórmula [25]:

$$VAL = -I + (R - C) * \left(\frac{1 - (a^n - 1)}{a * (a + 1)^n} \right)$$

Onde:

n – corresponde ao número de anos, que iremos considerar 20

I – refere-se ao investimento, onde consideramos todo os custos desde o material à mão de obra (baseado no anexo D)

R – refere-se à receita anual, que nós teremos em conta o valor que iríamos pagar à EDP para fornecer energia para o funcionamento das iluminarias se estas estivessem ligadas à rede

C – corresponde à média do custos anuais de manutenção a 20 anos (baseado em Anexo H)

a – refere-se à taxa em vigor que nós consideramos 6%

Tendo em conta que:

$$n = 20 \text{ anos}$$

$$I = 29656,30 \text{ €}$$

$$R = 554,40 \text{ € (simulação no portal da Entidade Reguladora dos Serviços Energéticos)}$$

$$C = 125,5 \text{ €}$$

$$a = 6\% = 0,06$$

Calculou-se o VAL:

$$\begin{aligned} VAL &= -29656,30 + (554,40 - 125,5) * \left(\frac{1 - (0,06^{20} - 1)}{0,06 * (0,06 + 1)^{20}} \right) \\ &= -29656,30 + 428,9 * \left(\frac{1 - (0,06^{20} - 1)}{0,06 * (0,06 + 1)^{20}} \right) \\ &= -25200 \end{aligned}$$

Depois de conhecida a rentabilidade do projeto o critério de decisão sobre a implementação ou não do projeto baseia-se no facto do mesmo apresentar uma Taxa Interna de Rentabilidade (TIR) superior ou custo de financiamento, acrescido de uma taxa de risco que lhe está associada.

Assim, outro aspeto importante para avaliar a viabilidade do projeto é a TIR que consiste na rentabilidade gerada pelo investimento e é calculada a partir da seguinte fórmula [25]:

$$TIR = \frac{a}{\left(1 - \frac{1}{1 + a^2}\right)}$$

Onde:

α – refere-se à Taxa de empréstimo bancário em vigor, que nós consideramos 6%

Uma vez que o VAL apresenta um valor muito negativo não se considerou que haja necessidade de calcular a TIR.

7. CONCLUSÃO

Nesta dissertação pretendeu-se estudar a viabilidade da implementação de um sistema de iluminação da Ecovia do Rio Âncora recorrendo a instalação de um sistema autónomo fornecido exclusivamente por fontes de energia renovável (energia solar e eólica).

A análise que se pretendeu realizar ficou de veras limitada tendo em conta os atrasos na construção da via, tal como já foi referido em capítulos anteriores. No entanto, apesar de não ter sido possível implementar o sistema no terreno, através de dados teóricos baseados em estatísticas podemos realizar uma análise sobre o projeto que propõe aplicar.

Os dados relativos à velocidade do vento e radiação solar em Âncora (margem direita do rio Âncora) possibilitaram realizar análise teóricas sobre a eficácia da implementação dos diferentes tipos de sistemas que foram propostos implementar e permitiram concluir que nenhum dos sistemas é viável.

Tendo em conta que a localização do troço da Ecovia do Rio Âncora apresenta uma boa exposição solar, como se pode verificar anteriormente, devido ao custo elevado para a sua implementação o projeto não apresenta viabilidade porque a implementação do sistema isolado não é rentabilizável em 20 anos e, por outro lado, os baixos valores da velocidade do vento no local selecionado para a implementação do sistema híbrido inviabilizam a instalação do mesmo. Deste modo, concluiu-se que a ligação à rede pública seria do ponto de vista económico a opção mais vantajosa para a solução de iluminação do troço em estudo, tendo em conta o que foi apresentado anteriormente. Por outro lado, caso se valorize a questão ambiental e se desvalorize a questão económica, poderemos considerar o sistema isolado como a opção para alimentação do sistema de iluminação deste troço de ciclovia.

Relativamente ao estudo da viabilidade de implementação de postos de carregamento de baterias de carros elétricos, não foi realizada devido a entraves do ponto de vista funcional uma vez que o troço da ecovia em estudo não apresenta local de estacionamento nas proximidades porque esta via é uma interligação entre dois troços já existentes.

Como trabalhos futuros fica a possibilidade do estudo de implementação deste tipo de sistema em outros troços de Ecovias, uma vez que se obteve interesse de empresas e das entidades reesposáveis na realização do mesmo. Também seria interessante o estudo do sistema de iluminação da Ecovia em análise com recurso à energia hídrica uma vez que este troço se situa na proximidade de um rio com caudal significativo.

8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] M. Rodrigues, "Energias Renováveis. In Enciclopedia activa e multimedia de consulta," Lisboa, Lexicultura, 2004, pp. 177-184.
- [2] APREN, "Estudo de Impacto Macroeconómico do Sector das Energias em Portugal," 2014. [Online]. Available: http://www.apren.pt/fotos/gca/apren_impacto_energias_renovaveis_1268753989.pdf.
- [3] L. Schmidt, Portugal Ambiental - Casos e Causas, Oeiras : Celta Editora , 1999.
- [4] J. Ramage, Guia da Energia, Lisboa : Monitor, 1997.
- [5] A. Gore, Uma Verdade Inconveniente, Lisboa : Esfera do Caos, 2006.
- [6] P. Energia, 06 06 2015. [Online]. Available: <http://www.portal-energia.com/vantagens-desvantagens-da-energia-eolica/>.
- [7] J. T. Jervell, "Estudo da influencia das características do vento no desempenho de aerogeradores," Porto, 2008.
- [8] J. M. T. d. Sousa, Funcionamento e Aplicação de Células Fotovoltaicas de Terceira Geração, Coimbra: Instituto Superior de Engenharia de Coimbra , 2011.
- [9] "Ciclovias," 2008. [Online]. Available: www.ciclovias.pt.
- [10] P. e. Norte, Ciclovias, Ecopistas e Ecovias Norte de Portugal, Porto: TPNP, 2015.

- [11] *Projecto de execução e memória descritiva Ecovia Caminho do Rio Minho*, 2013.
- [12] J. Garcia, *Ciclovias: Infraestrutura e Legislação*, Lisboa : Universidade Lusófuna de Humanidades e Tecnologias , s/d.
- [13] E. Distruibuição, *Manual de Iluminação Publica*, EDP Distribuição | ISR-UC, 2016.
- [14] meid , "Eficiência energética na iluminação pública," no. Índice de Proteção , pp. 20-21, 2011.
- [15] R. J. R. d. R. Costa, "Comparação de Metodos de Seguimento Solar para Sistemas Fotovoltaicos," Universidade de Lisboa - Faculdade de Ciencias , Lisboa , 2011.
- [16] R. M. C. Fonseca, "Analise Tecnica e Ambiental da produção de AQS," Universidade de Aveiro, Aveiro, 2016.
- [17] LusoSol.com, "LusoSol.com," 2015. [Online]. Available: <http://www.lusosol.com/start.htm>. [Accessed 01 09 2017].
- [18] S. S. A. Freitas, *Dimensionamento de Sistemas Fotovoltaicos*, Bragança: IPB, 2008.
- [19] G. d. T. d. E. Solar, *Sistemas Fotovoltaicos*, Rio de Janeiro : PRC-PRODEEM, 2004.
- [20] PsyMotion, "s2e Energia Fotovoltaica," 2016. [Online]. Available: <http://s2e.com.br/>. [Accessed 3 09 2017].
- [21] F. F. Figueira, "Dimensionamento de um sistema fotovoltaico conectado à rede para alimentar a sala de computação da escola municipal tenente António João," Rio de Janeiro.
- [22] L. Schmidt, *Portugal Ambiental - Casos e Causas*, Oeiras: Celta Editora, 1999.
- [23] Eletrínica, "eletronica.pt," 2017. [Online]. Available: <https://www.eletronica-pt.com/energia-eolica>. [Accessed 20 9 2017].

- [24] A. M. C. d. Assunção, "Integração da Microgeração em Larga Escala nas Redes de Baixa Tensão," Instituto Politécnico de Bragança , Bragança , 2008.
- [25] F. P. e. M. Oliveira, Curso Técnico de Instalador de Energia Solar Fotovoltáica, 2ª edição ed., Poblindustria, Edições Técnicas, 2015.
- [26] VESTAS, Wind Turbine Description, Denmark: VESTAS, 2005.
- [27] ENERCON, *Manual de instruções*, Aurich, 2011.
- [28] A. F. Falcão, "Recursos Energéticos Renováveis," Instituto Superior Tecnico, Lisboa , 2008.
- [29] M. Dias, Impacto Económico-financeiro no Sobreequipamento de Centrais Eólicas, Porto: FEUP, 2014.

ANEXOS

Anexo A. - Ficha técnica da bateria Sun Power VRL
série OPzV, da marca HOPPECKE



sun | power VR L

Series OPzV

Valve regulated lead-acid batteries for cyclic applications

Typical applications:

- Village power supplies
- Hybrid systems
- Peak Shaving/voltage stabilisation
- Stations of mobile communications
- Sustainable tourism
- Cathodic corrosion protection
- Pumping systems

Your benefits:

- Maintenance-free regarding water refilling – due to innovative Gel-technology
- Very high cycle stability during PSoC¹ operation – due to tubular plate design with efficient charge current acceptance
- Maximum compatibility – dimensions according to DIN 40742
- Optimal space utilization – due to possibility of horizontal arrangement²
- Higher short-circuit safety even during the installation – based on HOPPECKE system connectors

¹ Partial State of Charge

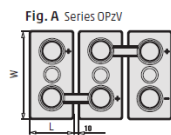
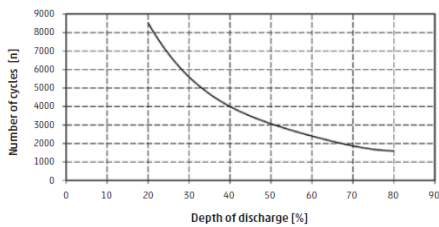
² Operating in a horizontal position is only possible with special OPzV variant. Please consider when ordering!

Capacities, dimensions and weights

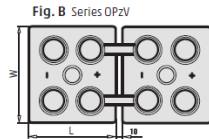
Series OPzV	C _{10h} /1.85 V Ah	C _{10h} /1.85 V Ah	C _{20h} /1.83 V Ah	C _{10h} /1.80 V Ah	C _{10h} /1.77 V Ah	max.* Weight kg	max.* Length L mm	max.* Width W mm	max.* Height H mm	Fig.
4 sun power VR L 250	287	264	243	204	189	18.3	105	208	420	A
5 sun power VR L 310	359	329	304	255	236	22.3	126	208	420	A
6 sun power VR L 370	430	395	365	306	283	26.5	147	208	420	A
5 sun power VR L 420	478	453	428	391	346	29.9	126	208	535	A
6 sun power VR L 520	574	543	513	470	415	35.1	147	208	535	A
7 sun power VR L 620	670	634	599	548	485	42.1	168	208	535	A
6 sun power VR L 750	847	802	762	682	595	48.7	147	208	710	A
7 sun power VR L 875	990	935	888	796	694	61.3	215	193	710	B
8 sun power VR L 1000	1130	1070	1016	909	793	65.9	215	193	710	B
9 sun power VR L 1125	1271	1203	1143	1023	893	75.6	215	235	710	B
10 sun power VR L 1250	1412	1337	1270	1137	992	80.5	215	235	710	B
11 sun power VR L 1375	1553	1471	1397	1250	1091	89.3	215	277	710	B
12 sun power VR L 1500	1695	1604	1524	1364	1190	94.6	215	277	710	B
12 sun power VR L 1700	1955	1870	1785	1545	1372	110.0	215	277	855	B
14 sun power VR L 2000	2281	2182	2082	1802	1601	136.5	215	400	815	C
16 sun power VR L 2300	2607	2493	2380	2060	1829	152.9	215	400	815	C
18 sun power VR L 2600	2933	2805	2677	2317	2058	173.0	215	490	815	D
20 sun power VR L 2900	3258	3117	2975	2574	2287	186.5	215	490	815	D
22 sun power VR L 3200	3584	3428	3272	2832	2515	214.7	215	580	815	D
24 sun power VR L 3500	3910	3740	3570	3089	2744	222.3	215	580	815	D

Service life in cycles and Depth of Discharge

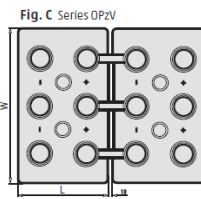
C₁₀ and C₁₀₀ = Capacity at 10 h and 100 h discharge
* according to DIN 40742 data to be understood as maximum values



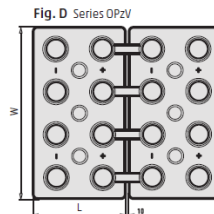
4 sun | power VR L 250 -
6 sun | power VR L 750



7 sun | power VR L 875 -
12 sun | power VR L 1700



14 sun | power VR L 2000 -
16 sun | power VR L 2300



18 sun | power VR L 2600 -
24 sun | power VR L 3500



Optimal environmental compatibility - closed loop for recovery of materials in an accredited recycling system
IEC 60896-21 · IEC 61427

HOPPECKE Batterien GmbH & Co. KG
Bontkirchener Str. 1 · D - 59929 Brilon · Tel.: +49 (0) 2963 61-374 · Fax: +49 (0) 2963 61-270
E-Mail: info@hoppecke.com · www.hoppecke.com



05/2015 EN_sun | power VR L - OPzV. All details in this brochure are based on state-of-the-art technology. Our products are subject to constant development. We therefore reserve the right to make changes.

**Anexo B. – Ficha técnica do painel fotovoltaico
Sunmodule Plus SW 280 mono, da marca SolarWorld**

Sunmodule[®] Plus SW 280 MONO



Data sheet



HIGH QUALITY ENGINEERING BY SOLARWORLD

More than 40 years of technology expertise, ongoing innovation and continuous optimization create the foundation for the performance of SolarWorld's high-quality modules. We guarantee our customers the highest quality during all steps of production. Our modules are extremely flexible when it comes to their application and provide optimal solutions for installation and non-stop performance – worldwide.

- Extremely tough and stable, despite its light weight – able to handle loads up to 8.5 kN/m².
- Tested in extreme weather conditions – hail impact tested and resistant to salt spray, frost, ammonia, dust and sand.
- Proven guarantee against hotspots and PID- free to IEC 62804-1.
- Highly-efficient cells (mono PERC) for the highest possible yields.
- Patented corner design with integrated drainage for optimized self-cleaning.
- High-transmissive front glass and anti-reflective coating.
- Long-term safety and guaranteed top performance – At least 97% of nominal power in the first year – 25-year linear performance warranty – 20-year product warranty.



www.solarworld.com

Sunmodule[®] Plus SW 280 MONO



PERFORMANCE UNDER STANDARD TEST CONDITIONS (STC)*

		SW 280
Maximum power	P_{max}	280 Wp
Open circuit voltage	U_{oc}	39.5 V
Maximum power point voltage	U_{mpp}	31.2 V
Short circuit current	I_{sc}	9.71 A
Maximum power point current	I_{mpp}	9.07 A
Module efficiency	η_m	16.7 %

Measuring tolerance (P_{max}) +/- 2 %.

*STC: 1000W/m², 25°C, AM 1.5

PERFORMANCE AT 800 W/m², NOCT, AM 1.5

		SW 280
Maximum power	P_{max}	209.2 Wp
Open circuit voltage	U_{oc}	36.1 V
Maximum power point voltage	U_{mpp}	28.5 V
Short circuit current	I_{sc}	7.85 A
Maximum power point current	I_{mpp}	7.33 A

Minor reduction in efficiency under partial load conditions at 25°C: at 200 W/m², 97% (+/-3%) of the STC efficiency (1000 W/m²) is achieved.

PARAMETERS FOR OPTIMAL SYSTEM INTEGRATION

Power sorting	-0 Wp / +10 Wp
Maximum system voltage IEC/ NEC	1000 V / 1000 V
Maximum reverse current	25 A
Number of bypass diodes	3
Operating range	-40°C - +85°C
Maximum Design Loads (Two rail system)*	+5.4 kN/m ² / -3.1 kN/m ²
Maximum Design Loads (Three rail system)*	+8.5 kN/m ² / -3.1 kN/m ²

*Please refer to the Sunmodule Installation instructions for the details associated with these load cases.

COMPONENT MATERIALS

Cells per module	60
Cell type	Mono crystalline PERC
Cell dimensions	156 mm x 156 mm
Front	Tempered safety glass (EN 12150)
Back	Film, white
Frame	Black anodized aluminum
J-Box	IP65
Connector	Amphenol H4 UTX

DIMENSIONS / WEIGHT

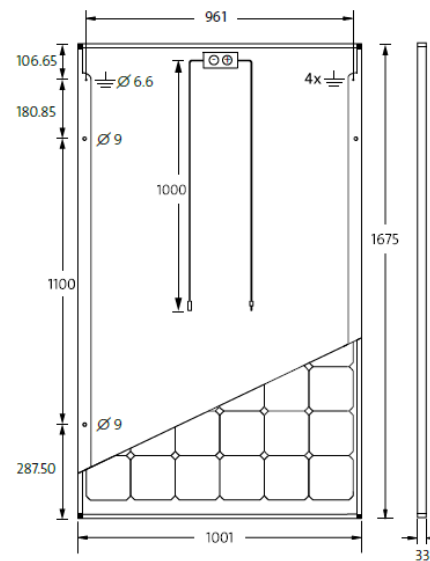
Length	1675 mm
Width	1001 mm
Height	33 mm
Weight	18.0 kg

THERMAL CHARACTERISTICS

NOCT	46 °C
TK I_{sc}	0.070 %/K
TK U_{oc}	-0.29 %/K
TK P_{mpp}	-0.39 %/K

ORDERING INFORMATION

Order number	Description
82000650	Sunmodule Plus SW 280 mono



CERTIFICATES AND WARRANTIES

Certificates	IEC 61730	IEC 61215	UL 1703
	IEC 62716	IEC 60068-2-68	IEC 61701
Warranties	Product Warranty	20 years	
	Linear Performance Guarantee	25 years	

SolarWorld Industries GmbH reserves the right to make specification changes without notice. This data sheet complies with the requirements of EN 50380.

90002573 | V1 2018-03-26 EN

Anexo C. - Ficha técnica do aerogerador modelo SW350 Silent Power, da marca Superwind

Wind Turbines for Professionals

superwind
In Charge of Power

At many sites, wind is an ideal source to power small off-grid applications. However, due to the deficient reliability of many small wind turbines on the market, professional users often renounced the economic benefits of wind and opted for pure solar solutions. Today this is a thing of the past.

When superwind GmbH launched the Superwind 350 with automatically feathering blades in 2004, a small 350 Watt wind turbine became available which is virtually indestructible by wind and which gave proof of its reliability in hundreds of professional applications at extreme sites all over the world. Whether in the Arctic or in the tropics, whether on mountain ridges or off-shore: Where there is wind, a Superwind 350 is the right component for your off-grid power needs.

At superwind GmbH our engineers have more than 20 years of experience in remote power supply technology. If you plan to integrate a small wind turbine into your system or if you need a new power solution for a remote location:

Ask our engineers. They will provide advice and will offer the right components for capacities up to 1 kW.



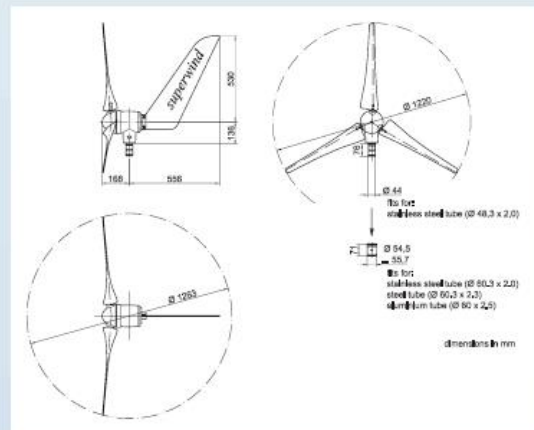
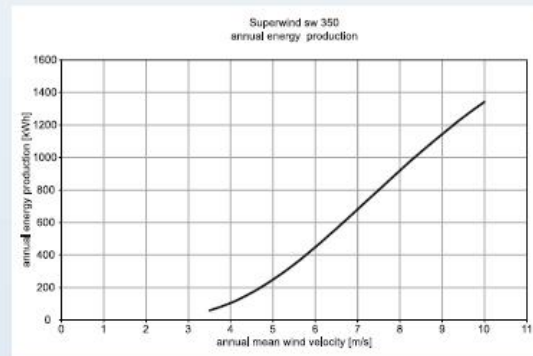
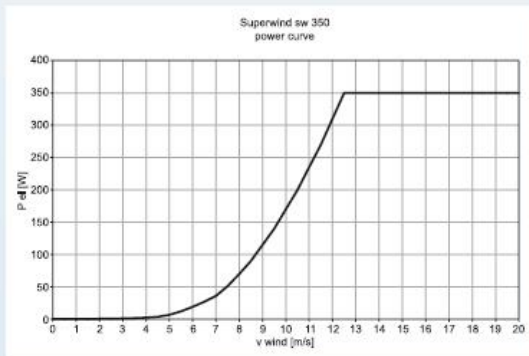
The range of applications includes:

- Aids to Navigation and Lighthouses
- Radio Transmitters
- Remote Monitoring Systems
- Aircraft Warning Lights for High Buildings or Wind Power Plants
- Extreme Climate Survival Stations
- Rural Electification



Technical Data

Rated Power	350 W
Rated Wind Speed	12.5 m/s
Cut-in Wind Speed	3.5 m/s
Cut-out Wind Speed	none
Rotor Diameter	1.22 m
Number of Blades	3
Rotor Blade Material	CFRP
Rotor Speed	500 - 1300 rpm
Generator	Permanent Magnets
Voltage	12 / 24 / 48 VDC
Connection	Charge regulator
Speed Control	Passive Pitch Control
Power Control	Passive Pitch Control
Main Brake	Electro Dynamic
Nacelle Weight	11.5 kg



superwind GmbH
Am Rankewerk 2-4
D-50321 Brühl / Germany

Tel: +49(0) 22 32 - 577 357
Fax: +49(0) 22 32 - 577 368

power@superwind.com
www.superwind.com

Anexo D. – Orçamento para sistema híbrido para iluminação da Ecovia do Rio Âncora



A

Lusostrada

A/C Eduardo Gonçalves

Orçamento Sistema Híbrido para Iluminação de Ciclovía em Âncora

Pos.	Artigo	Quant.	Preço unit.	Valor
1	Módulo SolarWorld SW 280 mono (280 W)	9	187,00 €	1.683,00 €
2	Estrutura de suporte para chão em alumínio	1	810,00 €	810,00 €
3	Caixa combinadora FWPV-8 incl. 3 disjuntores DC 10A	1	211,00 €	211,00 €
4	Outback Flexpower One 24V	1	3.971,00 €	3.971,00 €
5	Aerogerador Superwind 24V 350W	1	1.850,00 €	1.850,00 €
6	Regulador para Superwind SCR 24V Marine	1	542,40 €	542,40 €
7	Stop Switch para Superwind	1	100,80 €	100,80 €
8	Bateria tipo OPzV Hoppecke sun power VRL 2-1500	12	693,50 €	8.322,00 €
9	Material de instalação (cabos, calhas, etc.)	1	650,00 €	650,00 €
10	Seccionador-fusível Hager LT 150 com NH1 250A	1	239,00 €	239,00 €
11	Corta-circuito com fusível DC 20A para Superwind	2	18,00 €	36,00 €
				18.415,20 €
			Desconto 10%	-1.841,52 €
				16.573,68 €
			Taxa Ecovalor	31,88 €
			Total equipamento	16.605,56 €
12	Instalação	1	1.800,00 €	1.800,00 €
13	Deslocação [km]	1214	0,70 €	849,80 €
14	Alojamento [noite]	3	150,00 €	450,00 €
				3.099,80 €
			Equipamento	16.605,56 €
			Instalação	3.099,80 €
				19.705,36 €
			IVA	4.532,23 €
			Total	24.237,59 €

Não incluído: Obra de construção civil das fundações para painéis e aerogerador, abrir e tapar valas

Observação: Manuais de utilizador em língua inglesa.



FF SOLAR
ENERGIAS RENOVÁVEIS

FF SOLAR ENERGIAS RENOVÁVEIS, Lda.
Parque Industrial da Feiteirinha –
Lote nº 1 – Feiteirinha – Rogil
8670 – 440 Aljezur, Portugal
Tel. 282 998745 Fax 282 998746
Email: mail@ffsolar.com
Internet: <http://www.ffiolar.com>

Garantias

Módulos SolarWorld	- 20 anos de fabrico - 25 anos de desempenho, degradação 0,7% por ano
Flexpower One da Outback	- 5 anos
Bateria Hoppecke	- 2 anos
Aerogerador Superwind	- 2 anos

Condições de pagamento

- 30% com a adjudicação
- 70% na conclusão da instalação

Validade da Proposta

A nossa proposta é válida por 30 dias a contar da presente data, findos os quais fica sujeita a confirmação.

Prazo de Entrega

O prazo de entrega e início previsto da obra é de 8 semanas depois da adjudicação.

Anexos (em ficheiro separado)

Folheto do módulo SolarWorld SW 280 mono
Folheto do inversor Flexpower One
Folheto da Bateria OPzV da Hoppecke
Folheto do aerogerador Superwind 350

Aljezur, dia 18 de Abril de 2018

Michael Deppner, FF SOLAR

Anexo E. – Tabela dos disjuntores

MANUAL DE APOIO AO PROJETO ELÉTRICO

3.2. Correntes estipuladas dos disjuntores tipo doméstico (EN 60898)

Corrente estipulada I_n (A)	Corrente convencional de não funcionamento I_{nf} (A)	Corrente convencional de funcionamento I_2 (A)	Corrente de funcionamento em C.º Circ. I_a (A)
10	11	14	40
16	18	23	64
20	22	29	80
25	28	36	100
32	36	46	128
40	45	58	160
50	56	72	
63	71	91	232
80	90	116	320
100	113	145	400
125	141	181	500

Anexo F. – Tabela 52 – C30 do RTIEBT

Canalizações enterradas

Secção nominal dos condutores (mm ²)	Número de condutores carregados e natureza do isolamento			
	3 PVC	2 PVC	3 XLPE	2 XLPE
<i>Condutores de cobre</i>				
1,5	26	32	31	37
2,5	34	42	41	48
4	44	54	53	63
6	56	67	66	80
10	74	90	87	104
6	96	116	113	136
25	123	148	144	173
35	147	178	174	208
50	174	211	206	247
70	216	261	254	304
95	256	308	301	360
120	290	351	343	410
150	328	397	387	463
185	367	445	434	518
240	424	514	501	598
300	480	581	565	677
<i>Condutores de alumínio</i>				
10	57	68	67	80
16	74	88	87	104
25	94	114	111	133
35	114	137	134	160
50	134	161	160	188
70	167	200	197	233
95	197	237	234	275
120	224	270	266	314
150	254	304	300	359
185	285	343	337	398
240	328	396	388	458
300	371	447	400	520

Para cabos enterrados e colocados dentro de tubos ou de travessias, os valores indicados no quadro devem ser multiplicados por 0,80. Atendendo a que as correntes admissíveis foram calculadas para uma resistividade térmica do solo igual a 1K m/W, é necessário considerar os factores de correcção.

Anexo G. – Ficha técnica OutBack



FXR Renewable Series

230V E-Series Sealed and Vented Grid/Hybrid Inverter/Chargers



- Single-phase, 230V sinewave output in 12V, 24V or 48V versions
- 2000W and 2300W sealed models
- 2600W and 3000W vented models
- Intelligent battery charging
- Programmable for seven different modes, with generator assist
- Modular, stackable design up to nine inverter/chargers for three-phase and 10 inverter/chargers in grid-tied
- High operating efficiency at 93%
- Corrosion resistant internal components
- Field upgradable software
- Power factor corrected battery charging
- Standard 5-year warranty, optional 10-year warranty

The latest, most advanced features on the industry's most trusted and proven platform—that's the essence of OutBack's new FXR Series of Grid/Hybrid Inverter/chargers. Capable of off-grid or grid-connected operation in a single model, the FXR Grid/Hybrid Inverter/chargers provide system designers with unprecedented flexibility and compatibility for nearly any power conversion scenario.

The new FXR features and technologies on the acclaimed FX platform include:

- Both off-grid and grid-tied functionality in one unit
- Seven programmable modes, including GridZero and Support Mode, and built-in networked communications
- Advanced Battery Charging (ABC) with expanded charging voltages and time parameters, enabling system designers to accommodate the specific charging profiles and algorithms of new and emerging energy storage technologies including Lithium Ion, Aqueous Ion and Flow chemistry batteries
- Easy system upgradability in the field

FXR Inverter/chargers can be paired with a MATE3 to add OPTICS RE to monitor and control system performance from any location. Available in power ranges from 2000W-3000W, multiple units may be stacked and connected with other OutBack Power electronics for more seamless system integration and the ability to function in a wide variety of applications, and system sizes. Up to nine Inverters can be combined in a three-phase system with the 12V, 24V or 48V models, and up to 30kW in a grid-tied 24V or 48V system. The exclusive modular system architecture means that increased power output is just an additional FXR Inverter/charger away.

Available in sealed or vented units with NEMA type 1 die-cast aluminum chassis designed to operate in the harshest environmental conditions such as high temperatures, humidity or corrosive salt air, the FXR's continue in OutBack's tradition of absolute dependability in mission-critical installations no matter how harsh or challenging the conditions.

OutBack reserves the right to make changes to the products and information contained in this document without notice.
Copyright © 2015 OutBack Power. All Rights Reserved. OutBack is a registered trademark of The Alpha Group.

Models:	Sealed			Vented		
	FXR2012E	FXR2024E	FXR2348E	VFXR2612E	VFXR3024E	VFXR3048E
Continuous Power Rating (p 25°C)	2000W	2000W	2000W	2000W	2000W	2000W
AC Output Voltage (Selectable)	210VAC (200-208VAC)	210VAC (200-208VAC)	210VAC (200-208VAC)	210VAC (200-208VAC)	210VAC (200-208VAC)	210VAC (200-208VAC)
AC Output Frequency (Selectable)	50Hz/60Hz	50Hz/60Hz	50Hz/60Hz	50Hz/60Hz	50Hz/60Hz	50Hz/60Hz
Nominal DC Input Voltage	12VDC	24VDC	48VDC	12VDC	24VDC	48VDC
Continuous AC RMS Output (p 25°C)	8.7kVA	8.7kVA	10kVA	11.3kVA	10kVA	11kVA
Idle Power	Full: ~3W Switch: ~0W DR: ~3W	Full: ~3W Switch: ~0W DR: ~3W	Full: ~3W Switch: ~0W DR: ~3W	Full: ~3W Switch: ~0W DR: ~3W	Full: ~3W Switch: ~0W DR: ~3W	Full: ~3W Switch: ~0W DR: ~3W
Typical Efficiency	92%	92%	92%	92%	92%	92%
CEC Weighted Efficiency	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
Total Harmonic Distortion	Typical: < 2% Maximum: < 5%	Typical: < 2% Maximum: < 5%	Typical: < 2% Maximum: < 5%	Typical: < 2% Maximum: < 5%	Typical: < 2% Maximum: < 5%	Typical: < 2% Maximum: < 5%
Output Voltage Regulation	± 2.5%	± 2.5%	± 2.5%	± 2.5%	± 2.5%	± 2.5%
Maximum Output Current	Peak: 25kA RMS: 25kA	Peak: 25kA RMS: 25kA	Peak: 25kA RMS: 25kA	Peak: 25kA RMS: 25kA	Peak: 25kA RMS: 25kA	Peak: 25kA RMS: 25kA
AC Overload Capability	Surge: 4000W 5 Sec: 4000W 30 Min: 2500W	Surge: 5750W 5 Sec: 5750W 30 Min: 3300W	Surge: 5750W 5 Sec: 5750W 30 Min: 3300W	Surge: 4000W 5 Sec: 4000W 30 Min: 2500W	Surge: 5750W 5 Sec: 5750W 30 Min: 3300W	Surge: 5750W 5 Sec: 5750W 30 Min: 3300W
AC Input Voltage Range (NITEs Adjustable)	170 to 280VAC	170 to 280VAC	170 to 280VAC	170 to 280VAC	170 to 280VAC	170 to 280VAC
AC Input Frequency Range	45 to 55Hz (54 to 60Hz)	45 to 55Hz (54 to 60Hz)	45 to 55Hz (54 to 60Hz)	45 to 55Hz (54 to 60Hz)	45 to 55Hz (54 to 60Hz)	45 to 55Hz (54 to 60Hz)
AC Input True Loss	0VA	0VA	0VA	0VA	0VA	0VA
Grid-Interactive Voltage Range	N/A	208 to 252VAC	208 to 252VAC	N/A	208 to 252VAC	208 to 252VAC
Grid-Interactive Frequency Range	N/A	47 to 57Hz	47 to 57Hz	N/A	47 to 57Hz	47 to 57Hz
AC Input Current Maximum	35kA	35kA	35kA	35kA	35kA	35kA
Continuous Battery Charge Output	100AIX	15AIX	25AIX	120AIX	80AIX	40AIX
Maximum Battery Charging (AC/DC) Power	12kA / 100AIX / 1200W	12kA / 15AIX / 1300W	12kA / 25AIX / 1900W	8kA / 120AIX / 1600W	10kA / 80AIX / 2100W	10kA / 40AIX / 2100W
DC Input Voltage Range	10.5 to 17VDC	21 to 34VDC	42 to 68VDC	10.5 to 17VDC	21 to 34VDC	42 to 68VDC
Warranty	Standard 5-yr / optional 10-yr	Standard 5-yr / optional 10-yr	Standard 5-yr / optional 10-yr	Standard 5-yr / optional 10-yr	Standard 5-yr / optional 10-yr	Standard 5-yr / optional 10-yr
Weight (lb/kg)	Full: 67 / 30 Shipping: 67 / 30	Full: 67 / 30 Shipping: 67 / 30	Full: 67 / 30 Shipping: 67 / 30	Full: 67 / 30 Shipping: 67 / 30	Full: 67 / 30 Shipping: 67 / 30	Full: 67 / 30 Shipping: 67 / 30
Dimensions H x W x L (in/cm)	Full: 12 x 8.25 x 16.25 / 31 x 21 x 41 Shipping: 21.25 x 13 x 22 / 53 x 33 x 56			Full: 12 x 8.25 x 16.25 / 31 x 21 x 41 Shipping: 21.25 x 13 x 22 / 53 x 33 x 56		
Temperature range	Rated: 20 to 50°C Operating: -40 to 60°C Storage: -40 to 60°C	Rated: 20 to 50°C Operating: -40 to 60°C Storage: -40 to 60°C	Rated: 20 to 50°C Operating: -40 to 60°C Storage: -40 to 60°C	Rated: 20 to 50°C Operating: -40 to 60°C Storage: -40 to 60°C	Rated: 20 to 50°C Operating: -40 to 60°C Storage: -40 to 60°C	Rated: 20 to 50°C Operating: -40 to 60°C Storage: -40 to 60°C
Relative Humidity rating	92%	92%	92%	92%	92%	92%
Listings/certifications	UL 67106-1, CE	UL 67106-1, CE	UL 67106-1, CE	UL 67106-1, CE	UL 67106-1, CE	UL 67106-1, CE
RoHS Compliance	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes



Worldwide Corporate Offices

North America Tel: +1 360.435.6030 Fax: +1 360.435.6019	Latin America Tel: +1 561.792.9651 Fax: +1 561.792.7157	Europe Tel: +49 9122.79689.0 Fax: +49 9122.79689.20	Asia Pacific Tel: +852 2706.8663 Fax: +852 2194.7988
--	--	--	---

AVAILABLE FROM



Anexo H. – Estudo económico de uma instalação de microgeração.

Ano	Contagem dos Anos	Evolução da tarifa de regime geral, considerando crescimento médio anual de 3,0% (C)	Evolução da tarifa de uma instalação em Junho 2010	Vendas (€)	Energia produzida (kWh/ano)	Vendas Acumuladas (€)	Benefício Fiscal (€)	Contos Manutenção anual Sistema (€)	Fluxo de Caixa	Acumulado
2013	1	0,12	0,196	1419	7240	1419	304	0	1723	-8431
2014	2	0,12	0,196	1417	7230	2836	0	100	1317	-7114
2015	3	0,13	0,196	1415	7226	4251	0	103	1312	-5801
2016	4	0,13	0,196	1413	7210	5664	0	106	1307	-4484
2017	5	0,14	0,196	1411	7200	7076	0	108	1302	-3162
2018	6	0,14	0,196	1409	7190	8485	0	113	1297	-1856
2019	7	0,14	0,196	1407	7180	9892	0	116	1291	-604
2020	8	0,15	0,196	1405	7170	11297	0	119	1286	681
2021	9	0,15	0,165	1180	7150	12477	0	123	1057	1738
2022	10	0,16	0,165	1176	7130	13654	0	127	1050	2788
2023	11	0,16	0,165	1173	7110	14827	0	130	1043	3831
2024	12	0,17	0,165	1170	7090	15997	0	134	1035	4866
2025	13	0,17	0,165	1167	7070	17163	0	138	1028	5884
2026	14	0,18	0,165	1163	7050	18326	0	143	1021	6915
2027	15	0,18	0,165	1160	7030	19486	0	147	1013	7928
2028	16	0,19	0,19	1323	7010	20639	0	151	1171	9059
2029	17	0,19	0,19	1358	6990	21767	0	156	1203	10302
2030	18	0,20	0,20	1395	6970	22862	0	160	1235	11537
2031	19	0,21	0,21	1433	6950	23935	0	165	1268	12804
2032	20	0,21	0,21	1472	6930	25067	0	170	1301	14105
2033	21	0,22	0,22	1511	6910	26198	0	175	1336	15441
2034	22	0,23	0,23	1552	6890	27330	0	181	1372	16813
2035	23	0,23	0,23	1594	6870	31125	0	186	1408	18221
2036	24	0,24	0,24	1637	6850	32762	0	192	1446	19667
2037	25	0,25	0,25	1681	6830	34443	0	197	1484	21151
NOTA: O sistema tem um retorno de investimento ao 8.º ano										
Custo Previsível de Manutenção 100 €/ano - Aumento anual 1,030 €/Ano										
Custo Específico / IVA 10: 153,729 €										
VAL (14%) 16.129,03 €										
TIR 12 %										

Tabela B1

Estudo económico de uma instalação de microgeração com uma potência de ligação de 3,68 kW.

Fonte: KleanEnergyLife, Lda. - www.kleanenergy.com