



**Fernando Jorge
Gaspar Pereira**

**As fontes renováveis na
indústria como contributo de
sucesso das políticas climáticas
na The Navigator Company**

Dissertação submetida como requisito parcial para
obtenção do grau de **Mestre em Engenharia
Eletrotécnica e de Computadores – Ramo de
Energias Renováveis e Sistemas de Potência**

Júri

Presidente: Professor Doutor Armando José
Pinheiro Marques Pires, EST Setúbal/IPS

Orientador: Professor Doutor José Luís Estrelo
Gomes de Sousa, EST Setúbal/IPS

Vogal: Professor Doutor José Henrique
Querido Maia, EST Setúbal/IPS

Novembro 2022

Agradecimentos

A realização do presente trabalho e com isso a finalização de uma etapa nada fácil, não teria sido possível sem a força, motivação e apoio por parte de muitas pessoas. Agradeço a todos pela ajuda ao longo deste processo, pois todos contribuíram de forma decisiva para este desfecho.

Os meus sinceros agradecimentos ao Professor Doutor José Luís de Sousa pela disponibilidade, acompanhamento, orientação e pela ajuda ao longo da elaboração deste trabalho.

Aos colegas da empresa NVG pela disponibilização de dados e informação necessárias para a elaboração do presente trabalho.

Aos meus familiares, aos meus pais pelos incentivos e apoio, e em especial à minha esposa e filhos pela compreensão e suporte anímico necessário para o cumprimento deste objetivo.

Resumo

A tendência que se verifica atualmente quer através do aumento do consumo de energia a nível global, quer pelas restrições cada vez maiores no acesso aos combustíveis fósseis, os aumentos galopantes da energia e tensões geopolíticas atuais, provocam e aceleram ainda mais a necessidade de procurar soluções alternativas.

A produção de energia elétrica, a partir de fontes renováveis, além de reduzir essa dependência de combustíveis fósseis é também um dos meios para atingir a neutralidade carbónica nas empresas. A NVG não é exceção e tem esse compromisso assumido até 2035.

Neste trabalho, é apresentada uma solução fotovoltaica implementada em contexto industrial que prova ser possível a utilização de energia elétrica produzida para autoconsumo, reduzindo dessa forma a dependência e baixando os custos operacionais com a compra de energia elétrica.

É também proposta a produção de energia elétrica, com origem fotovoltaica, para aplicação na mobilidade elétrica já implementada e em crescendo na NVG.

Abstract

The actual trend through the increase in energy consumption at a global world, or through the increase restrictions on access to fossil fuels, the energy price growing up and the geopolitical tensions on the world, accelerate even more the need to look for alternative solutions

The production of electricity from renewable sources, in addition to reducing this dependence on fossil fuels, is also one of the means to achieve carbon neutrality in companies. NVG is no exception and is committed to this by 2035.

This work presents a photovoltaic solution implemented in an industrial context that proves that it is possible to use produced electrical energy for self-consumption, thus reducing dependence and lowering operating costs with the purchase of electrical energy.

It is also proposed the production of electrical energy, with photovoltaic origin, for application in electric mobility already implemented and growing at NVG.

Índice

Agradecimentos	iii
Resumo	iv
Abstract	v
Índice	vii
Lista de Figuras	xi
Lista de Tabelas	xiii
Lista de Siglas e Acrónimos	xv
Capítulo 1- Apresentação da NVG	1
1.1 A The Navigator Company	1
1.2 Organização da Dissertação	5
Capítulo 2 – Transição Ecológica.....	7
2.1 Objetivos Climáticos e Política Externa da UE.....	8
2.1.1 O que é a diplomacia climática?	8
2.1.2 Financiamento da ação climática	9
2.2 Objetivo 55 – Plano da UE para transição ecológica.....	10
2.2.1 O que é o “Objetivo 55”?	10
2.2.2 O que está incluído no pacote “Objetivo 55”?	11
2.2.2.1 Sistema de comércio de licenças de emissão da UE	11
2.2.2.2 Metas de redução das emissões dos Estados-Membros	12
2.2.2.3 Emissões e remoções de gases resultantes do uso do solo, da alteração do uso do solo e das florestas	13
2.2.2.4 Energia renovável.....	13
2.2.2.5 Eficiência energética	14
2.2.2.6 Infraestrutura para combustíveis alternativos	14
2.2.2.7 Normas de emissão de CO ₂ para automóveis de passageiros e veículos comerciais ligeiros.....	14
2.2.2.8 Tributação da energia	15
2.2.2.9 Mecanismo de ajustamento carbónico fronteiriço	15
2.2.2.10 Combustíveis sustentáveis para a aviação.....	15
2.2.2.11 Combustíveis mais ecológicos nos transportes marítimos	15
2.2.2.12 Fundo social para o clima	16

2.3 Objetivo 55 – O potencial de descarbonização nas indústrias de celulose europeias	17
2.3.1 O apoio das indústrias do setor da celulose no objetivo da UE	17
2.3.2 Acesso a fontes de energia neutras em indústrias de uso intensivo de energia	18
2.3.3 Fundos, incentivos e segurança de longo prazo para investimentos em tecnologias neutras	18
2.4 Roteiro para a neutralidade carbónica na NVG	20
2.4.1 Objetivo 1: 100% Produção energia elétrica a partir de renováveis.....	21
2.4.2 Objetivo 2: Reduzir emissões de CO ₂ fóssil.....	21
2.4.3 Objetivo 3: Reduzir consumo específico de energia	21
2.4.4 Objetivo 4: Realizar compensações de emissões	22
2.5 Energia de origem renovável em Portugal	22
2.5.1 Potencial Solar em Portugal	24
Capítulo 3 – Instalação de UPAC.....	29
3.1 Central Fotovoltaica na Figueira da Foz	29
3.2 Legislação e equipamentos aplicados	30
3.3 Descrição do Sistema por constituintes.....	31
3.3.1 Módulos, inversores e pontos de entrega	31
3.3.2 Estrutura de fixação dos módulos fotovoltaicos	32
3.3.3 Cabos, caminhos de cabos e estruturas de fixação.....	33
3.3.4 SCADA e sistemas de contagem.....	34
3.4 Pontos de injeção.....	35
3.4.1 Ponto de injeção 1 – QGPV1	35
3.4.2 Ponto de injeção 2 – QGPV2	36
3.4.3 QGPV2 – Interligação na rede fabril.....	37
3.5 Colocação em serviço.....	42
3.5.1 Comissionamento do sistema	42
3.5.1 Colocação em serviço – QGPV1.....	43
3.5.2 Colocação em serviço – QGPV2.....	45
3.6 Investimento vs Retorno.....	50
Capítulo 4 – Mobilidade Elétrica	53
4.1 Carregamento Veículos Elétricos	53
4.1.1 Enquadramento.....	53

4.1.2 Estratégia para a mobilidade elétrica	54
4.1.3 Plano de Implementação	55
4.2 Empilhadores Elétricos	57
4.2.1 Escolha de nova frota de empilhadores.....	57
4.3 Nova central fotovoltaica.....	61
4.3.1 A energia verde em sistemas de mobilidade	61
4.4 Resumo dos impactos das diferentes medidas.....	63
4.4.1 Impacto Económico.....	63
4.4.2 Impacto Ambiental.....	66
Conclusões	67
Referências bibliográficas	71
Anexos	A

Lista de Figuras

Figura 1 – Logotipo da empresa <i>The Navigator Company</i>	1
Figura 2 – Fábrica de Pasta de papel na Figueira da Foz [2].....	4
Figura 3 – “Objetivo 55” Reduzir em 55% as emissões de carbono na UE até 2030	10
Figura 4 – “Road Map” para uma Bioeconomia de baixo carbono (CEPI – 2050)	20
Figura 5 – Roteiro para a neutralidade Carbónica [11]	22
Figura 6 – Distribuição da capacidade instalada por FER em 2020 e 2030 [9]	23
Figura 7 – Distribuição da produção de eletricidade por FER em 2020 e 2030 [9]	24
Figura 8 – Irradiação Solar na Europa [10]	25
Figura 9 – Distribuição em Portugal da irradiação solar em Wh/m ² [10]	26
Figura 10 – Central fotovoltaica com 7700 painéis na NVG – Figueira da Foz ...	30
Figura 11 – <i>Layout</i> de implementação com dois pontos de injeção	32
Figura 12 – Esquema de ligação ao SCADA	34
Figura 13 – Quadro QGPV1 com os 6 inversores	35
Figura 14 – Armário elétrico com 2 fontes de tensão – interligação QGPV1.....	36
Figura 15 – Quadro QGPV2 (ligação dos inversores e saída para quadro interligação).....	37
Figura 16 – Esquema unifilar interligação QGPV2 na rede fabril	38
Figura 17 – Vista frontal da alimentação ao quadro fabril	39
Figura 18 – Vista traseira da alimentação ao quadro fabril	39
Figura 19 – Prolongamento do barramento de entrada quadro	40
Figura 20 – Fixação do barramento de entrada no Quadro	40
Figura 21 – Ligação do barramento à nova coluna	41
Figura 22 – Coluna de interligação do QGPV2 ao quadro elétrico existente.....	41
Figura 23 – Comissionamento do sistema – QGPV1	42
Figura 24 – Primeiro dia de produção – QGPV1	43
Figura 25 – Variação carga no transformador para MCC – QGPV1	43
Figura 26 – Alteração de carga no transformador, 8 janeiro 2021	44
Figura 27 – Variação carga (2) no transformador MCC – QGPV1	45
Figura 28 – Primeiro dia de produção – QGPV1 e QGPV2.....	46

Figura 29 – Variação de carga do transformador – QGPV2	46
Figura 30 – Diagrama de carga transformador – QGPV2	47
Figura 31 – Produção total no dia 4 abril 2021	48
Figura 32 – Diagramas de carga, dia 4 abril 2021	48
Figura 33 – Diagrama de carga (2) dia 4 abril 2021.....	49
Figura 34 – Simulação de 28 de fevereiro de 2019 – Anexo IV	51
Figura 35 – Energia elétrica produzida para autoconsumo - 2021	51
Figura 36 – Estado da arte (estudo interno) – fevereiro 2020 [12].....	53
Figura 37 – Estimativa redução custos e emissões – fevereiro 2020 [12].....	54
Figura 38 – Plano de implementação de carregadores para VE [12]	55
Figura 39 – Exemplo de posto de carregamento duplo de 22kW [12]	56
Figura 40 – Sala de carregadores de baterias dos empilhadores	58
Figura 41 – Diagrama de carga semanal do carregamento de baterias	60
Figura 42 – Diagrama de carga dia 14 de fevereiro	61
Figura 43 – Zona de cobertura que aloca a expansão da UPAC	62
Figura 44 – Simulação efetuada para nova UPAC	62
Figura 45 – Imagem Quadro elétrico atual (com entrada prevista para UPAC) ...	64
Figura 46 – Perfil carga carregadores empilhadores e produção teórica nova UPAC	65
Figura 47 –Produção Solar VS Potências de Carga VS Potência Solicitada Rede VS Potência Injeção.....	65
Figura 48 - Emissões CO2 de 2014 a 2035 [13]	68

Lista de Tabelas

Tabela 1 – Centrais Fotovoltaicas instaladas até ao ano de 2021.....	29
Tabela 2 - Resumo da proposta comercial da EDP (Anexo VIII)	50
Tabela 3 – Produção Mensal / Preço Mensal	52
Tabela 4 – Comparativo Produção Total vs Estimada	52
Tabela 5 – Comparação consumo empilhadores GPL e Elétr - 2016.....	57
Tabela 6 – Tabela Atualizada a valores (GPL) de outubro de 2021.....	59
Tabela 7 – Tabela Atualizada a valores (energia) de outubro de 2021	59
Tabela 8 – Custos totais para veículos elétricos e para os de combustão interna..	63
Tabela 9 – Custo Energia Empilhadores Gás vs Elétricos	63

Lista de Siglas e Acrónimos

APA – Agência Portuguesa do Ambiente

AT – Alta Tensão

BEKP – Bleached Eucalyptus Kraft Pulp (Pasta de Papel Branqueada)

BT – Baixa Tensão

CA – Corrente Alternada

CC – Corrente Contínua

CELE – Sistema de Comércio de Licenças de Emissão

CDP – Climate Disclosure Project (Projeto de Divulgação Climática)

CEPI – Confederation of European Paper Industries (Confederação Internacional de Industrias Papeleiras)

CORSIA – Carbon Offsetting and Reduction Scheme for International Aviation (Esquema de Compensação e Redução de Carbono para Aviação Internacional)

DGEG – Direção Geral Energia e Geologia

ERSE – Entidade Reguladora dos Serviços Energéticos

FER – Fonte Energia Renovável

GEE – Gases Efeito Estufa

GNC – Gás Natural Comprimido

GPL – Gás de Petróleo Liquefeito

LED – Light emitting diode (Diodo emissor de luz)

LULUCF – Land Use, Land-use Change and forestry (Uso da terra, mudanças no manuseamento e silvicultura)

MACF – Mecanismo Ajuste de Carbono nas Fronteiras

MCC – Motor Center Control (Centro Controlo de Motores)

NVG – The Navigator Company

PIB – Produto Interno Bruto

PM – Paper Machine (Máquina de Papel)

PRI – Prazo de Recuperação do Investimento

RAIZ – Instituto de Investigação da Floresta e Papel

RESP – Rede Elétrica de Serviço Público

ReFuelUE – Sustainable Aviation Fuels (Combustíveis Sustentáveis para a Aviação)

RNC – Roteiro para a Neutralidade Carbónica

SCADA – Supervisory Control and Data Acquisition (Controle de Supervisão e Aquisição de Dados)

STC – Standard Test Conditions (Condição Teste Padrão)

tep – Tonelada Equivalente de Petróleo

TISSUE – Papeis de higiene e baixa gramagem

UE – União europeia

UPAC – Unidade de Produção para Autoconsumo

UWF – Uncoated Woodfree (Papel Fino sem Fibras de Madeira)

VAB – Valor Acrescentado Bruto

Capítulo 1- Apresentação da NVG

1.1 A The Navigator Company

A empresa *The Navigator Company* (NVG) é um produtor integrado, desde a floresta, passando pelo fabrico de pasta (BEKP), papel (UWF e tissue) e produção de energia, cuja atividade é alicerçada, em unidades industriais, com tecnologia de ponta e que constituem uma referência no setor. O modelo de negócio da Empresa desenvolve-se com base numa matéria-prima de excelência – o *Eucalyptus globulus* – cujas características intrínsecas permitiram desenvolver uma estratégia de diferenciação baseada em produtos de elevada qualidade, que são hoje uma referência internacional neste setor [1].



Figura 1 – Logotipo da empresa *The Navigator Company*

De seguida é apresentada a cronologia das atividades principais da empresa desde a sua fundação até à atualidade [1]:

A empresa iniciou a sua atividade em 1953 com a fábrica de Cacia, uma freguesia do conselho de Aveiro, para a produção de pasta crua de pinho, sendo o projeto liderado por Manuel Santos Mendonça. Em 1957, torna-se pioneira ao produzir pasta branqueada de eucalipto, posicionando-se a Companhia Portuguesa de Celulose na vanguarda tecnológica a nível mundial. À fábrica de Cacia, junta-se a Socel – Sociedade Industrial de Celulose, com uma nova unidade industrial em Setúbal no ano de 1964, tendo esta fábrica sido construída para a produção de pasta branqueada de eucalipto. No ano de 1965 foi construída a Inapa, Indústria Nacional de Papéis, SARL, que visava a construção de uma fábrica de papéis finos de impressão e escrita em Setúbal, junto à Socel. Quatro anos

mais tarde, em 1969, iniciou-se a produção de papel na PM 1 (*Paper Machine 1*) da fábrica da Inapa, vindo a pasta para a produção de papel da fábrica da Socel.

Em 1972, teve início a comercialização para a Europa do papel, produzido a partir de pasta de *Eucalyptus globulus* (eucalipto-comum) na fábrica da Inapa. Em 1976 constituiu-se a Portucel – Empresa de Celulose e Papel de Portugal EP, na sequência do processo de nacionalização de uma parte da indústria de celulose. Com o negócio da celulose em forte expansão, em 1980, teve início a produção de gamas mais variadas de papéis com a entrada em funcionamento da PM 2 da Inapa (ano a que passou a estar cotada em bolsa). Na Figueira da Foz, em 1984, arrancou a Soporcel – Sociedade Portuguesa de Papel, SA, com a produção de pasta de eucalipto. A localização da Figueira da Foz foi a alternativa encontrada, para aplicar a maquinaria adquirida que tinha como destino a Celangol em Angola, caso não tivesse surgido a revolução de abril de 1974.

No ano de 1987 ocorreu a reestruturação do grupo Inapa, com a constituição da Papéis Inapa, SA. Na fábrica de papel de Papéis Inapa, SA, em 1990 iniciou a sua atividade a PM 3, colocando assim a empresa como uma das maiores da Península Ibérica. Em 1991, na fábrica da Soporcel na Figueira da Foz, teve início a atividade da PM 1. No ano de 1993, a Portucel passa a Sociedade Anónima com a constituição da Portucel – Empresa de Celulose e Papel de Portugal SGPS, SA, e no mesmo ano é constituída a Portucel Industrial – Empresa Produtora de Celulose, SA, que é dedicada à produção e comercialização de pasta branqueada de eucalipto com as unidades fabris de Cacia e Setúbal. Em 1995, teve início a primeira fase de privatização de 44,3% do capital da Portucel Industrial.

Em 1995, foi utilizado pela primeira vez a fibra de eucalipto com carbonato de cálcio precipitado na fábrica da Soporcel na Figueira da Foz. A adição deste produto permitiu (e ainda permite) obter uma maior brancura, opacidade e homogeneidade da pasta. No mesmo ano entra em funcionamento o emissário submarino (exutor submarino), num projeto realizado em parceria com a Celbi. Em 1996, a Portucel e a Soporcel, constituem o RAIZ – Instituto de Investigação da Floresta e Papel.

No ano de 2000 é adquirido 100% do capital da Papéis Inapa, SA pela Portucel Industrial, originado a empresa Portucel – Empresa Produtora de Pasta e Papel, SA. Nesse mesmo

ano arranca a PM2 na Soporcel, sendo na altura uma das mais avançadas em termos de tecnologia no setor do papel. No ano seguinte, em 2001, a empresa Portucel adquire todo o capital da Soporcel. Em 2003, deu-se início à segunda fase de privatização da Portucel, SA e um ano mais tarde é adquirido 67,1% do capital da Portucel, SA pelo grupo Semapa.

Em 2006 foi anunciado o investimento numa nova fábrica de papel em Setúbal, permitindo assim ao grupo, assumir uma posição líder no mercado europeu de papéis finos não revestidos (UWF). No ano seguinte é adquirida uma nova máquina de papel. Em 2008, tem início a construção da nova fábrica de papel, sendo o investimento de 525 milhões de euros. Um ano depois, dá-se início aos testes de produção da referida máquina, tornando-a a maior e a mais avançada tecnologicamente, máquina de papel do mundo, para a produção de papéis finos de escritório e para a indústria gráfica.

Com vista a uma maior internacionalização, é constituída em 2009 a Portucel Moçambique, sendo esta responsável por um projeto florestal para produção de pasta de papel e energia em Moçambique. Em 2010, arrancou o novo turbogerador a vapor no complexo industrial da Figueira da Foz e dois anos depois, entrou em funcionamento a nova linha de evaporação na Caldeira de Recuperação no mesmo complexo industrial. Em 2013, é construído um novo silo de cascas na caldeira de biomassa na Figueira da Foz. Em 2013, ocorreu a maior produção anual de sempre, de uma fábrica do grupo, com a nova fábrica de papel de Setúbal a atingir as 2.000.000 toneladas. Em 2014, é assinado um protocolo entre a Sociedade Financeira Internacional (IFC – *Internacional Finance Corporation*) e a Portucel, SA, em que, o IFC adquire 20% do capital social da Portucel Moçambique.

De forma a aumentar a capacidade de produção de pasta de eucalipto na fábrica de Cacia, foi assinado em 2014 um contrato de investimento de 56,3 milhões de euros de forma a aumentar em cerca de 20% a sua capacidade de produção. No mesmo ano é realizado novo investimento, neste caso a nível internacional e numa nova área de negócio, com a construção de uma fábrica de *pellets* nos EUA. Em 2015, novo investimento com a aquisição da fábrica de papel *tissue* – MAS BR Star Papel SA, tendo como objetivo expandir a atividade noutros mercados de papéis para uso doméstico e industrial. A fábrica de *pellets* nos EUA, inicia a sua atividade no final do ano de 2016, sendo que foi desenhada para uma capacidade de 500.000 t/ano.

Com 4 unidades industriais em Portugal (Setúbal, Vila Velha de Rodão, Figueira da Foz e Aveiro), com um número de colaboradores a rondar os 3200 e um volume de negócios de cerca de 1,6 mil milhões de euros, cerca de 91% dos produtos do Grupo NVG são vendidos para fora de Portugal e têm por destino aproximadamente 130 países, sendo os seus principais mercados a Europa (64%), África (12%), o Médio Oriente (10%) e a América do Norte (9%) [2].



Figura 2 – Fábrica de Pasta de papel na Figueira da Foz [2]

A NVG tem seguido com êxito, uma estratégia de inovação e desenvolvimento de marcas próprias e de produtos *premium*, que se traduz numa quota de mercado na Europa Ocidental de 19% no papel UWF, sendo de 54% no segmento *premium*. As marcas próprias atingiram em 2018 um peso de 69% nas vendas da empresa [2].

Além das atividades relacionadas com pasta para papel e papel, a NVG é também um produtor de energia renovável, a partir das suas centrais de biomassa, cogeração e centrais fotovoltaicas já instaladas. A empresa é responsável por mais de 60% da energia produzida a partir de biomassa e por cerca de 5% da energia produzida em Portugal [2].

Tendo por base o último relatório do Fórum Económico Mundial (The Global Risks Report 2019), a NVG identificou as principais tendências que impactam a sua estratégia de sustentabilidade: as Alterações Climáticas, a Proteção dos Recursos Naturais, a Alternativa ao Plástico, o Desafio Social e a Indústria 4.0 [2].

Na vertente ambiental a NVG viu a sua estratégia de se tornar uma empresa neutra em carbono reconhecida pelo CDP, uma organização independente, líder neste domínio à escala internacional. A obtenção do nível A, de Leadership, representa um estímulo positivo para prosseguir com o “*Roadmap to a Carbon Neutral Company*” até 2035, plano que envolve um conjunto ambicioso de investimentos, já anunciados no valor global de 158 milhões de euros, em energias renováveis, particularmente em tecnologias que utilizam biomassa florestal e energia solar.

1.2 Organização da Dissertação

A presente dissertação encontra-se dividida em 5 capítulos de forma a permitir uma leitura clara e inequívoca dos diversos assuntos abordados.

No capítulo 1, é feita a apresentação da empresa *The Navigator Company*, NVG e o enquadramento desta dissertação.

No capítulo 2, da dissertação, serão abordadas questões relativas aos objetivos climáticos na UE, objetivo 55 - Plano de transição ecológica na UE e o seu potencial nas empresas de celulose europeias, o roteiro para neutralidade carbónica na NVG e as principais fontes de energia renovável em Portugal.

No capítulo 3, são explicados os princípios de interligação elétrica da central fotovoltaica instalada em regime de autoconsumo na rede interna da NVG, Complexo Industrial da Figueira da Foz, as poupanças reais em função da sua produção e o desvio operacional verificado face ao esperado.

O capítulo 4, é dedicado à apresentação de soluções de mobilidade elétrica já implementadas e em fase de implementação, que contribuíram e irão contribuir no processo de descarbonização da empresa, respetivamente, sistema de carregamento de baterias dos empilhadores elétricos, rede de carregamento de viaturas elétricas e híbridos *plug-in*, integrados num quadro elétrico no qual se propõe a ligação de uma nova central fotovoltaica.

A dissertação termina com o capítulo 5, onde são apresentadas as conclusões finais de todo o trabalho.

Capítulo 2 – Transição Ecológica

As alterações climáticas, são uma ameaça real para o mundo, que não reconhecem fronteiras e não poupam nenhum país. Serão necessárias ações concretas de todos os países do mundo, para limitar o aumento da temperatura mundial, em conformidade com acordos celebrados, nomeadamente o Acordo de Paris [8].

O Acordo de Paris, adotado em 2015, estipula três objetivos globais, a saber: limitar o aumento médio da temperatura global bem abaixo dos 2 °C e prosseguir esforços para limitar o aumento médio da temperatura global a 1,5 °C, reconhecendo que tal reduziria de forma significativa os riscos e impactos das alterações climáticas; aumentar a capacidade de adaptação aos impactos adversos das alterações climáticas e promover a resiliência climática e o desenvolvimento de baixo carbono; e tornar os fluxos financeiros consistentes com trajetórias de desenvolvimento resilientes e de baixo carbono [5].

O Governo Português comprometeu-se em 2016 a assegurar a neutralidade das suas emissões até ao final de 2050, traçando uma visão clara relativamente à descarbonização profunda da economia nacional, enquanto contributo para o acordo de Paris e em consonância com os esforços mais ambiciosos em curso a nível internacional. [5]

O compromisso de atingir a neutralidade carbónica até 2050 significa alcançar um balanço neutro entre as emissões de GEE e o sequestro de carbono, pelo que será necessário efetuar reduções substanciais das emissões e/ou aumentos substanciais dos sumidouros nacionais, que deverão materializar-se entre o presente e 2050. O compromisso nacional não prevê o recurso a créditos de carbono internacionais para alcançar o objetivo da neutralidade carbónica.

Visando concretizar este desígnio, foi desenvolvido o Roteiro para a Neutralidade Carbónica 2050 (RNC2050) que identifica os principais vetores de descarbonização em todos os setores da economia, as opções de políticas e medidas e a trajetória de redução de emissões para atingir este fim, em diferentes cenários de desenvolvimento socioeconómico. Todos os setores deverão contribuir para a redução de emissões, aumentando a eficiência e a inovação, promovendo melhorias, nomeadamente nos edifícios, na agricultura, na gestão dos resíduos e na indústria, sendo que caberá ao

sistema energético o maior contributo, em particular no que respeita à produção de eletricidade e aos transportes [5].

Em 2019, através da Resolução do Conselho de Ministros 107/2019, o Governo Português deu luz verde para por em prática este plano em Portugal.

No entanto, esta legítima ambição da neutralidade carbónica e redução da dependência de combustíveis fósseis, não se centra somente em Portugal, e tem como grande impulsionadora a UE que através de estímulos legislativos, mas sobretudo económicos, impõe regras e objetivos aos seus estados-membros de forma que consigam atingir as metas a que se propuseram, nomeadamente o RNC em Portugal.

2.1 Objetivos Climáticos e Política Externa da UE

A União Europeia mostra liderança e dá exemplo na ação climática, através dos seus compromissos internos. No entanto, uma vez que a UE representa apenas uma quota-parte de 8% das emissões globais, uma política interna ambiciosa, não é suficiente.

A UE tornou as alterações climáticas um elemento central da sua política externa, através das seguintes ações:

- diplomacia climática: trabalhando os seus parceiros mundiais a nível bilateral, bem como a nível multilateral, no âmbito das Nações Unidas e da sua convenção sobre as alterações climáticas e de outras iniciativas internacionais;
- financiamento da ação climática: prestando apoio financeiro à ação climática nos países em desenvolvimento.

2.1.1 O que é a diplomacia climática?

O combate às alterações climáticas, promovendo a aceleração na transição energética mundial tendo como objetivos a eficiência energética e a as tecnologias renováveis e o incentivo à ação climática ambiciosa, desencorajando novos investimentos em projetos de infraestruturas baseadas em combustíveis fósseis em países terceiros, estão no centro dos esforços das relações externas da UE. Com o Pacto Ecológico Europeu, a UE renovou o seu compromisso de dar o exemplo, posicionando-se como líder mundial em matéria de política e ação climática.

O termo diplomacia climática, refere-se ao trabalho da UE, tanto em instâncias multilaterais como a nível bilateral, no sentido de promover ações e objetivos climáticos ambiciosos a nível mundial, em prol de uma transição planetária para a neutralidade climática.

A UE, colabora com os seus parceiros mundiais para reforçar os compromissos internacionais em matéria de clima, dando um exemplo ao mundo e apoiando esforços e iniciativas internacionais. A UE tem estado na vanguarda dos acordos internacionais sobre as alterações climáticas, como o Acordo de Paris, e apoia com firmeza a aplicação dos mesmos.

Nas suas relações bilaterais com países terceiros, a UE partilha os seus conhecimentos especializados e incentiva parceiros, a tomarem medidas corajosas de combate ao aquecimento global, prestando apoio específico, sempre que necessário, aos países mais afetados, para apoiar a transformação das suas economias.

Depois de, em dezembro de 2020, o Conselho Europeu ter reafirmado a liderança mundial da UE em matéria de ação climática, o Conselho adotou conclusões, em janeiro de 2021, que salientavam a necessidade de os países de todo o mundo intensificarem as suas ambições em matéria de clima.

A transição do setor da energia, responsável por mais de dois terços das emissões globais de gases de efeito de estufa, é fundamental para a neutralidade climática. O Conselho, apelou a uma eliminação gradual, a nível mundial, dos subsídios aos combustíveis fósseis prejudiciais em termos ambientais.

2.1.2 Financiamento da ação climática

A aplicação do Acordo de Paris, exige recursos financeiros substanciais. Nos termos do Acordo, os países desenvolvidos comprometeram-se a mobilizar 100 mil milhões de dólares (cerca de 84 mil milhões de euros) anualmente para apoiar os países em desenvolvimento.

A UE e os seus Estados-Membros são os maiores contribuintes para o financiamento público da ação climática além das suas fronteiras. Em 2020, concederam financiamento no valor de 23,3 mil milhões de euros a países em desenvolvimento. Estes recursos financeiros apoiam ações de mitigação e adaptação nos países parceiros da UE para os

ajudar a reduzir as emissões e a criar resiliência aos efeitos das alterações climáticas.

Em outubro de 2021 o Conselho aprova o montante do financiamento de ação climática, 30% das despesas totais do quadro financeiro plurianual 2021-2027 e do *Next Generation UE* destinar-se-ão a projetos relacionados com o clima. As despesas respeitarão o objetivo da UE, de atingir a neutralidade climática até 2050, as metas climáticas da UE para 2030 e o Acordo de Paris [8].

2.2 Objetivo 55 – Plano da UE para transição ecológica

No âmbito do Pacto Ecológico Europeu e com a Lei Europeia em matéria de Clima, a UE estabeleceu para si própria, a meta vinculativa de alcançar a neutralidade climática até 2050. Para tal, é necessário que os níveis atuais das emissões de gases com efeito de estufa diminuam substancialmente nas próximas décadas. Como etapa intermédia rumo à neutralidade climática, a UE aumentou a sua ambição em matéria de clima para 2030, comprometendo-se a reduzir as emissões em pelo menos 55% até 2030 [6], relativamente a 2021, ano em que este plano foi apresentado ao Conselho europeu.



Figura 3 – “Objetivo 55” Reduzir em 55% as emissões de carbono na UE até 2030

2.2.1 O que é o “Objetivo 55”?

O “Objetivo 55” é um conjunto de propostas, destinadas a rever e atualizar a legislação da UE e a criar novas iniciativas com o objetivo de assegurar que as políticas da UE estejam em consonância com os objetivos climáticos acordados pelo Conselho e pelo

Parlamento Europeu. “Objetivo 55” refere-se à meta da UE, de reduzir as emissões líquidas de gases com efeito de estufa em, pelo menos, 55% até 2030. Este pacote proposto visa alinhar a legislação da UE pelo objetivo para 2030.

O pacote de propostas visa, proporcionar um quadro coerente e equilibrado para alcançar os objetivos da UE, e que:

- assegure uma transição equitativa e socialmente justa;
- mantenha e reforce a inovação e a competitividade da indústria da UE, garantindo simultaneamente condições de concorrência equitativas em relação a operadores económicos de países terceiros;
- apoie a posição de liderança da UE, na luta mundial contra as alterações climáticas.

2.2.2 O que está incluído no pacote “Objetivo 55”?

- ✓ Sistema de comércio de licenças de emissão da UE;
- ✓ Metas de redução das emissões dos Estados-Membros;
- ✓ Emissões e remoções de gases resultantes do uso do solo, da alteração do uso do solo e das florestas;
- ✓ Energias renováveis;
- ✓ Eficiência energética;
- ✓ Infraestrutura para combustíveis alternativos;
- ✓ Normas de emissão CO₂ para automóveis de passageiros e veículos comerciais ligeiros;
- ✓ Tributação da energia;
- ✓ Mecanismo de ajustamento carbónico fronteiriço;
- ✓ Combustíveis sustentáveis para a aviação;
- ✓ Combustíveis mais ecológicos nos transportes marítimos;
- ✓ Fundo social para o clima

2.2.2.1 Sistema de comércio de licenças de emissão da UE

A Comissão propôs um conjunto abrangente de alterações ao atual sistema de comércio de licenças de emissão da UE (CELE - Sistema de Comércio de Licenças de Emissão), o

que deverá resultar numa redução global das emissões em 61% até 2030, nos setores visados, em comparação com 2005.

Este aumento da ambição deve ser alcançado através do reforço das atuais disposições e do alargamento do âmbito do sistema. A proposta visa, nomeadamente:

- incluir no CELE, as emissões provenientes do transporte marítimo;
- eliminar progressivamente a atribuição gratuita de licenças de emissão à aviação e aos setores que serão abrangidos pelo mecanismo de ajustamento carbónico nas fronteiras (MACF - Mecanismo Ajuste de Carbono nas Fronteiras);
- aplicar o regime de compensação e redução das emissões de carbono da aviação internacional (CORSIA - Esquema de Compensação e Redução de Carbono para Aviação Internacional) através do CELE;
- aumentar o financiamento disponível no fundo de modernização e no fundo de inovação;
- rever a reserva de estabilização do mercado a fim de continuar a assegurar a estabilidade e o bom funcionamento do CELE.

Além disso, a Comissão propõe a criação de um novo sistema de comércio de licenças de emissão (CELE separado) para os edifícios e o transporte rodoviário, a fim de ajudar Estados-Membros a cumprirem as suas metas nacionais nos termos do Regulamento Partilha de Esforços, de uma forma eficiente em termos de custos. Com a proposta, deverão ser alcançadas reduções de emissões de 43% nestes setores até 2030, em comparação com 2005.

2.2.2.2 Metas de redução das emissões dos Estados-Membros

O Regulamento Partilha de Esforços estabelece, atualmente, metas anuais obrigatórias de redução das emissões de gases com efeito de estufa para os Estados-Membros, em setores não abrangidos pelo sistema de comércio de licenças de emissão da UE, nem pelo Regulamento relativo ao uso do solo, à alteração do uso do solo e às florestas (LULUCF - Uso da terra, mudanças no manuseamento e silvicultura).

Como principal alteração à legislação em vigor, a Comissão propôs novas metas a atingir até 2030 nesses setores. A proposta eleva a meta de redução das emissões de gases com efeito de estufa da UE de 29% para 40% em comparação com 2005, e atualiza os objetivos nacionais em conformidade. O método de cálculo das metas nacionais continua a basear-

se no PIB per capita, com um número limitado de correções específicas para dar resposta às preocupações relativas à relação custo-eficácia.

2.2.2.3 Emissões e remoções de gases resultantes do uso do solo, da alteração do uso do solo e das florestas

A proposta da Comissão visa, reforçar o contributo do setor do uso do solo, da alteração do uso do solo e das florestas (LULUCF) para o aumento da ambição global da UE, em matéria de clima. É necessário inverter a tendência atual de diminuição da remoção do CO₂ e aumentar o sumidouro natural de carbono em toda a UE. Concretamente, a revisão da legislação atual propõe:

- estabelecer, a nível da UE, uma meta de remoções líquidas de gases com efeito de estufa de, pelo menos, 310 milhões de toneladas de equivalente CO₂ até 2030, que é repartida entre os Estados-Membros a título vinculativo;
- simplificar as regras, em matéria de contabilidade e conformidade e reforçar a monitorização;
- alargar, a partir de 2031, o âmbito de aplicação do regulamento de modo a incluir as emissões agrícolas não carbónicas;
- estabelecer, a nível da UE, um objetivo de neutralidade climática até 2035 para esse novo setor combinado dos solos.

2.2.2.4 Energia renovável

O pacote “Objetivo 55”, inclui uma proposta de revisão da Diretiva Energias Renováveis. A proposta visa, aumentar a atual meta a nível da UE de pelo menos 32% de energia de fontes renováveis no mix energético total para, pelo menos, 40% até 2030.

Propõe igualmente, a introdução ou o reforço de subobjectivos e medidas setoriais em todos os setores, com especial destaque para os setores que até à data registaram progressos mais lentos na integração das energias renováveis, nomeadamente nos domínios dos transportes, dos edifícios e da indústria. Embora algumas dessas metas e disposições sejam vinculativas, várias outras continuam a ser de natureza indicativa.

2.2.2.5 Eficiência energética

A Comissão propôs a revisão da atual Diretiva Eficiência Energética, aumentando a meta de eficiência energética da UE de 32,5% para 36% em relação ao consumo final de energia e para 39% em relação ao consumo de energia primária.

Além disso, apresentou várias disposições com vista, a acelerar os esforços de eficiência energética dos Estados-Membros, tais como o reforço das obrigações de economias anuais de energia e novas regras destinadas a reduzir o consumo de energia dos edifícios do setor público, bem como medidas específicas para proteger os consumidores vulneráveis.

2.2.2.6 Infraestrutura para combustíveis alternativos

A Comissão apresentou uma proposta de revisão da legislação em vigor, destinada a acelerar a criação de uma infraestrutura de carregamento e abastecimento de veículos com combustíveis alternativos e a proporcionar fontes de energia alternativas para os navios nos portos e aeronaves em estacionamento.

A proposta diz respeito, a todos os modos de transporte e inclui metas para a implementação de infraestruturas. Aborda igualmente a interoperabilidade e melhora a facilidade de utilização.

2.2.2.7 Normas de emissão de CO₂ para automóveis de passageiros e veículos comerciais ligeiros

No âmbito do pacote “Objetivo 55”, a Comissão propôs rever as regras relativas às emissões de CO₂ dos automóveis de passageiros e dos veículos comerciais ligeiros. A proposta introduz metas de redução mais elevadas a nível da UE para 2030 e fixa uma nova meta de 100% para 2035. Na prática, tal implica que, a partir de 2035, deixará de ser possível colocar no mercado da UE automóveis ou veículos comerciais ligeiros com motor de combustão interna.

As normas de CO₂ mais rigorosas propostas para automóveis de passageiros e veículos comerciais ligeiros visam, ajudar os Estados-Membros a atingirem as metas nacionais mais ambiciosas nos termos do Regulamento Partilha de Esforços, estimulando simultaneamente a inovação tecnológica do setor.

2.2.2.8 Tributação da energia

A proposta de revisão da diretiva do Conselho relativa à tributação dos produtos energéticos e da eletricidade visa:

- alinhar a tributação dos produtos energéticos e da eletricidade pelas políticas da UE em matéria de energia, ambiente e clima;
- preservar e melhorar o mercado interno da EU, atualizando a gama dos produtos energéticos e a estrutura das taxas e racionalizando a utilização das isenções e reduções fiscais pelos Estados-Membros;
- preservar a capacidade de gerar receitas para os orçamentos dos Estados-Membros.

2.2.2.9 Mecanismo de ajustamento carbónico fronteiriço

O objetivo da proposta da Comissão relativa ao mecanismo de ajustamento carbónico fronteiriço (MACF) consiste em evitar, em plena conformidade com as regras do comércio internacional, que os esforços de redução das emissões empreendidas pela UE sejam anulados pelo aumento das emissões fora das suas fronteiras através da realocização da produção para países terceiros (onde as políticas aplicadas para combater as alterações climáticas sejam menos ambiciosas do que as da UE) ou pelo aumento de importações de produtos com elevada intensidade de carbono.

2.2.2.10 Combustíveis sustentáveis para a aviação

Os combustíveis sustentáveis para a aviação (biocombustíveis avançados e eletrocombustíveis) têm potencial para reduzir significativamente as emissões das aeronaves. No entanto, este potencial encontra-se amplamente inexplorado, uma vez que esses combustíveis representam apenas 0,05% do consumo total de combustível no setor da aviação.

A proposta relativa à iniciativa ReFuelUE (Combustíveis Sustentáveis para a Aviação) visa, reduzir a pegada ambiental do setor da aviação e dar a este setor a possibilidade de contribuir para a concretização das metas climáticas da UE.

2.2.2.11 Combustíveis mais ecológicos nos transportes marítimos

O objetivo da proposta, relativa à utilização de combustíveis renováveis e hipocarbónicos nos transportes marítimos (FuelUE Transportes Marítimos) é alcançar, até 2050, uma

redução até 75% da intensidade das emissões de gases com efeito de estufa provenientes da energia utilizada a bordo dos navios, promovendo a utilização de combustíveis mais ecológicos pelos navios. Apesar dos progressos realizados nos últimos anos, o setor marítimo ainda depende, quase exclusivamente dos combustíveis fósseis e constitui uma importante fonte de gases com efeito de estufa e de outras emissões poluentes nocivas.

2.2.2.12 Fundo social para o clima

O fundo social para o clima foi proposto, para fazer face aos impactos sociais e distributivos do novo sistema de comércio de licenças de emissão previsto para os edifícios e o transporte rodoviário. O fundo atribui um total de 72,2 mil milhões de euros para o período 2025-2032, através de uma metodologia de afetação que visa, combater o impacto desigual – previsto a nível nacional e entre os Estados-Membros – do sistema de comércio de licenças de emissão separado proposto para estes dois setores.

Com base nos planos sociais para a ação climática a elaborar pelos Estados-Membros, o fundo visa proporcionar medidas de apoio e investimentos a favor:

- dos agregados familiares vulneráveis;
- das microempresas;
- dos utilizadores dos transportes.

E visa:

- aumentar a eficiência energética dos edifícios;
- reforçar a descarbonização dos sistemas de aquecimento e arrefecimento dos edifícios;
- aumentar a integração das energias renováveis;
- melhorar o acesso à mobilidade e a transportes com nível nulo ou baixo de emissões.

2.3 Objetivo 55 – O potencial de descarbonização nas indústrias de celulose europeias

Segundos dados da CEPI publicados em outubro de 2021, o setor está a investir mais de 5 bilhões de euros por ano, aumentando a produção e em simultâneo a reduzindo a pegada de carbono das indústrias do setor.

2.3.1 O apoio das indústrias do setor da celulose no objetivo da UE

A indústria Europeia de pasta e papel, apoia plenamente o objetivo da UE em alcançar a neutralidade climática até 2050. As indústrias do setor, já alcançaram uma redução global de 29% das emissões de carbono desde 2005 até aos dias de hoje, fazendo com que as emissões diretas deste setor, sejam responsáveis por menos de 0,7% do total de emissões de GEE da UE [5]. Através de investimentos feitos, de forma contínua, em eficiência energética, o setor alcançou uma redução de mais de 12% no consumo de energia primária no período de 2005 a 2018. Ao mesmo tempo, as florestas europeias removeram 10% das emissões totais de CO₂ da Europa. Do ponto de vista energético, o setor está bem posicionado, sendo [7]:

- o quarto maior consumidor industrial de energia e o segundo consumidor de eletricidade na Europa;
- o maior consumidor industrial de biomassa, respondendo por mais de 60% do combustível utilizado, proveniente de fluxos secundários na atividade do setor;
- um dos setores na liderança no uso de energias renováveis na indústria;

A indústria de pasta e de papel está à altura do desafio climático. Esta, oferece cada vez mais soluções para as necessidades atuais e futuras dos nossos clientes, outras indústrias e sociedade em geral.

O pacote “Objetivo 55” representa uma oportunidade de o setor contribuir na descarbonização, através da gestão de florestas sustentáveis e redução do consumo de produtos de origem fóssil de forma a atingir as metas de 2030 e 2050. É essencial que a EU garanta às indústrias, de forma que estas possam ser competitivas no mercado global, acesso a fontes de energia de baixo carbono (energias neutras) a preços acessíveis, como energias renováveis, biogás, hidrogénio e energia nuclear.

2.3.2 Acesso a fontes de energia neutras em indústrias de uso intensivo de energia

O aumento dos preços da energia, seja por meio de preços de CO₂ ou troca de combustível, prejudica a produção e reciclagem de papel na Europa. Ao alterar a política do clima e energia de 2030, será necessário:

- limitar o impacto dos custos de energia na produção industrial. Os custos de energia na indústria de pasta e papel, já representam uma das maiores participações do total dos custos de produção entre diferentes setores na Europa. De forma a manter as indústrias competitivas, deverão existir políticas que garantam que as indústrias de consumo intensivo de energia, como as do setor de pasta e papel, não estejam sujeitas a aumentos substanciais dos custos energéticos.
- impulsionar a eletrificação dos processos industriais, onde seja possível tecnicamente e economicamente. Pode-se esperar um aumento do consumo de energia elétrica nas fábricas de papel, mas a eletrificação completa das unidades fabris, pode não ser viável em termos económicos no futuro mais próximo. Esta situação deve-se essencialmente ao investimento avultado a fazer em alguns ativos industriais e ao preço da eletricidade fornecida que é substancialmente mais cara que o fornecimento de gás natural.
- incentivar a produção e o uso de todas as fontes de energia neutras para o clima. O setor da pasta e papel é um dos pioneiros no uso de energia renovável nos seus processos produtivos, nomeadamente regulamentação e apoio para mobilizar biomassa lenhosa que de outra forma não é utilizada.

2.3.3 Fundos, incentivos e segurança de longo prazo para investimentos em tecnologias neutras

Como já referido, o setor da pasta e papel tem tido um papel pioneiro em fazer investimentos de baixo carbono, com foco na eficiência energética e integrando nos seus processos produtivos soluções de energias renováveis. A disponibilidade de soluções técnicas não é suficiente para acelerar a sua implementação. Quando disponíveis, as opções para eliminar os combustíveis fósseis são mais caras. A implementação do pacote “Objetivo 55” pode enfrentar obstáculos não tecnológicos para estimular investimentos em tecnologias de baixo carbono, energias renováveis e produtos de base biológica recicláveis, por isso será necessário:

- Aumentar os fundos disponíveis, para apoio em investimentos de tecnologias de baixo carbono, devendo as empresas ter o compromisso de os usar para esse fim;
- garantir a segurança de longo prazo, para investimento nas Melhores Tecnologias Disponíveis (através de empresas especializadas, quer em processos produtivos, quer em desenvolvimento tecnológico, que fazem esses estudos e propõem essas soluções tecnológicas), como por exemplo promover a produção de energia elétrica através de cogeração altamente eficiente, facilitando a transição do gás natural para combustíveis renováveis, tais como o biometano e hidrogénio;
- facilitar o uso do calor residual industrial. Existem situações de layout, de construção onde as unidades fabris estão juntas a agregados populacionais (normalmente no norte da Europa) e dessa forma a água quente proveniente do processo industrial é fornecida numa rede de distribuição e dessa forma torna-se numa solução sustentável em termos de aquecimento no inverno;
- incentivar a eliminação progressiva da utilização de combustíveis fósseis. Existem processos produtivos e de consumo intensivo de energia que são difíceis de descarbonizar e devem ter uma atenção especial de forma a ser possível uma transição progressiva;
- recompensar os benefícios do carbono que a madeira representa. Promover a otimização, sustentabilidade e a correta gestão florestal;
- criar novos mercados para produtos de base biológica renováveis e recicláveis. A UE terá de efetuar a promoção de produtos de base biológica renováveis e recicláveis, a fim de poder beneficiar do seu potencial de mitigação climática e alcançar a neutralidade até 2050.

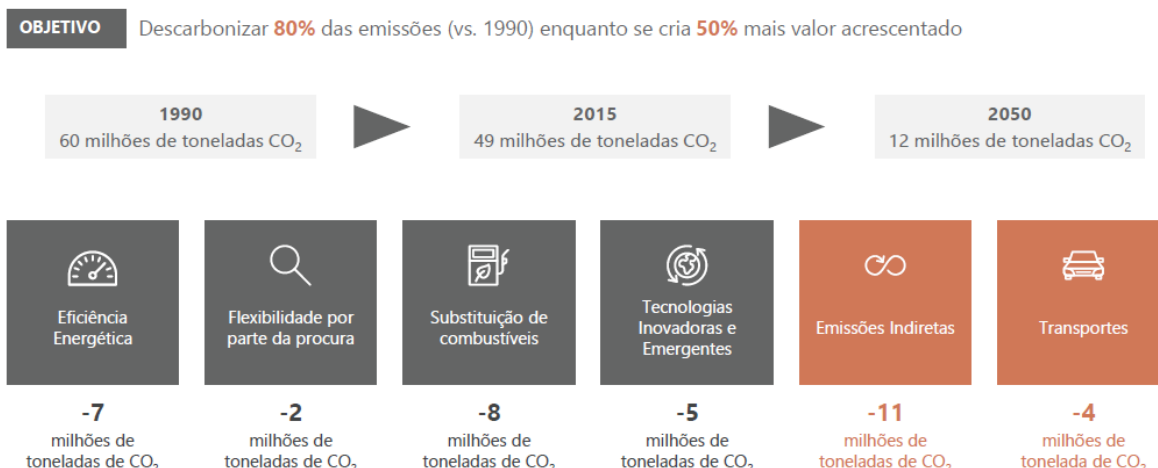


Figura 4 – “Road Map” para uma Bioeconomia de baixo carbono (CEPI – 2050)

2.4 Roteiro para a neutralidade carbónica na NVG

A NVG está alinhada com os objetivos de política na área do clima e das alterações climáticas [3]:

- acordo de Paris [8], onde 195 países se comprometem a limitar o aquecimento global abaixo dos 2°C a partir de 2020 e reduzir as emissões de CO₂ fóssil em 40% até 2030. A UE estabeleceu um objetivo para uma Europa neutra para o clima até 2050;
- Portugal, no mesmo âmbito, criou o RNC, onde serão estudadas e estabelecidas trajetórias alternativas, economicamente viáveis e socialmente aceitáveis, para atingir a neutralidade carbónica até 2050;
- o objetivo da NVG é mais ambicioso e pretende alcançar neutralidade carbónica na empresa até 2035.

Para além do investimento previsto de 154M€ para execução deste programa de neutralidade carbónica, a sua aplicação será faseada e de acordo com os seguintes objetivos:

- ✓ 100% Produção energia elétrica a partir de renováveis;
- ✓ Reduzir emissões de CO₂ fóssil;
- ✓ Reduzir consumo específico de energia;
- ✓ Realizar compensações de emissões.

2.4.1 Objetivo 1: 100% Produção energia elétrica a partir de renováveis

O desígnio de poder produzir a totalidade da energia elétrica, a partir de fontes renováveis assenta essencialmente nos seguintes compromissos, um deles já implantado e os outros dois em fase de estudo para implementação futura:

- nova Caldeira de Biomassa na unidade industrial da Figueira da Foz, que substituiu a caldeira a óleo e fez com que a CHP (gás natural) existente esteja neste momento parada;
- dimensionar e instalar uma nova Caldeira de Recuperação em Setúbal, que seja mais eficiente;
- 2 novas centrais fotovoltaicas (Figueira da Foz e Setúbal);
- implementação da gaseificação de biomassa por forma a substituir o gás natural.

2.4.2 Objetivo 2: Reduzir emissões de CO₂ fóssil

Para atingir este objetivo nas diversas unidades fabris estão a ser estudados os seguintes projetos:

- substituição de fuel por gás natural nas caldeiras, onde não seja possível a aplicação da gaseificação de biomassa;
- substituir combustíveis fósseis por biomassa nos fornos de cal;
- implementação de uma nova turbina de vapor na unidade industrial de Aveiro de forma a aumentar produção e substituir o gás natural no Tissue;
- implementar projetos já estudados no RAIZ que são alternativos aos combustíveis fósseis, nomeadamente os biocombustíveis.

2.4.3 Objetivo 3: Reduzir consumo específico de energia

Será um esforço a fazer em todas as unidades fabris do grupo NVG e que assenta essencialmente em dois eixos:

- programa corporativo em toda a NVG por forma a promover a eficiência energética;
- melhoria do desempenho energético, por redução do consumo específico de energia (alterações em sistemas de controlo mais antigos e promover a instalação de variadores de velocidade e motores elétricos de elevada eficiência).

2.4.4 Objetivo 4: Realizar compensações de emissões

O objetivo será a redução de emissões de CO₂ em 86% até 2035, face a 2018 (-667 ktCO₂). As emissões não passíveis de redução, cerca de 107 ktCO₂, serão alvo de compensação voluntária.

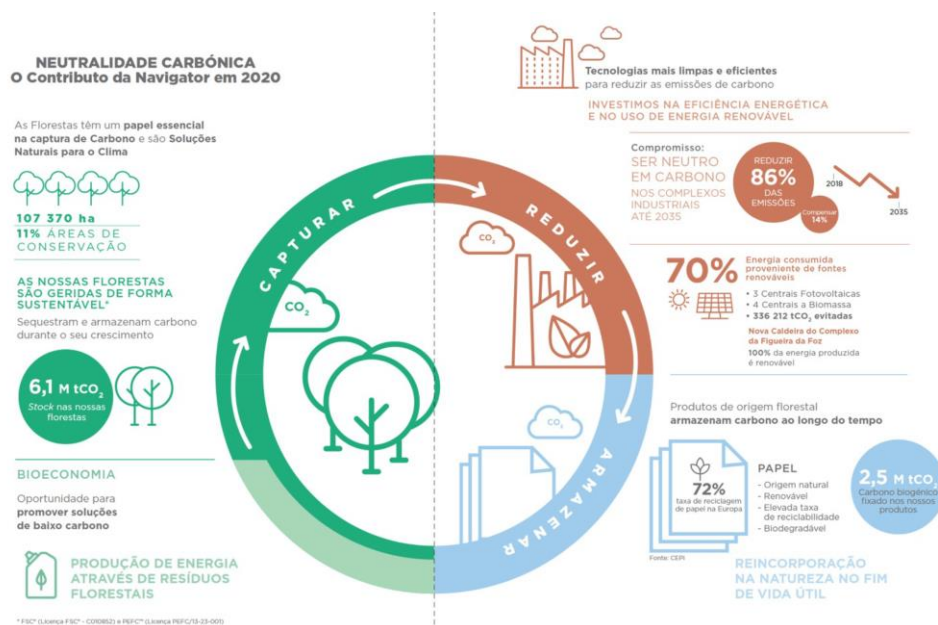


Figura 5 – Roteiro para a neutralidade Carbónica [11]

2.5 Energia de origem renovável em Portugal

Pela necessidade de implementação em Portugal do “Objetivo 55”, apresentado pela UE e alavancado pelo compromisso assumido em Portugal através da implementação do RNC, a transição para uma economia neutra em carbono, o setor das energias renováveis em Portugal mantém o seu rumo crescente, estimando-se um contributo superior a 80% no mix de produção de eletricidade no país em 2030.

A consultora Deloitte elaborou um estudo (Impacto da eletricidade de origem renovável em Portugal) o qual foi apresentado pela APREN (Associação de Energias Renováveis) e através do qual são apresentados os impactos da produção de eletricidade, económicos, sociais e ambientais para o País.

A metodologia do trabalho baseou-se na recolha de informação junto dos principais organismos nacionais e internacionais, responsáveis pela definição de políticas e regulamentação do setor energético, em particular, da eletricidade e da energia renovável,

bem como questionários a empresas, que operam no setor da eletricidade de origem renovável em Portugal [9].

Do resultado do estudo da Deloitte e relativamente ao impacto no PIB, a análise revela que no período 2014-2018 a contribuição das FER cifrou-se em ~3 mil milhões de euros por ano (em média), cerca de 1,7% do PIB. Estima-se que em 2030, este valor ascenda a ~11 mil milhões de euros (~4,6% do PIB) [9].

Relativamente ao impacto ambiental no setor energético, a contribuição da produção elétrica através de fontes de energia renovável para o ambiente, expresso na redução das emissões de CO₂ que se teriam verificado se essa produção tivesse sido assegurada através das fontes convencionais (carvão e gás natural). De estudo realizado sobre o impacto da eletricidade de origem renovável em Portugal [9], verifica-se que a produção de energia renovável, entre 2014 e 2018, permitiu:

- Evitar a emissão de mais de 55 milhões de toneladas de CO₂;
- Poupar mais de 427 milhões de euros com licenças de CO₂.

Entre 2018 e 2030, estima-se que as emissões evitadas de CO₂ continuem a aumentar a um ritmo de 6,7% por ano [9].

A evolução da capacidade instalada renovável em Portugal, permitirá o crescimento da produção de eletricidade renovável no País de 25.514 GWh, em 2015, para 66.528 GWh, em 2030. Em sentido inverso, prevê-se que a produção não renovável deverá decrescer cerca de 61%, de 28.910GWh, em 2015, para 11.191 GWh, em 2030 [7], conforme mostra a figura 6.

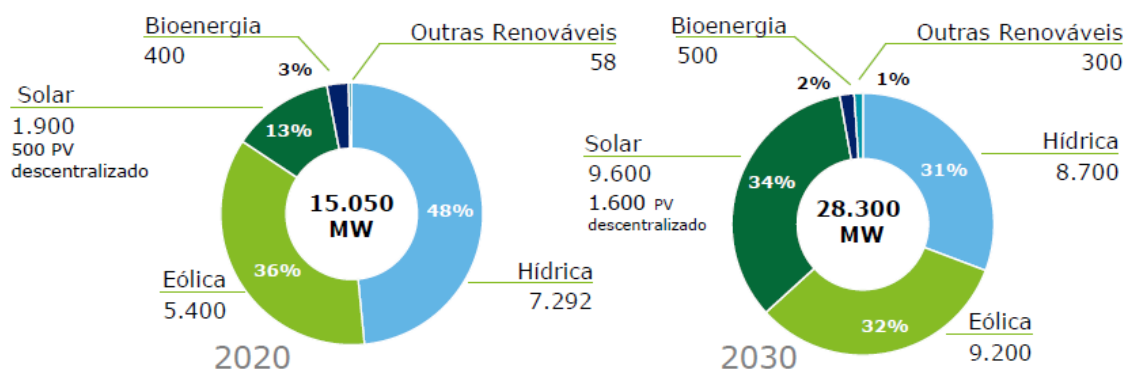


Figura 6 – Distribuição da capacidade instalada por FER em 2020 e 2030 [9]

Relativamente ao peso de cada FER no *mix* de produção renovável, em 2030, o sector eólico deverá ser responsável pela produção de 23.000 GWh, seguido dos sectores solar, com 21.870 GWh, hídrico, com 17.475 GWh, e outros com 4.182GWh [9].

A produção distribuída terá, em 2030, uma quota de mercado expressiva dentro do segmento da tecnologia solar (3.520 GWh), conforme nos indica a figura 7. É, no entanto, expectável que o grande desenvolvimento surja após 2030 [9].

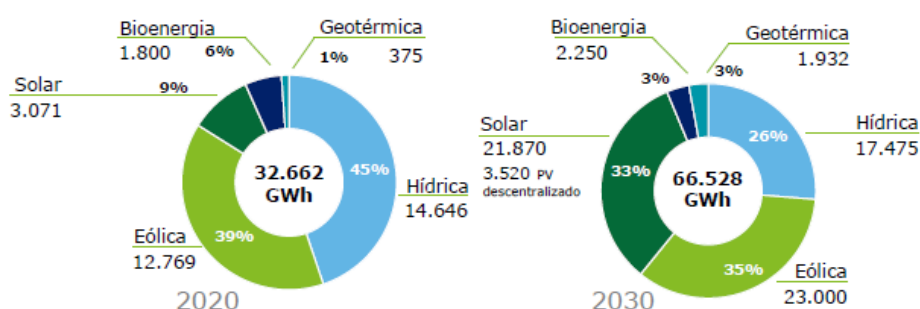


Figura 7 – Distribuição da produção de eletricidade por FER em 2020 e 2030 [9]

2.5.1 Potencial Solar em Portugal

Os tipos de energia predominantemente utilizados desde a era industrial até aos nossos dias são limitados. Atendendo à evolução da exploração das reservas de petróleo e de gás, e mesmo que sejam descobertos novos depósitos, tal apenas permitirá que a dependência da energia fóssil se prolongue por mais algumas décadas, contribuindo dessa forma ainda mais para a degradação ambiental.

O Sol fornece energia na forma de radiação, que é a base de toda a vida na Terra. No centro do Sol, a fusão transforma núcleos de hidrogénio em núcleos de hélio. Durante este processo, parte da massa é transformada em energia. O Sol é assim um enorme reator de fusão.

A quantidade de energia proveniente do sol que atinge a superfície da Terra corresponde, aproximadamente, a dez mil vezes a procura global de energia. Pelo que para satisfazer as necessidades energéticas da humanidade bastará utilizar 0,01% desta energia. A

radiação solar é importante nos movimentos de circulação (ventos) e oceânicos, para a vida vegetal e animal e ainda para a formação de combustíveis fósseis.

A quantificação da disponibilidade energética está dependente de fenómenos que afetam a radiação solar no seu percurso através da atmosfera. Os fenómenos que afetam a energia proveniente do sol na entrada da atmosfera e que podem influenciar o seu percurso são: a geometria Sol-Terra e a meteorologia. Estes dois fatores são de facto os responsáveis por possíveis atenuações na quantidade de energia recebida na superfície da Terra.

A irradiação solar, em algumas regiões situadas perto do Equador, excede **2.300 kWh/m²** por ano, enquanto que no sul da Europa não deverá exceder os **1.900 kWh/m²**. Em Portugal, este valor poderá situar-se entre os **1.300 kWh/m²** e os **1.800 kWh/m²**. São notáveis as diferenças sazonais existentes por toda a Europa, quando se observa a relação entre a radiação solar para os períodos de Verão e de Inverno [10].

A figura 8 mostra-nos as diferenças de radiação solar na Europa. Os países mais a Sul da Europa, onde se inclui Portugal, em termos gerais apresentam maior potencial de irradiação.

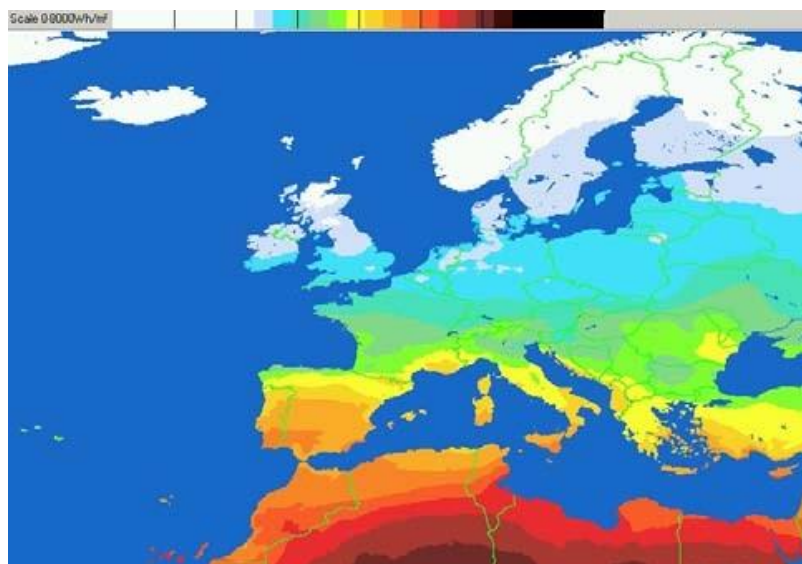


Figura 8 – Irradiação Solar na Europa [10]

As diferenças regionais da irradiação solar em Portugal, são evidenciadas na figura seguinte. Os somatórios médios da radiação são indicados para um ano normal.

A figura 9 coloca em evidência as variações de disponibilidade de irradiação em Portugal continental, é possível verificar que os valores são crescentes de norte para sul do país. É também possível verificar que a maior parte do território tem elevada disponibilidade de irradiação solar, levando a concluir que existe um potencial grande para o aproveitamento da energia solar.

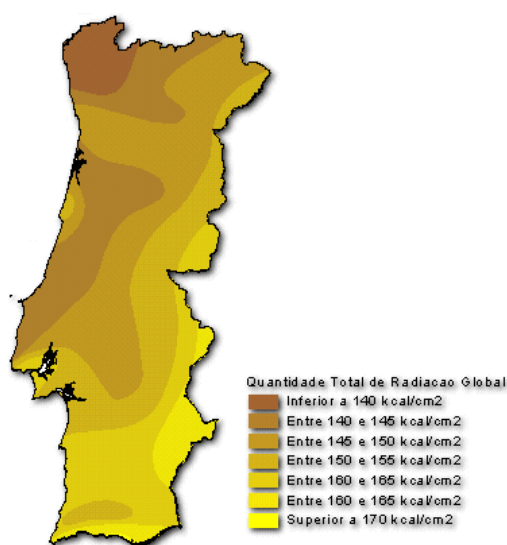


Figura 9 – Distribuição em Portugal da irradiação solar em Wh/m² [10]

De acordo com as projeções apresentadas pela APREN relativamente ao peso das FER e sua distribuição no mercado de energia para 2030, especialmente o crescimento previsto na energia solar.

O desenvolvimento da produção de recursos endógenos é assim essencial para garantir a segurança do abastecimento nacional de energia e dessa forma contrariar a nossa forte dependência de importação de recursos energéticos. Uma vez que Portugal não produz nem explora recursos fósseis, a aposta terá que recair sobre as energias renováveis.

O país possui um território rico em recursos energéticos renováveis, provenientes do Sol, vento, rios e biomassa. Temos condições favoráveis para a exploração desses mesmos recursos graças à elevada exposição solar ou à densidade da rede hidrográfica, que é, no entanto, atualmente bastante afetada por graves secas que nos têm assolado e que são fruto das alterações climáticas.

Tendo em conta o potencial que Portugal apresenta relativamente à energia solar, os setores doméstico e industrial não devem deixar de aproveitar esta vantagem para a satisfação das suas necessidades energéticas e assim contribuir para a redução do consumo e importação de combustíveis fósseis.

Capítulo 3 – Instalação de UPAC

3.1 Central Fotovoltaica na Figueira da Foz

O ano de 2021 fica marcado pelo reforço da aposta da NVG na energia solar fotovoltaica em regime de autoconsumo com a entrada em serviço de central fotovoltaica na Figueira da Foz com uma potência instalada de 2,6MW e também pelo reforço da central fotovoltaica em Setúbal em 1,8MW (inicialmente de 2,2MW), de acordo com a proposta da NVG para o seu roteiro da neutralidade carbónica.

A primeira central fotovoltaica foi construída em Setúbal em 2016 e tem cerca de 8000 painéis com uma capacidade instalada de 2,2MW. Em 2017, na Herdade da Espirra (Pegões), foi instalada uma outra central com 352 painéis e uma capacidade de 112,5kW e em 2018 foi colocada em serviço a central do Instituto RAIZ, em Aveiro, com uma capacidade de produção de 90kW.

Tabela 1 – Centrais Fotovoltaicas instaladas até ao ano de 2021

Ano	Local	Nº Painéis	Potência Nominal (kW)
2016	Setúbal	8800	2200
2017	Espirra	352	112,5
2018	RAIZ - Aveiro	280	90
2021	Figueira da Foz	7700	2100

A nova central fotovoltaica da Figueira da Foz é o quarto projeto da NVG no domínio da energia solar tendo a empresa investido, globalmente, mais de 4,7 milhões de euros na instalação de 17.200 painéis solares fotovoltaicos, com uma área aproximada total de 28.500 m² até à data.

A central instalada na Figueira da Foz é constituída por 7700 painéis, montados na cobertura da zona da transformação de papel (corte papel) e com uma capacidade instalada de aproximadamente 2618kWp (2100kWn) e passa a ser a central com maior capacidade instalada na NVG. Esta central além de aumentar a capacidade de produção

de energia elétrica renovável com emissões nulas de CO₂ na empresa, irá permitir, por ano, a redução de emissões de 1.023 tCO₂ (fator de emissão 371 gCO₂/kWh para uma produção anual estimada de 2759,1MWh).

Esta central fotovoltaica em regime de autoconsumo instalada na Figueira da Foz, insere-se no programa corporativo de eficiência energética.

Na figura 10 é possível verificar a montagem dos painéis fotovoltaicos na área escolhida da fábrica, dando assim a dimensão do espaço que ocupou, que neste caso é de cerca de 13500m².



Figura 10 – Central fotovoltaica com 7700 painéis na NVG – Figueira da Foz

3.2 Legislação e equipamentos aplicados

A central fotovoltaica foi instalada na cobertura do edifício onde se faz o corte de papel, denominado como transformação e de acordo com a legislação, regulamentação aplicável quanto às regras de Qualidade, Segurança, Saúde e Proteção do Ambiente, nomeadamente:

- Decreto-Lei nº162/2019;
- Portaria nº14/2015;
- esquemas tipo de UPACs com tecnologia solar fotovoltaica (CTE64);

- Regras Técnicas das Instalações de Baixa Tensão (RTIEBT), portaria nº949-A/2006;
- Regulamento da Rede de Distribuição, aprovado pela Portaria nº596/2010;
- guia técnico das Instalações de Produção Independente de Energia Elétrica (DGEG);
- Gestão da Qualidade, Segurança e Saúde e Ambiente da NVG.

O âmbito da escolha e fornecimento dos equipamentos para a central fotovoltaica foi da responsabilidade da EDP Comercial (empresa que ganhou o concurso), assim, a referida central é composta pelos seguintes equipamentos:

- 7700 painéis fotovoltaicos, perfazendo uma potência CC instalada de 2.618kWp;
- estrutura metálica coplanar de fixação dos módulos de acordo com a orientação e inclinação da cobertura;
- 35 inversores que convertem a corrente contínua produzida nos painéis, em corrente alternada, perfazendo uma potência total de 2.100kW;
- cabos e infraestruturas (caminhos de cabos e sistemas de fixação) para interligação, instalação dos painéis, inversores e quadros elétricos;
- quadros elétricos (QGPV1 e QGPV2);
- sistemas de contagem;
- sistemas de gestão de consumos;
- sistema de monitorização SCADA;
- linhas de vida e ponto de água e eletricidade para manutenções futuras.

3.3 Descrição do Sistema por constituintes

De seguida fazem-se referência aos vários constituintes necessários para a construção desta deste sistema, sendo que cada um deles é explicado de forma sucinta e individual.

3.3.1 Módulos, inversores e pontos de entrega

No ponto de entrega 1 (QGPV1), estão ligados 1320 módulos fotovoltaicos a 6 inversores de 60kW, que por sua vez interliga num quadro fabril de 400VAC Os módulos

fotovoltaicos, modelo STP340-72/Vfh da SUNTECH, estão instalados na cobertura numa configuração coplanar, a partir de perfis colados nas telhas de cobertura, ligados em série (*string's*) de conjuntos de 20 módulos. Os inversores, modelo SUN2000 da HUAWEI, recebem 11 *string's* de 20 módulos cada. A energia é injetada na rede BT (400V).

No ponto de entrega 2 (QGPV2), estão ligados 6380 módulos fotovoltaicos através de 29 inversores de 60kW e com ligação num quadro de 400VAC. Os módulos fotovoltaicos, modelo STP340-72/Vfh da SUNTECH, estão instalados na cobertura numa configuração coplanar, a partir de perfis colados nas telhas de cobertura, ligados em série (*string's*) de conjuntos de 20 módulos. Os inversores, modelo SUN2000 da HUAWEI, recebem 11 *string's* de 20 módulos cada. A energia é injetada na rede BT (400V).

A figura 11 representa a implementação dos módulos e a indicação de ambos os pontos de injeção. O *layout* representa todo o telhado da zona da transformação de papel, a azul estão assinalados os módulos fotovoltaicos, os pontos de injeção estão representados a vermelho assim como a localização dos inversores.

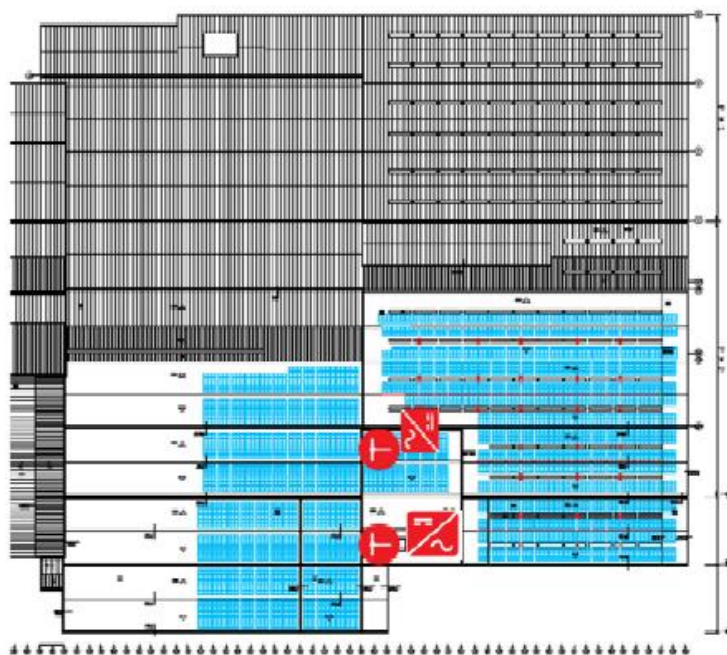


Figura 11 – *Layout* de implementação com dois pontos de injeção

3.3.2 Estrutura de fixação dos módulos fotovoltaicos

As estruturas de fixação dos módulos foram dimensionadas de acordo com as normas e legislação em vigor. Estas são de alumínio anodizado e aço inox, fixas à estrutura através

de um sistema de colagem. O tipo de estrutura utilizada é coplanar estando a mesma instalada em cada uma das águas das coberturas e é constituída principalmente por:

- perfis de alumínio anodizado colado à cobertura com fita de dupla face;
- peças de fixação dos módulos (*clamps*) à estrutura em alumínio anodizado;
- parafusaria em aço inox;
- chapa de equipotencializações de módulos e perfis.

3.3.3 Cabos, caminhos de cabos e estruturas de fixação

A cablagem utilizada no projeto foi dimensionada de acordo com a legislação e com as regras técnicas em vigor. Foram escolhidos diferentes tipos de cablagem mediante a sua utilização e localização.

- ligações CC (ligações entre módulos e inversores), cabo solar de 6mm², tipo H1Z2Z2K;
- ligações CA (ligações entre os inversores e os quadros QGPV1 e QGPV2), cabo 5G50mm², tipo XZ1;
- ligações CA (entre QGPV1 e coluna 400V), cabos 2x(3x1x185) + 1x1x185mm², tipo LXZ1;
- ligações CA (entre QGPV2 e coluna 400V), cabos 6x(3x1x300) + 3x1x300mm², tipo LXZ1;
- equipotencializações (ligações à terra), cabo para a interligação dos módulos fotovoltaicos de 16mm², tipo H07V-K.

Os caminhos de cabos foram dimensionados de acordo com a cablagem a passar em cada um dos caminhos. No interior do edifício serão efetuadas selagens corta fogo nas transições de paredes ou lajes a realizar. Os caminhos de cabos utilizados foram:

- caminho de cabo do tipo esteira armada no exterior com as seguintes dimensões: 500x60mm, 400x60mm, 300x60mm, 200x60mm, 150x60mm, 100x60mm, 50x60mm;
- caminhos de cabos do tipo escada para o interior, com as seguintes dimensões: 500x60mm, 400x60mm e 300x60mm;

3.3.4 SCADA e sistemas de contagem

Foram instalados dois sistemas de monitorização distintos:

- sistema de gestão remoto de consumos da EDP Comercial, para monitorização e acompanhamento da produção global da UPAC pela EDP Comercial;
- sistema SCADA de gestão da UPAC, permitindo a monitorização remota de modo a controlar o desempenho da UPAC, deteção de anomalias, bem como a aquisição e armazenamento de dados. Para além do controlo e monitorização remota, este sistema possui um ponto de comando e monitorização junto ao ponto de injeção QGPV2.

A figura 12 representa o layout da rede de interligação entre os inversores, os contadores e o SCADA.

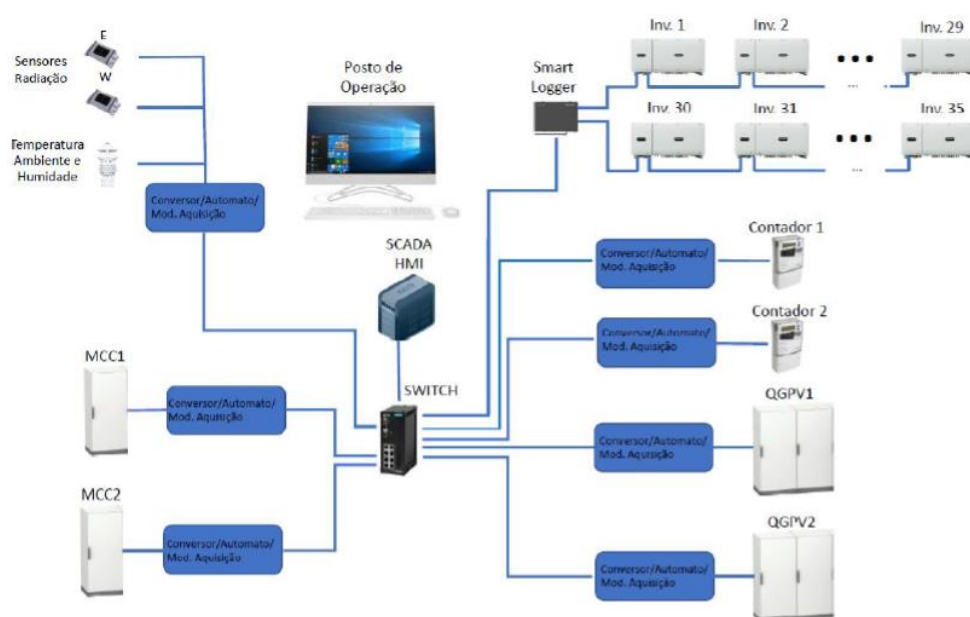


Figura 12 – Esquema de ligação ao SCADA

Este sistema tem como finalidade fazer a contagem de toda a energia produzida pela central fotovoltaica. Em cada ponto de interligação, QGPV1 e QGPV2, existe um sistema de telecontagem.

O quadro de telecontagem instalado no ponto de interligação do QGPV1, permite a contagem da energia produzida pelos 6 inversores.

O quadro de telecontagem do ponto de interligação do QGPV2, relativo à contagem da energia produzida pelos seus 29 inversores, está localizado junto aos referidos inversores.

Os sistemas de contagem são constituídos por: quadro de contagem, contador de produção trifásico, *modem* GSM/GPRS e transformador de intensidade (*TIs*).

3.4 Pontos de injeção

São dois os pontos onde é feita a injeção da produção fotovoltaica na rede elétrica fabril para autoconsumo.

Os pontos de interligação à rede fabril são o QGPV1 e QGPV2, descritos nas secções seguintes.

3.4.1 Ponto de injeção 1 – QGPV1

Neste ponto estão instalados 6 inversores que estão ligados ao barramento do quadro de baixa tensão QGPV1, que liga por sua vez num barramento de 400VAC da rede fabril. Este quadro tem um disjuntor para proteção de 800A e 6 disjuntores parciais de 125A, um para cada inversor, equipado com proteção diferencial e descarregadores de sobretensão. A figura 13 ilustra o local de implementação do quadro QGPV1.



Figura 13 – Quadro QGPV1 com os 6 inversores

O quadro QGPV1 faz a ligação à rede de 400VAC aproveitando uma ligação existente de um subquadro. Foi necessário fazer a adaptação para esse ponto passar a ter instaladas duas fontes de tensão, permitindo assim o autoconsumo.

Na figura 14 é possível ver o quadro onde foi feita a adaptação para o QGPV1, prevendo as duas fontes de tensão e as proteções associadas. As setas pretendem indicar o sentido da energia no quadro elétrico e a posição do barramento de interligação.



Figura 14 – Armário elétrico com 2 fontes de tensão – interligação QGPV1

3.4.2 Ponto de injeção 2 – QGPV2

No ponto de injeção QGPV2 estão instalados 29 inversores. O disjuntor de proteção geral é de 3200A e 29 disjuntores de 125A, correspondente a cada um dos inversores, equipado com proteção diferencial e descarregadores de sobretensão.

A figura 15 ilustra o QGPV2, onde estão ligados os 29 inversores.



Figura 15 – Quadro QGPV2 (ligação dos inversores e saída para quadro interligação)

Na secção seguinte será apresentado o trabalho desenvolvido na interligação do QGPV2 à rede fabril.

3.4.3 QGPV2 – Interligação na rede fabril

A solução para colocação deste ponto de injeção foi mais difícil de implementar, pois não existia nenhum espaço livre lateral no quadro para interligação à rede fabril. Para ultrapassar esta limitação foi decidido colocar uma nova coluna no quadro escolhido e fazer a ligação direta através de um novo barramento à chegada do transformador, passando o quadro, dessa forma, a ficar alimentado com duas fontes de tensão (transformador existente e fotovoltaica, através do QGPV2)

Para a interligação do QGPV2 à rede fabril foi necessário fazer uma adaptação técnica do MCC (Motor Center Controller) existente, de acordo com esquema unifilar na figura 16, onde é feita a injeção de forma a poderem existir duas fontes de tensão, sendo que a produção da fotovoltaica será para autoconsumo dos consumidores deste quadro, e o remanescente irá para a rede de 15kV através do transformador a montante.

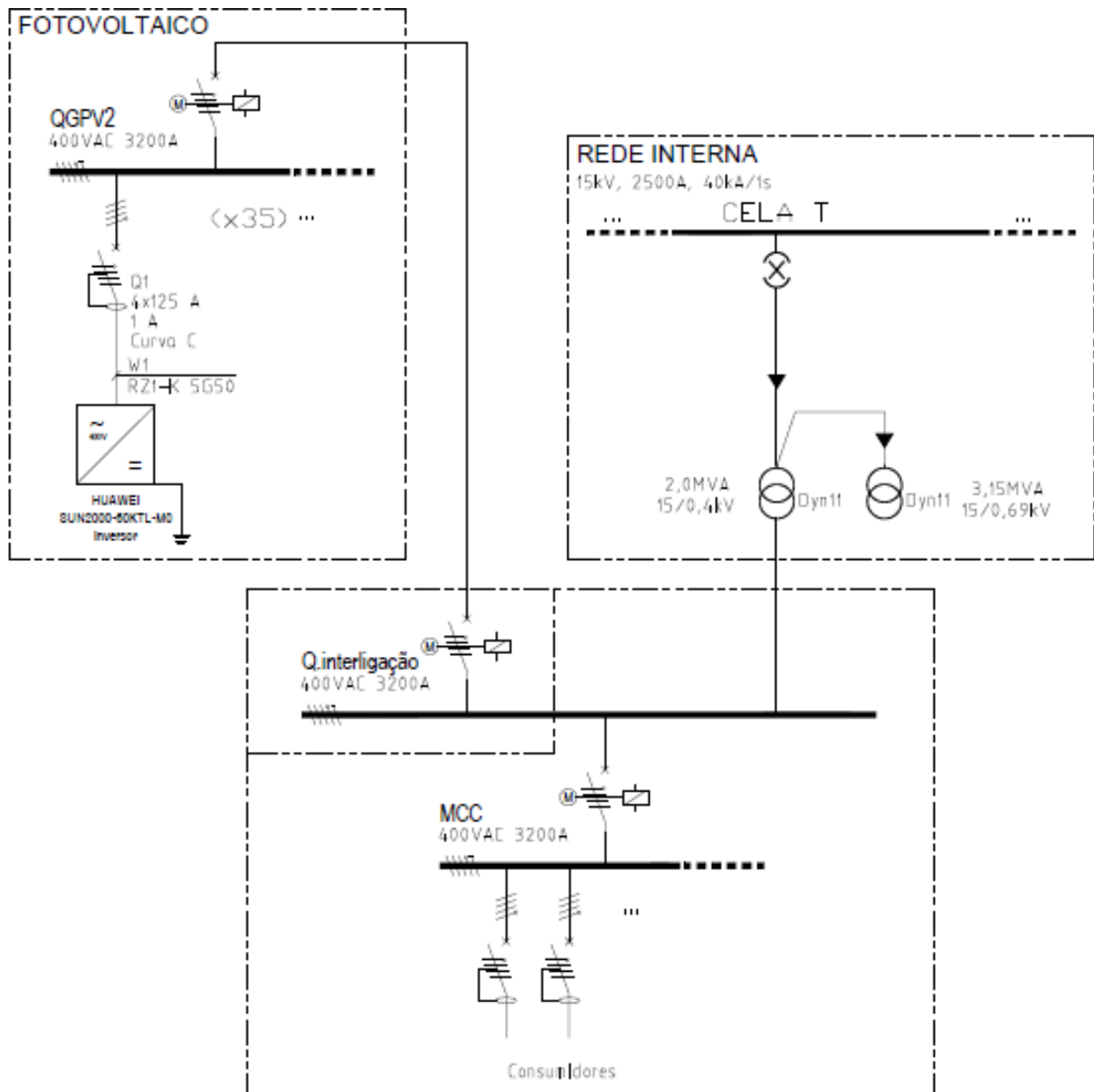


Figura 16 – Esquema unifilar interligação QGPV2 na rede fabril

As fotos 17 e 18 mostram o MCC onde foi feita a interligação do QGPV2 com a rede fabril. A foto 17 ilustra a parte frontal do MCC e a foto 18 a parte de trás do referido

MCC, sem painéis, estando identificados os pontos de ligação do disjuntor de proteção e o barramento que percorre todo o MCC.



Figura 17 – Vista frontal da alimentação ao quadro fabril

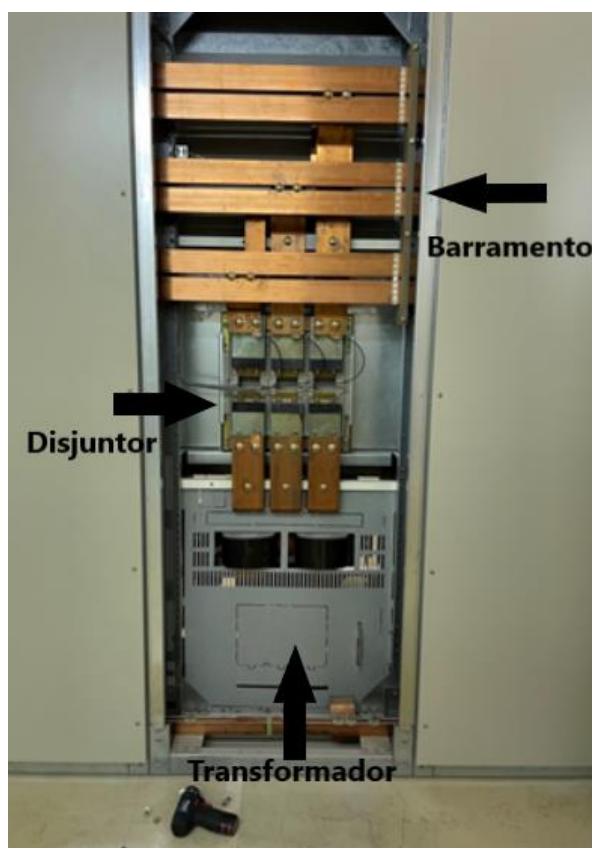


Figura 18 – Vista traseira da alimentação ao quadro fabril

A figura 19 mostra-nos a coluna de alimentação do quadro fabril, sendo possível verificar as ligações do disjuntor de proteção. Para se poder construir o barramento que permite dois pontos de ligação ao transformador, foi necessário substituir as barras de cobre onde ligam os cabos que vêm do transformador, para umas novas que pudessem dar origem ao novo barramento, mas com maior largura, de acordo com o dimensionamento efetuado, e conforme figura 19.

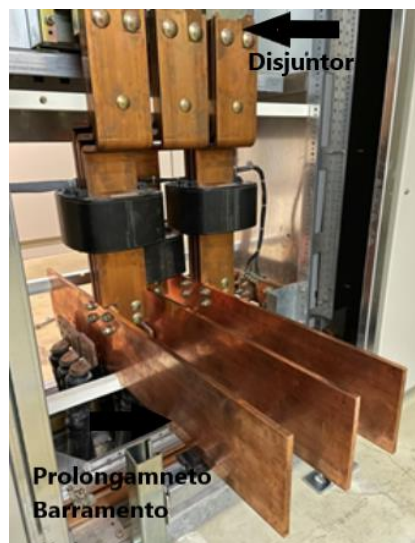


Figura 19 – Prolongamento do barramento de entrada quadro

Nas figuras 19 e 20 verifica-se o prolongamento do barramento de entrada, de modo a poder ser ligada a nova coluna.



Figura 20 – Fixação do barramento de entrada no Quadro

Foi garantida a fixação mecânica e o isolamento das barras de forma a garantir a segurança elétrica para as pessoas e equipamentos ligados, conforme figura 21.

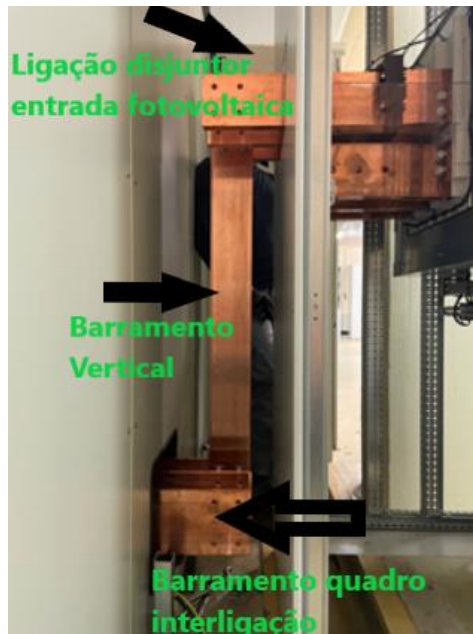


Figura 21 – Ligação do barramento à nova coluna

A figura anterior ilustra a ligação das barras horizontais com as verticais e respetiva ligação à nova coluna de injeção, fazendo desta forma o novo barramento.

Na figura 22 é possível verificar o aspeto final do quadro de interligação ao QGPV2.



Figura 22 – Coluna de interligação do QGPV2 ao quadro elétrico existente

3.5 Colocação em serviço

3.5.1 Comissionamento do sistema

Após conclusão dos trabalhos foram efetuadas as atividades destinadas a colocar em serviço a UPAC, segundo os procedimentos descritos no Decreto-Lei nº162/2019, os recomendados pelos fabricantes dos equipamentos fornecidos e os demais necessários para o bom funcionamento da UPAC.

Nesta fase procedeu-se ao comissionamento do sistema, em conformidade com a norma IEC 62446-1, envolvendo os seguintes aspetos:

- verificação da correta instalação de todos os componentes da UPAC;
- medição da resistência de terras do sistema;
- medição da resistência de isolamento, R_i , dos condutores de corrente contínua. A resistência de isolamento mede-se no mínimo a uma tensão contínua de 500V, unindo-se o polo positivo da fonte de energia à terra, quando a medida se efetua relativamente a esta. O valor mínimo da resistência R_i , foi comprovado de acordo com as características e manual de instalação do fabricante dos inversores;
- teste das correntes e tensões por *string* para deteção de anomalias;
- teste de correntes e tensões dos quadros e inversores;
- teste da curva I-V real versus teórica em STC;
- termografia aos principais componentes e ligações.

Os testes de comissionamento foram feitos num período de céu limpo com radiação incidente sobre o sistema superior a 400W/m².

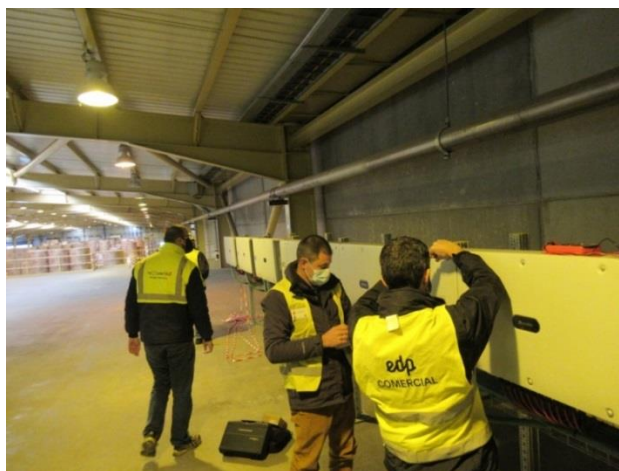


Figura 23 – Comissionamento do sistema – QGPV1

3.5.1 Colocação em serviço – QGPV1

A colocação em serviço da central fotovoltaica não ocorreu no mesmo dia para os dois pontos de injeção. De referir, que a colocação em serviço da central no ponto de injeção QGPV1 ocorreu no dia 8 de janeiro de 2021, conforme figura 24.



Figura 24 – Primeiro dia de produção – QGPV1

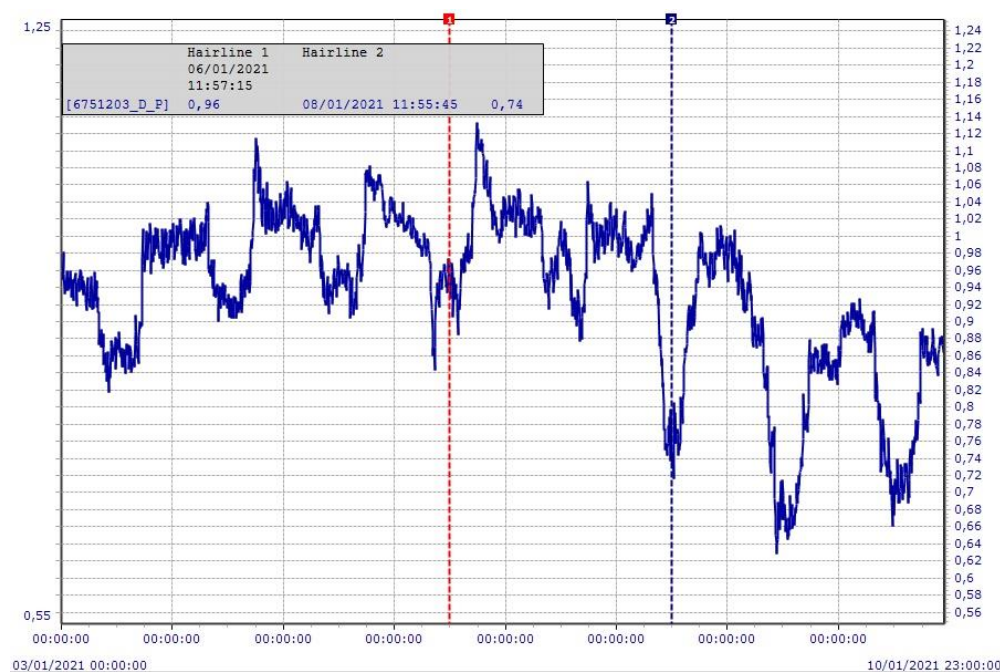


Figura 25 – Variação carga no transformador para MCC – QGPV1

Através da análise no sistema fabril Uniformance (Process History Database – PHD, da Honeywell), é possível verificar a variação de carga entre as datas escolhidas, neste caso, entre 3 e 10 de janeiro de 2021 de acordo com figura 25. A linha vermelha indica-nos o

valor pelas 12 horas no dia 6 de janeiro, que é de 0,95MW e a linha azul indica o valor pelas 12 horas do dia 8 de janeiro (1º dia de injeção) e que é de 0,73MW. É possível verificar uma redução de carga na ordem dos 200kW, comparativamente entre estes dois dias, o que está de acordo com a produção representada na figura 26 que indica que pelas 12 horas do dia 8 de janeiro de 2021 obtivemos uma produção aproximada dos 200kW, pois passamos de um valor de cerca de 1,02MW no dia 7 de janeiro (linha vermelha), para um valor de 0,73MW no dia 8 de janeiro (linha azul).

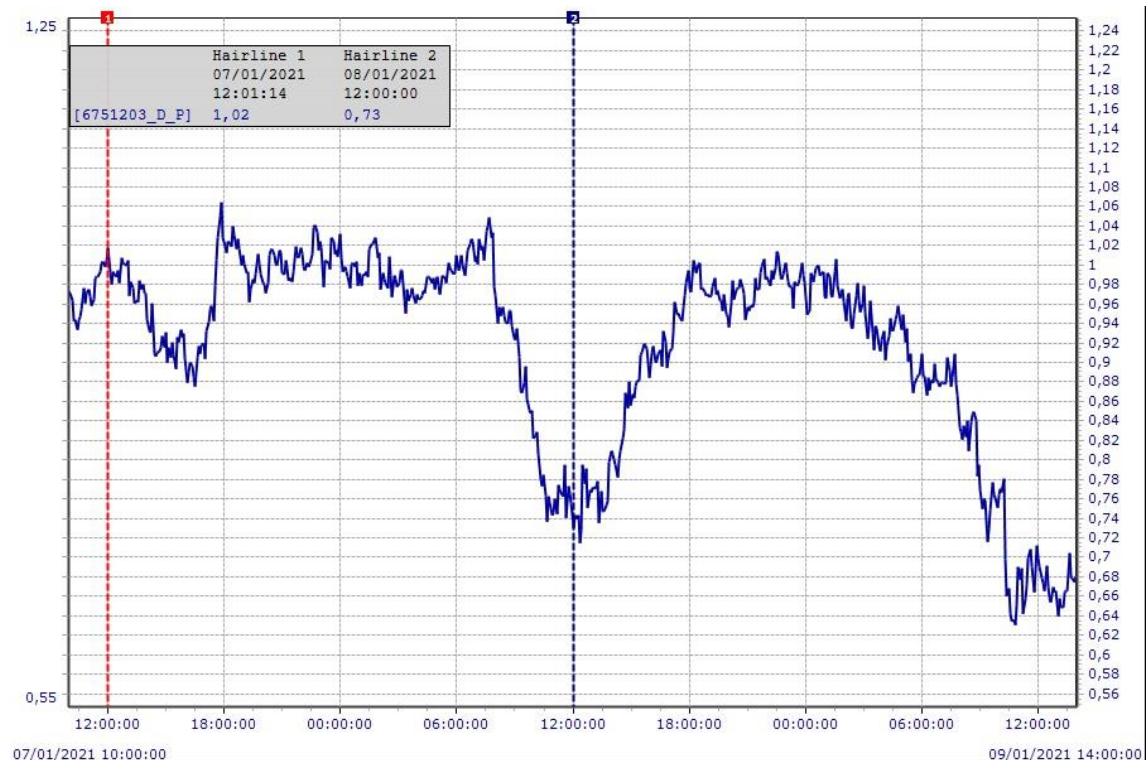


Figura 26 – Alteração de carga no transformador, 8 janeiro 2021

Na figura 27 é possível verificar o comportamento da carga no transformador, que recebe a injeção de energia elétrica do QGPV1. Esta análise é feita entre 22 de dezembro de 2020 e 22 de janeiro de 2021, verificando-se que o comportamento da variação de carga sofreu alteração do seu padrão a partir do dia 8 de janeiro, dia da colocação deste ponto de injeção em serviço. Conclui-se assim que a energia produzida e injetada no QGPV1 é toda consumida pelas cargas do quadro.

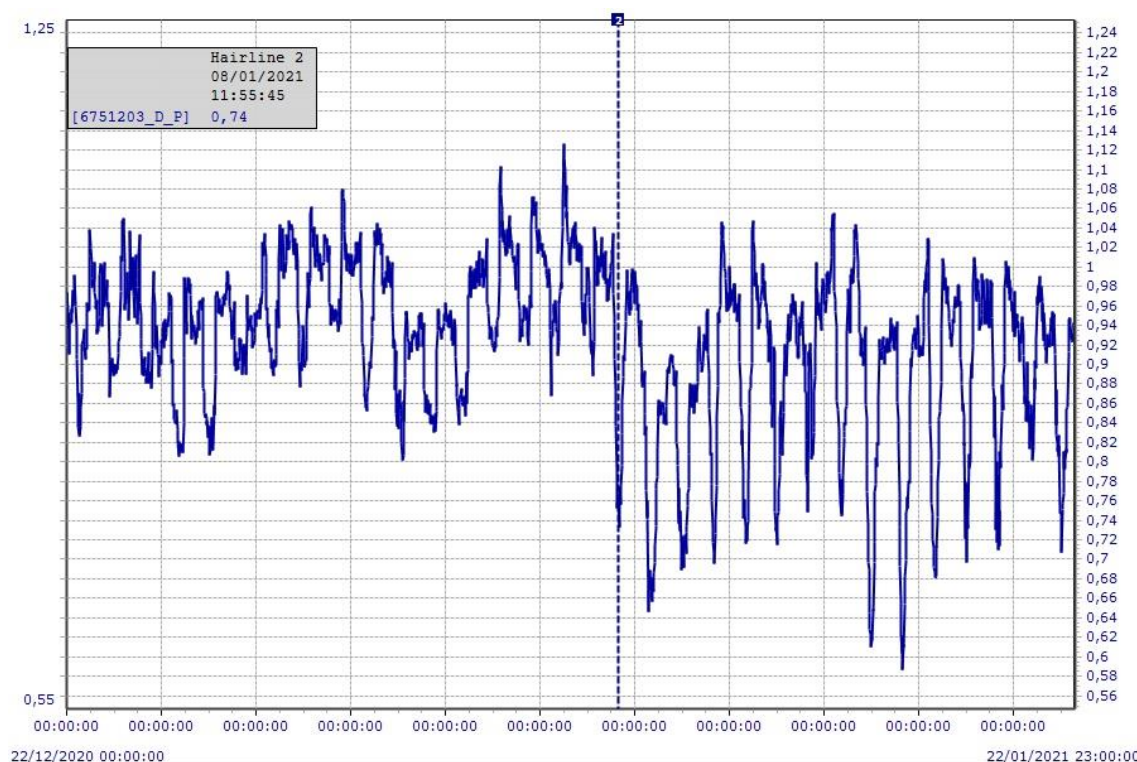


Figura 27 – Variação carga (2) no transformador MCC – QGPV1

3.5.2 Colocação em serviço – QGPV2

A Central ficou completamente pronta para injetar toda a sua produção na rede interna, no entanto por questões técnicas o ponto de ligação QGPV2 (correspondente a 29 inversores) foi ligado em data posterior ao ponto de ligação QGPV1.

A colocação em serviço do ponto de injeção QGPV2 ocorreu no dia 30 de março de 2021. Este ponto de ligação não foi colocado em serviço no mesmo dia do ponto QGPV1, pois ao ser um ponto de injeção mais crítico do ponto de vista do processo, obrigou a uma paragem significativa de equipamentos, tendo sido programado para altura de menor impacto. O primeiro dia de produção total (QGPV1 e QGPV2), está representado na figura 28.

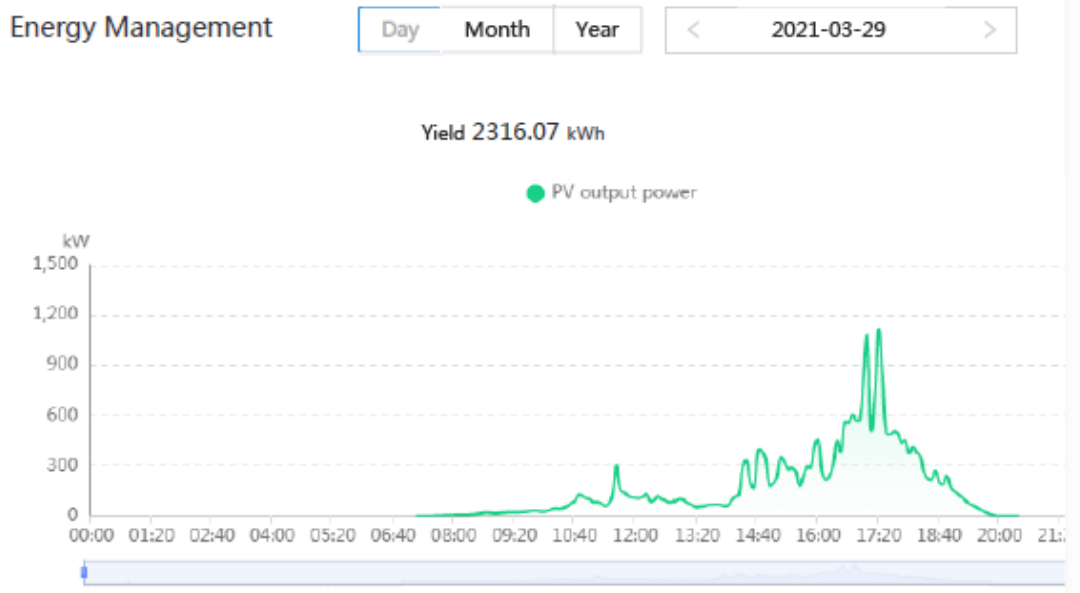


Figura 28 – Primeiro dia de produção – QGPV1 e QGPV2

O sistema de gestão que é disponibilizado pela EDP Comercial (SCADA) não permite contabilizar a produção individual dos pontos de injeção, pelo que a potência que o gráfico da figura anterior representa corresponde à soma da potência nos dois pontos de injeção. Até ao dia 28 de março, como só estava o QGPV1 a injetar foi possível quantificar a produção individual decorrente.

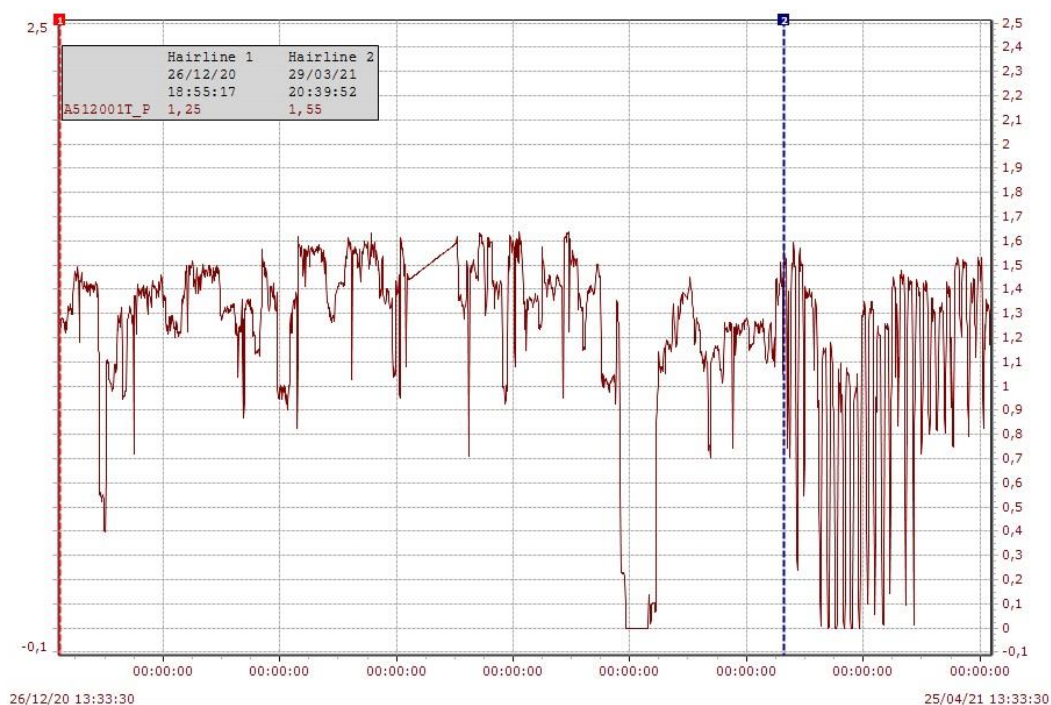


Figura 29 – Variação de carga do transformador – QGPV2

Na figura 29 observa-se o diagrama de carga no transformador onde foi ligado o QGPV2. Este gráfico representa o comportamento do diagrama carga no transformador entre 26 de dezembro de 2020 e 25 de abril de 2021, refira-se que o primeiro dia de injeção ocorreu em 29 de março de 2021. Antes da ligação do QGPV2 ocorrer e de forma a termos a ideia do comportamento típico do seu regime de carga anterior, os picos inferiores são paragens dos equipamentos da área da transformação para limpezas e trabalhos de manutenção.

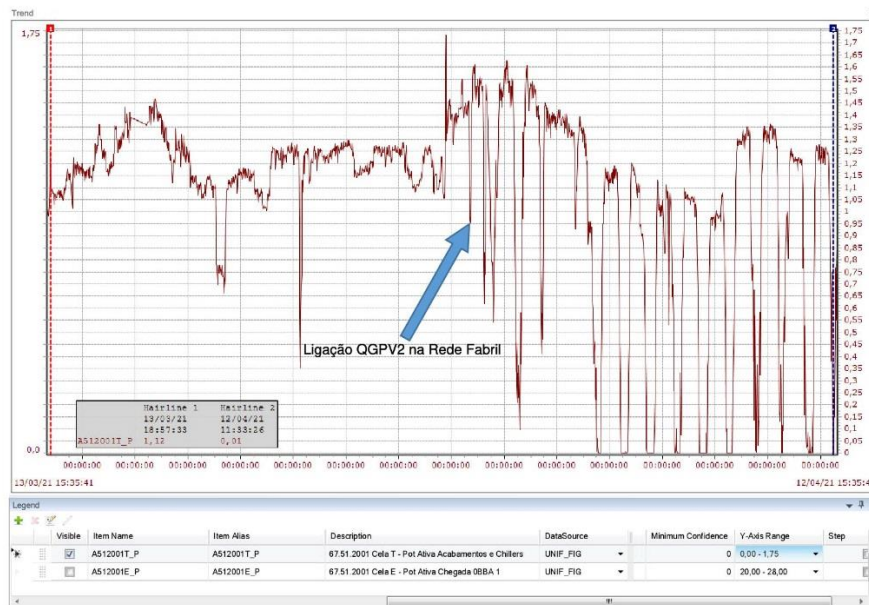


Figura 30 – Diagrama de carga transformador – QGPV2

Da análise a figura 30, que compreende o período de tempo entre 13 de março e 14 de abril de 2021, verifica-se perfeitamente o momento a partir do qual se começou a fazer a injeção na rede interna. O padrão de carga alterou significativamente a partir do dia 29 de março de 2021.

A redução de carga resultante da produção da central, visível no diagrama da imagem anterior, evidencia que a carga no transformador baixou bastante, tendo até chegado a ter o valor zero, ou seja, a energia elétrica produzida pela central foi suficiente para o autoconsumo dos equipamentos ligados a este quadro elétrico e o excesso injetado na rede de 15kV, sendo distribuído pelos outros transformadores e daí para outros consumidores internos.

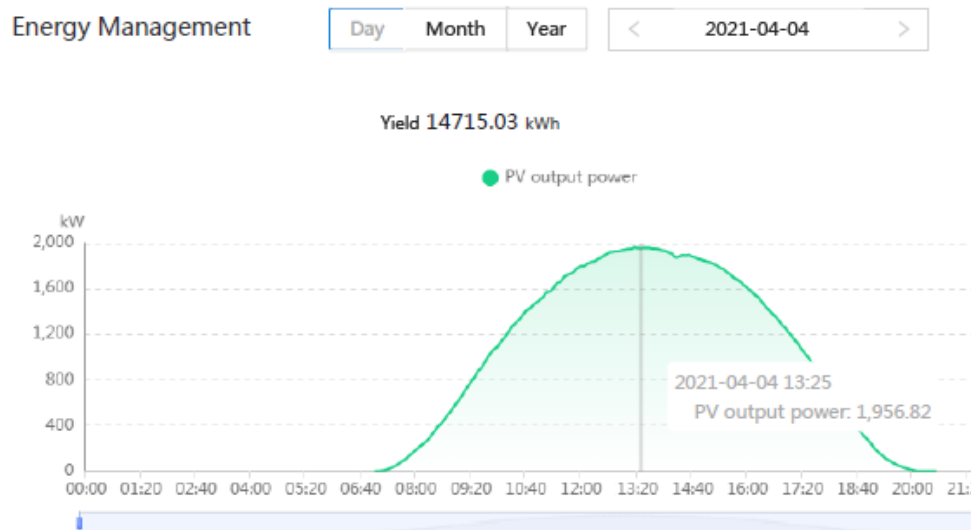


Figura 31 – Produção total no dia 4 abril 2021

A figura 31 representa um dia com sol e sem nuvens, exemplificando o bom desempenho do sistema de geração ao longo do dia.

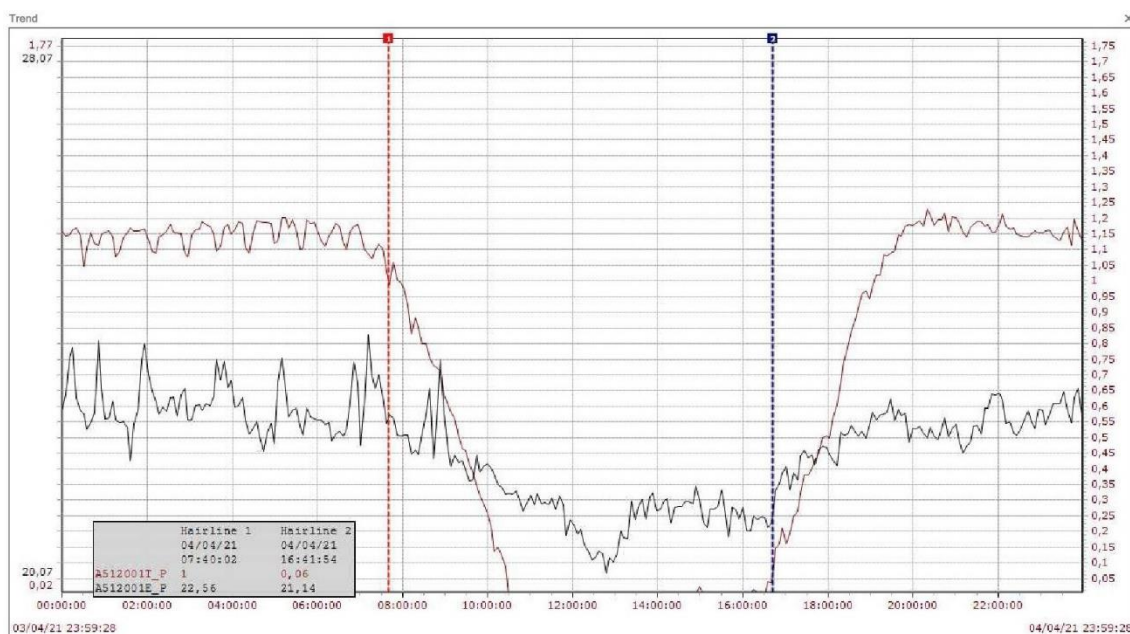


Figura 32 – Diagramas de carga, dia 4 abril 2021

Aproveitando a análise feita no dia 4 de abril de 2021, no gráfico da imagem 32 é possível verificar a descida de carga até zero no transformador (linha vermelha), da mesma forma é se verifica a descida de carga na entrada da rede de 15kV (linha preta). Valor que desce cerca de 1,75MW, de 22,30MW para 20,55MW. Confirma-se assim a diminuição da energia necessária da rede elétrica nacional para alimentação ao quadro principal de

15kV, por via da injeção na rede interna da potência produzida pela central de fotovoltaica. Ver imagem ampliada na figura 33.

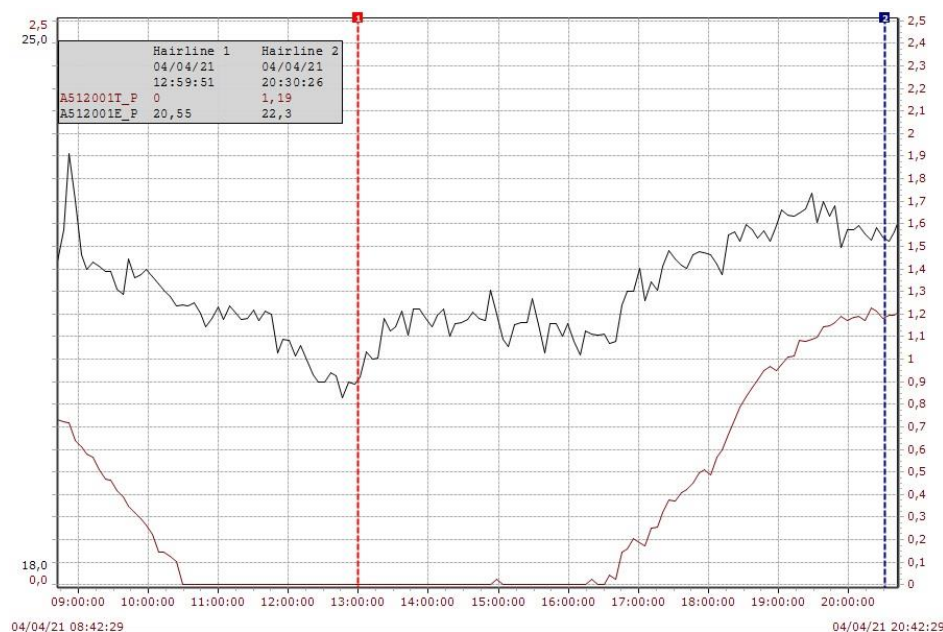


Figura 33 – Diagrama de carga (2) dia 4 abril 2021

Através da imagem anterior, consegue-se ver com mais pormenor as variações de carga ocorridas no dia 4 de abril de 2021 no transformador que recebe a injeção do QGPV2 e que está representado pela linha vermelha e que entre as 10:30h e as 16:15h esteve com carga nula, e também através da linha preta no gráfico anterior se observa a descida de potência na entrada da rede de 15kV, que corresponde à alimentação a partir da rede elétrica nacional.

Pelas 13h (pico de produção fotovoltaica) do dia 4 de abril, a carga no transformador que recebe do QGPV2 era nula e a carga à entrada da rede de 15kV era de 20,55kW (linha vertical vermelha, que fixa a hora às 13:00h)

Às 20:30h (fim da produção solar) do mesmo dia, a carga no transformador em análise era de 1,19MW e à entrada da rede estava a ser solicitada uma potência de 22,30MW (linha vertical azul que fixa a hora às 20:30h)

Pelas 13:00h na altura de pico na produção fotovoltaica, a injeção na rede interna era de cerca de 1,75MW.

3.6 Investimento vs Retorno

O investimento necessário para a central de geração fotovoltaica descrita anteriormente foi de 1.299.751,00€ e segundo a proposta comercial teria um prazo de retorno do investimento (PRI) previsto de 4,2 anos e uma receita no primeiro ano no valor de 285.246,00€.

O PRI é a duração em tempo, expressa em anos, necessário para que o capital investido seja completamente recuperado e pode ser obtido através da equação:

$$PRI = p + \left[\frac{CF_p}{(CF_p - CF_{p+1})} \right] \quad (1)$$

em que:

- p = período de tempo imediatamente antes de o cash-flow acumulado se tornar positivo,
- CF_p = cash-flow acumulado no período p e
- CF_{p+1} = cash-flow acumulado no período $p+1$.

UPAC 2618kWp	
Investimento UPAC	1.299,751€
Investimento Especifico	0,4965 €/Wp
PRI previsto 1º ano	4,2 anos
Receita prevista 1º ano	285.246 €

Tabela 2 - Resumo da proposta comercial da EDP ([Anexo VIII](#))

De acordo com os dados constantes na simulação efetuada pela EDP Comercial em 28 de fevereiro de 2019, presentes na figura 34, eram esperados os seguintes valores:

	GlobHor kWh/m²	DiffHor kWh/m²	T Amb °C	GlobInc kWh/m²	GlobEff kWh/m²	EArray MWh	E_Grid MWh	PR
January	61.1	29.31	11.00	60.7	56.1	110.8	108.9	0.827
February	72.0	35.98	10.40	71.7	67.2	133.3	131.0	0.842
March	131.1	52.45	12.60	130.7	124.3	240.7	236.3	0.833
April	145.5	65.47	14.70	145.2	138.6	265.5	260.4	0.827
May	185.1	77.73	16.50	184.7	177.4	333.2	326.6	0.815
June	201.3	76.49	18.50	201.2	193.8	360.0	352.8	0.808
July	209.6	75.44	19.70	209.3	201.6	371.6	364.2	0.802
August	195.0	64.35	20.00	194.7	187.1	345.3	338.6	0.802
September	145.8	52.49	19.50	145.4	138.9	258.5	253.7	0.804
October	103.9	42.58	17.70	103.4	97.3	185.5	182.3	0.813
November	63.0	31.50	13.50	62.6	57.8	112.9	110.9	0.816
December	53.3	27.19	11.60	53.0	48.3	95.2	93.5	0.813
Year	1566.6	630.99	15.50	1562.6	1488.4	2812.5	2759.1	0.814

Legends: GlobHor Horizontal global irradiation
DiffHor Horizontal diffuse irradiation
T Amb Ambient Temperature
GlobInc Global incident in coll. plane
GlobEff Effective Global, corr. for IAM and shadings
EArray Effective energy at the output of the array
E_Grid Energy injected into grid
PR Performance Ratio

Figura 34 – Simulação de 28 de fevereiro de 2019 – [Anexo IV](#)

Para efeitos desta comparação é necessário ter em consideração os valores da coluna E_Grid (autoconsumo), dos meses de abril a outubro, isto porque só a partir de abril é que toda a central esteve a produzir para autoconsumo. Para efeitos de avaliação que se pretende fazer interessam também os valores finais de compra de energia pela NVG durante o ano de 2021 até ao mês de outubro.

A figura 35 indica-nos a produção anual de energia elétrica ao longo dos diversos meses de 2021, toda ela utilizada em regime de autoconsumo.

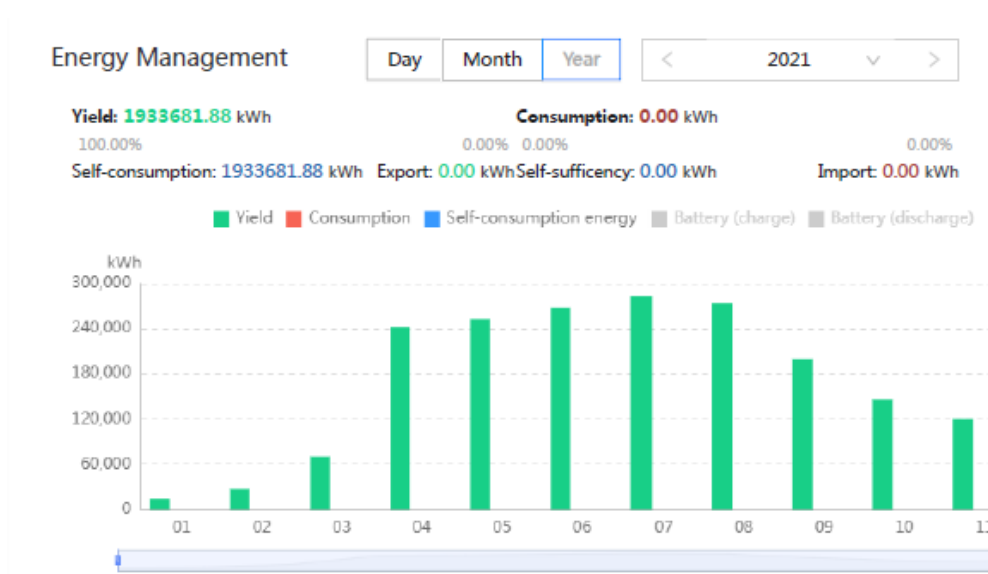


Figura 35 – Energia elétrica produzida para autoconsumo - 2021

Tabela 3 – Produção Mensal / Preço Mensal

Meses (2021)	Produção Total (MWh)	Preço Compra ^(a) (€/MWh)	Poupança (€)
Janeiro	14,82	76,60	1.135,21
Fevereiro	26,97	74,35	2.005,22
Março	70,49	76,8	5.412,86
Abril	241,77	76,68	18.538,92
Maio	253,51	76,3	19.342,81
Junho	268,61	77,87	20.916,66
Julho	283,92	85,11	24.164,43
Agosto	274,83	87,1	23.937,69
Setembro	200,24	98,46	19.715,63
Outubro	146,67	105,71	15.504,49

^(a) O preço da compra da energia elétrica nos meses de 2021 foi fornecido em outubro de 2021 pelo responsável da área da energia da NVG na Figueira da Foz.

De acordo com os valores de produção obtidos ao longo do ano de 2021 é possível dizer que a produção acumulada em 10 meses (com a ressalva que no primeiro trimestre só houve injeção do QGPV1) foi de 1781,82MWh. Efetuados os cálculos mensais da poupança efetiva, chega-se ao valor de 150.673,93€ nos primeiros 10 meses.

Em conclusão pode-se dizer que estes valores de produção obtidos a partir de abril não são os esperados de acordo com o resultado da simulação na figura 34. Como o valor da produção foi mais baixo do que o esperado, a poupança que resultaria das menores necessidades de compra de energia e o PRI apresentado na proposta comercial da empresa EDP Comercial vêm negativamente afetados.

Tabela 4 – Comparativo Produção Total vs Estimada

Meses (2021)	Produção Total (MWh)	Produção Estimada (MWh)	Varição (MWh)
Abril	241,77	260,4	18,63
Maio	253,51	326,6	73,09
Junho	268,61	352,8	84,19
Julho	283,92	364,2	80,28
Agosto	274,83	338,6	63,77
Setembro	200,24	253,7	53,46
Outubro	146,67	182,3	35,63

Perante a situação de produção abaixo da simulação e da proposta da EDP Comercial, a situação foi apresentada uma reclamação e foi identificado um parâmetro nos inversores que não estava de acordo com o *standard* e que limitava a potência dos inversores. A situação foi corrigida no final de outubro e passando a situação a estar em processo de reavaliação.

Capítulo 4 – Mobilidade Elétrica

4.1 Carregamento Veículos Elétricos

4.1.1 Enquadramento

Na atual frota da NVG, considerando as viaturas próprias e de função, o número de viaturas elétricas ainda é residual, sendo que, de cerca de 535 veículos, dos quais 17 são elétricos. O gasóleo é o principal combustível utilizado nos trabalhos e nas deslocações ao serviço da empresa. Em 2017 foram consumidos mais de 658 mil litros deste combustível fóssil.

Para mobilidade elétrica existem atualmente veículos elétricos ou híbridos *plug-in*. Na frota atual já existem veículos elétricos a bateria (Renault Kangoo ZE e Renault Zoe). No modo de carregamento lento os híbridos carregam a bateria em algumas horas, enquanto um totalmente elétrico poderá demorar 8 horas até atingir a carga completa.

A empresa internamente fez uma avaliação da situação para poder tomar decisões quanto ao futuro da sua frota interna, tendo como referência algumas marcas/modelo que existiam, à data, no mercado, conforme figura 36.

ESTADO DA ARTE DA MOBILIDADE ELÉTRICA			
TIPOS DE VEÍCULOS			
Veículo elétrico a bateria (EV)	 Renault Kangoo Z.E.	 Renault Zoe	 Tesla Model 3
Capacidade da bateria ⁷ , kWh	33,0	55,0	75,0
Modo de carregamento ⁷	Slow ¹	Slow ² / Fast ³	Slow ⁴ / Fast ⁵
Tempo de carregamento modo SLOW ⁶	5 h	3 h	8 h
Tempo de carregamento modo FAST ⁷	n.a.	57 min	22 min
Veículo elétrico híbrido (HEV)	 Volvo XC60 T8	 BMW 330E	 Mercedes C/E 300de
Capacidade da bateria ⁷ , kWh	10,4	12,0	13,5
Modo de carregamento ⁷	Slow ⁶	Slow ⁶	Slow ¹
Tempo de carregamento modo SLOW ⁶	2 h 45 min	3 h 30 min	1 h 45 min

1] Potência de carregamento de 7,4 kW AC. 2] Potência de carregamento de 22 kW AC. 3] Potência de carregamento de 45 kW DC. 4] Potência de carregamento de 11 kW AC.
5] Potência de carregamento de 250 kW DC. 6] Potência de carregamento de 3,7 kW AC. 7] Fonte: www.watson.pt

Figura 36 – Estado da arte (estudo interno) – fevereiro 2020 [12]

Nota: Este documento é oriundo de um estudo interno feito pelos Departamento de Projetos Estratégicos da Navigator Company e divulgado no âmbito do trabalho preparatório de instalação dos sistemas de carregamento de veículos elétricos.

4.1.2 Estratégia para a mobilidade elétrica

Com a definição e implementação da estratégia para a mobilidade pretende-se garantir espaço para carregamento de todos os veículos da NVG e parceiros de negócios de forma a possibilitar reduções nos custos com combustíveis e com emissões diretas associadas a deslocações

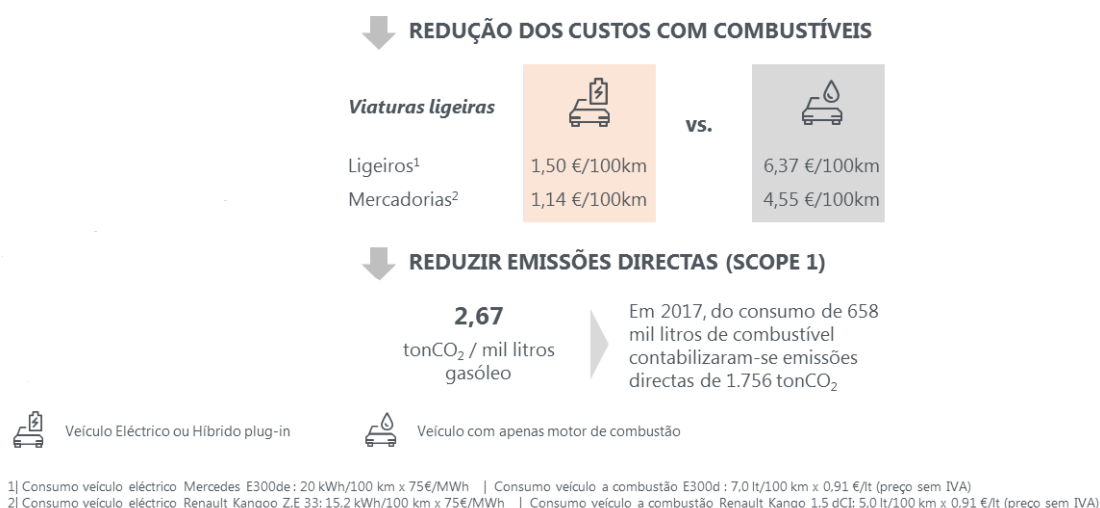


Figura 37 – Estimativa redução custos e emissões – fevereiro 2020 [12]

A estratégia da NVG em termos de mobilidade elétrica tem por base uma implementação em três fases de modo a aumentar gradualmente a disponibilidade de pontos de carga nos complexos industriais, escritórios de Lisboa e centro Raiz em Aveiro.

A implementação será faseada (devido aos custos associados a cada uma das fases) e tem o seguinte planeamento:

- Fase 1
 - Instalar 10 pontos de carregamento (22kW) em cada um dos locais: Aveiro, Figueira da Foz, Setúbal e Lisboa;
 - Instalar 6 pontos de carregamento (22kW) em cada um dos locais: RAIZ e Vila Velha de Rodão.
- Fase 2
 - Adicionar à Fase 1 mais 16 pontos de carregamento aos locais: Aveiro, Figueira da Foz e Setúbal;
 - Adicionar à Fase 1 mais 8 pontos de carregamento aos locais: RAIZ e Vila Velha de Rodão;
 - Adicionar à Fase 1 mais 4 pontos de carregamento em Lisboa;
 - Instalar 2 pontos “Fast Charger” (50kW) em Aveiro, Figueira da Foz, Setúbal, Lisboa e Vila Velha de Rodão.

- Fase 3
 - Adicionar mais 24 pontos de carregamento aos locais: Aveiro, Figueira da Foz e Setúbal;
 - Adicionar mais 6 pontos de carregamento aos locais: Lisboa, RAIZ e Vila Velha de Rodão;
 - Adicionar mais 2 locais de “Fast Charger” aos locais: Aveiro, Figueira da Foz, Setúbal, Lisboa e Vila Velha de Rodão;
 - Instalar dois 2 pontos “Fast Charger” no RAIZ.

Para a implementação da estratégia definida foram considerados carregadores lentos AC de 22kW e carregadores rápidos DC de 50kW por ligação. No total das três fases, as potências dos postos de carregamento totalizam 1,3MW (valor teórico total) para os três maiores complexos (Aveiro, Figueira da Foz e Setúbal), 0,6MW para Lisboa e Vila Velha de Rodão e 0,5MW para o Raiz.

O investimento em carregadores será de 67k€, 188k€ e 237k€ nas fases 1, 2 e 3 respetivamente. No total serão investidos cerca de 492k€ em carregadores aos quais acrescem os custos com redes elétricas e eventuais necessidades de reforço de potência (cuja análise está em curso).

4.1.3 Plano de Implementação

O plano de implementação da estratégia para a mobilidade elétrica da NVG reparte-se, como anteriormente referido, em três fases. A primeira fase iniciou-se em 2021 e tem a duração de dois anos. A segunda fase com duração de três anos, termina em 2025. A terceira e última fase inicia-se em 2026, conforme figura 38.

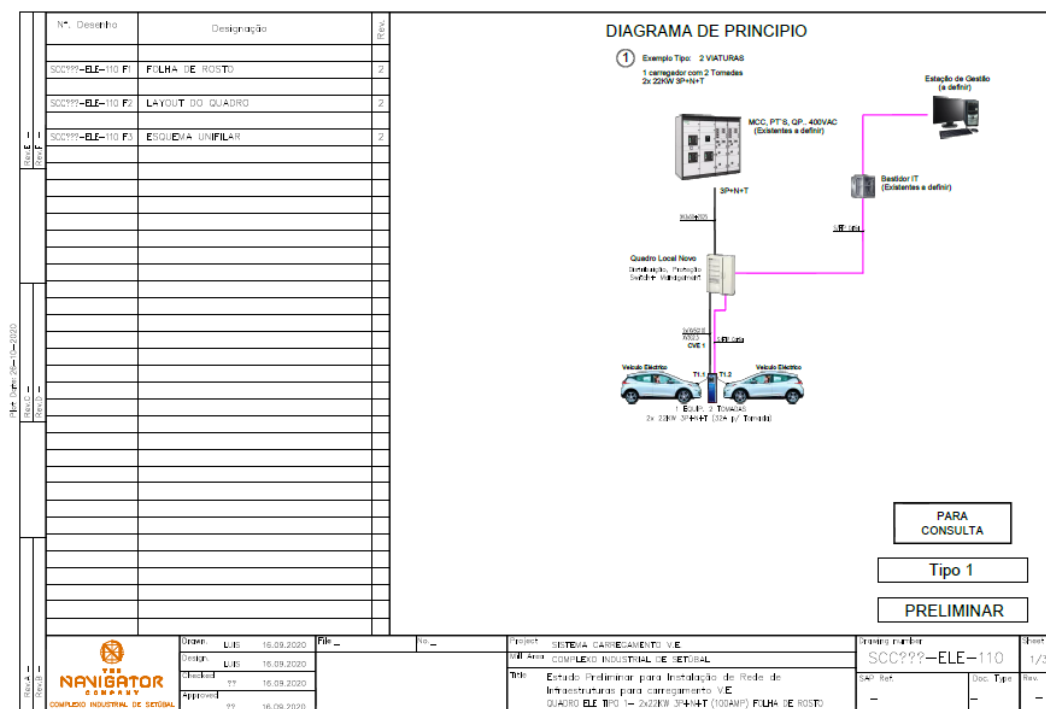
PLANO DE IMPLEMENTAÇÃO

	2021	2022	2023	2024	2025	2026
FASE 1 Implementação dos primeiros carregadores SLOW em todas as localizações da Navigator.						
FASE 2 Reforço dos carregadores SLOW e implementação de carregadores FAST						
FASE 3 Reforço dos carregadores SLOW e FAST em todas as localizações da Navigator						

Figura 38 – Plano de implementação de carregadores para VE [12]

Para prosseguir com a estratégia para a mobilidade da NVG com início no primeiro semestre de 2021, foi necessário dar início a um conjunto de verificações e implementações, nomeadamente:

- a conclusão dos estudos referentes à disponibilidade de potência dos quadros existentes e localizações dos mesmos;
- identificar a localização dos carregadores e estimar custos com as respetivas infraestruturas para ligações à rede elétrica, incluindo eventuais reforços de potência;
- preparar as consultas para fornecimento e instalação dos carregadores;
- estudar soluções dos sistemas de gestão que possibilitem a incorporação dos carregadores existentes de fabricantes diferentes (EFACEC e MAGNUM CAP).
- início da instalação em locais já definidos;



4.2 Empilhadores Elétricos

A NVG na Figueira da Foz em 2016 tinha em operação uma frota de empilhadores a GPL com vários anos e a precisar de uma renovação de frota. Foi feito um estudo interno para perceber em termos de investimento e redução de impacto ambiental qual a melhor solução a adotar quanto a esta questão.

4.2.1 Escolha de nova frota de empilhadores

Os principais critérios a considerar na escolha de empilhadores são a sua capacidade de carga, altura de elevação, a ergonomia para o operador, questões associadas à segurança de pessoas e a motorização que equipa o referido empilhador.

Relativamente motorização, existem várias opções:

- Motor elétrico;
- Motor de combustão interna (gasolina, gasóleo, GPL ou GNC);
- Motorização híbrida (motor de combustão interna e motor elétrico).

Foi feito um estudo comparativo entre empilhadores elétricos e com motor de combustão interna (GPL). Os cálculos de suporte à análise efetuada são apresentados nos anexos XV a XVIII, seguindo-se um resumo dos mapas principais que suportaram a decisão.

Tabela 5 – Comparação consumo empilhadores GPL e Elétr - 2016

Comparação entre Gasto com empilhadores GPL e Elétricos		
Rubrica	Gás (€)	Elétrico (€)
Aluguer Frota	3.283.680,00 €	3.677.940,00 €
Combustível / Energia	1.421.469,00 €	287.833,00 €
Gestão de Frota	117.600,00 €	113.280,00 €
Sala de Baterias	N/A	311.220,00 €
Total	4.822.749,00 €	4.390.273,00 €

Perante os dados que constam da tabela anterior, mesmo com o investimento necessário numa nova sala de carregamento de baterias (figura 40) com um novo transformador e quadro elétrico dedicado, a escolha recaiu na opção dos empilhadores elétricos pelas seguintes razões:

- Zero emissões locais. Sistema mais ecológico sem gases de escape, evitando tantos sistemas de ventilação e exaustão;
- Redução no consumo de combustíveis fósseis na NVG;

- Vida útil dos equipamentos mais longa (excluindo a bateria);
- Baixo custo de manutenção;
- Menos ruído dos equipamentos em operação.



Figura 40 – Sala de carregadores de baterias dos empilhadores

De forma a ser possível a validação da escolha feita (em 2016), descrita anteriormente, relativamente aos empilhadores elétricos, e tendo por base os mesmos consumos efetuados e o número médio de horas de utilização de cada um dos empilhadores do estudo original (tipo de empilhador, 5 toneladas (5T), 3 toneladas (3T) ou 2 toneladas (2T), número de empilhadores por área e número médio de horas de operação em cada aplicação), mas com preço GPL e compra de energia elétrica atualizados em outubro de 2021, é possível obter os dados que se apresentam nas tabelas abaixo.

Tabela 6 – Tabela Atualizada a valores (GPL) de outubro de 2021

Empilhadores por Áreas Fabris (Gás)					
Tipo (Ton)	Quantidade Nº empilhadores	Horas / Ano	Consumo Hora (kg)	Consumo Ano (Kg)	Custo (€) ^(b)
3T	18	3000	4,19	226 260,00	191 642,22
3T	5	1500	4,19	31 425,00	26 616,98
5T	4	2000	6,13	49 040,00	41 536,88
2T	1	2000	4,09	8 180,00	6 928,46
2T	2	2000	4,09	16 360,00	13 856,92
3T	2	1500	4,19	12 570,00	10 646,79
2T	4	2500	4,09	40 900,00	34 642,30
2T	4	2750	4,09	44 990,00	38 106,53
Total	40			429 725,00	363 977,00

Valor de referência GPL (0,847€/l) em outubro de 2021 (ERSE)

De forma análoga, atualizaram-se os valores com os custos de energia elétrica que servem de referência para o carregamento das baterias dos empilhadores. O valor indicativo do preço de energia é o valor de referência de outubro de 2021 e já utilizado anteriormente.

Tabela 7 – Tabela Atualizada a valores (energia) de outubro de 2021

Empilhadores por Áreas Fabris (Elétricos)				
Tipo	Quantidade	Cargas / Ano	Custo Carga (€)	Custo Anual (€) ^(c)
3T	18	6750	6,35	42 865,58
3T	5	938	6,35	5 956,73
5T	4	1000	9,53	9 525,68
2T	1	250	5,12	1 280,29
2T	2	500	5,12	2 560,58
3T	2	375	6,35	2 381,42
2T	4	1250	5,12	6 401,46
2T	4	1375	5,12	7 041,60
Total	40			78 013,34

Preço energia elétrica (105,71€/MWh) em outubro 2021 (NVG)

Consumo Energia (por carga de 8h):

2T - 48,45kWh

3T - 60,08kWh

5T - 90,12kWh

Perante os dados anteriormente apresentados é possível verificar que os pressupostos que levaram à escolha dos empilhadores elétricos em detrimento dos empilhadores GPL ainda hoje continuam válidos do ponto de vista económico e sobretudo ambiental.

Com preços de referência de outubro de 2021, caso os empilhadores fossem a GPL, era estimado o valor anual de 363.977,00€ para esse combustível, enquanto para a mesma frota de veículos elétricos o custo anual estimado em consumo de energia elétrica é de 78.013,34€.

No que diz respeito ao impacto ambiental, eliminam-se 429 725Kg de GPL, que se traduz numa redução significativa de emissão CO₂.

O consumo estimado anual de 429,725 ton de GPL equivale a 472,268 tep/t, que se traduz numa redução de 1.247,77 kgCO₂/ano ^(b).

Para avaliar o consumo energético dos carregadores de baterias dos empilhadores elétricos em funcionamento, na figura 41 apresenta-se o diagrama de carga obtido ao longo de uma semana.

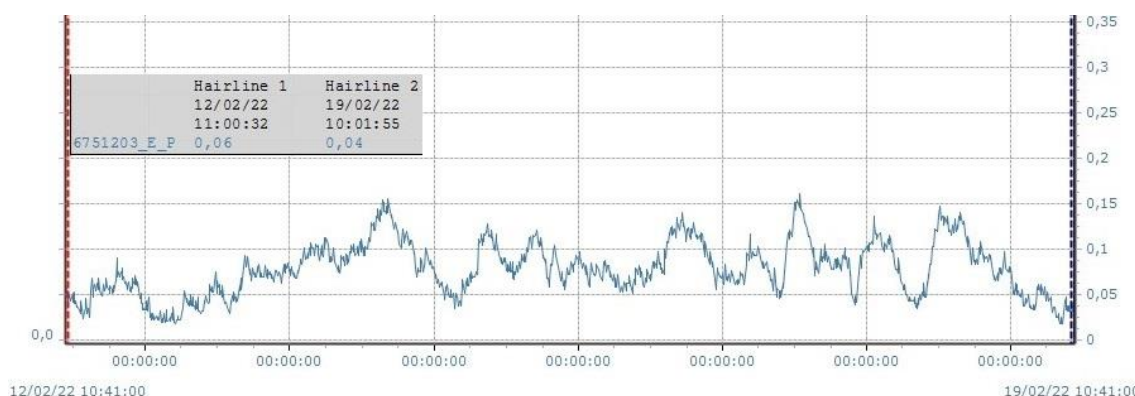


Figura 41 – Diagrama de carga semanal do carregamento de baterias

Fazendo uma análise ao diagrama de carga relativo ao carregamento das baterias dos empilhadores, é possível verificar-se picos de carregamento que podem atingir os 150kW e valores mais baixos, na ordem de 25kW.

^(b) Fatores de conversão:

GPL – tep/ton (1,099), fonte DGEG;

Fator emissão CO₂ GPL – 2642 KgCO₂/tep, fonte APA

Do diagrama semanal da figura 40, representativo do padrão de carga entre 12 e 19 de fevereiro, escolheu-se o dia 14 de fevereiro para uma informação mais detalhada no que diz respeito à variação de carga durante 24 horas, assim, foi possível obtermos o perfil de carga de acordo com a imagem 42.

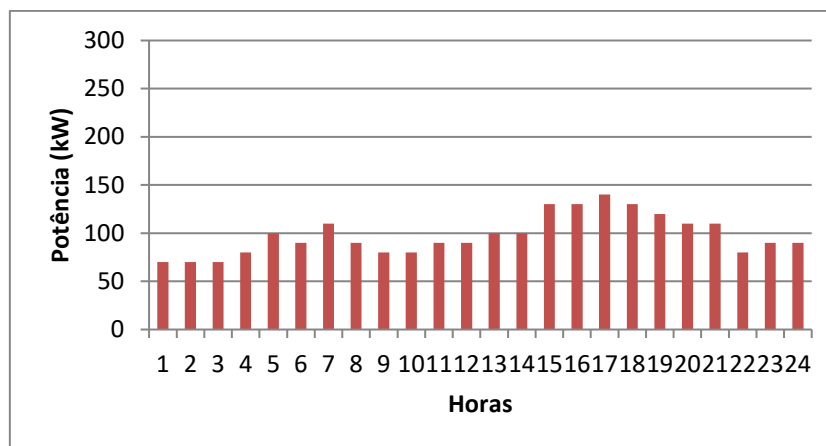


Figura 42 – Diagrama de carga dia 14 de fevereiro

Da análise feita ao longo do dia em questão, verifica-se um consumo de 2350kWh que diz respeito ao carregamento de baterias para os empilhadores, tendo o consumo médio desse dia sido de 98kWh.

4.3 Nova central fotovoltaica

Em apreciação pela NVG está expansão da UPAC na Figueira da Foz. Com esta expansão pretende-se ter um sistema integrado de produção de energia elétrica para autoconsumo em sistemas de mobilidade (empilhadores elétricos e veículos elétricos).

4.3.1 A energia verde em sistemas de mobilidade

Em linha com o programa de descarbonização da NVG, a referida central permitirá utilizar a produção fotovoltaica para alimentar os sistemas de carregamento de baterias dos empilhadores elétricos e os postos de carregamento dos veículos elétricos, sendo o remanescente injetado na rede interna para autoconsumo.

Aproveitando a área do telhado na zona da transformação de papel que não tinha sido ocupada com a anterior central, é proposto um novo projeto que terá um custo estimado de 744.486,00€, permitindo uma redução anual no consumo de energia no valor de 175.959,00€, segundo dados do fornecedor da proposta, conforme figura 43.



Figura 43 – Zona de cobertura que aloca a expansão da UPAC

Esta futura UPAC terá as seguintes principais características:

- potência a instalar: 1542kWp / 1260kWh;
- módulos: 3762 unidades (monocristalinos, 410Wp);
- inversores: 21 unidades (60kW);
- local: área remanescente da cobertura na transformação de papel.

A figura 44 apresenta o resultado da simulação para esta nova UPAC, elabora pela empresa que apresentou a proposta:

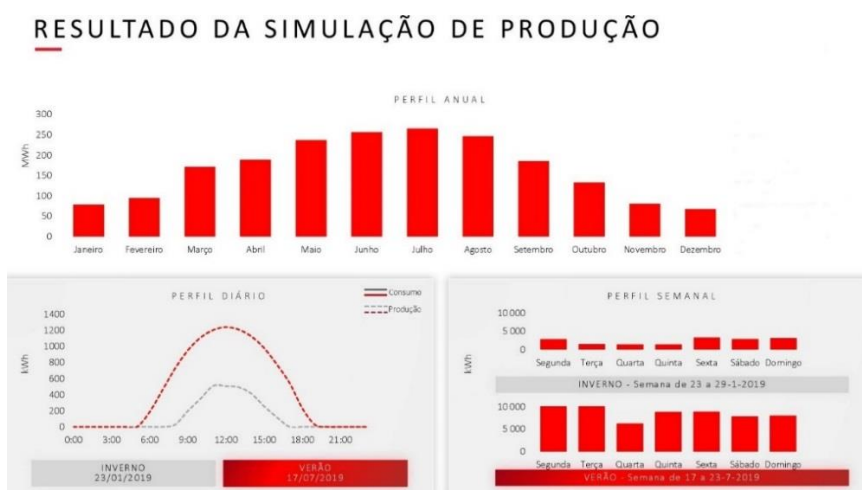


Figura 44 – Simulação efetuada para nova UPAC

Para uma produção esperada de 2005MWh/ano, esta UPAC irá permitir reduzir as emissões em 942 tCO₂/ano (0,47 KgCO₂/kWh).

4.4 Resumo dos impactos das diferentes medidas

4.4.1 Impacto Económico

Nos veículos elétricos, atendendo aos dados do estudo interno, foram considerados 1,5€ por cada 100km, relativamente a 6,37€ por 100km nos veículos de combustão interna (figura 36, pág 53). Na tabela seguinte são apresentados os custos totais assumindo que cada veículo percorre 15.000km por ano.

Tabela 8 – Custos totais para os veículos elétricos e para os de combustão interna

Tipo Veículo	Preço por 100km	km Anuais	Total Custo
Elétrico	1,5€	15 000	225€
Comb. Interna	6,37€	15 000	955,5€

Na Figueira da Foz foi efetuada a substituição de 8 veículos de combustão interna por veículos elétricos (à data já existem 6 em pleno funcionamento), podendo-se concluir que se passa de um gasto de $(955,5 \times 8 = 7.644\text{€})$ em combustíveis fósseis para $(225 \times 8 = 2040\text{€})$, um valor substancialmente inferior e que sendo proveniente da produção própria a partir de fontes renováveis, não lhes está associado o pagamento a um fornecedor externo.

Da tabela 7 (pág. 58), sabe-se que o consumo estimado de gás por ano para a frota atual é de 429725 kg, o que se traduz num custo de 363.977€ (preço de referência em outubro de 2021).

Para a mesma frota, mas considerando empilhadores elétricos (tabela 8, pág. 59), o custo estimado anual, a valores de referência de outubro de 2021 é 78.013,34€, o que se traduz numa redução muito significativa da fatura.

Tabela 9 – Custo Energia Empilhadores Gás vs. Elétricos

Tipo - Empilhadores	Custo Anual com energia
Gás	363.977,00€
Elétricos	78.013,34€

A nova central fotovoltaica a implementar tem uma produção esperada por ano de 2005MWh de acordo com a informação constante no [Anexo XX](#), aplicando o preço da

energia com a referência de outubro de 2021 (105,71 €/MWh), iria permitir uma poupança anual de 211.948,55€ á empresa.

Desta forma pode-se dizer-se que estas medidas apresentadas apresentam reduções económicas significativas na empresa, sendo que a maior parte delas já está implementada.

Além da poupança económica que esta nova central irá trazer à empresa, a solução que de seguida á apresentada permitirá interligar os sistemas de mobilidade eléctrica (veículos eléctricos e empilhadores) ligados a esta central e desta forma tirar partido das energias renováveis nos sistemas de mobilidade eléctrica já existentes.

Na figura 45, é apresentado o quadro eléctrico no qual já existe uma saída para os carregadores de baterias dos empilhadores eléctricos, uma outra saída para implementação de carregadores de veículos eléctricos e está preparado para ligação futura da nova UPAC.

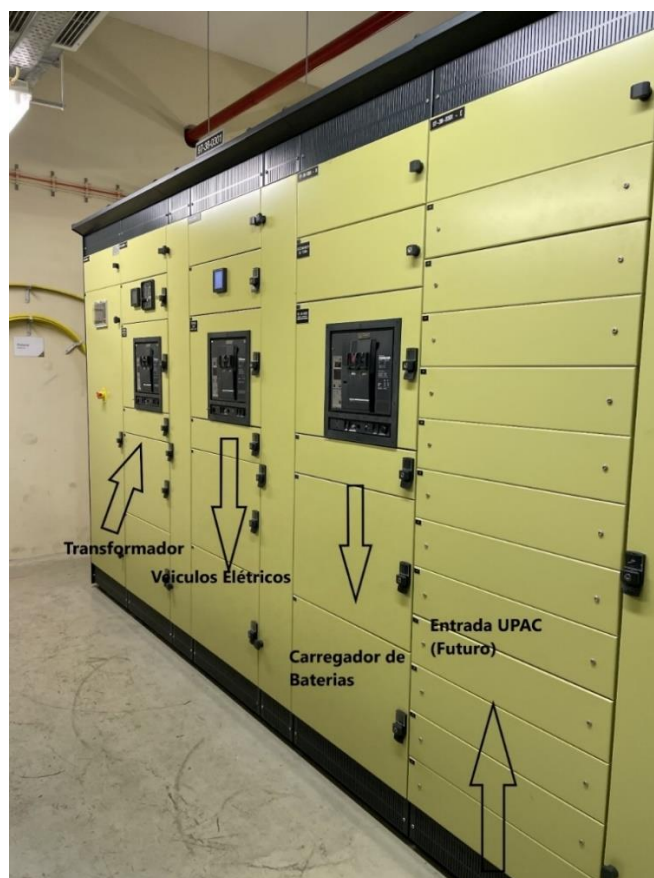


Figura 45 – Imagem Quadro eléctrico atual (com entrada prevista para UPAC)

Utilizando o perfil de carga analisado na figura 42, relativo ao carregamento das baterias dos empilhadores elétricos, e o perfil teórico diário de produção da nova UPAC a instalar (para o mês de fevereiro), é possível obter o diagrama apresentado na figura 46.

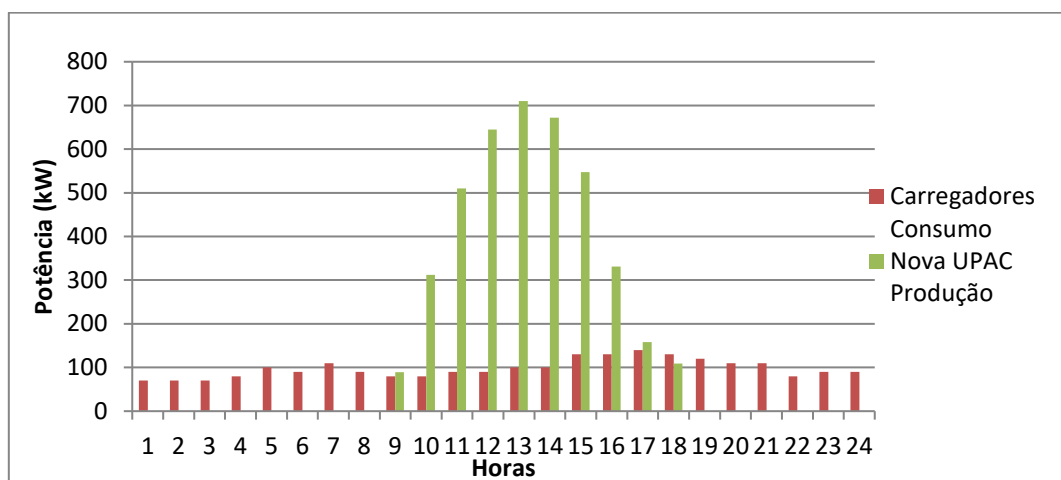


Figura 46 – Perfil carga carregadores empilhadores e produção teórica nova UPAC

A energia sobran te será utilizada para carregamento dos veículos elétricos e o remanescente, será injetada na rede interna da fábrica., tal com demonstrado no gráfico seguinte.

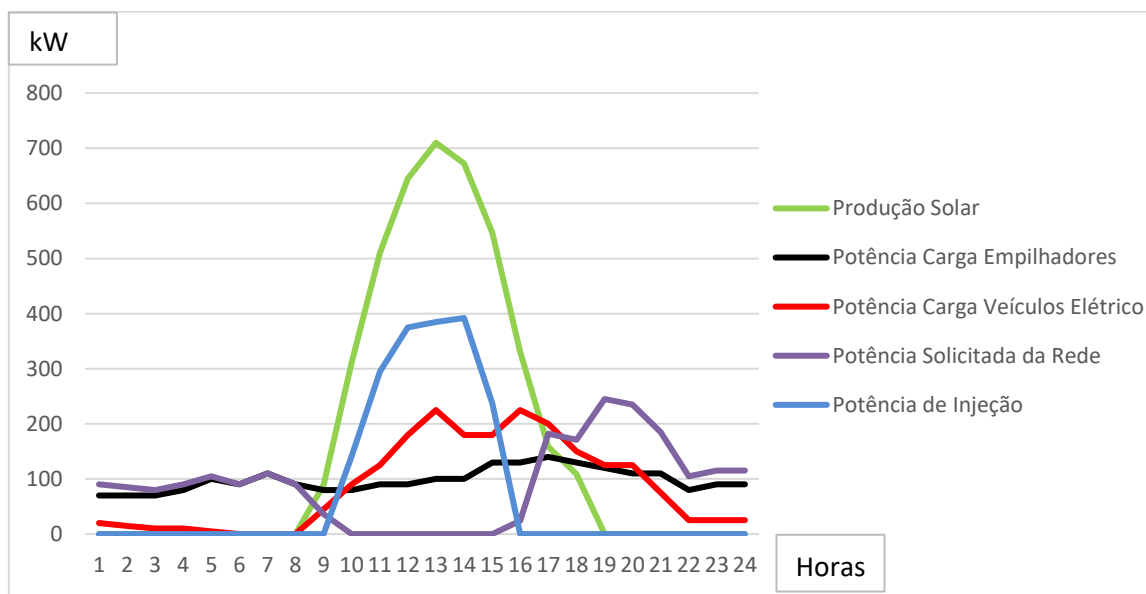


Figura 47 –Produção Solar VS Potências de Carga VS Potência Solicitada Rede VS Potência Injeção

O aspeto relevante que este capítulo se propôs foi fazer a análise económica dos sistemas de mobilidade elétrica e possível solução de integração num quadro alimentado por

energia renovável. Assim, durante o dia é possível obter energia proveniente desta fonte renovável e utilizá-la na mobilidade interna fazendo baixar significativamente a fatura de energia e contribuindo muito na melhoria do meio ambiente

4.4.2 Impacto Ambiental

Em termos de contributo ambiental, os projetos já aplicados (veículos elétricos e empilhadores elétricos) já apresentam uma redução significativa de emissões de CO₂.

Assim, considerando 10 viaturas a combustível fóssil, com consumo médio de 5 litros por 100km e estimando 15000km anuais, temos:

- ✓ Consumo anual de 7500 de gasóleo, o que representa 20ton CO₂;
- ✓ Passagem de empilhadores a gás para elétricos poupou 1.247ton CO₂;
- ✓ Futura implementação nova central fotovoltaica, permite poupar 942ton CO₂

As soluções já implementadas traduzem-se numa redução anual de CO₂ na ordem de 1.267ton CO₂ no entanto este valor pode subir para os 2.209ton CO₂ com a colocação em serviço da nova central fotovoltaica.

Capítulo 5

Conclusões

No primeiro capítulo deste trabalho foi feita uma abordagem à empresa NVG, desse a sua origem, diversas fases de evolução, cronologia dos principais acontecimentos ao longo dos anos e perspetivas futuras.

O desenvolvimento sustentável entrou no léxico da atualidade, mas entre os interesses da Economia, Sociedade e Ecologia, é necessário garantir equilíbrios, nem sempre fáceis de ultrapassar. Perante as alterações climáticas, que são uma realidade e uma ameaça para o Mundo, a UE, as indústrias em geral, e as de celulose em particular, onde se insere a NVG, traçam objetivos claros para alcançar a neutralidade carbónica, tema abordado no capítulo dois deste trabalho.

No capítulo três deste trabalho foi apresentado os investimentos feitos pela NVG para produção de energia elétrica a partir de fontes renováveis, fazendo o seu autoconsumo em ambiente produtivo. Com aposta no setor das energias renováveis com origem fotovoltaica pretende-se reduzir a compra de energia elétrica ao comercializador, tornando a empresa mais imune às tarifas impostas pelo mercado e ao mesmo tempo reduzir as emissões de CO₂. A montagem da UPAC referida neste capítulo, foi decisão da NVG mas com decisão técnica do gabinete de projetos, tendo sido eu o responsável por essa validação. O projeto teve acompanhamento e supervisão de montagem pela NVG, através de equipas multidisciplinares durante as diversas fases que ele teve. Este projeto teve em alguns momentos, nomeadamente na altura da ligação do QGPV2, a necessidade de rever e adaptar tecnicamente uma solução diferente da pensada inicialmente para a ligação à rede elétrica interna.

Por fim, no capítulo quatro, apresentou-se o estudo e o trabalho já em curso na NVG relativamente aos veículos elétricos e híbridos *plug-in* de frota interna e de serviço, analisou-se e validou-se a escolha feita dos empilhadores elétricos em detrimento dos de gás fez-se a apresentação do estudo feito e já validado para uma nova UPAC a instalar que será capaz de alimentar um quadro único que abasteça estes sistemas de mobilidade elétrica, isto é, empilhadores, veículos elétricos e elétricos *plug-in*.

A energia elétrica produzida através de tecnologias renováveis aplicada em sistemas mobilidade elétrica e autoconsumo, será uma das estratégias para o cumprimento dos compromissos a que a NVG se propõe, tal como a produção de 100% de energia elétrica a partir de fontes renováveis (Objetivo 1 - NVG, página 21) , redução de emissão de CO₂ fóssil, através da substituição de combustíveis fósseis (Objetivo 2 – NVG, páginas 21) e redução do consumo específico de energia, eficiência energética (Objetivo 3 – NVG, página 21).

Na fábrica da Figueira da Foz em produção normal e estabilizada, consegue-se produzir 100% da energia elétrica a partir de fontes renováveis, esta situação advém da queima de licor negro, extraído no processo de cozimento do eucalipto e é o combustível principal da caldeira de recuperação, a nova caldeira de biomassa foi a grande ajuda neste processo de produção de energia, pois deixamos de queimar fuel óleo. No entanto em situações de algumas anomalias ou em arranques dos processos produtivos (nomeadamente arranque das caldeiras) ainda usamos gás natural e fuel óleo. Junta-se ainda a produção da central fotovoltaica que também assim contribui para este importante desígnio da empresa.

Relativamente às emissões, podemos dizer que com o projeto da nova caldeira de biomassa, foi possível passar de 774 para 539 mil toneladas de emissões diretas de CO₂. O esforço que está a ser feito na mobilidade elétrica (quer na troca de empilhadores de gás para elétricos, quer na substituição de veículos com motor de combustão interna por veículos elétricos e elétricos *plug-in*) são também um forte contributo nesta continua redução, pois o objetivo final é chegar às 107 mil toneladas de CO₂ em 2035.

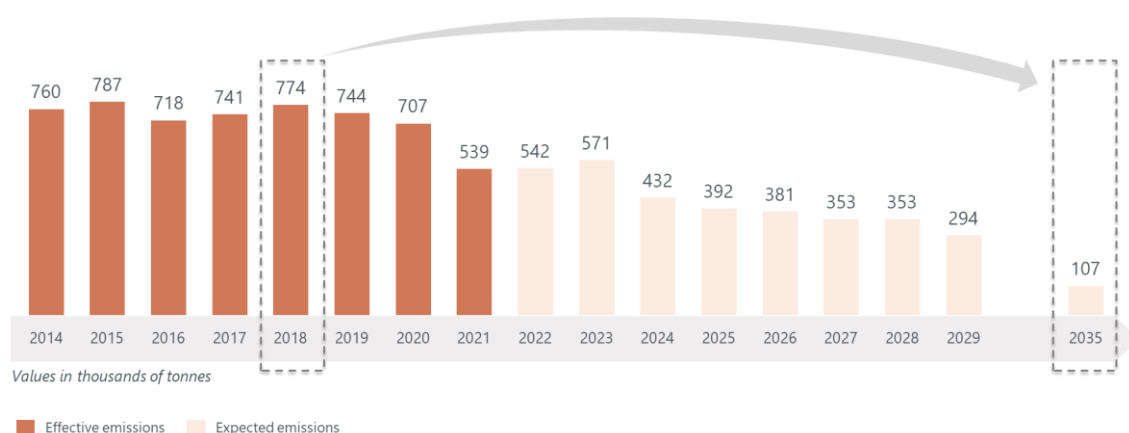


Figura 48 - Emissões CO₂ de 2014 a 2035 [13]

No que diz respeito à eficiência energética têm sido criados programas corporativos (em todas as unidades industriais) de forma a promover um conjunto de ações que já foram implementadas, tais como: substituição de lâmpadas antigas (vapor de sódio) por novas lâmpadas de tecnologia *led*, os motores elétricos novos são de elevada eficiência (IE3 e IE4) e quase sempre com instalação de variadores de velocidade.

Um dos principais objetivos do meu trabalho era evidenciar a necessidade de uma nova central fotovoltaica e a decisão de a instalar já foi tomada e a sua instalação irá começar em janeiro de 2023, podendo assim, fazer com que a sua produção diária seja usada em exclusivo para a mobilidade elétrica (empilhadores, veículos elétricos e veículos elétricos *plug-in*). Assim a dependência do consumo de energia elétrica a partir da rede elétrica abastecedora, naquilo que diz respeito à mobilidade elétrica irá reduzir significativamente, e o excedente da produção será para autoconsumo, sendo num futuro próximo utilizado para fazer face às expansões já programadas, ou seja, as fases 2 e 3 de expansão dos carregadores dos veículos elétricos.

Este é um dos caminhos que nos indica de que forma é possível reduzir ainda mais a nossa dependência do mercado, ficando mais robustos em termos de dependência energética, mais imunes das flutuações de preços no mercado e das tensões geopolíticas que nos assolam.

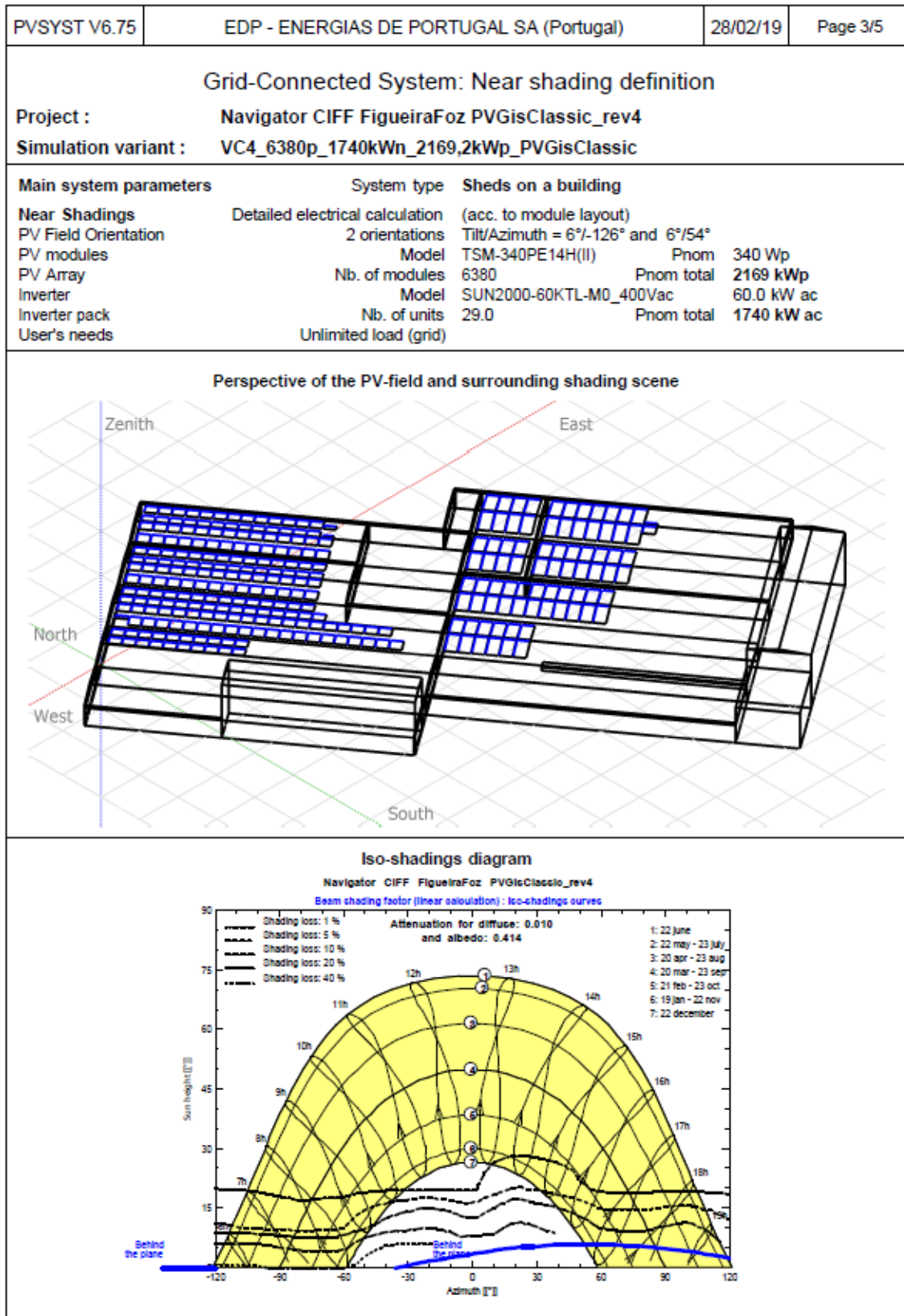
Referências bibliográficas

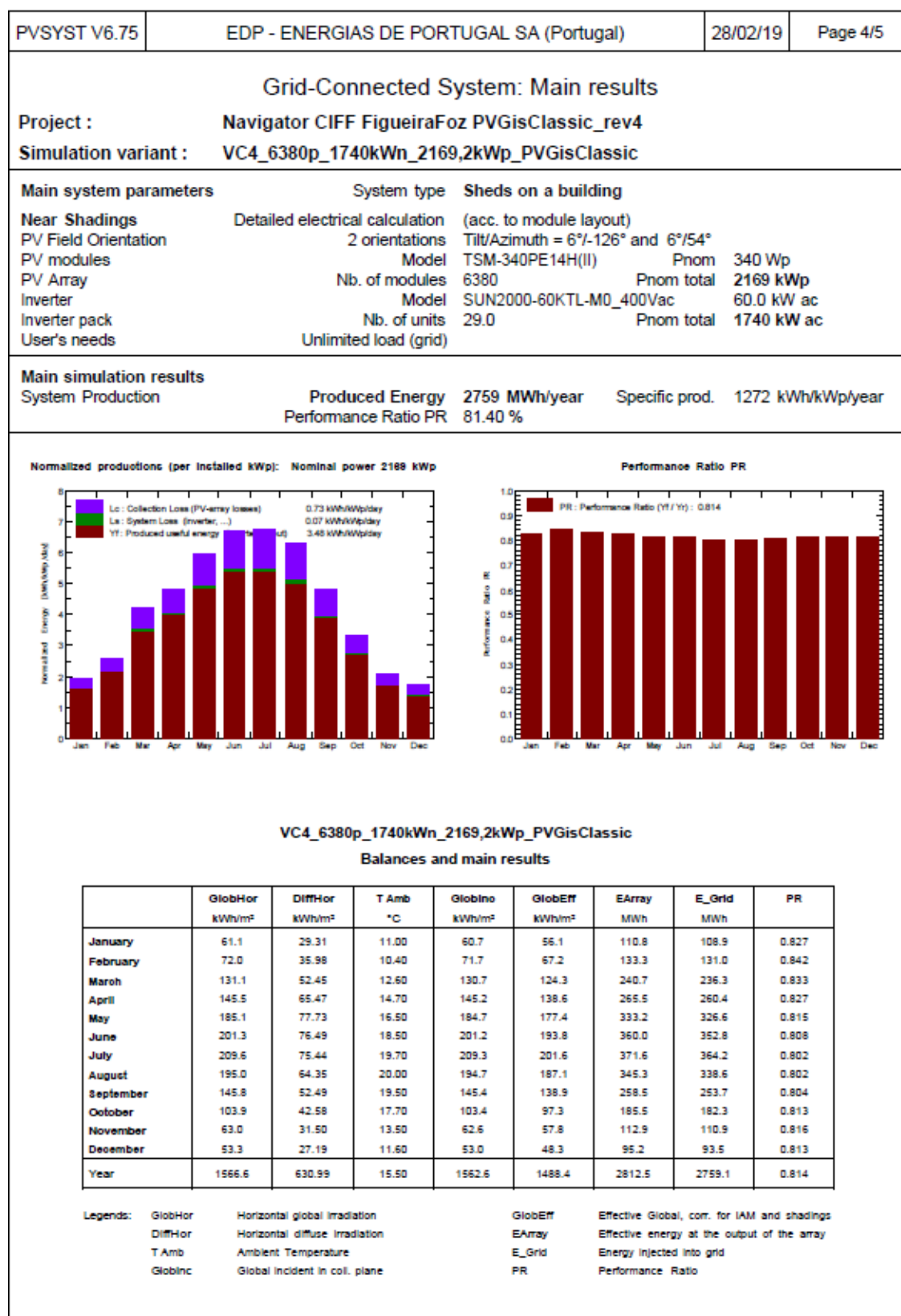
- [1] <http://www.thenavigatorcompany.com/Institucional/Historia>, 2021;
- [2] The Navigator Company, Relatório de Sustentabilidade 2018, março 2019.
- [3] <https://www.consilium.europa.eu/pt/policies/climate-change/climate-external-policy>, 2021;
- [4] https://unfccc.int/sites/default/files/resource/RNC2050_PT-22-09-2019.pdf; 2021
- [5] <https://apambiente.pt/clima/roteiro-para-neutralidade-carbonica-2050>
- [6] <https://www.consilium.europa.eu/pt/policies/green-deal/eu-plan-for-a-green-transition>, 2021;
- [7] https://www.cepi.org/wp-content/uploads/2021/11/Cepi_Position-paper_Fit-for-55.pdf
- [8] Acordo de Paris. Assinado em Paris em 2020, descarbonização das economias.
- [9] <https://www.apren.pt/pt/deloitte-lanca-estudo-sobre-o-impacto-da-eletricidade-de-origem-renovavel-em-portugal> , (acedido a 23/01/2021)
- [10] <https://www.portal-energia.com/downloads/guia-tecnico-manual-energia-fotovoltaica.pdf>
- [11] <http://www.thenavigatorcompany.com/bioindustria-com-lado-certo-no-futuro/conteudos/>
- [12] Documentação Interna Navigator – Mobilidade Elétrica
- [13] Documentação Interna Navigator – Emissões CO2 Figueira da Foz

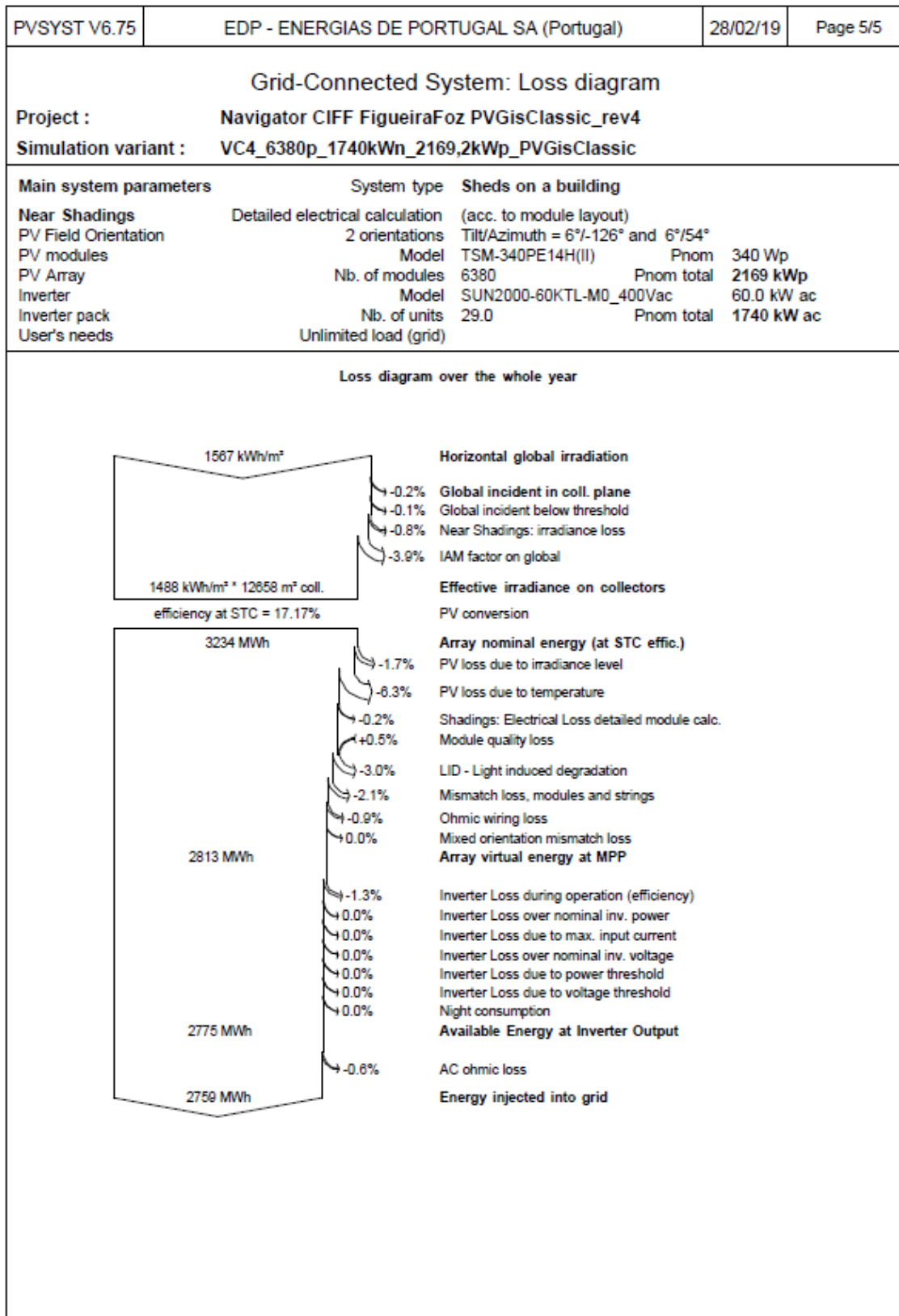
Anexos

PVSYST V6.75	EDP - ENERGIAS DE PORTUGAL SA (Portugal)		28/02/19	Page 1/5
Grid-Connected System: Simulation parameters				
Project :		Navigator CIFF FigueiraFoz PVGISClassic_rev4		
Geographical Site	Navigator CIFF FigueiraFoz		Country	Portugal
Situation	Latitude	40.05° N	Longitude	-8.85° W
Time defined as	Legal Time	Time zone UT	Altitude	31 m
	Albedo	0.20		
Meteo data:	Navigator CIFF FigueiraFoz	PVGIS-classic, ESRA 1981-1990 terrestrial - Synthetic		
Simulation variant :		VC4_6380p_1740kWn_2169,2kWp_PVGISClassic		
	Simulation date	28/02/19 07h48		
Simulation parameters		System type	Sheds on a building	
2 orientations	tilts/azimuths	6°/-126° and 6°/54°		
Models used	Transposition	Perez	Diffuse	Perez, Meteonom
Horizon	Free Horizon			
Near Shadings	Detailed electrical calculation	(acc. to module layout)		
PV Arrays Characteristics (3 kinds of array defined)				
PV module	Si-poly	Model	TSM-340PE14H(II)	
Custom parameters definition	Manufacturer	Trina Solar		
Sub-array "A"	Mixed orient.	#1/2: 165/132 strings	Tilt/Azimuth	6°/-126°, 6°/54°
Number of PV modules	In series	20 modules	In parallel	297 strings
Total number of PV modules	Nb. modules	5940	Unit Nom. Power	340 Wp
Array global power	Nominal (STC)	2020 kWp	At operating cond.	1815 kWp (50°C)
Array operating characteristics (50°C)	U mpp	679 V	I mpp	2673 A
Sub-array "B"	Mixed orient.	#1/2: 2/9 strings	Tilt/Azimuth	6°/-126°, 6°/54°
Number of PV modules	In series	20 modules	In parallel	11 strings
Total number of PV modules	Nb. modules	220	Unit Nom. Power	340 Wp
Array global power	Nominal (STC)	74.8 kWp	At operating cond.	67.2 kWp (50°C)
Array operating characteristics (50°C)	U mpp	679 V	I mpp	99 A
Sub-array "C"	Mixed orient.	#2	Tilt/Azimuth	6°/54°
Number of PV modules	In series	20 modules	In parallel	11 strings
Total number of PV modules	Nb. modules	220	Unit Nom. Power	340 Wp
Array global power	Nominal (STC)	74.8 kWp	At operating cond.	67.2 kWp (50°C)
Array operating characteristics (50°C)	U mpp	679 V	I mpp	99 A
Total Arrays global power	Nominal (STC)	2169 kWp	Total	6380 modules
	Module area	12658 m²	Cell area	11282 m²
Inverter		Model	SUN2000-60KTL-M0_400Vac	
Custom parameters definition	Manufacturer	Huawei Technologies		
Characteristics	Operating Voltage	200-1000 V	Unit Nom. Power	60.0 kWac
			Max. power (=>30°C)	66.0 kWac
Sub-array "A"	Nb. of inverters	27 units	Total Power	1620 kWac
			Pnom ratio	1.25
Sub-array "B"	Nb. of inverters	1 units	Total Power	60 kWac
			Pnom ratio	1.25
Sub-array "C"	Nb. of inverters	1 units	Total Power	60 kWac
			Pnom ratio	1.25
Total	Nb. of inverters	29	Total Power	1740 kWac
PV Array loss factors				
Thermal Loss factor	Uc (const)	20.0 W/m²K	Uv (wind)	0.0 W/m²K / m/s

PVSYST V6.75	EDP - ENERGIAS DE PORTUGAL SA (Portugal)		28/02/19	Page 2/5
Grid-Connected System: Simulation parameters				
Wiring Ohmic Loss	Array#1	4.3 mOhm	Loss Fraction	1.5 % at STC
	Array#2	115 mOhm	Loss Fraction	1.5 % at STC
	Array#3	115 mOhm	Loss Fraction	1.5 % at STC
	Global		Loss Fraction	1.5 % at STC
LID - Light Induced Degradation			Loss Fraction	3.0 %
Module Quality Loss			Loss Fraction	-0.5 %
Module Mismatch Losses			Loss Fraction	2.0 % at MPP
Strings Mismatch loss			Loss Fraction	0.10 %
Incidence effect, ASHRAE parametrization	IAM =	$1 - b_o (1/\cos i - 1)$	b _o Param.	0.05
System loss factors				
	Wires: 3x2500.0 mm²	125 m	Loss Fraction	1.3 % at STC
User's needs :	Unlimited load (grid)			









STP345 - 72/Vfh
STP340 - 72/Vfh
STP335 - 72/Vfh



345 Watt

POLY HALF CELL SOLAR MODULE



Features



High power output
 Compared to normal module, the power output can increase 5W-10W



High PID resistant
 Advanced cell technology and qualified materials lead to high resistance to PID



Excellent weak light performance
 More power output in weak light condition, such as haze, cloudy, and morning



Lower hot spots
 Reduce the hot spots and minimize panel degradation



Extended load tests
 Module certified to withstand front side maximum static test load (5400 Pascal) and rear side maximum static test loads (3800 Pascal) *



Withstanding harsh environment
 Reliable quality leads to a better sustainability even in harsh environment like desert, farm and coastline

Certifications and standards:
 IEC 61215, IEC 61730, conformity to CE



Trust Suntech to Deliver Reliable Performance Over Time

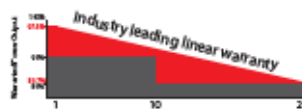
- World-class manufacturer of crystalline silicon photovoltaic modules
- Unrivaled manufacturing capacity and world-class technology
- Rigorous quality control meeting the highest international standards: ISO 9001, ISO 14001 and ISO 17025
- Regular independently checked production process from international accredited institute/company
- Tested for harsh environments (salt mist, ammonia corrosion and sand blowing testing: IEC 61701, IEC 62716, DIN EN 60068-2-68)***
- Long-term reliability tests
- 2 x 100% EL inspection ensuring defect-free



Special Cell Design

The unique cell design leads to reduced electrodes resistance and smaller current, thus enables higher fill factor. Meanwhile, it can reduce losses of mismatch and cell wear, and increase total reflection.

Industry-leading Warranty based on nominal power



- 97.5% in the first year, thereafter, for years two (2) through twenty-five (25), 0.7% maximum decrease from MODULE's nominal power output per year, ending with the 80.7% in the 25th year after the defined WARRANTY STARTING DATE****
- 12-year product warranty
- 25-year linear performance warranty



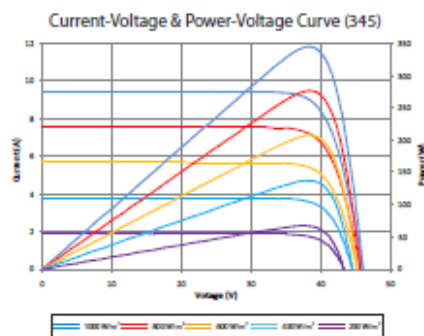
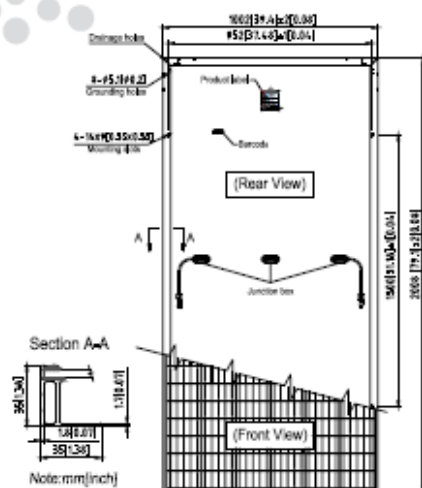
IP68 Rated Junction Box

The Suntech IP68 rated junction box ensures an outstanding waterproof level, supports installations in all orientations and reduces stress on the cables. High reliable performance, low resistance connectors ensure maximum output for the highest energy production.

* Please refer to Suntech Standard Module Installation Manual for details. ** WEEE only for EU market.

*** Please refer to Suntech Product Near-coast Installation Manual for details. **** Please refer to Suntech Product Warranty for details.

STP345 - 72/Vfh
STP340 - 72/Vfh
STP335 - 72/Vfh



Dealer Information



Information on how to install and operate this product is available in the installation instruction. All values indicated in this data sheet are subject to change without prior announcement. The specifications may vary slightly. All specifications are in accordance with standard IEC 61215. Color differences of the modules relative to the figures as well as discolorations of the modules, which do not impair their proper functioning are possible and do not constitute a deviation from the specification.

Electrical Characteristics

STC	STP345-72/ Vfh	STP340-72/ Vfh	STP335-72/ Vfh
Maximum Power at STC (Pmax)	345 W	340 W	335 W
Optimum Operating Voltage (Vmp)	38.6 V	38.4 V	38.2 V
Optimum Operating Current (Imp)	8.94 A	8.86 A	8.78 A
Open Circuit Voltage (Voc)	46.1 V	45.9 V	45.7 V
Short Circuit Current (Isc)	9.44 A	9.36 A	9.25 A
Module Efficiency	17.1%	16.9%	16.7%
Operating Module Temperature	-40 °C to +85 °C		
Maximum System Voltage	1000/1500 V DC (IEC)		
Maximum Series Fuse Rating	20 A		
Power Tolerance	0/+5 W		

STC: Irradiance 1000 W/m², module temperature 25 °C, AM=1.5;
 Tolerance of Pmax is +/- 3% and tolerances of Voc and Isc are all within +/- 5%.

NMOT	STP345-72/ Vfh	STP340-72/ Vfh	STP335-72/ Vfh
Maximum Power at NMOT (Pmax)	259.0 W	255.4 W	251.8 W
Optimum Operating Voltage (Vmp)	35.7 V	35.5 V	35.4 V
Optimum Operating Current (Imp)	7.26 A	7.20 A	7.12 A
Open Circuit Voltage (Voc)	43.1 V	42.9 V	42.7 V
Short Circuit Current (Isc)	7.64 A	7.57 A	7.48 A

NMOT: Irradiance 800 W/m², ambient temperature 20 °C, AM=1.5, wind speed 1 m/s

Temperature Characteristics

Nominal Module Operating Temperature (NMOT)	42 ± 2 °C
Temperature Coefficient of Pmax	-0.38%/°C
Temperature Coefficient of Voc	-0.321%/°C
Temperature Coefficient of Isc	0.050%/°C

Mechanical Characteristics

Solar Cell	Polycrystalline silicon 6 inches
No. of Cells	144 (6 × 24)
Dimensions	2008 × 1002 × 35mm (79.1 × 39.4 × 1.4 inches)
Weight	22.5 kgs (49.6 lbs.)
Front Glass	3.2 mm (0.13 inches) tempered glass
Frame	Anodized aluminium alloy
Junction Box	IP68 rated (3 bypass diodes)
Output Cables	4.0 mm² (0.006 inches²), symmetrical lengths (-) 1400 mm (55.1 inches) and (+) 1400 mm (55.1 inches)
Connectors	MC4 compatible (1000V) MC4 EVO2, Cable015 (1500V)

Packing Configuration

Container	20' GP	40' HC
Pieces per pallet	30	30
Pallets per container	5	22
Pieces per container	150	660

SUN2000-60KTL-M0
Smart String Inverter



Smart

12 strings intelligent monitoring



Efficient

Max. efficiency 98.7%



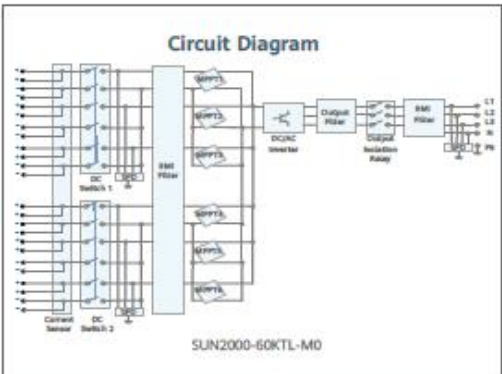
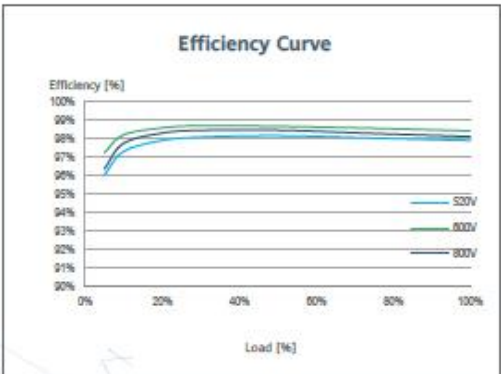
Safe

Fuse free design



Reliable

Type II surge arresters for DC & AC



SUN2000-60KTL-M0
Technical Specification

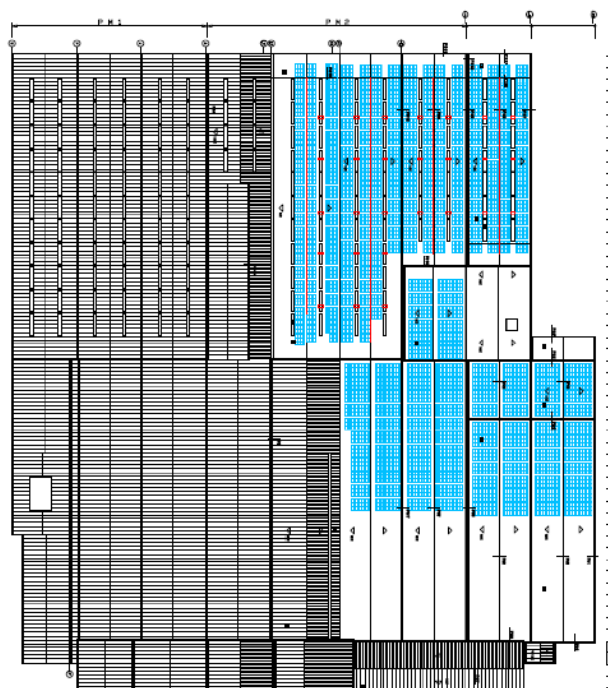
Technical Specification		SUN2000-60KTL-M0
Efficiency		
Max. efficiency	98.9% @480 V; 98.7% @380 V / 400 V	
European efficiency	98.7% @480 V; 98.5% @380 V / 400 V	
Input		
Max. Input Voltage ¹	1,100 V	
Max. Current per MPPT	22 A	
Max. Short Circuit Current per MPPT	30 A	
Start Voltage	200 V	
MPPT Operating Voltage Range ²	200 V ~ 1,000 V	
Rated Input Voltage	600 V @380 Vac / 400 Vac; 720 V @480 Vac	
Number of MPP trackers	6	
Max. number of Inputs	12	
Output		
Rated AC Active Power	60,000 W	
Max. AC Apparent Power	66,000 VA	
Max. AC Active Power (cosφ=1)	66,000 W	
Rated Output Voltage	220 V / 380 V, 230 V / 400 V, default 3W + N + PE; 3W + PE optional in settings; 277 V / 480 V, 3W + PE	
Rated AC Grid Frequency	50 Hz / 60 Hz	
Rated Output Current	91.2 A @380 V, 86.7 A @400 V, 72.2 A @480 V	
Max. Output Current	100 A @380 V, 95.3 A @400 V, 79.4 A @480 V	
Adjustable Power Factor Range	0.8 leading... 0.8 lagging	
Max. Total Harmonic Distortion	< 3%	
Protection		
Input-side Disconnection Device	Yes	
Anti-islanding Protection	Yes	
AC Overcurrent Protection	Yes	
DC Reverse-polarity Protection	Yes	
PV-array String Fault Monitoring	Yes	
DC Surge Arrester	Type II	
AC Surge Arrester	Type II	
DC Insulation Resistance Detection	Yes	
Residual Current Monitoring Unit	Yes	
Communication		
Display	LED Indicators, Bluetooth/WLAN + APP	
RS485	Yes	
USB	Yes	
Monitoring BUS (MBUS)	Yes	
General Data		
Dimensions (W x H x D)	1,075 x 555 x 300 mm (42.3 x 21.9 x 11.8 Inch)	
Weight (with mounting plate)	74 kg (163.1 lb.)	
Operating Temperature Range	-25°C ~ 60°C (-13°F ~ 140°F)	
Cooling Method	Natural Convection	
Max. Operating Altitude	4,000 m (13,123 ft.)	
Relative Humidity	0 ~ 100%	
DC Connector	Amphenol Helios H4	
AC Connector	Waterproof PG Terminal + Terminal Clamp	
Protection Degree	IP65	
Topology	Transformerless	
Nighttime Power Consumption	< 2 W	
Standard Compliance (more available upon request)		
Certificate	EN 62109-1/-2, IEC 62109-1/-2, EN 50530, IEC 62116, IEC 60068, IEC 61683	
Grid Connection Standards	IEC 61727, VDE-AR-N4105, VDE 0126-1-1, BDEW, VDE 4120, UTE C 15-712-1, CEI 0-16, CEI 0-21, RD 661, RD 1699, P.O. 12.3, RD 413, EN-50438-Turkey, EN-50438-Ireland, C10/11	

¹1 The maximum input voltage is the upper limit of the DC voltage. Any higher input DC voltage would probably damage inverter.
²2 Any DC input voltage beyond the operating voltage range may result in inverter improper operating.



2. Caracterização do Sistema Solar

Projeto Energia Solar - Navigator CIFF



Solução Técnica EDP

Unidade de Produção para Autoconsumo

Potência a Instalar	2.618 kWp 2.100 kWn
Produção Específica	1.260 kWh/kWp
<i>Performance Ratio</i>	80,6%

Instalação

Local	Cobertura em chapa
Estrutura fixação	Perfis de alumínio com adesivo de fixação coplanar à cobertura
Orientação Inclinação	54°S -126°S 6°

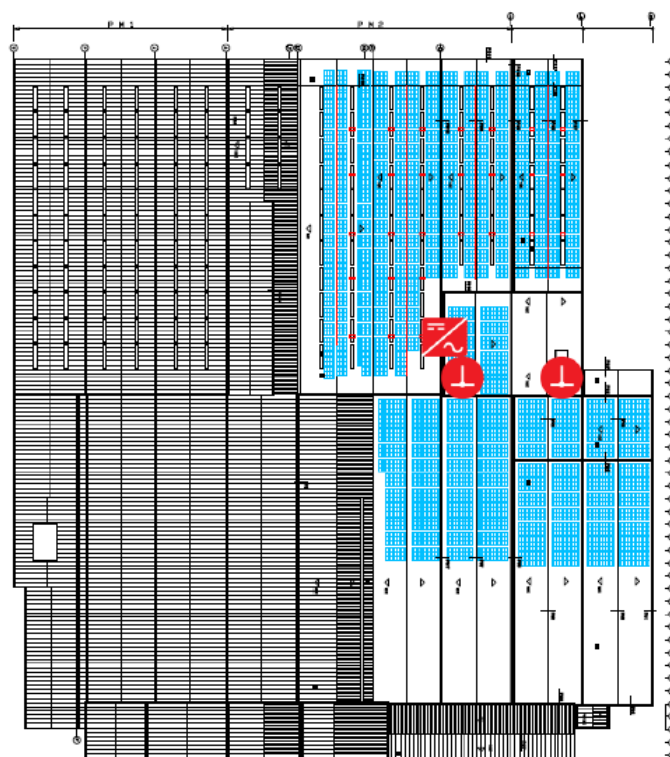
Anexo - X

A produção solar foi calculada com base na localização geográfica do CIFF, condições de exposição solar identificadas no quadro acima e base de dados climática PVGIS-classic, ESRA 1981-1990 terrestre - Synthetic



3. Detalhe da solução de instalação (1/2)

Projeto Energia Solar - Navigator CIFF



Solução Técnica EDP

A EDP C apresenta proposta de implantação dos módulos coplanares à cobertura, fixos através de adesivo e apoios metálicos da Pradecon.

Os inversores serão instalados em sala interior da fábrica, identificada na imagem à esquerda. Neste mesmo espaço serão instalados dois Quadros Gerais de Produção Solar (QGPV1 e QGPV2) ao qual serão interligados todos inversores.

Estes serão interligados aos quadros de 400 V identificados:

- 6 Inv – QGPV 1 – PM1 Quadro 97 38 2001 (630 A)
- 29 Inv – QGPV 2 – PM2 Quadro 97 33 29 (3.200 A)



Localização dos inversores e QGPVs em sala interior

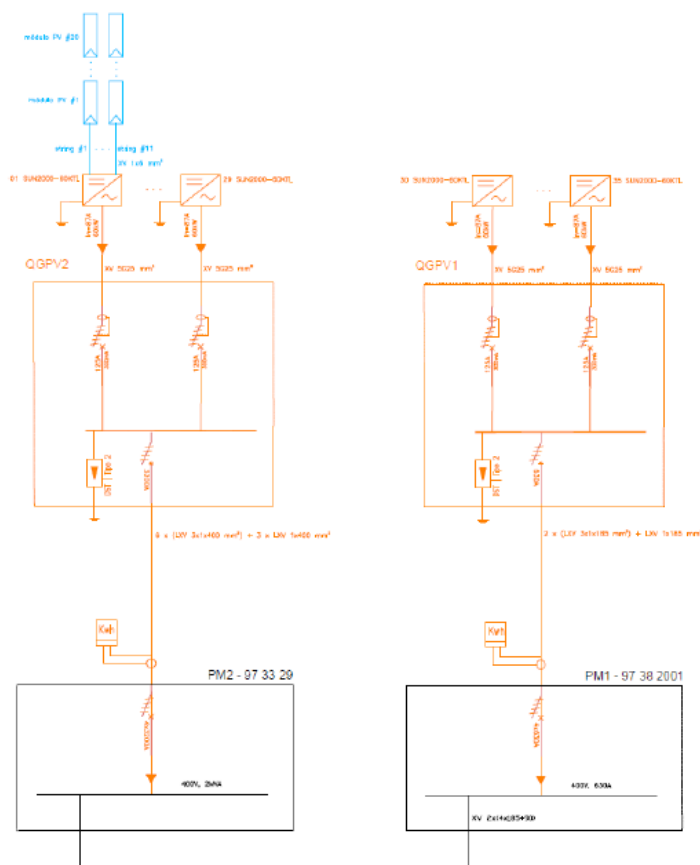


Pontos de interligação com os quadros BT do cliente



3. Detalhe da solução de instalação (2/2)

Projeto Energia Solar - Navigator CIFF



Solução Técnica EDP

A EDP C apresenta proposta de implantação dos módulos coplanares à cobertura, fixos através de adesivo e apoios metálicos da Pradecon.

Os inversores serão instalados em sala interior da fábrica, identificada na imagem à esquerda. Neste mesmo espaço serão instalados dois Quadros Gerais de Produção Solar (QGPV1 e QGPV2) ao qual serão interligados todos inversores.

Estes serão interligados aos quadros de 400 V identificados:

- 6 Inv – QGPV 1 – PM1 Quadro 97 38 2001 (630 A)
- 29 Inv – QGPV 2 – PM2 Quadro 97 33 29 (3.200 A)



Localização dos inversores e QGPVs em sala interior

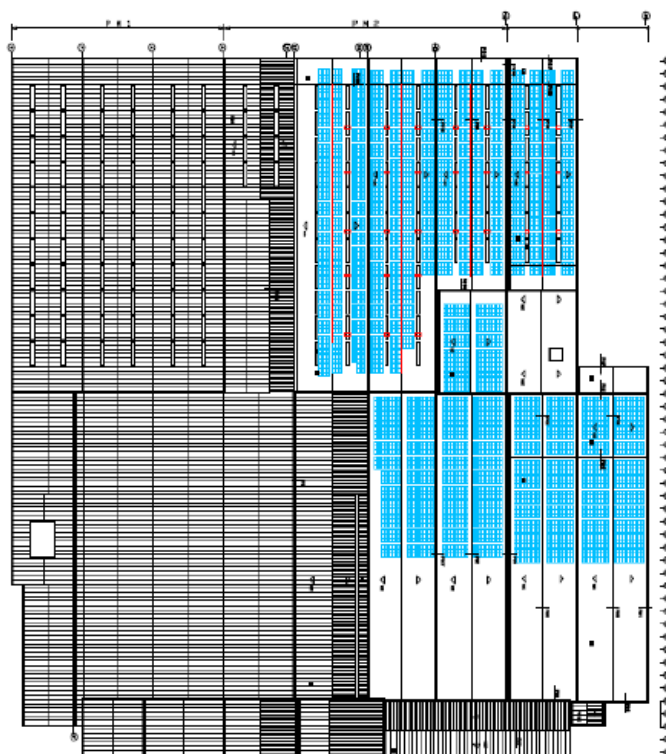


Pontos de interligação com os quadros BT do cliente



6. Proposta comercial a pronto-pagamento

Projeto Energia Solar - Navigator CIFF



UPAC Solar 2.618 kWp

Investimento UPAC	1.299.751 €
Investimento específico	0,4965 €/Wp
PRI previsto 1º ano	4,2 anos
Receita prevista 1º ano	285.246 €

O&M com 4 visitas anuais

Contrato de 1 ano	24.640 €
Contrato de 3 anos	69.813 €
Contrato de 5 anos	112.602 €

Rev. E	Nº. Desenho	Designação	Rev.	DIAGRAMA DE PRINCIPIO ② Exemplo Tipo: 4 VIATURAS 2 carregadores com 2 Tomadas cada. 4x 22KW 3P+N+T PARA CONSULTA Tipo 2 PRELIMINAR				
	SCC???-ELE-111 F1	FOLHA DE ROSTO	2					
	SCC???-ELE-111 F2	LAYOUT DO QUADRO	2					
	SCC???-ELE-111 F3	ESQUEMA UNIFILAR	2					
Rev. D								
Rev. C								
Rev. B								
Rev. A								
COMPLEXO INDUSTRIAL DE SETÚBAL				Drawn: LUIS 16.09.2020 Design: LUIS 16.09.2020 Checked: ?? 16.09.2020 Approved: ?? 16.09.2020	File: _____ No: _____	Project: SISTEMA CARREGAMENTO V.E. Mill Area: COMPLEXO INDUSTRIAL DE SETÚBAL Title: Estudo Preliminar para instalação de Rede de Infraestruturas para carregamento V.E QUADRO ELE TIPO 2- 2x22KW 3P+N+T (200AMP) FOLHA DE ROSTO	Drawing number: SCC???-ELE-111 SAP Ref.: - Doc. Type: -	Sheet: 1/3 Rev.: -

Soporcel - FF - Empilhadores Eléctricos												
Armazém de Expedição												
Equipamento						Valores para contrato de 60 meses						
Capacidade	Quant	Comb.	Nr. horas	Baterias	Carregador	Valor Unit. Mensal	Valor Total. Mensal		cargas para um ano	cargas para 5 anos	custo de cada carga	custo total
Linde E30/600 HL - 387	18	eléctrico	3000	40.05EPZS775	HP80T100S	1 547,00 €	27 846,00 €	1 670 760,00 €	6 750	33 750	5,22	176 035,28
Linde E30/600 HL - 387	5	eléctrico	1500	40.05EPZS775	HP80T100S	1 745,00 €	8 725,00 €	523 500,00 €	938	4 688	5,22	24 449,34
Linde E50	4	eléctrico	2000	40.06EPZS930	HP80T100S	2 145,00 €	8 580,00 €	514 800,00 €	1 000	5 000	5,67	28 345,20
						Total	45 151,00 €	2 709 060,00 €				228 829,82 €
Armazém de Materiais de Embalagem												
Equipamento			Baterias									
Capacidade	Quant	Comb.	Nr. horas	Baterias	Carregador	Valor Unit. Mensal	Valor Total. Mensal		cargas para um ano	cargas para 5 anos	custo de cada carga	custo total
Linde E20PL - 386	1	eléctrico	2000	24.6EPZS750S	HP48T80S	1 230,00 €	1 230,00 €	73 800,00 €	250	1 250	2,83	3 543,15
Linde E20PL - 386	2	eléctrico	2000	24.6EPZS750S	HP48T80S	1 088,00 €	2 176,00 €	130 560,00 €	500	2 500	2,83	7 086,30
Linde E30/600 HL - 387	2	eléctrico	1500	40.04EPZS625	HP80T80S	1 473,00 €	2 946,00 €	176 760,00 €	375	1 875	5,22	9 779,74
						Total	6 352,00 €	381 120,00 €				20 409,19
Transformação												
Equipamento			Baterias									
Capacidade	Quant	Comb.	Nr. horas	Baterias	Carregador	Valor Unit. Mensal	Valor Total. Mensal		cargas para um ano	cargas para 5 anos	custo de cada carga	custo total
Linde E20PL - 386	4	eléctrico	2500	12.05EPZS625	HP24S70	1 212,00 €	4 848,00 €	290 880,00 €	1 250	6 250	2,83	17 715,75
Linde E20PL - 386	4	eléctrico	2750	24.6EPZS750S	HP48T80S	1 237,00 €	4 948,00 €	296 880,00 €	1 375	6 875	2,83	19 487,33
						Total	9 796,00 €	587 760,00 €				37 203,08
Nrº Total de Máquinas		40						3 677 940,00 €				286 442,08 €
Sala de Baterias / Sistema de Gestão												
						Valor Unit. Mensal	Valor Total. Mensal					
Sistema de gestão de baterias e exaustão						7 075,00 €	7 075,00 €					
						Total	7 075,00 €					
						Total mensal	68 374,00 €					

Anexo – XV

Soporcel - FF- Empilhadores GPL														
Armazém de Expedição														
Equipamento		Consumo de combustível		Valores para contrato de 60 meses										
Capacidade	Quant	Comb.	Nr. horas	Litros/H ora (Norma)	Valor Unit. Mensal	Valor Total. Mensal	valor para contrato 60 meses	consumo hora kg	horas ano	consumo ano	consumo 60 meses	custo €/kg	custo 60 meses €	
Linde H30T- 393	18	GPL	3000	3.0	1 290,00 €	23 220,00 €	1 393 200,00 €	4,19	3000	226 260,00	1 131 300,00	0,66	748 502,02	
Linde H30T- 393	5	GPL	1500	3.0	1 545,00 €	7 725,00 €	463 500,00 €	4,19	1500	31 425,00	157 125,00	0,66	103 958,61	
Linde H50T- 394	4	GPL	2000	5.0	2 135,00 €	8 540,00 €	512 400,00 €	6,13	2000	49 056,00	245 280,00	0,66	162 284,61	
					Total	39 485,00 €	2 369 100,00 €						1 014 745,24	
Armazém de Materiais de Embalagem														
Equipamento		Consumo de combustível		Valores para contrato de 60 meses										
Capacidade	Quant	Comb.	Nr. horas	Litros/H ora (Norma)	Valor Unit. Mensal	Valor Total. Mensal	valor para contrato 60 meses	consumo hora kg	horas ano	consumo ano	consumo 60 meses	custo €/kg	custo 60 meses €	
Linde H20T - 392	1	GPL	2000	2,5	1 475,00 €	1 475,00 €	88 500,00 €	4,09	2000	8 176,00	40 880,00	0,66	27 047,43	
Linde H20T - 392	2	GPL	2000	2,5	1 057,00 €	2 114,00 €	126 840,00 €	4,09	2000	16 352,00	81 760,00	0,66	54 094,87	
Linde H30T- 393	2	GPL	1500	3.0	1 207,00 €	2 414,00 €	144 840,00 €	4,19	1500	12 570,00	62 850,00	0,66	41 583,45	
					Total	6 003,00 €	360 180,00 €						122 725,75	
Transformação														
Equipamento		Consumo de combustível		Valores para contrato de 60 meses										
Capacidade	Quant	Comb.	Nr. horas	Litros/H ora (Norma)	Valor Unit. Mensal	Valor Total. Mensal	valor para contrato 60 meses	consumo hora kg	horas ano	consumo ano	consumo 60 meses	custo €/kg	custo 60 meses €	
Linde H20T - 392	4	GPL	2500	2,5	1 155,00 €	4 620,00 €	277 200,00 €	4,09	2500	40 880,00	204 400,00	0,66	135 237,17	
Linde H20T - 3923	4	GPL	2750	2,5	1 155,00 €	4 620,00 €	277 200,00 €	4,09	2750	44 968,00	224 840,00	0,66	148 760,89	
					Total	9 240,00 €	554 400,00 €						283 998,06	
Nrº Total de Máquinas	40					54 728,00 €	3 283 680,00 €						1 421 469,05 €	
Gestão de Frota														
					Valor Unit. Mensal	Valor Total. Mensal	valor para contrato 60 meses							
Sistema de gestão					1 960,00 €	1 960,00 €								
					Total	1 960,00 €								
					Total mensal	56 688,00 €								

Anexo – XVI

Anexo - XVII

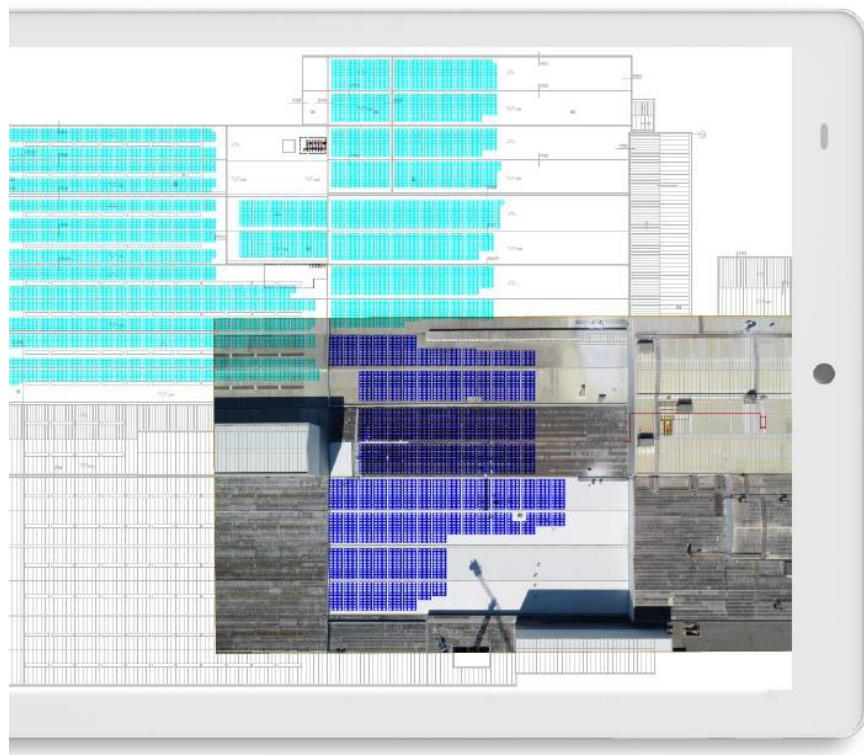
VALORES APURADOS TENDO EM CONTA O CONSUMO INDICADO EM CATÁLOGO TÉCNICO														
CUSTO ESTIMADO DO CONSUMO DE GÁS EM 5 ANOS							CUSTO ESTIMADO DO CONSUMO DE ENERGIA ELECTRICA EM 5 ANOS							
	Quantidade	Consumo hora kg	Horas ano	Consumo ano	Consumo 60 meses	Custo €/kg	Custo 60 meses		Quantidade	Horas ano	Cargas para um ano	Cargas para 5 anos	Custo de cada carga	Custo total
3T	18	2,60	3000	140 400,00	702 000,00	0,66	464 464,26		18	3000	6 750	33 750	4,69	158 160,60
3T	5	2,60	1500	19 500,00	97 500,00	0,66	64 508,93		5	1500	938	4 688	4,69	21 966,75
5T	4	4,40	2000	35 200,00	176 000,00	0,66	116 446,88		4	2000	1 000	5 000	7,03	35 146,80
							645 420,07							215 274,15
	Quantidade	Consumo hora kg	Horas ano	Consumo ano	Consumo 60 meses	Custo €/kg	Custo 60 meses		Quantidade	Horas ano	Cargas para um ano	Cargas para 5 anos	Custo de cada carga	Custo total
2T	1	2,20	2000	4 400,00	22 000,00	0,66	14 555,86		1	2000	250	1 250	3,78	4 723,88
2T	2	2,20	2000	8 800,00	44 000,00	0,66	29 111,72		2	2000	500	2 500	3,78	9 447,75
3T	2	2,60	1500	7 800,00	39 000,00	0,66	25 803,57		2	1500	375	1 875	4,69	8 786,70
							69 471,15							22 958,33
	Quantidade	Consumo hora kg	Horas ano	Consumo ano	Consumo 60 meses	Custo €/kg	Custo 60 meses		Quantidade	Horas ano	Cargas para um ano	Cargas para 5 anos	Custo de cada carga	Custo total
2T	4	2,20	2500	22 000,00	110 000,00	0,66	72 779,30		4	2500	1 250	6 250	3,78	23 619,38
2T	4	2,20	2750	24 200,00	121 000,00	0,66	80 057,23		4	2750	1 375	6 875	3,78	25 981,31
							152 836,53							49 600,69
							867 727,75							287 833,16
CONSUMO DE GÁS				Catálogo	Verificado	CONSUMO DE ENERGIA (por cada carga de 8 horas)								
	2T	2,2Kg /h	4,09Kg /h				2T	48,45 KW						
	3T	2,6 Kg /h	4,19 Kg /h				3T	60,08 KW						
	5T	4,4 Kg/h	6,13 Kg /h				5T	90,12 KW						
Custo do Gás 661,63 €/t							Custo da Energia 0,078 €/KW							

VALORES APURADOS TENDO EM CONTA O CONSUMO VERIFICADO ATUALMENTE NA FÁBRICA PARA EMPILHADORES ANTIGOS COM A MESMA CAPACIDADE																
CUSTO ESTIMADO DO CONSUMO DE GÁS EM 5 ANOS								CUSTO ESTIMADO DO CONSUMO DE ENERGIA ELECTRICA EM 5 ANOS								
		Quantidade	Consumo hora kg	Horas ano	Consumo ano	Consumo 60 meses	Custo €/kg	Custo 60 meses			Quantidade	Horas ano	Cargas para um ano	Cargas para 5 anos	Custo de cada carga	Custo total
	3T	18	4,19	3000	226 260,00	1 131 300,00	0,66	748 502,02			18	3000	6 750	33 750	4,69	158 160,60
	3T	5	4,19	1500	31 425,00	157 125,00	0,66	103 958,61			5	1500	938	4 688	4,69	21 966,75
	5T	4	6,13	2000	49 056,00	245 280,00	0,66	162 284,61			4	2000	1 000	5 000	7,03	35 146,80
								1 014 745,24								215 274,15
		Quantidade	Consumo hora kg	Horas ano	Consumo ano	Consumo 60 meses	Custo €/kg	Custo 60 meses			Quantidade	Horas ano	Cargas para um ano	Cargas para 5 anos	Custo de cada carga	Custo total
	2T	1	4,09	2000	8 176,00	40 880,00	0,66	27 047,43			1	2000	250	1 250	3,78	4 723,88
	2T	2	4,09	2000	16 352,00	81 760,00	0,66	54 094,87			2	2000	500	2 500	3,78	9 447,75
	3T	2	4,19	1500	12 570,00	62 850,00	0,66	41 583,45			2	1500	375	1 875	4,69	8 786,70
								122 725,75								22 958,33
		Quantidade	Consumo hora kg	Horas ano	Consumo ano	Consumo 60 meses	Custo €/kg	Custo 60 meses			Quantidade	Horas ano	Cargas para um ano	Cargas para 5 anos	Custo de cada carga	Custo total
	2T	4	4,09	2500	40 880,00	204 400,00	0,66	135 237,17			4	2500	1 250	6 250	3,78	23 619,38
	2T	4	4,09	2750	44 968,00	224 840,00	0,66	148 760,89			4	2750	1 375	6 875	3,78	25 981,31
								283 998,06								49 600,69
								1 421 469,05								287 833,16
CONSUMO DE GÁS				Catálogo	Verificado	CONSUMO DE ENERGIA (por cada carga de 8 horas)										
		2T	2,2Kg /h	4,09Kg /h							2T	48,45 KW				
		3T	2,6 Kg /h	4,19 Kg /h							3T	60,08 KW				
		5T	4,4 Kg/h	6,13 Kg /h							5T	90.12 KW				
Custo do Gás 661,63 €/t										Custo da Energia 0,078 €/KW						

Anexo – XVIII

CARACTERIZAÇÃO DO SISTEMA SOLAR

edp



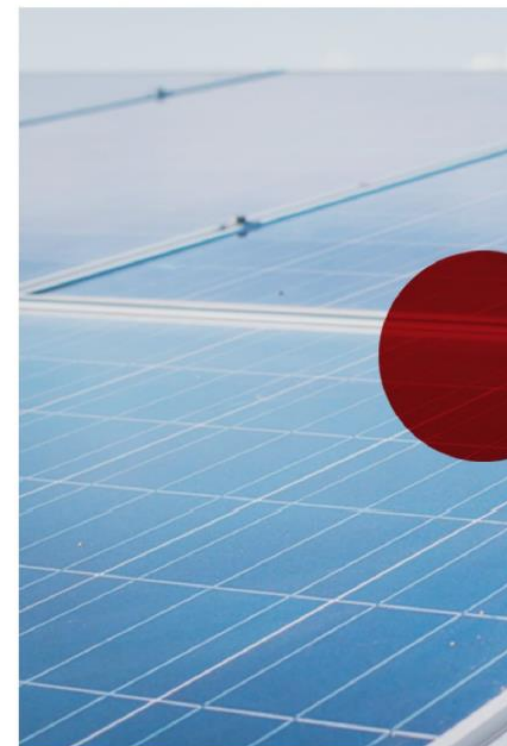
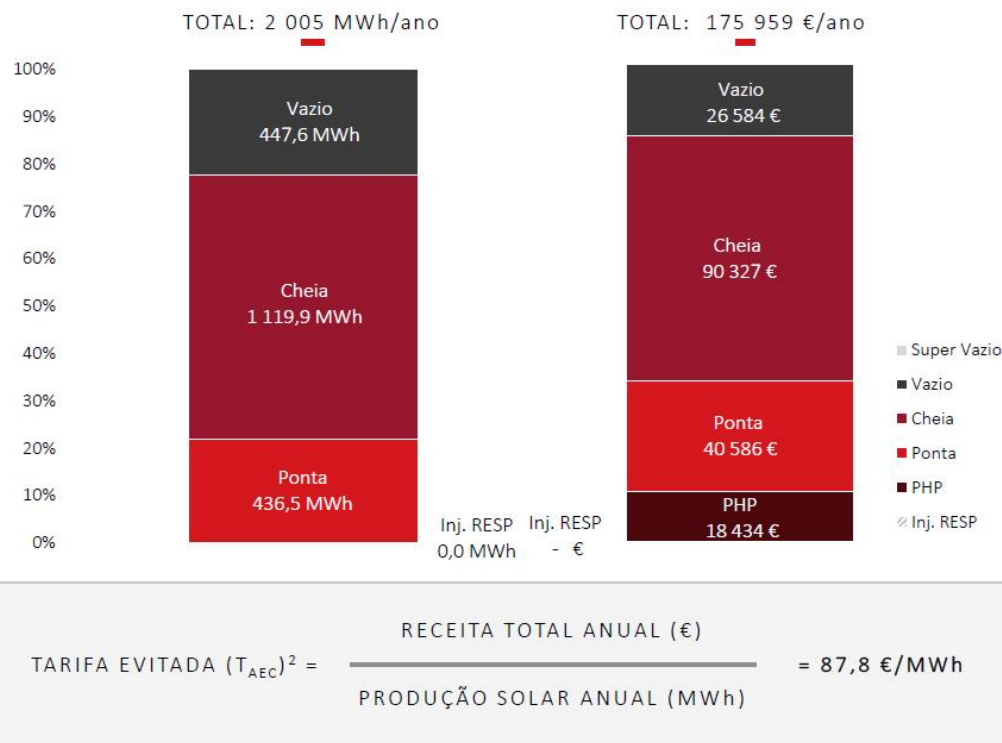
PROPOSTA EDP de EXPANSÃO

Potência a Instalar	1 542 kWp 1 260 kWn
Produção Específica ¹	1 300 kWh/kWp
Módulos	3.762 un. Monocristalino 144 HalfCells 410Wp
Inversores	21 unidades Huawei 60kWn
Local de instalação	Nova Cobertura em Chapa Sandwich
Tipo de Estrutura	Coplanar com fixação por Colagem
Orientação	-126°S +54°S
Inclinação	6°



DECOMPOSIÇÃO DA POUPANÇA

edp



PROPOSTA ENERGIA SOLAR

Anexo - XX

(1) PHP – Potência em horas de ponta
 (2) T_{AEC} – Tarifa evitada com a energia solar, resulta da média ponderada entre a poupança por autoconsumo (87,8 €/MWh) e a tarifa de venda à rede (0,0 €/MWh)

18



