



## **Avaliação de Processo Industrial: Organização do trabalho e Energia Sustentável**

**MARIANA FRANÇA LOPES SILVA CARREIRA**

novembro de 2017

INSTITUTO SUPERIOR DE ENGENHARIA DO PORTO



MESTRADO EM ENGENHARIA QUÍMICA

RAMO ENERGIA E BIORREFINARIA

# Avaliação de Processo Industrial: Organização do Trabalho e Energia Sustentável

Mariana França Lopes Silva Carreira

Novembro de 2017

Orientação: Engenheiro Gilberto Pinto  
Co-Orientação: Doutora Sandra Almeida



## Agradecimentos

A realização desta dissertação deve-se ao contributo de várias pessoas que direta ou indiretamente participaram na sua elaboração, pessoas às quais venho por este meio agradecer.

Começo por agradecer ao Engenheiro Nuno Figueiredo por me ter disponibilizado a oportunidade de realização do estágio na Cortadoria Nacional de Pêlo.

Agradeço também à Doutora Sandra Almeida, minha orientadora na empresa, por todo o conhecimento, disponibilidade, apoio transmitido e por toda a motivação e confiança depositada em mim no decorrer do estágio e desenvolvimento da dissertação.

Ao Engenheiro Gilberto Pinto e Engenheiro Alfredo Crispim por me terem orientado e por toda a disponibilidade, fornecimento de informações e ajuda prestada para a realização da dissertação.

Quero agradecer também ao Engenheiro Roque Brandão e ao Engenheiro Filipe Dória pelos conhecimentos transmitidos que contribuíram para a realização da dissertação.

A todos os colaboradores da Cortadoria Nacional de Pêlo pela disponibilidade para ajudar sempre que solicitado.

Por fim quero fazer um especial agradecimento à minha família e amigos por todo o apoio ao longo deste percurso.



## Resumo

Atualmente, o *background* de um mercado competitivo ilustra a procura contínua por uma maior qualidade de produto, que é essencial para qualquer empresa. Para vingar num mercado assim, existem cada vez mais esforços no sentido de satisfazer as necessidades dos clientes assim como manter a rentabilidade e tentar reduzir os custos de operações. Face a estas necessidades, cada vez mais as empresas implementam metodologias definidas como *Lean Manufacturing*, tendo como base uma filosofia de gestão focalizada em identificar e eliminar desperdícios (atividades que não agregam valor) através da melhoria contínua, que têm apresentado excelentes resultados.

O projeto abordado neste relatório tem como principal objetivo a elaboração de instruções de trabalho, de limpeza, especificações técnicas para as várias etapas do processo produtivo, planeamento e implementação de soluções para melhorias do processo, com base em ferramentas *Lean Manufacturing* e *Kaizen*.

Foi ainda realizado para implementação na empresa acolhedora um breve estudo do estado da arte da tecnologia solar fotovoltaica, seguido do seu funcionamento, do dimensionamento e do estudo da viabilidade económica de um sistema fotovoltaico para produção de energia.

Com a finalidade de melhorar resultados, foram realizadas 26 instruções de trabalho, 13 instruções de limpeza, 4 instruções de qualidade e 9 especificações técnicas, com o intuito de uniformização dos procedimentos em cada operação e também como auxílio para novos membros integrantes na equipa.

De modo a reduzir a faturação energética da empresa, foi efetuado um dimensionamento de uma instalação fotovoltaica para produção de energia. Com a sua elaboração verificou-se que não se reuniam as condições para que a empresa conseguisse ser 100% autossuficiente, uma vez que não possui uma área disponível para aplicação do sistema que suportasse os consumos atuais.

Portanto foi realizado um dimensionamento com a finalidade de reduzir a faturação energética. A instalação é então composta por 505 painéis policristalinos compostos por 60 células, com uma potência de 136,4 kWp. O investimento para a instalação tem como valor 125 000 €, estimando-se um período de retorno ao fim de dez anos.

**Palavras Chave:** Pêlo, Processo produtivo, Instrução de Trabalho, Energia, Fotovoltaico



## Abstract

Nowadays, the background of a competitive marketplace demonstrates the ongoing demand for greater product quality, which is essential for any business. To avenge this market, more and more efforts are made to meet customer needs, as well as maintain profitability and reducing operations costs. Faced with these needs, companies are increasingly implementing methodologies defined as Lean Manufacturing, based on a management philosophy focused on identifying and eliminating waste (activities that do not add value) through continuous improvement, which have presented excellent results.

The main objective of this project is the elaboration of work instructions, cleaning instructions, technical specifications for the various stages of the production process, planning and implementation of solutions for improvements, using Kaizen and Lean Manufacturing tool.

A brief study of the solar photovoltaic technology state-of-the-art was also carried out for the company, followed by its operation, the design and the study of the economic viability of a photovoltaic system for energy production.

In order to improve results, 26 work instructions, 13 cleaning instructions, 4 quality instructions and 9 technical specifications were carried out with the aim of standardizing the procedures in each operation and also as an aid to new members in the team.

In order to reduce the energy billing of the company, was designed a photovoltaic system for energy production. With its elaboration it was verified that the conditions were not met so that the company could be 100% self-sufficient, since the available area for application of the system is not enough to support the current consumption.

Therefore a sizing was carried out in order to reduce energy billing. The resulting facility is composed of 505 polycrystalline panels composed of 60 cells, with a power of 136,4 kWp. The investment for the installation has a value of € 125 000, with an estimated return period of ten years.

**Keywords:** Fur; Productive process; Work instruction; Energy; Photovoltaic



## Índice

1.	Introdução	1
1.1	Apresentação da Cortadoria Nacional do Pêlo	1
1.2	Objetivos e Enquadramento	2
1.3	Organização	3
2.	Energia Solar Fotovoltaica	5
2.1	Contextualização energética	5
2.2	Radiação solar	10
2.3	Sistema Fotovoltaico	14
3.	Metodologias Lean	21
3.1	Lean Manufacturing	21
3.2	Kaizen	22
3.3	Ferramentas Kaizen	22
4.	Processo Produtivo	25
4.1	Matérias – Prima	25
4.2	Gestão de Produção	28
4.3	Tipo de Processos	32
4.3.1	Processo via Convencional	32
4.3.2	Processo via seca	34
4.4	Descrição das operações do processo	37
4.5	Levantamento Produtivo	42
5.	Elaboração e validação de documentos de trabalho no âmbito da gestão de qualidade	47
6.	Dimensionamento de um sistema fotovoltaico	59
6.1	Enquadramento legal	59
6.2	Considerações gerais para a realização do dimensionamento	59
6.3	Características do sistema	65
7.	Conclusões	85
8.	Referências bibliográficas	87
	Anexos	90
	Anexo A – Dimensionamento de um sistema fotovoltaico	90
	Anexo A.1 – Levantamento dos consumos energéticos e produção	91
	Anexo A.2 – Cálculo dos consumos específicos	97
	Anexo A.3 – Dimensionamento do sistema fotovoltaico	99
	Anexo A.3.1 – Resultados do estudo das várias opções	99

Anexo A.3.2 – Produção energética no inverno	106
Anexo A.3.3 – Produção energética no verão	129
Anexo A.4 – Características da central fotovoltaica	155
Anexo A.4.1 – Ficha técnica do modelo escolhido	159
A.5 – Fatura de energia	161
A.6 – Análise económica	165

## Índice de Figuras

Figura 1.1 - Cortadoria Nacional de Pêlo. <sup>[1]</sup> .....	1
Figura 2.1- Representação gráfica da energia anual entregue à rede por tecnologia [GWh] <sup>[9]</sup> .....	8
Figura 2.2- Componentes da Radiação solar <sup>[14]</sup> .....	11
Figura 2.3- Declinação solar ao longo do ano <sup>[14]</sup> .....	12
Figura 2.4 - Exposição solar num dado local ao do dia <sup>[14]</sup> .....	13
Figura 2.5- Radiação global anual em Portugal <sup>[13]</sup> .....	14
Figura 2.6- Esquema do princípio de funcionamento <sup>[14]</sup> .....	15
Figura 2.7- Esquematização de um sistema fotovoltaico <sup>[32]</sup> .....	16
Figura 2.8- Hierarquia fotovoltaica <sup>[33]</sup> .....	18
Figura 4.1- Pêlo .....	25
Figura 4.2- Carnaz.....	25
Figura 4.3- Pele de qualidade branco .....	26
Figura 4.4- Pele de qualidade pardo .....	26
Figura 4.5- Pele de castor natural.....	27
Figura 4.6- Pele de castor branqueado.....	27
Figura 4.7- Pele de lebre.....	27
Figura 4.8- Exemplo da identificação das operações.....	29
Figura 4.9- Organização do supermercado.....	31
Figura 4.10- Fluxograma do processo via convencional.....	33
Figura 4.11- Fluxograma do processo via seca.....	35
Figura 4.12- Quadro com os indicadores de desempenho.....	43
Figura 4.13- Exemplo de um Indicador de Desempenho.....	44
Figura 5.1- Painel de controlo do equipamento antes e depois da respetiva identificação para realização das IT .....	47
Figura 5.2- Instrução de trabalho da operação de desengorduramento (pg.1).....	48
Figura 5.3- Instrução de trabalho da operação de desengorduramento (pg.2).....	49
Figura 5.4- Instrução de trabalho da operação de desengorduramento (pg.3).....	50
Figura 5.5- Instrução de trabalho da operação de desengorduramento (pg.4).....	51
Figura 5.6- Instrução de trabalho da operação de desengorduramento (pg.5).....	52
Figura 5.7- Instrução de trabalho da operação de desengorduramento (pg.6).....	53
Figura 5.8- Código de cores utilizado nas instruções.....	56
Figura 5.9- Colocação das instruções no local de produção.....	57
Figura 6.1- Representação gráfica do consumo específico Vs Produção.....	60
Figura 6.2- Dados referentes à irradiação obtidos através do programa PVGIS <sup>[34]</sup> .....	62
Figura 6.3- Área de cobertura disponível para a instalação do sistema fotovoltaico <sup>[35]</sup> .....	63
Figura 6.4- Períodos horários da tarifa elétrica <sup>[31]</sup> .....	71
Figura 6.5- Representação gráfica da produção energética num dia da semana no inverno	72
Figura 6.6- Representação gráfica da produção energética num sábado no inverno.....	73
Figura 6.7-Representação gráfica da produção energética num domingo no inverno .....	74
Figura 6.8- Representação gráfica da produção energética num dia da semana no verão...	75
Figura 6.9- Representação gráfica da produção energética num sábado no verão.....	76
Figura 6.10- Representação gráfica da produção energética num domingo no verão .....	77

Figura 6.11- Estrutura metálica utilizada na instalação.....	78
Figura 6.12- Cabos e conectores fotovoltaicos.....	78
Figura 6.13- Inversores utilizados .....	79
Figura 6.14- Representação gráfica do estudo da viabilidade económica.....	83

## Índice de Tabelas

Tabela 2.1- Valores de energia entregue à rede por tecnologia no ano de 2013 e no ano de 2016 .....	9
Tabela 2.2- Comparação da média dos níveis de radiação em Wh/m <sup>2</sup> /dia de vários países da União Europeia. <sup>[12]</sup> .....	11
Tabela 2.3- Vantagens e desvantagens dos sistemas fotovoltaicos <sup>[16]</sup> .....	15
Tabela 2.4- Eficiência e área necessária por kWp, para as várias tecnologias dos painéis existentes no mercado <sup>[17]</sup> .....	18
Tabela 4.1- Qualidades de peles processadas e estado de fornecimento .....	26
Tabela 4.2- Sequência de operações .....	29
Tabela 4.3- Registos de produção realizados .....	30
Tabela 4.4- Equipamento utilizado em cada operação .....	45
Tabela 5.1- Instruções de trabalho realizadas .....	54
Tabela 5.2- Instruções de limpeza realizadas .....	55
Tabela 5.3- Instruções de qualidade realizadas .....	55
Tabela 5.4- Especificações técnicas realizadas .....	56
Tabela 6.1- Características da central fotovoltaica .....	66
Tabela 6.2- Características energéticas da central fotovoltaica .....	67
Tabela 6.3- Valores de dimensionamento obtidos para a opção 1 .....	69
Tabela 6.4- Orçamento detalhado .....	81



## **Abreviaturas**

BT – Baixa tensão

ET– Especificação técnica

IA – Índice de alcalinidade

IL – Instrução de limpeza

IQ – Instrução de qualidade

IT – Instrução de trabalho

JIT – Just-In-Time

MT – Média tensão

MTO – Make-to-order

OA – Ordem de acabamento

OF – Ordem de fabrico

OFFP – Ordem de fabrico de produção

PDCA – Plan do check act

PRE – Produção em regime especial

STC – Standart Test Conditions

TG – Teor de gordura

TPS – Toyota production system



## 1. Introdução

A presente dissertação enquadra-se no âmbito na disciplina Dissertação/Estágio do Mestrado em Engenharia Química, no ramo de Energia e Biorrefinaria do Instituto Superior de Engenharia do Porto (ISEP), e realizou-se na Cortadoria Nacional de Pêlo.

### 1.1 Apresentação da Cortadoria Nacional do Pêlo

A Cortadoria Nacional de Pêlo, S.A, está localizada em S. João da Madeira e em 1943 foi fundada e construída. Esta encontra-se em contante crescimento no que diz respeito à sua qualificação na preparação de fibras têxteis, principalmente pêlo de coelho, lebre e castor, para o fabrico de têxteis feltrados e não feltrados.

As matérias-primas adquiridas, as peles secas, são provenientes da Europa, América do Sul e América do Norte. Nenhum animal é abatido devido ao valor do seu pêlo.

Estas são processadas com o intuito de obter pêlo de elevada qualidade para as indústrias de chapelaria, feltro industrial e lanifícios.

A aposta numa cultura dinâmica de inovação impulsionou a Cortadoria para um patamar tecnológico superior e de eficiência produtiva, resultando num produto com qualidade de excelência, diferenciando-se no mercado global, sendo a maior empresa do setor a nível mundial possuindo uma quota de mercado de cerca de 40%, atingindo assim um elevado nível tecnológico, de condições de trabalho, de produtividade e de eficiência produtiva, com um nível de qualidade exemplar, levando o bom nome de Portugal às mais variadas partes do mundo. [1]

O sistema de garantia de qualidade da Cortadoria é assegurado por técnicos especializados num laboratório de controlo de qualidade próprio, avaliando os produtos ao longo do processo em diversos pontos críticos e em cada lote de produção terminada, determinando características fundamentais, tais como o teor de humidade, a capacidade feltrante, o teor em gordura, o controlo de cor e o estado de limpeza.



Figura 1.1 - Cortadoria Nacional de Pêlo. [1]

A missão define-se como: “Contribuir com entusiasmo para criar a identidade das pessoas ao nível global, mediante integridade, respeito pelas pessoas, compromisso social e inovação.” [1]

## 1.2 Objetivos e Enquadramento

Como principais objetivos constaram a elaboração de instruções de trabalho, de limpeza, de qualidade assim como especificações técnicas das operações do processo produtivo, o planeamento, implementação de soluções para melhorias do processo, dimensionamento e estudo da viabilidade económica de um sistema fotovoltaico para produção de energia.

Atualmente os mercados em que as empresas estão inseridas encontram-se cada vez mais exigentes. Esta situação obriga a adaptarem-se às exigências desses mercados, de forma a conseguir responder eficientemente às necessidades dos clientes e não se deixarem ultrapassar pela concorrência. Esta competitividade é conseguida através da inovação, ou seja, é fundamental o aumento da produtividade através da otimização dos recursos existentes e da criação de processos produtivos eficientes, de modo a produzir mais rápido, com melhor qualidade, melhor serviço e menor custo, através de pequenas ações de melhoria realizadas diariamente nos processos das empresas.

Para conseguir esta otimização dos recursos são muitas vezes implementadas metodologias Lean Manufacturing, que apresentam reconhecidos resultados de sucesso nos dias de hoje.

O paradigma da produção de energia elétrica é aquele que mais rapidamente se está a adaptar à nova realidade, o recurso a combustíveis fósseis é insustentável a médio prazo e o recurso às energias renováveis para produção de energia elétrica é cada vez mais uma aposta global. No panorama atual das energias renováveis, a eletricidade proveniente da energia solar fotovoltaica assume um papel de destaque.[2]

Em Portugal existem condições privilegiadas para o bom desenvolvimento no campo das energias renováveis, uma vez que permite um período médio de exposição solar anual de 2200 a 3000 horas, valor bastante superior aos obtidos nos países da Europa central, que possuem entre 1200 a 1700 horas. Porém apenas se encontram instalados cerca de 6 mil metros quadrados de painéis solares em Portugal, sendo a maior parte de centrais fotovoltaicas de grandes dimensões.[3]

### 1.3 Organização

A presente tese é constituída por 8 capítulos. No primeiro capítulo encontra-se apresentada a empresa acolhedora, assim como o enquadramento do projeto e os principais objetivos. No segundo capítulo são apresentados alguns fundamentos teóricos que serviram de apoio para o estudo e dimensionamento de um sistema fotovoltaico. No terceiro capítulo são apresentados os conceitos e metodologias que serviram como base teórica para o desenvolvimento das instruções e especificações. No capítulo quatro aborda-se o processo produtivo, desde as matérias-primas utilizadas, as etapas do processo e as várias vias produtivas. No capítulo cinco estão descritas as atividades realizadas no período de estágio. No capítulo seis encontra-se o dimensionamento de um sistema fotovoltaico de autoconsumo. As conclusões finais encontram-se no capítulo sete e por fim no capítulo oito são apresentadas as referências bibliográficas.



## 2. Energia Solar Fotovoltaica

Neste capítulo são apresentados alguns fundamentos teóricos que serviram de apoio para o estudo e dimensionamento de um sistema fotovoltaico para produção de energia.

O desenvolvimento das energias renováveis teve início com as crises petrolíferas da década de 70 e com a consciencialização da humanidade de que os recursos fósseis um dia acabarão por se esgotar.

Dando cada vez mais importância às questões energéticas, verificou – se que a utilização de carvão e de petróleo não se adequava à nova exigência de um desenvolvimento sustentável, tomando-se também cada vez mais consciência relativamente aos vários danos que estes causam no planeta devido à sua utilização excessiva.

Com a realização do protocolo de Quioto, estabelecendo metas para a redução das emissões de dióxido de carbono e com a preocupação com o futuro do planeta levaram ao desenvolvimento de novas formas de produção de energia elétrica, surgindo assim as energias renováveis. As energias renováveis assumem cada vez mais um papel relevante na produção de eletricidade.

### 2.1 Contextualização energética

A nível de modelos de desenvolvimento socioeconómicos a energia cada vez mais assume um papel central. Responder à procura de energia no momento e no local em que é necessária e sob a forma mais adequada é um dos principais desafios com que a sociedade é confrontada no início do século XXI.

A transição da era dos combustíveis fósseis para a das energias renováveis é possível, mas exige uma nova ordem de prioridades de investimento apoiada numa vontade política tanto a nível nacional como global.

O principal problema das energias renováveis deve-se ao elevado investimento que é necessário para assegurar as tendências da procura sem manter a dependência dos combustíveis fósseis a curto prazo e aumentar a sua utilização. Os principais entraves à utilização de energias renováveis são a necessidade de criar as infraestruturas de produção de energia e o seu sistema de distribuição, o transporte para as zonas de maior procura e a intermitência da matéria-prima.

De acordo com os cenários de referência da *International Energy Agency* (IEA), até 2030 o consumo global de energia primária irá crescer entre 40% a 50% a um ritmo médio anual

de 1,6%. Os combustíveis fósseis irão assegurar cerca de 83% do aumento da procura. Este crescimento deve-se ao facto do permanente aumento da população mundial e da convergência económica entre os países desenvolvidos e os países em desenvolvimento.

Uma forma de combate é responder com medidas estruturais, ou seja, começando por dar o valor monetário real à energia. A solução está nas energias renováveis, na eficiência energética e na modernização dos sistemas de transporte, na promoção de mercados mais transparentes e concorrentes, na adaptação de todos os sectores da economia e da produção de energia.

No decorrer deste século, é necessário fazer a transição da dependência dos combustíveis fósseis para uma maior dependência das fontes de energia renováveis e uma melhor eficiência energética.

A sustentabilidade dos sistemas energéticos hoje em dia é um fator importante para o desenvolvimento socioeconómico e esta depende de três componentes, a segurança no acesso à energia, a acessibilidade dos serviços de energia e a compatibilidade ambiental.

A situação energética de Portugal está obviamente muito condicionada e protegida pelo facto do país pertencer à União Europeia. <sup>[4]</sup>

As taxas de intensidade energética e carbónica em Portugal são elevadas, os sectores mais problemáticos são o dos transportes, o residencial, devido ao consumo direto e indireto de energia, e o das indústrias. Considera-se que o último setor seja responsável por cerca de 30% do consumo mundial de energia e prevê-se que este custo aumente 30% até 2030. <sup>[5]</sup>

É possível diminuir significativamente o consumo de energia sem diminuir a funcionalidade dos sistemas e a qualidade dos serviços, para tal, é necessário intervir no que respeita às infraestruturas de transportes, ordenamento do território, planeamento urbanístico e conceção e construção de edifícios, e desenvolver políticas públicas de transportes e mobilidade urbana que reduzam o consumo de energia.

Uma solução para um paradigma energético mais sustentável seria a aposta na produção descentralizada de energia. Esta apresenta duas alternativas de realização, através de tecnologias renováveis (biomassa, solar fotovoltaica, eólica) ou através de tecnologias fósseis convencionais (cogeração a gás).

Este tipo de produção é uma das abordagens mais eficazes para a eletrificação de áreas remotas e pode apresentar vantagens em termos de emissões de carbono e segurança energética em ambientes urbanos. Contudo, a descentralização da produção de energia

passa também pela microprodução, como por exemplo uma produção de microgeração, que se trata de produção de energia térmica e elétrica através de painéis solares fotovoltaicos.

Descentralizar o sistema melhora a eficiência da produção utilizando o calor produzido, reduz os custos e impactos na rede de transmissão e distribuição reduzindo a distância de transporte, a carga total transportada e melhora ainda a utilização pelo consumidor, permitindo às pessoas a gestão da sua própria fonte de energia e padrões de utilização. <sup>[6]</sup>

Outra alternativa é a produção em regime especial (PRE), este foca-se na produção de energia elétrica através de recursos endógenos, renováveis e não renováveis, de tecnologias de produção combinada de calor e de eletricidade (cogeração) e de produção distribuída. Este tipo de produção está sujeita a regimes jurídicos especiais e a produção sem injeção de potência na rede. <sup>[7]:[8]</sup>

Com a publicação do Decreto-Lei n.º 20/81, de 28 de janeiro de 2009, encontrando-se atualmente revogado, passou a ser possível a venda à rede de excedentes de produção própria. A publicação do Decreto-Lei n.º 189/88, de 27 de maio de 2009, foi um forte impulso à produção independente, nomeadamente através da promoção da instalação de centrais de cogeração e mini-hídricas.

Atualmente é considerada PRE a produção de energia elétrica:

- Com base em recursos hídricos para centrais até 10 MVA e em alguns casos até 30 MW;
- Que utilize outras fontes de energia renovável;
- Com base em resíduos (urbanos, industriais e agrícolas);
- Em baixa tensão, com potência instalada limitada a 150 kW;
- Por microprodução, com potência instalada até 5,75 kW;
- Através de um processo de cogeração.

Na Região Autónoma dos Açores a produção tendo por base energias renováveis ou cogeração, não se encontra ao abrigo de uma legislação específica como em Portugal continental.

A Região Autónoma da Madeira segue o enquadramento legal de Portugal continental, nomeadamente em termos de tarifário aplicável às vendas à rede de energia elétrica das instalações em regime especial. <sup>[9]</sup>

As vantagens ambientais e a diminuição da dependência externa têm justificado a existência, há já vários anos, de um regime de apoio à PRE. Em consequência deste regime, a evolução da energia entregue à rede deste tipo de produção tem sido muito significativa. [7]

No que diz respeito ao setor fotovoltaico, este tem crescido lentamente. Segundo a Quercus a sua aposta não se pode basear nas megacentrais, mas passar também pela produção descentralizada de energia, permitindo a instalação de painéis fotovoltaicos aproveitando as coberturas das infraestruturas, não ocupando área natural.

O setor solar fotovoltaico considera-se uma boa aposta, uma vez que Portugal beneficia do dobro da insolação de outros países da Europa, como o Reino Unido ou Alemanha, no entanto estes apresentam cerca de 20 a 100 vezes mais potencia instalada comparativamente com Portugal. [9]

Na Figura 2.1 observa-se a evolução da energia anual entregue á rede por tecnologia no período de 2000 a 2013 referente à produção em regime especial em Portugal continental.

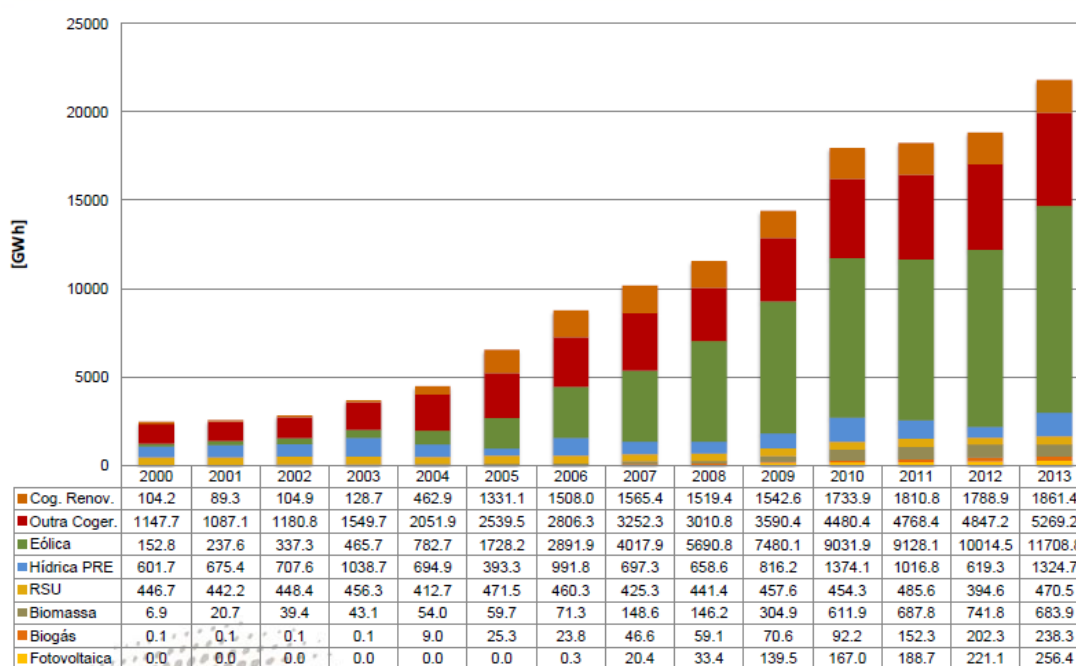


Figura 2.1- Representação gráfica da energia anual entregue à rede por tecnologia [GWh] [9]

A partir da representação gráfica é possível observar que a tecnologia que sofreu um maior aumento de energia entregue à rede no período de análise foi a energia eólica, a partir do ano de 2005 verificou-se anualmente um aumento significativo do valor entregue à rede.

Relativamente à energia fotovoltaica, esta só começou a contabilizada no ano 2006, sendo a tecnologia com menos energia entregue a rede nesse ano. Em 2013 esta contabilizava

256,4 GWh de energia, ultrapassando o valor de energia através de biogás, que desde 2000 que entrega energia a rede.

Comparativamente a 2013 no ano de 2016 os valores de energia entregue a rede por tecnologia relativos à produção em regime especial podem ser observados na Tabela 2.1.

Tabela 2.1- Valores de energia entregue à rede por tecnologia no ano de 2013 e no ano de 2016

Energia entregue à rede (GWh)		
Tecnologia	2013	2016
Biogás	238,3	272,2
Biomassa	683,9	677,6
Cogeração	5 269,2	3 915,5
Cogeração Renovável	1 861,4	1 842,4
Eólica	11 708,8	12 130,0
Fotovoltaica	256,4	503,8
Hídrica	1 324,7	1 330,7
Resíduos sólidos urbanos	470,5	488,3

Através da Tabela verifica-se que comparativamente ao ano de 2003 houve um decréscimo de energia entregue a rede por parte da tecnologia de cogeração e cogeração renovável. No que diz respeito à tecnologia fotovoltaica, esta sofreu um aumento de cerca de 100% comparativamente ao ano de 2013, o que significa que cada vez mais está a ser uma aposta a ter em consideração. Outras tecnologias que também apresentaram um aumento foi a de biogás e resíduos sólidos urbanos, sendo que o aumento destas tecnologias é menor relativamente ao aumento da fotovoltaica.

Relativamente à energia fotovoltaica estima-se que com o investimento e desenvolvimento necessários, as células fotovoltaicas venham a produzir um quarto da eletricidade global em 2040 criando economias de pequena escala e novas áreas de negócio dedicadas à produção, venda, instalação e manutenção das células.<sup>[10]</sup>

A contribuição das energias renováveis para o mercado da energia pode aumentar, tendo grande importância para o desenvolvimento sustentável e económico. Com as energias renováveis é possível: <sup>[6]</sup>

- Aumentar a segurança energética ao fornecer um recurso que é abundante, diversificado e nativo, sem necessidade de ser importado e sem a possibilidade de se vir a esgotar;
- Reduzir as emissões de gases com efeito de estufa local e global ao serem utilizadas substituição dos combustíveis fósseis;

- Utilizar alternativas aperfeiçoadas que vão ao encontro das necessidades específicas individuais e das infraestruturas, em particular nas zonas rurais, em novas urbanizações e zonas industriais e nos países em desenvolvimento;
- Aumentar a taxa de emprego local e regional ao criar oportunidades na indústria da energia (montagem, instalação e manutenção), tanto em países desenvolvidos como em desenvolvimento.

Mais especificamente as barragens a nível socioeconómico melhoram o abastecimento de água das populações. Os painéis solares criam uma maior independência do sector elétrico nacional.

Contudo, não existem só aspetos positivos. Alguns impactos negativos são comuns a todas as energias, como transformar solos com fins competitivos em solos obsoletos, perturbar a fauna, em particular a vida marinha e a dos pássaros migradores, provocar a perda de biodiversidade a nível da flora e aumentar a poluição visual e sonora. Por norma estes impactos são específicos do local onde se realiza a implementação existindo algumas medidas minimizadoras dos impactos, que costumam ser pequenos e reversíveis.

A competitividade entre as energias renováveis e os combustíveis fósseis é afetada pelas externalidades negativas, ou seja, o preço de mercado dos combustíveis fósseis não reflete os impactos negativos no ambiente e na saúde humana, logo o seu valor é inferior ao preço de mercado da energia produzida pelas energias renováveis.

## 2.2 Radiação solar

A radiação solar designa-se como a energia emitida pelo sol, em particular aquela que é transmitida sob a forma de radiação eletromagnética. A energia do sol é essencialmente constituída por radiação visível, infravermelha e ultravioleta, sendo que a radiação visível é aproximadamente metade da energia irradiada pelo sol. A radiação solar emitida pelo sol para a atmosfera terrestre é  $1,5 \times 10^{18}$  kWh/ano. <sup>[11]</sup>

Na União Europeia, Portugal é, depois da Espanha, o país com maior potencial de aproveitamento de energia solar, como se pode observar a partir da Tabela 2.2.

Tabela 2.2- Comparação da média dos níveis de radiação em Wh/m<sup>2</sup>/dia de vários países da União Europeia. <sup>[12]</sup>

	Portugal	Espanha	Alemanha	Itália	Roménia	Noruega	Dinamarca
<b>Irradiação diária (Wh/m<sup>2</sup>/dia)</b>	4410	4470	2670	4030	3710	2360	2650

➤ **Componentes da radiação solar**

A atmosfera reduz a radiação solar através da reflexão, absorção e dispersão. Desta forma, a radiação sobre uma superfície horizontal pode-se dividir em vários componentes, como se pode observar na Figura 2.2.

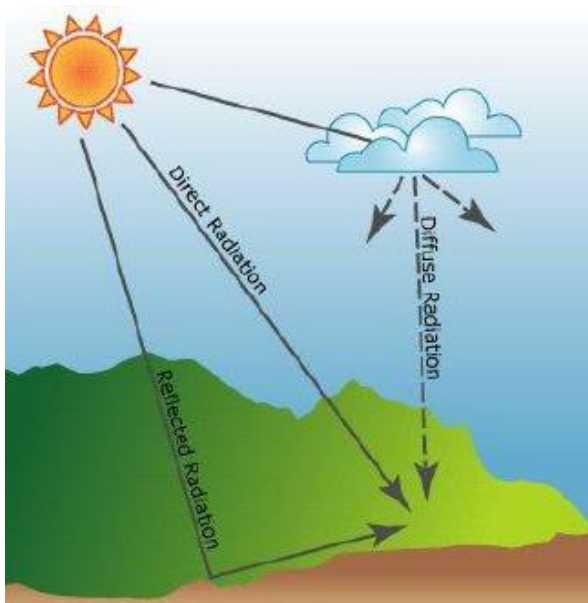


Figura 2.2- Componentes da Radiação solar <sup>[14]</sup>

A radiação divide-se em:

- Radiação direta ( $E_{dir.}$ ) é proveniente do sol, atingindo a terra sem qualquer mudança de direção;
- Radiação difusa ( $E_{dif.}$ ) é procedente de todo o céu visível, chega aos olhos do observador através da difusão de moléculas de ar e partículas de pó e é originada pelos raios não diretos e dispersos pela atmosfera. <sup>[13]</sup>

- Radiação refletida apenas ocorre em superfícies inclinadas.

Em plano horizontal a radiação solar global ( $E_G$ ) obtém-se através da soma da radiação direta e da radiação difusa, como se pode ver na Equação 1. No caso de se tratar de um plano inclinado a radiação global obtém-se através da conjugação das três componentes da radiação. [13];[14]

$$E_G = E_{dir} + E_{dif} \quad (Eq.1)$$

Nos dias claros, em especial no Verão, a fração da radiação direta prevalece, no entanto, para os dias mais escuros, ou seja, cobertos de nuvens, a radiação solar é quase totalmente difusa.

Relativamente ao movimento do planeta Terra, este descreve uma órbita elíptica em torno do sol. A declinação solar é o ângulo formado entre a direção da radiação solar e o plano do equador, o ângulo varia entre  $+23^\circ 27'$  e  $-23^\circ 27'$ , como se pode observar na Figura 2.3.

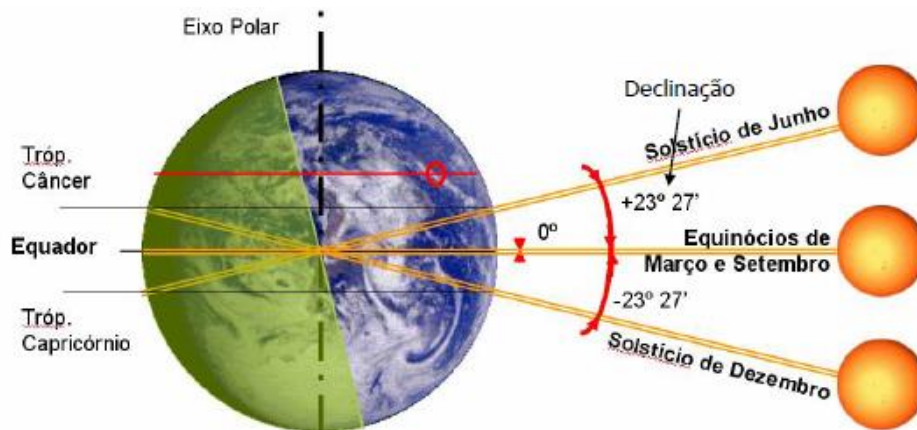


Figura 2.3- Declinação solar ao longo do ano [14]

Os valores da radiação solar variam consoante alguns fatores, tais como:<sup>[14]</sup>

- O ângulo de incidência dos raios solares, devido aos movimentos de rotação e translação da terra, varia consoante o momento do dia (horas), o mês do ano e a posição geográfica do local.

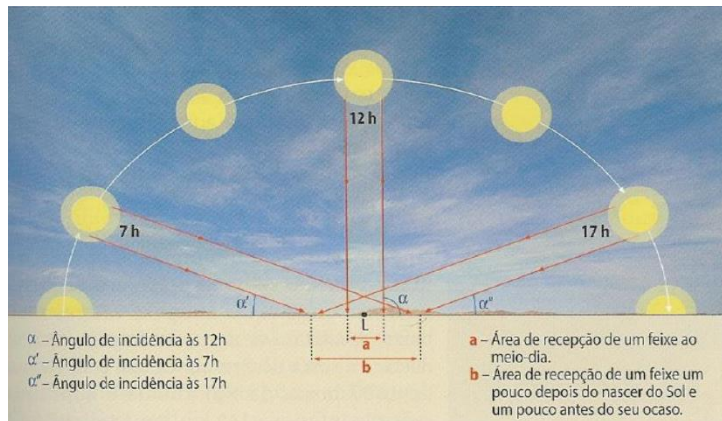


Figura 2.4 - Exposição solar num dado local ao do dia <sup>[14]</sup>

- A espessura da atmosfera;
- A duração do dia natural e da insolação.

Em Portugal, a orientação ótima de uma instalação é a direção Sul, com um ângulo de inclinação de aproximadamente de 35°, uma vez que este ângulo de inclinação permite aumentar o nível de irradiação em cerca de 15% do que numa área horizontal. Por consequência, a construção de instalações solares em telhados inclinados, com orientações diferentes à da posição ótima, traduz-se numa menor produção de energia devido à redução da radiação. <sup>[15]</sup>

Para o dimensionamento de um sistema solar, o valor da irradiação tem elevada importância. Através da Figura 2.5, pode-se observar os valores da radiação global anual em Portugal, verificando-se que no Porto (norte do país) este é aproximadamente 1500 kWh/m<sup>2</sup> e 1700 kWh/m<sup>2</sup> em Faro (Sul do país) constatando-se um incremento de norte para sul. <sup>[13]</sup>

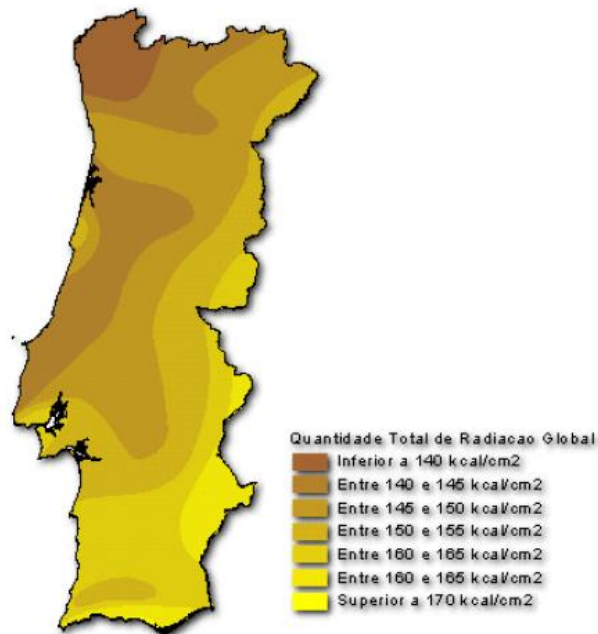


Figura 2.5- Radiação global anual em Portugal [13]

### 2.3 Sistema Fotovoltaico

Quando se fala em fotovoltaico, fala-se na transformação direta da luz em energia elétrica e, para tal, recorre-se a células solares constituídas por materiais semicondutores como o silício, o arsenieto de gálio, teluriato de cádmio, sendo a célula de silício cristalina a mais comum.

O princípio para a conversão fotovoltaica da energia solar, Figura 2.6, baseia-se na junção de dois semicondutores, designados por “p” positivo caracterizado por um défice de eletrões e “n” negativo caracterizado por excesso de eletrões livres, criando um campo elétrico. Se incidir luz sobre a junção os fotões excitam alguns dos seus eletrões, gerando uma corrente elétrica. Caso exista um circuito externo para escoar a corrente, os eletrões dissipam a sua energia e regressam à célula.<sup>[14]</sup>

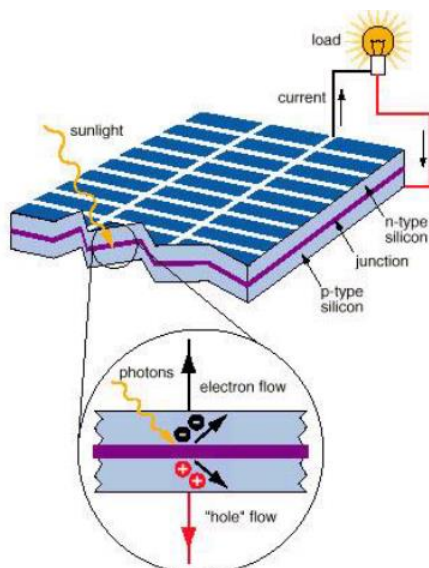


Figura 2.6- Esquema do princípio de funcionamento [14]

A utilização deste tipo de tecnologia para produção de energia elétrica apresenta várias vantagens face à produção através de meios convencionais, contudo este tipo de tecnologias também possui algumas desvantagens, como se pode observar na Tabela 2.3.

Tabela 2.3- Vantagens e desvantagens dos sistemas fotovoltaicos [16]

Vantagens dos sistemas fotovoltaicos	Desvantagens dos sistemas fotovoltaicos
<u>Simplicidade</u> : devido à inexistência de partes móveis no sistema.	<u>Investimento</u> : o investimento inicial é elevado.
<u>Elevada fiabilidade</u> : funcionam mesmo em condições exigentes.	<u>Recurso solar</u> : limitado a locais com boa radiação solar.
<u>Durabilidade</u> : o tempo médio de vida é cerca de 25 anos e a garantia oferecida pelo fabricante é igual ou superior a 25 anos.	<u>Armazenamento</u> : efetuado através de baterias o que aumenta os custos.
<u>Reduzido custo de manutenção</u> : praticamente inexistente em sistemas fixos.	<u>Rendimento</u> : possuem baixo rendimento, dependendo do tipo de tecnologia.
<u>Modularidade</u> : facilidade no aumento da potência instalada;	
<u>Independência</u> : podem funcionar como sistemas isolados;	
<u>Performance em altitudes elevadas</u> : são insensíveis à altitude.	
<u>Segurança</u> : sistemas extremamente seguros.	

### ➤ Tipos de Sistemas

Os sistemas solares fotovoltaicos, mediante as necessidades em causa e localização, podem ser de dois tipos, os sistemas autónomos e os sistemas ligados à rede.

Nos sistemas autónomos, o aproveitamento da energia solar precisa de ser ajustado à procura energética. Uma vez que a energia produzida não corresponde, na maior parte das vezes, à procura pontual de energia de um consumidor concreto, torna-se obrigatório a utilização de um sistema de armazenamento (baterias).

Os sistemas ligados à rede de distribuição de eletricidade, em baixa tensão (BT) ou média tensão (MT), operam de forma a baixar os custos energéticos. Contrariamente aos sistemas autónomos estes não funcionam como acumuladores de energia fotovoltaica. Um dos aspetos de maior relevo relativamente a este tipo de sistemas fotovoltaicos é a sua interligação com a rede. Estes sistemas são mais simples e baratos para potências idênticas aos sistemas autónomos, uma vez que não necessitam de baterias. Pois toda a energia produzida é consumida no momento e o restante exportado.

### ➤ Constituintes de um sistema Fotovoltaico

Um sistema fotovoltaico tem na sua constituição vários elementos, dependendo do tipo de sistema em questão, na Figura 2.7, pode observar-se uma esquematização de um sistema autónomo.

Num sistema fotovoltaico podemos encontrar os seguintes componentes:

- Células solares / painéis PV;
- Conversores;
- Inversores;
- Controladores;
- Baterias.



Figura 2.7- Esquemática de um sistema fotovoltaico [32]

- **Células solares/ painéis fotovoltaicos:**

A tecnologia de produção de energia elétrica a partir da radiação solar tem como base as células fotovoltaicas. As células possuem uma potência elétrica de funcionamento relativamente baixa, sendo ligadas eletricamente entre si formando um painel.

O material utilizado nas células solares deve ser da maior pureza possível, resultando várias tecnologias possíveis de aplicar.

Para os sistemas solares com ligação à rede pública, geralmente são utilizadas as células solares de silício cristalino, uma vez que apresenta uma maior eficiência e que necessita de menor área para instalar painéis com potência igual. As células de silício utilizadas são monocristalino e policristalino.

A menor eficiência do silício policristalino é contrabalançada pelas vantagens que oferece em termos do preço final, devido ao menor custo de fabrico.

A tecnologia de películas finas é menos eficiente, apresentando como vantagem o custo inferior dos painéis e melhor estética. É uma tecnologia que se encontra em crescimento, mas quando a eficiência alcançar os níveis do silício cristalino, será certamente um produto de eleição para a produção de eletricidade.

A tecnologia híbrida (HIT) combina duas tecnologias diferentes, trata-se da junção de uma célula de silício cristalino com uma outra de película fina. Detém uma eficiência igual aos painéis de silício cristalino e consequentemente a mesma área de instalação para painéis com a mesma potência. No entanto, o seu melhor comportamento a temperaturas elevadas pode trazer vantagens em algumas aplicações.

Na Tabela 2.4 pode observa-se a eficiência e a área necessária de painel para as diversas tecnologias.

A eficiência de conversão obtém-se através do quociente entre a irradiação solar que incide na área da célula e a energia elétrica que se produz.<sup>[14]</sup>

Tabela 2.4- Eficiência e área necessária por kWp, para as várias tecnologias dos painéis existentes no mercado [17]

Tecnologia	Silício Cristalino		Película Fina			HIT
	Monocristalino	Policristalino	Silício amorfo	Telureto de Cádmio	Disseleneto de Cobre e Índio	
Eficiência (%)	15-18	13-15	5-8	6-9	8-11	15-18
Área necessária por kWp (painéis) (m <sup>2</sup> )	7	8	15	11	10	7

Através da Tabela 2.4 verifica-se que dentro da tecnologia de Silício Cristalino as células mais indicadas são as Monocristalino, uma vez que apresentam uma eficiência maior comparativamente às células Policristalino. No que diz respeito à tecnologia de Película fina a opção mais indica são as células constituídas por Disseleneto de Cobre e Índio, pois apresentam uma maior eficiência e uma menor área relativamente às outras opções.

Os painéis são constituídos por um conjunto de células ligadas em série, paralelo ou um misto de ambos, de acordo com a configuração desejada, como se pode observar a partir da Figura 2.8. Dependendo do número de células e do tipo de ligação existente entre elas, os painéis podem apresentar vários níveis de tensão e potência. As células são encapsuladas de forma a serem protegidas contra as condições meteorológicas.

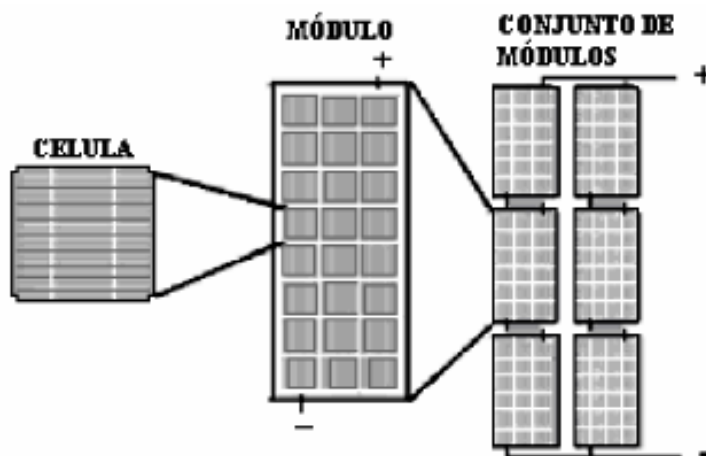


Figura 2.8- Hierarquia fotovoltaica [33]

- **Controladores:**

Os controladores dos sistemas fotovoltaicos têm como principal função o controlo da carga das baterias de forma a evitar descargas profundas e também são utilizados para monitorizar o sistema. Quando as baterias atingem o nível máximo de carga, o controlador desliga-as do sistema ou diminui significativamente a corrente de carga.

Alguns controladores possuem a capacidade de limitar a descarga das baterias. Se o nível de carga atingir um valor demasiado baixo, as baterias são desligadas do sistema.

- **Conversores:**

Os conversores convertem uma tensão ou corrente contínua que tem uma determinada amplitude, em outra tensão ou corrente contínua com outra amplitude diferente.

- **Inversores:**

Os inversores convertem a energia elétrica em corrente contínua para corrente alternada. Estes dividem-se em duas categorias distintas, inversores independentes, para sistemas autónomos e de sincronização exterior, para sistemas ligados à rede.

- **Baterias:**

As baterias têm como objetivo o armazenar a energia elétrica sob a forma de energia química. Estas aumentam a fiabilidade do sistema, pois permitem o contínuo fornecimento de eletricidade em ocasiões de céu encoberto ou de não produção dos painéis.

Relativamente ao rendimento, este é limitado devido às reações químicas que ocorrem no ciclo de carga ou descarga.

Para a escolha das baterias para um sistema fotovoltaico deve ter-se em atenção certas considerações, tais como, os dias de autonomia, capacidade, manutenção, tempo de vida e preço.



### 3. Metodologias Lean

Neste capítulo são apresentados alguns fundamentos teóricos que serviram de apoio para o desenvolvimento das várias instruções e para o planeamento de soluções para melhorias do processo.

#### 3.1 Lean Manufacturing

Os primeiros passos do desenvolvimento do conceito *Lean* surgiram no Japão através da criação do sistema de produção da Toyota, o Toyota Production System (TPS), pelas mãos de Taiichi Ohno e Eiji Toyoda.

Após o final da Segunda Guerra Mundial (1939-45), o Japão encontrava-se numa grande crise devido à escassa disponibilidade de recursos materiais, financeiros e humanos, e em particular, a indústria automóvel estava em grande queda. Contrariamente à indústria Japonesa, a indústria automóvel Europeia e Norte-Americana encontrava-se em alta, devido à implementação do modelo “fordista”, criado por Henry Ford. Por esse motivo e com o intuito de sobreviver à crise instalado no seu país, Eiji Toyoda, o vice-presidente da Toyota e o engenheiro Taiichi Ohno, viajaram para os Estados Unidos para visitar as fábricas da Ford e analisar o seu sistema de produção em massa. No entanto, depois de uma análise mais profunda, chegaram à conclusão que este método de produção utilizava processos de fabrico e de gestão muito complexos e pouco flexíveis, o que limitava a capacidade de se adaptar às necessidades do mercado e oferecer produtos variados. A necessidade de elevados investimentos em alta tecnologia utilizada nos países ocidentais, também inviabilizou a implementação deste modelo na empresa japonesa.<sup>[18],[19]</sup>

Toyoda e Ohno chegaram à conclusão de que a única forma de se manterem num mercado altamente competitivos era através da variedade de produtos, enquanto mantinham a qualidade e o baixo custo. Foi então criado e implementado o Sistema Toyota de Produção (TPS), com o objetivo de aumentar a eficiência da produção, através da eliminação contínua do desperdício e orientação para a satisfação do cliente.

Segundo o TPS, deve-se produzir apenas o necessário, na quantidade necessária, e no momento certo, diminuindo assim os custos e tempo de entrega. O conceito do TPS espalhou-se pelas empresas japonesas durante as décadas seguintes. Durante a década de 90 surge pela primeira vez a filosofia *lean thinking* através da publicação de uma obra de referência designada por “*The machine that changed the world*” da autoria de JP Womack e DT Jones.

A filosofia *lean thinking* surgiu com a introdução de novos conceitos, práticas e ferramentas ao TPS, focalizando na satisfação do cliente, na avaliação da cadeia de valor e na eliminação do desperdício. <sup>[18]</sup>

### 3.2 Kaizen

A palavra *Kaizen* é uma palavra japonesa que significa melhoria contínua e resulta da junção de duas palavras, “*Kai*” que significa mudar e “*Zen*” que significa melhor.

O conceito de melhoria contínua baseia-se na eliminação de desperdícios com base em soluções de baixo custo, através da realização de pequenas ações de melhoria, durante um longo prazo.

Esta filosofia assenta em dois conceitos fundamentais: a ida para o *gemba*, designado pelo “local onde as coisas realmente acontecem”, e o envolvimento das pessoas. As pessoas são a essência das organizações e para o sucesso da implementação da melhoria contínua é necessário que se sintam motivadas e envolvidas, permitindo assim tirar o melhor partido das suas capacidades.

Para que o processo de melhoria contínua faça parte da cultura da organização é necessário o envolvimento de todas as pessoas, desde da administração até aos colaboradores da fábrica. Os operadores de fabrica são de grande importância nos projetos de melhoria contínua, já que muitas vezes são quem melhor conhece os processos, sendo as suas opiniões e sugestões de grande relevância. <sup>[20]</sup>

### 3.3 Ferramentas Kaizen

Neste subcapítulo são apresentadas as ferramentas da filosofia Kaizen que serviram como orientação para o planeamento de medidas de melhoria.

#### ➤ Gestão Visual

A gestão visual permite transmitir informação através de imagens e cores, facilitando a sua captação, pois é através da visão que os seres humanos recolhem cerca de 85% da informação. <sup>21</sup>

A informação necessária deve estar disponível para todos no *gemba*, de forma simples e intuitiva ajudando as pessoas a gerir e controlar os processos, evitando erros e desperdícios de tempo.

Esta ferramenta permite estimular a comunicação, ajudando os operadores a serem capazes de observar e interpretar os diferentes estados das atividades e intervir sobre as situações de inconformidade com a ação correta. <sup>[18]</sup>

A gestão visual pode ser implementada de várias formas, tais como sinais luminosos ou sonoros, imagens, marcações no chão, etiquetas, entre outros. O recurso a um código de cores também facilita a retenção da informação, como, por exemplo, um sinal verde indica algo positivo e o sinal vermelho um alerta. O uso da comunicação visual auxilia na normalização de processos, regras de segurança, organização da área de trabalho e também na definição de locais para os utensílios de trabalho e materiais.

Assim a gestão visual usada de forma eficiente ajuda os trabalhadores a eliminar desperdícios nas suas tarefas diárias, incentivando a implementação de metodologias *Lean* nas empresas. [22]

➤ **Normalização das tarefas**

O processo de normalização é um dos grandes pilares da filosofia *Kaizen*. A normalização das tarefas tem como objetivo aumentar a produtividade, garantir um elevado nível de qualidade, diminuindo a variabilidade e o desperdício. O conceito uniformizar, normalizar ou standardizar, significa fazerem todos do mesmo modo, seguindo a mesma sequência, as mesmas operações e as mesmas ferramentas. [18]

A normalização das tarefas consiste na documentação dos modos operatórios, através da definição da melhor sequência de realização das tarefas, de modo a garantir que todos seguem o mesmo procedimento, utilizam as mesmas ferramentas e que em situações diversas, sabem como atuar. A normalização permite a realização das tarefas de forma consistente, diminuindo a imprevisibilidade e a redução de desvios, tornando mais expectável o resultado final, contribuindo para a implementação da melhoria contínua, através da uniformização e da formalização por escrito dos processos e operações, preservando assim a continuidade das boas práticas. [18]



## 4. Processo Produtivo

O presente capítulo apresenta o processo produtivo da Cortadoria Nacional do Pêlo, fazendo referencia às matérias-primas utilizadas, aspetos relacionados com a gestão de produção e descrição dos vários processos produtivos assim como das etapas envolvidas.

### 4.1 Matérias – Prima

Relativamente à sua composição, uma pele é constituída pelo carnaz, que corresponde à parte interna que se encontrava em contacto com a carne e pelo pêlo. Na Figura 4.1 e Figura 4.2 é possível observar os constituintes de uma pele, a parte do pêlo e a parte do carnaz, respetivamente.

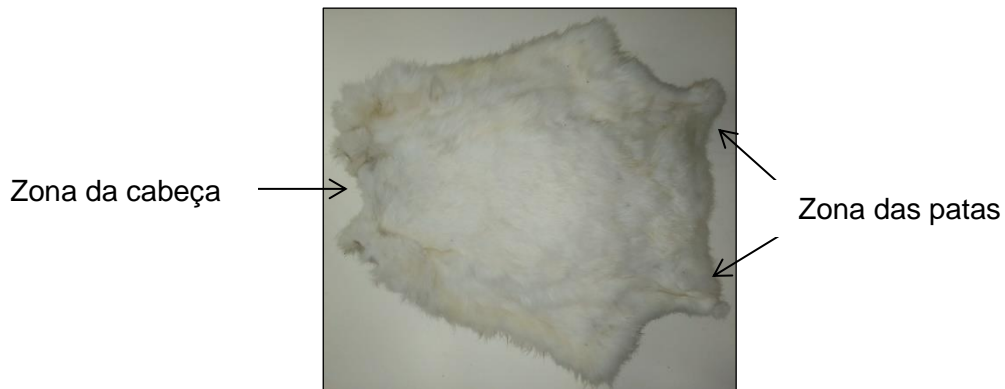


Figura 4.1- Pêlo



Figura 4.2- Carnaz

➤ **Tipos de peles**

São fornecidas diversas qualidades de peles, sendo o pêlo o que as distingue. Na tabela 4.1 encontram-se as diferentes qualidades de peles processadas, assim como os estados em que podem ser fornecidas.

As características a ter em conta para a viabilidade de uma pele são o tamanho, o comprimento da fibra, a densidade do pêlo e o teor de gordura.

Tabela 4.1- Qualidades de peles processadas e estado de fornecimento

Qualidades de Peles	Estado fornecimento
Branco A	Aparado e por aparar
Branco B	Aparado e por aparar
Branco C	Aparado e por aparar
Pardo A	Aparado e por aparar
Pardo B	Aparado e por aparar
Pardo C	Aparado e por aparar
Castor	Aparado e por aparar
Lebre	Por aparar
Bravo	Por aparar

• **Branco e Pardo:**

As peles branco e pardo são peles de coelho branco e de pardo respetivamente, estas podem ser classificadas com a letra A, B e C, esta classificação é referente à sua qualidade, ou seja, uma pele do tipo A apresenta uma melhor qualidade que uma do tipo B e C, por sua vez, uma pele do tipo C apresenta uma qualidade inferior. Na Figura 4.3 e Figura 4.4 é possível observar uma pele de qualidade branco e uma de qualidade pardo, respetivamente.



Figura 4.3- Pele de qualidade branco



Figura 4.4- Pele de qualidade pardo

- **Castor:**

As peles de castor podem ser de castor natural ou branqueado. Na Figura 4.5 e Figura 4.6 é possível observar uma pele de castor natural e uma de castor branqueado, respetivamente.



Figura 4.5- Pele de castor natural

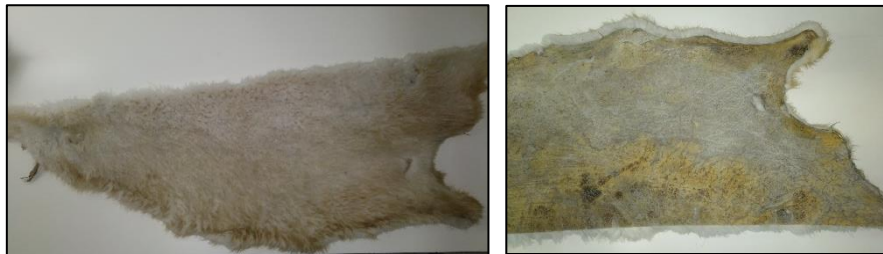


Figura 4.6- Pele de castor branqueado

- **Bravo e Lebre:**

Tanto as peles de bravo como de lebre sofrem sempre a operação de pré- limpeza. Na Figura 4.7 e Figura 4.8 é possível observar uma pele de lebre e uma de bravo, respetivamente.



Figura 4.7- Pele de lebre



Figura 4.8- Pele de bravo

### ➤ **Armazenamento**

No que diz respeito ao armazenamento, as peles quando dão entrada na Cortadoria são sujeitas a um controlo de qualidade na receção da matéria-prima, ou seja, são pesadas, realizado o seu registo são armazenadas em camaras frigorificas consoante a sua qualidade.

As peles são conservadas em camaras em determinadas condições de humidade e temperatura, de forma a garantir a qualidade do pêlo e a preservação das peles.

No sistema produtivo estas camaras denominam-se como armazém de peles secas.

## **4.2 Gestão de Produção**

A Gestão da Produção define-se como uma atividade pela qual os recursos, fluindo dentro de um sistema definido, são reunidos e transformados de forma controlada, para acrescentar valor, de acordo com as políticas definidas pelos responsáveis da empresa.

A Cortadoria Nacional de Pêlo opera 5 dias por semana, funcionando por vários turnos cada um sendo de oito horas consoante a operação do processo. Relativamente ao processo produtivo esta emprega dois processos, o processo via convencional e o via seca, o processo é aplicado consoante a matéria-prima a tratar.

O processo produtivo apresenta-se subdividido em dois setores, o setor de peles e o setor de pêlo, sendo cada um da responsabilidade do respetivo chefe de produção.

O setor de peles abrange as operações de preparação das peles, escanhoagem, secretagem e secagem e as operações exclusivamente do processo via seca.

Enquanto que no setor de pêlo estão abrangidas as operações de corte mecânico, separação e extração, desengorduramento, mistura e acabamento.

### ➤ **Layout produtivo**

O *layout* nas indústrias tem um papel importante para uma gestão de produção eficiente. A sua correta implementação proporciona um fluxo de comunicação entre as atividades mais eficiente, uma melhor utilização da área disponível, um fluxo de trabalho mais eficiente e facilidade na gestão das atividades.

A zona operação de cada etapa do processo produtivo encontra-se visualmente numerada e identificada no pavimento, como se pode observar na Figura 4.8.

A Tabela 4.2 descreve a sequência de operações do processo convencional, assim como a respetiva numeração.

Tabela 4.2- Sequência de operações

Número	Operação
1	Pré- limpeza
2	Preparação de Peles
3	Limpeza
4	Secretagem
5	Secagem
6	Corte Mecânico
7	Separação
8	Desengorduramento
9	Mistura
10	Acabamento



Figura 4.8- Exemplo da identificação das operações

O tipo de layout adotado na Cortadoria Nacional de Pêlo é do tipo produto ou linear, ou seja, os equipamentos estão organizados de acordo com a sequência de operações do processo produtivo. Em suma desloca-se os produtos enquanto os equipamentos permanecem fixos. [23]

#### ➤ Planeamento de produção

Relativamente à produção esta é realizada baseando-se no conceito *Just-In-Time* (JIT), ou seja, define-se como um sistema no qual a produção e a movimentação ocorrem à medida que são necessários. Produto certo, no momento certo e na quantidade certa. Assenta no fornecimento instantâneo, fazendo desaparecer stocks. [24]

Outra ferramenta utilizada é o sistema *Kanban*, que tem como intuito administrar o método de produção JIT, mais concretamente através de um sistema de informação com cartões, controlando as quantidades a serem produzidas pela empresa. A filosofia *Kanban* caracteriza-se pelo sistema visual, sendo que as cores utilizadas são equiparadas a um semáforo, na qual a cor verde significava que a produção está a um bom ritmo, o amarelo devemos ficar em alerta e o vermelho significa que a situação está crítica.

No que diz respeito ao planeamento de produção, todas as semanas é efetuado um plano de produção de acordo com as encomendas em carteira de clientes. Este tipo de planeamento

é definido como *Make-to-Order* (MTO). Este tipo de planeamento diferencia-se, uma vez que, não se criam *stocks* de produtos finais não originando custos de armazenamento. Relativamente ao prazo de entrega, este é previamente planeado, tornando o produto ajustável às necessidades do cliente, por sua vez neste tipo de planeamento torna-se necessário a utilização de fontes alternativas, tais como horas extras, a fim de cumprir o prazo de entrega.

➤ **Registos de produção**

A realização de registo é iniciada no momento em que as peles dão saída do armazém, no decorrer do processo são realizados vários registos assim como originados documentos, sem-do eles a ordem de fabrico de produção (OFP), a ordem de fabrico (OF) e a ordem de acabamento (OA). A Tabela 4.3 apresenta os registos que são realizados em cada tipo de processo.

Tabela 4.3- Registos de produção realizados

Registo	Processo via convencional	Processo via seca
Saída de armazém de peles	x	x
Produção de aparar	x	x
Composição tambores	x	x
Escanhoagem	x	
Secagem Peles	x	x
Produção tambores	x	x
Produção de corte peles e pêlo	x	x
Produção desengorduramento	x	x
Produção pré-suflosas	x	x
Produção suflosas	x	x
Produção peles impregnadas		x
Produção amaciar		x

Para cada produto a produzir de acordo com o planeamento semanal é gerada uma OFP, que tem como finalidade dar a saída de peles do armazém.

O documento gerado posteriormente à OFP é a OF, esta é constituída por informações sobre o artigo a produzir, como a quantidade e o seu fornecedor, dados técnicos da operação de secretagem, como o secreto, o caudal e a velocidade a utilizar, informações sobre materiais a fornecer, também apresenta a ordem de operações do processo a que o artigo vai ser sujeito e por fim valores relativos ao controlo de qualidade em curso, como o índice de alcalinidade ou o teor de gordura.

O último documento relativo ao processo produtivo gerado é a OA. Esta é realizada na operação de acabamento e nela consta informações do artigo, descrição do componente,

como o lote utilizado, resultados de humidade, índice de alcalinidade, teor de gordura e por último informações sobre o embalamento do produto final.

➤ **Produto final**

Para a obtenção do produto final requerido a operação de mistura desempenha um papel fulcral, uma vez que é nesta operação que se misturam os vários componentes, em proporções já definidas, que originam o produto final de desejado.

O local de armazenamento é designado por supermercado, este está organizado com marcações visuais de acordo com a qualidade, para facilitar a operação, como se pode observar na Figura 4.9.



Figura 4.9- Organização do supermercado

O pêlo é armazenado em sacos próprios, devidamente identificados, procedentes da operação de separação e são colocados em carros de transporte também identificados.

Em relação à ordem de saída de stock do supermercado é utilizado o conceito *first-in-first-out* (FIFO), que significa “o primeiro a entrar é o primeiro a sair”. Este método suporta que o que é armazenado em primeiro lugar é o primeiro a sair do armazém, fazendo com que os produtos que constam em inventário são os produtos armazenados mais recentemente.<sup>[25]</sup>

No que diz respeito ao embalamento do produto final, este é efetuado consoante a qualidade do produto (Tipo de pele) e o cliente para o qual vai ser enviado. Para tal foi criada uma especificação técnica.

## 4.3 Tipo de Processos

Neste subcapítulo são apresentados os fluxogramas para cada tipo de processo produtivo assim como uma breve descrição de cada um.

### 4.3.1 Processo via Convencional

O processo via convencional é o processo produtivo implementado há mais tempo. Antes da implementação do processo via seca, este era aplicado independentemente do tipo de peles a processar.

Segundo o fluxograma da Figura 4.10, as peles a tratar de acordo com o plano de produção, provêm do armazém de peles secas sendo enviadas para a operação de pré – limpeza, se estas apresentem-se rijas, coladas ou com bicho, caso contrário são enviadas para aparar, acompanhadas da respetiva OFP.

Depois da operação de aparar resultam as peles aparadas que seguidamente sofrem uma limpeza com a finalidade de serem humedecidas e desengorduradas. A próxima operação, acompanhada da respetiva OF, é a escanhoagem, onde se retira o canhão do pêlo, segue - se a secretagem na qual as peles são pulverizadas por uma solução química e dão entrada na estufa para serem secas, no final obtém-se peles secretadas.

As peles secretadas são encaminhadas para o corte mecânico com a finalidade de separar o carnoz do pêlo. Na operação de separação e extração elimina-se algum carnoz ainda existente no pêlo e simultaneamente é limpo, obtendo-se pêlo separado. Este segue para o desengorduramento para remover a gordura em excesso, uma vez que esta condiciona a capacidade feltrante do pêlo.

Depois de desengordurado obtém- se pêlo para acabamento. Antes do acabamento o pêlo ainda é submetido a um processo de mistura, onde se mistura os vários componentes com a finalidade de obter a mistura desejada e de acordo com composições definidas.

O pêlo da mistura, acompanhada da respetiva OA, é por fim enviado para o acabamento, podendo este ser suflado ou pré-suflado. No final do processo obtém-se então o pêlo acabado que é embalado e no enfardamento são confeccionados fardos com as várias embalagens de pêlo para poderem ser expedidos.

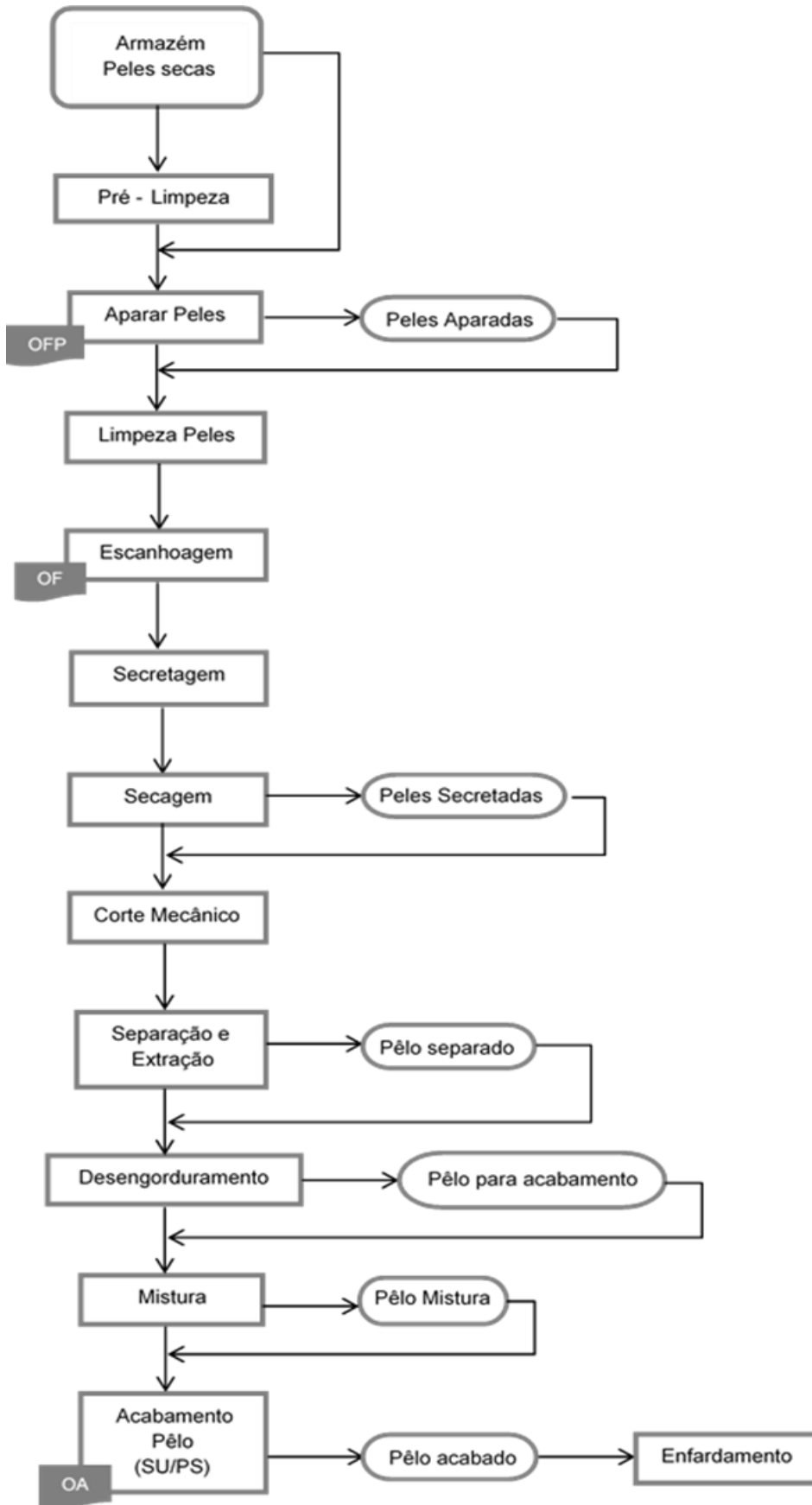


Figura 4.10- Fluxograma do processo via convencional

#### 4.3.2 Processo via seca

O processo via seca é um processo de recente implementação, tendo algumas etapas comuns ao processo via convencional. O que distingue este processo do convencional é a particularidade de o carnez não ser destruído, mas sim aproveitado para posteriormente dar origem a um novo produto. As peles utilizadas neste processo são sujeitas a um critério de seleção, a qualidade da pele por norma é do tipo A, estas devem estar inteiras e não devem ser rijas.

Segundo o fluxograma da Figura 4.11, as peles a tratar de acordo com o plano de produção, provêm do armazém de peles secas sendo enviadas para a operação de pré – limpeza, se estas apresentem-se rijas, coladas ou com bicho, caso contrário são enviadas para aparar, acompanhadas da respetiva OFP.

Depois da operação de aparar resultam as peles aparadas que seguidamente sofrem uma limpeza com a finalidade de serem humedecidas e desengorduradas. A próxima operação, acompanhada da respetiva OF, é o desengorduramento para remover a gordura em excesso. Seguidamente as peles são escanhoadas, ou seja, retira-se o canhão do pêlo, segue - se a secretagem na qual as peles são pulverizadas por uma solução e dão entrada na estufa para serem secas, no final obtém-se peles secretadas.

As peles secretadas seguem para a zona de preparação da pele, para realizar o corte. Primeiramente são impregnadas no carnez, depois são estiradas, escovadas, escanhoadas e finalmente o pêlo é cortado por divisão.

O corte por divisão é a operação seguinte onde obtemos separadamente o pêlo e o carnez. Antes de seguir para a separação e extração ainda é efetuada a tosquia, de forma a aproveitar o máximo de pêlo sem danificar o carnez.

O pêlo resultante segue então para a operação de separação e extração, operação na qual se elimina algum carnez ainda existente no pêlo e simultaneamente se limpa o pêlo, obtendo-se pêlo separado, que segue para a operação de mistura, onde se mistura os vários componentes com a finalidade de obter a mistura desejada.

O pêlo mistura, acompanhada da respetiva OA, é por fim enviado para o acabamento, podendo este ser suflado ou pré-suflado. No final do processo obtém-se então o pêlo acabado que é embalado e no enfardamento são confeccionados fardos com as várias embalagens de pêlo para poderem ser expedidos.

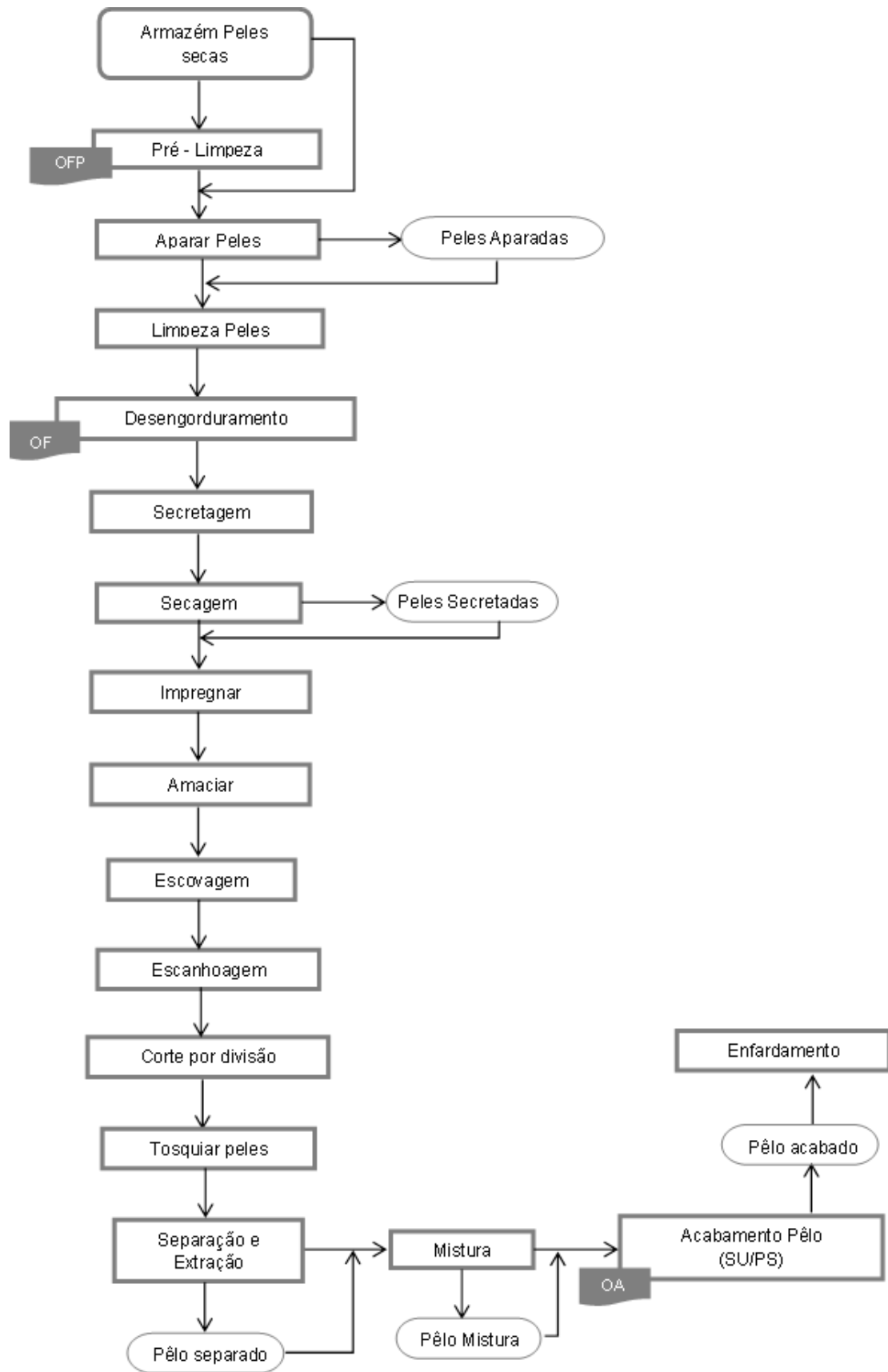


Figura 4.11- Fluxograma do processo via seca



## 4.4 Descrição das operações do processo

Neste subcapítulo é realizada uma descrição das várias operações às quais as peles e o pelo são submetidas no seu processo produtivo, mencionando o objetivo, assim como alguns conceitos relativos a cada operação.<sup>26</sup>

### ➤ **Preparação das Matérias-primas**

As peles antes de serem fornecidas à Cortadoria sofrem apenas tratamento de secagem, limpeza e conservação. Estas são fornecidas e embaladas em fardos, exceto a pele de castor que é fornecida em sacos de serapilheira ou caixas de cartão, todas as peles são armazenadas em condições controladas de humidade e temperatura.

Quando armazenadas, as peles necessitam de ser fumigadas para prevenir contaminações.

### ➤ **Preparação de peles**

A etapa de preparação de peles é constituída por três operações, Pré-Limpeza, Aparar e Limpeza, de acordo com as peles em armazém é definido o tipo de preparação necessária.

#### ▪ **Pré- Limpeza**

A operação de pré-Limpeza é realizada sempre que as peles apresentem bicho, estejam coladas ou duras, exceto as peles de lebre, que são pré- limpas para que se consiga aparar-las, e consiste em retirá-las dos fardos e colocá-las em fulões para as sacudir. Os fulões utilizados são rotativos, permitindo assim soltar as peles e fazer a sua limpeza.

O tempo de cada ciclo de operação é de aproximadamente vinte minutos e a capacidade máxima admitida depende do fulão utilizado.

#### ▪ **Aparar peles**

Esta operação consiste em retirar das peles, caso apresentem, a cabeça, as patas e a cauda, de modo a aproveitar o máximo de pele possível e abrir ao meio as peles de forma a poderem ser tratadas.

Os equipamentos utilizados para tal são máquinas de disco e máquinas de fuso.

## ▪ **Limpeza**

A operação de limpeza consiste em colocar as peles nos fulões com a finalidade de serem humedecidas e desengorduradas. Para tal é necessário colocar serrim e água nas peles no início da operação, tanto a quantidade de água como a de serrim varia com o tipo de pele a tratar.

A operação consiste em duas fases, limpeza de peles e sacudir peles. A fase de limpeza tem como objetivo passar o serrim e a água pelas peles e a fase de sacudir consiste em bater as peles para a eliminação do serrim presente, tanto o tempo de limpeza como o de sacudir varia com o tipo de pele a tratar. A capacidade máxima admitida depende do fulão utilizado.

### ➤ **Escanhoagem**

A etapa de escanhoagem é uma operação de corte e consiste em retirar o canhão existente na pele, ou seja, cortar as pontas de canhão, uma vez que estas são prejudiciais no processo de feltragem. As peles têm de ser colocadas no sentido da cabeça para a cauda na máquina. O que se pretende nesta etapa são peles bem escanhoadas, bem abertas e com uma humidade ideal.

Nesta etapa é necessário ter a humidade das peles controlada, uma vez que, as peles húmidas enrolam-se na máquina, enquanto que as peles que se encontrem muito secas, ou não se conseguem escanhoar, ou então são escanhoadas em demasia, correndo o risco de ficarem rapadas.

### ➤ **Secretagem**

Na etapa de secretagem as peles são pulverizadas por uma solução química, que varia consoante o tipo de pêlo a produzir.

Os parâmetros desta operação que são controlados são o caudal, a velocidade e temperatura de secagem.

Para secretar peles é necessário ter em atenção a colocação da pele, ou seja, esta têm de ser colocada no sentido da cabeça para a cauda, de forma a q o pêlo fique penteado.

### ➤ **Secagem**

Na etapa de secagem o objetivo é secar completamente as peles sem queimar as fibras e para tal utiliza-se uma estufa de cinco estágios contínuos de secagem. As peles são colocadas na estufa com o pêlo orientado para cima.

No final da etapa é necessário analisar as peles, de forma a observar se elas se encontram bem secretadas e bem secas, estas devem ser colocadas pêlo com pêlo.

➤ **Corte Mecânico**

Nesta etapa as peles já secas são submetidas ao corte com o objetivo de separar o carnaz do pêlo. Para a realização da operação é necessário ter em consideração alguns fatores, tais como, as peles devem apresentar-se completamente secas e lisas, ou seja, não devem apresentar-se enrugadas.

As peles devem ser colocadas na máquina no sentido da cabeça para a cauda, esticadas, de forma a evitar dobras e com o carnaz orientado para cima.

O subproduto obtido nesta operação designa-se por vermicelle, este é composto maioritariamente por carnaz.

➤ **Separação e Extração**

▪ **Separação**

Esta etapa recebe o pêlo que resulta do corte mecânico e elimina algum carnaz ainda existente no pêlo limpando-o em simultâneo. Desta etapa resultam dois produtos, o pêlo que segue para o desengorduramento e o pêlo de bocados que segue para a extração mecânica.

Nesta etapa é realizada a recolha de amostras ao longo do lote para medição do índice de alcalinidade, permitindo verificar se o pêlo se encontra dentro dos parâmetros de conformidade.

▪ **Extração Mecânica**

Na operação de extração mecânica a máquina é alimentada de pêlos de bocados. Nesta etapa os bocados são esmagados e compactados para no final se obter pêlo.

➤ **Desengorduramento**

A etapa de desengorduramento consiste em desengordurar o pêlo ou peles com percloro etileno, este ajuda a retirar a gordura em excesso. É necessário realizar uma análise ao pêlo para determinar o seu teor de gordura (TG). Esta característica é muito importante para a feltragem de pêlo nos clientes.

O castor natural e o branqueado são desengordurados na barca, onde a gordura é retirada de forma controlada. Esta operação segue uma formulação específica, tendo uma elevada importância no processo de feltragem.

➤ **Mistura**

Esta etapa consiste na mistura de vários componentes com a finalidade de obter a mistura desejada.

A operação de mistura é composta por diversos equipamentos em linha e durante o percurso as fibras do pêlo vão-se abrindo até se obter uma mistura o mais homogénea possível.

➤ **Acabamento**

O acabamento pode ser efetuado de duas formas, suflagem ou pré-suflagem, o processo é semelhante, mas o produto obtido no final tem algumas diferenças.

▪ **Suflagem**

As máquinas de suflar têm como função limpar e acabar o pêlo, ou seja, realizam a separação do pêlo e das impurezas por gravidade, estas estão separadas em dois tipos de equipamentos de suflar.

▪ **Pré-Suflagem**

A operação de pré-suflar é semelhante à suflagem, limpa o pêlo, mas com uma qualidade inferior, ou seja, o pelo não sai solto no final da operação, esta operação apenas penteia o pêlo.

➤ **Impregnar**

A operação de impregnar é somente efetuada no processo de via seca e tem como objetivo preparar as peles para o corte por divisão, mais concretamente aplicar uma solução química no carnaz, de forma a torna-lo menos duro e cortam as pontas da pele para que esta não encrave na máquina de corte por divisão.

As peles impregnadas necessitam de ficar em repouso por um período de 24 horas antes de serem encaminhadas para a operação seguinte.

➤ **Estiragem**

A operação de estiragem, trata-se de uma operação para preparação da pele e tem como objetivo amaciar o carnaz para posteriormente efetuar o corte por divisão.

➤ **Escovagem**

A operação de escovagem consiste na preparação do pêlo, mais especificamente penteá-lo.

➤ **Corte divisão**

A operação de corte por divisão consiste no aproveitamento máximo de comprimento do pêlo, sem danificar a pele, que posteriormente vai dar origem a um novo produto.

A pele só pode ser introduzida na máquina uma vez, para que o carnaz não seja destruído.

➤ **Tosquiar**

Esta operação e tem como objetivo remover o máximo de pêlo que ainda se encontra na pele, sem a danificar.

## 4.5 Levantamento Produtivo

Neste subcapítulo são descritos aspetos relativos ao processo produtivo, como os objetivos de produção, equipamentos utilizados e o laboratório de qualidade.

### ➤ **Objetivos de Produção**

De forma a cumprir o planeamento de produção semanal, cada setor apresenta objetivos de produção para as suas operações.

### ➤ **Laboratório de Qualidade**

O laboratório de qualidade é responsável por a análise do pêlo, com o intuito de verificar se este se encontra dentro dos parâmetros que o cliente especificou, em suma verificar se o pêlo se encontra conforme ou não conforme.

As análises laboratoriais são realizadas apenas para algumas operações e as análises realizadas variam com a operação em que o pêlo foi recolhido.

O laboratório efetua análises do índice de alcalinidade (IA), teor de gordura (TG), humidade (HU), acidez, controlo de cor e controlo de limpeza.

Efetua-se a recolha de amostras de pêlo para análise na operação de separação/extração, desengorduramento e acabamento. No caso do castor branqueado é realizada uma análise de IA em cru, ou seja, quando este dá entrada no armazém é retirada uma amostra de pele para efetuar a análise. A colheita da amostra é realizada segundo uma instrução de qualidade.

Para o pêlo separado realiza-se as análises de IA, humidade, acidez e TG, sendo que a ultima análise só é efetuada para pêlo de qualidade BA, PA, castor, lebre, bravo e pêlo procedente do processo via seca.

Na operação de desengorduramento apenas é efetuada a análise de TG, e no acabamento analisa-se o IA, o TG, a humidade, a acidez e realiza-se o controlo de cor e de limpeza.

Com os resultados obtidos dos IA e TG, o laboratório semanalmente e mensalmente calcula o índice de qualidade (IQ), para ambas as análises, com a finalidade de obter a percentagem não-conforme de pêlo produzido.

➤ **Indicadores de desempenho**

Os indicadores de desempenho correspondem a um conjunto de indicadores que permitem avaliar continuamente a posição e evolução de uma determinada atividade/processo que decorre numa empresa. O seu objetivo principal é o acompanhamento dos processos produtivos, ou seja, através deles é possível identificar, analisar e melhorar (PDCA).

Os indicadores devem estabelecer um objetivo a atingir, com o intuito de motivar os colaboradores a alcançar o seu melhor desempenho, de forma a atingir ou até superar o objetivo estipulado. Se os objetivos não sejam concretizados, torna-se necessário realizar uma análise às possíveis causas, e conseqüentemente elaborar um plano de ações corretivas.

Para o uso correto de indicadores é necessário definir metas anuais cujos objetivos sejam periódicos, mensais ou semanais e estes devem apresentar-se publicados no planeamento da empresa, a fim de que todos os colaboradores possam ter conhecimento e ser responsabilizados pelo andamento dos processos que irão contribuir para os valores das métricas.<sup>[27]</sup>

Os indicadores de desempenho formam um instrumento de gestão que não só possibilitam a identificação de processos que não se encontram no rumo pretendido, como também possibilitam a melhoria e em simultâneo permitem apoiar decisões de gestão.

Relativamente aos indicadores de desempenho utilizados como apoio ao processo, estes encontram-se apresentados por produção e qualidades em quadros referentes a uma determinada operação, como se pode observar na Figura 4.12.



Figura 4.12- Quadro com os indicadores de desempenho

Um dos indicadores de desempenho apresentados em várias operações é a percentagem de perdas (% perdas), esta apresenta um limite máximo consoante o artigo e calcula-se através da equação:

$$\% \text{ perdas} = \frac{\text{Quant.entrada} - \text{Quant.saída}}{\text{Quant.entrada}} \times 100 \quad (\text{Eq.2})$$

Na Figura 4.13 observa-se um exemplo de um dos indicadores de desempenho de qualidade afixados, percentagem de perdas.

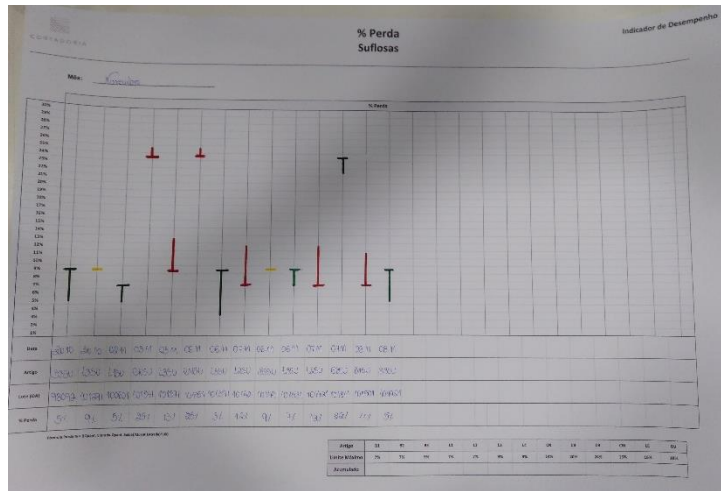


Figura 4.13- Exemplo de um Indicador de Desempenho

➤ Equipamentos e manutenção

Em termos dos equipamentos utilizados no processo, estes são específicos para cada operação, apresentando-se respetivamente numerados, ou seja, cada máquina tem um número. Na Tabela 4.4 encontra-se os equipamentos utilizados em cada operação.

Tabela 4.4- Equipamento utilizado em cada operação

<b>Operação</b>	<b>Equipamento</b>
Pré- limpeza	Fulões de limpeza
Aparar	Máquina de disco
	Máquina de fuso
Limpeza	Fulões de limpeza
Escanhoagem	Máquinas de escanhoar
Secretagem	Máquinas de secretar
Secagem	Estufa
	Secador
Corte mecânico	Máquinas de corte
	Máquinas de corte às tiras
Separação	Separadoras
Extração Mecânica	Máquinas de Extração
Desengorduramento	Máquinas de desengordurar
Mistura	Misturadora
	Abridora de madeira
	Abridora cónica
	Balões
Pré-suflagem	Máquinas de pré-suflar
Suflagem	Máquinas de suflar
Centrifugar	Centrifuga
Descarnar	Máquina de descarne
Estiragem	Máquina de estirar
Escovagem	Máquina de escovar
Tosquiar peles	Aparadora

Para que as interrupções do processo produtivo sejam mínimas, a empresa conta com uma equipa de manutenção, que sempre que necessário realiza a manutenção dos equipamentos, para que estes estejam a operar nas melhores condições não prejudicando o planeamento de produção.

Ao realizar o levantamento produtivo constatou-se que no local de cada operação não havia nenhuma referência de como proceder à realização da operação, ou seja, não se encontrava disponível nenhum manual de operação. Os novos membros que integravam a equipa acompanhavam as operações com um membro mais experiente antes de as realizarem autonomamente.

Foi então proposto a realização de instruções de trabalho para cada operação, com a finalidade de uniformizar o procedimento da operação, eliminando práticas menos corretas de operação que em alguns casos levam à avaria dos equipamentos e para que novos membros

integrantes sigam as instruções de maneira autonomamente, não ocorrendo diminuição da produção.

## 5. Elaboração e validação de documentos de trabalho no âmbito da gestão de qualidade

Com a finalidade de uniformização dos procedimentos em cada operação e também como auxílio para novos membros integrantes na equipa, no período de estágio foram elaboradas instruções de trabalho (IT) para cada operação do processo produtivo, assim como instruções de limpeza (IL), instruções de qualidade (IQ) e especificações técnicas (ET).

Uma Instrução de Trabalho (IT) trata-se de um documento de elevada importância no Sistema de Gestão da Qualidade (SGQ) ISO 9001, uma vez que descreve o modo correto de se executar uma determinada atividade, fazendo referência, passo a passo, com auxílio de ilustração de como realizar determinada operação, uma vez que, posteriormente esta servirá como conteúdo para novos colaboradores, mas também para que se tenha um processo claro e objetivo.<sup>28</sup>

A Instrução de Limpeza apresenta a mesma finalidade e configuração que uma IT, mas focaliza-se na forma de executar a limpeza detalhada de um equipamento.

Para proceder à realização das IT e IL procedeu-se ao acompanhamento das operações no local, registando todas as operações realizadas com o respetivo registo fotográfico. Também para a elaboração das instruções procedeu-se à identificação de todos os componentes dos painéis de controlo, assim como dos equipamentos, como se pode observar na Figura 5.1.

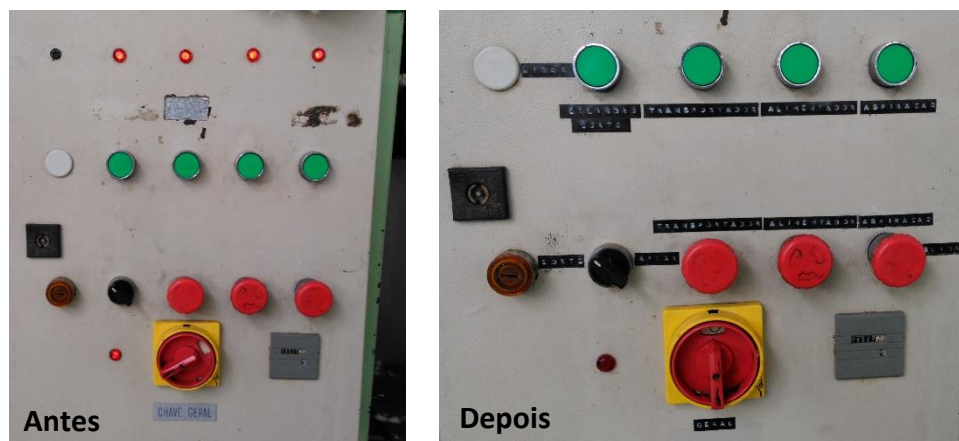


Figura 5.1- Painel de controlo do equipamento antes e depois da respetiva identificação para realização das IT

Depois de recolhida a informação necessária e a identificação concluída procedeu-se à elaboração da instrução.

Em termos de estrutura cada instrução é composta em primeiro lugar por o nome da operação, a linha de operação, a identificação da máquina utilizada e o responsável da operação. Na IT antes da descrição das atividades, ainda é apresentado o objetivo da operação. As atividades para além de descritas por escrito são também apresentadas em fotografia, facilitando a sua compreensão. Por último constam o nome da pessoa que elaborou, verificou e aprovou a instrução, como se pode observar na Figura 5.2 à Figura 5.7.




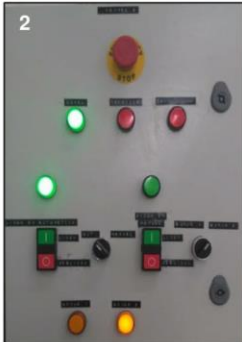

 <b>Instrução de trabalho – Desengorduramento</b> CORTADORIA			
Linha de produção:	Máquina:	Responsável:	IT
Desengorduramento	4001/4002	Operador de desengorduramento	013-17
<b>Objetivo</b> - Retirar de forma controlada a gordura existente no pêlo, de acordo com a qualidade pretendida. Esta operação é da maior importância para o processo de feltragem.			
Nº:	Atividade	Fotografia	
1	No painel de controlo nº 1 rodar o botão Geral para o modo ON, carregar no botão verde para ligar o Chiller e o recuperador, respetivamente.  Medir o pH da água Chiller no respetivo tanque e fazer o registo no impresso <b>IMP026-013</b> na parte referente à medição do pH na Água Chiller (gráfico 2).	 	
2	No painel de controlo nº 2 rodar o botão Geral para o modo ON e carregar no botão verde para ligar o modo automático, para ligar a bomba de água.		
3	No painel de controlo nº 3 (aditivos) rodar o botão Geral para o modo ON, seleccionar o modo Manual e a partir das 8 horas da manhã colocar em modo automático, para a bomba 1 e bomba 2.		
<b>Elaborado:</b> _____ 23/06/2017 (Mariana Carreira)		<b>Verificado:</b> _____ 26/06/2017 (Anabela Marques)	
<b>Aprovado:</b> _____ 28/06/2017 (Sandra Almeida)		Página 1/6	

Figura 5.2- Instrução de trabalho da operação de desengorduramento (pg. 1)



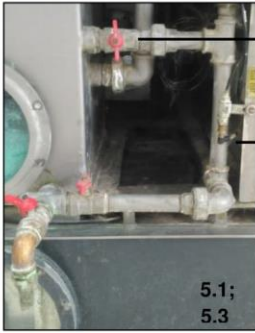


 <b>Instrução de trabalho – Desengorduramento</b>			
<b>Linha de produção:</b> Desengorduramento		<b>Máquina:</b> 4001/4002	<b>Responsável:</b> Operador de desengorduramento
			<b>IT</b> 013-17
<b>Objetivo</b> - Retirar de forma controlada a gordura existente no pêlo, de acordo com a qualidade pretendida. Esta operação é da maior importância para o processo de feltragem.			
Nº:	Atividade	Fotografia	
4	<b>Máquina 4001/4002</b> – Rodar o botão Geral para o modo ON.  No painel da máquina carregar na seta com o sentido para baixo até selecionar o programa 5, no botão Enter e no Start, respetivamente, no final do programa é emitido um aviso sonoro.		
5	Antes de colocar peles ou pêlo na máquina <b>4001</b> é necessário realizar o esvaziamento do tanque.		
5.1	<u>Esvaziamento do tanque separador:</u>  Abrir a torneira nº 1.  Puxar a válvula para baixo.  Na parte traseira da máquina abrir o passador.		
5.2	No painel da máquina 4001 carregar no botão Manual, no botão 31 e no botão 33, respetivamente, durante aproximadamente 3 min.		
5.3	Quando o tanque se encontrar sem solução, carregar no botão Manual, fechar o passador, colocar a válvula para cima e fechar a torneira nº 1, respetivamente.		
<b>Elaborado:</b> _____ 23/06/2017 (Mariana Carreira)		<b>Verificado:</b> _____ 26/06/2017 (Anabela Marques)	
<b>Aprovado:</b> _____ 28/06/2017 (Sandra Almeida)		Página 2/6	

Figura 5.3- Instrução de trabalho da operação de desengorduramento (pg.2)





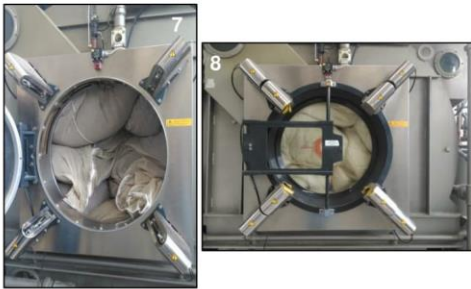

 <b>Instrução de trabalho – Desengorduramento</b>			
<b>Linha de produção:</b> Desengorduramento		<b>Máquina:</b> 4001/4002	<b>Responsável:</b> Operador de desengorduramento
		<b>IT</b> 013-17	
<b>Nº:</b>	<b>Atividade</b>	<b>Fotografia</b>	
6	<p>Enquanto se realiza o esvaziamento do tanque da máquina <b>4001</b>, colocar peles ou pêlo para desengordurar na máquina <b>4002</b>.</p> <p>Antes de se iniciar a lavagem é necessário puxar a solução do tanque 1 para o 2 ou do tanque 3 para o 2.</p> <p>A solução não deve exceder a capacidade de:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 225 L para pêlo;</li> <li>• 250 L para peles de castor;</li> <li>• 300 L para peles.</li> </ul>		
6.1	<p><b>Puxar do tanque 1 para o 2</b> – No painel da máquina carregar no botão manual, no botão 12, 23 e 28, quando se atinge a quantidade pretendida carregar novamente no botão 28.</p>		
6.2	<p><b>Puxar do tanque 3 para o 2</b> – No painel da máquina carregar no botão manual, no botão 14, 23 e 28, quando se atinge a quantidade pretendida carregar novamente no botão 28.</p>		
7	<p>No painel da máquina carregar no botão Open para abrir a porta.</p> <p>Introduzir as peles ou pêlo.</p> <p>O peso de carga não deve exceder:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 45 kg para peles de castor;</li> <li>• 60 kg para pêlo;</li> <li>• 65 kg para peles.</li> </ul>		
8	<p>Fechar a porta, carregar no botão azul e no Lock, respetivamente, para a porta trancar.</p>		
<b>Elaborado:</b> _____ 23/06/2017 (Mariana Carreira)		<b>Verificado:</b> _____ 26/06/2017 (Anabela Marques)	
		<b>Aprovado:</b> _____ 28/06/2017 (Sandra Almeida)	
			Página 3/6

Figura 5.4- Instrução de trabalho da operação de desengorduramento (pg.3)





 <b>Instrução de trabalho – Desengorduramento</b> CORTADORIA			
<b>Linha de produção:</b> Desengorduramento		<b>Máquina:</b> 4001/4002	<b>Responsável:</b> Operador de desengorduramento  <b>IT</b> 013-17
Nº:	Atividade	Fotografia	
9	No painel da máquina carregar no botão correspondente ao programa de lavagem pretendido, segundo a <b>ET005-17</b> .		
10	A partir do passo 11, caso a solução presente no tanque se encontre demasiado amarelada é necessário destilá-la, se esta se encontrar límpida não é necessário.  Só se realiza a destilação quando a solução presente no tanque já não se encontra em boas condições para realizar outra lavagem, ou seja, quando apresenta uma quantidade de gordura significativa.		
11.1	<u>Para efetuar a destilação:</u> Não esquecer o número do passo em que se encontra o ciclo de lavagem antes de iniciar a destilação.		
11.2	No painel da máquina carregar duas vezes no Stop, para desligar.  Carregar no botão manual, no botão 12, no 25 e no 28, durante aproximadamente 1,5 min.		
11.3	Carregar na seta com orientação para cima e duas vezes no Enter.  Para colocar no passo em que a operação se encontra quando se iniciou a destilação, carregar na seta.  Carregar no Enter e no Start, para a continuação da operação.		
12	Quando a operação termina é emitido um sinal sonoro.		
12.1	Carregar no botão Open para abrir a porta.  Retirar os sacos do interior. Recolher amostras para encaminhar para o laboratório, de acordo com a <b>ET008-17</b> .		
<b>Elaborado:</b> 23/06/2017 (Mariana Carreira)		<b>Verificado:</b> 26/06/2017 (Anabela Marques)	<b>Aprovado:</b> 28/06/2017 (Sandra Almeida)  Página 4/6

Figura 5.5- Instrução de trabalho da operação de desengorduramento (pg.4)







 <b>Instrução de trabalho – Desengorduramento</b>			
<b>Linha de produção:</b> Desengorduramento		<b>Máquina:</b> 4001/4002	<b>Responsável:</b> Operador de desengorduramento
		<b>IT</b> 013-17	
Nº:	Atividade	Fotografia	
12.2	Colocar os sacos no carro de transporte. Pesar o carro de transporte, retirar o valor da tara do carro do valor obtido. Registrar o valor da pesagem no impresso <b>IMP009-13</b> e no S.I. Colocar a etiqueta de pesagem no carro de transporte.		
13	Quando o esvaziamento do tanque separador estiver concluído, pode-se iniciar o desengorduramento de peles ou pêlo na máquina <b>4001</b> , o procedimento é o mesmo que o da máquina <b>4002</b> (atividade Nº 6 até atividade Nº 12.2).		
14	Se não se realizar mais nenhuma lavagem carregar no botão azul e no Lock para fechar a porta.		
15	No impresso <b>IMP026-013</b> fazer o registo do Potencial Redox na Água Separada (gráfico 1), os valores são observados no painel de controlo nº 3.		
16	Rodar o Geral da máquina para o modo OFF, para desligar.		
17	No painel de controlo nº3 (aditivos) rodar o botão da Bomba 1 e da Bomba 2 para o 0. Rodar o Geral para o modo OFF, para desligar.		
		 	
<b>Elaborado:</b> 23/06/2017 (Mariana Carreira)		<b>Verificado:</b> 26/06/2017 (Anabela Marques)	<b>Aprovado:</b> 28/06/2017 (Sandra Almeida)
		Página 5/6	

Figura 5.6- Instrução de trabalho da operação de desengorduramento (pg.5)


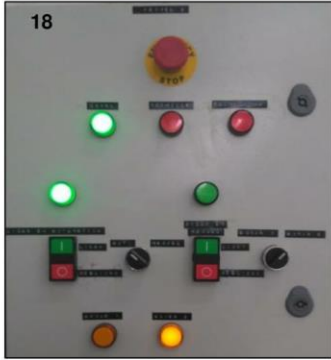
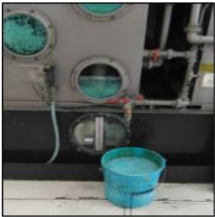


 <b>Instrução de trabalho – Desengorduramento</b> CORTADORIA			
<b>Linha de produção:</b> Desengorduramento		<b>Máquina:</b> 4001/4002	<b>Responsável:</b> Operador de desengorduramento  <b>IT</b> 013-17
Nº:	Atividade	Fotografia	
18	No painel de controlo nº2 carregar no botão vermelho para desligar o modo automático.  Rodar o Geral para o modo OFF, para desligar.		
19	No painel de controlo nº1 carregar no botão vermelho para desligar Chiller e o recuperador, respetivamente.  Rodar o Geral para o modo OFF, para desligar.		
<b>Nota:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ A última destilação tem de ser iniciada aproximadamente 6 horas antes do término do turno.</li> <li>▪ Ao longo das operações é necessário verificar se a água resultante da destilação presente no tanque da água não se aproxima da capacidade máxima, caso esteja próxima é necessário retirá-la. Para tal:                     <ul style="list-style-type: none"> <li>- Colocar um balde debaixo da torneira, abri-la e quando o balde se apresentar cheio fechar a torneira;</li> <li>- Depositar a água retirada do tanque em tanque de armazenamento próprio, para posterior tratamento;</li> <li>- Repetir os passos anterior até já não se verificar água no tanque.</li> </ul> </li> </ul>			
 			
<b>Elaborado:</b> _____ 23/06/2017 (Mariana Carreira)		<b>Verificado:</b> _____ 26/06/2017 (Anabela Marques)	
<b>Aprovado:</b> _____ 28/06/2017 (Sandra Almeida)		Página 6/6	

Figura 5.7- Instrução de trabalho da operação de desengorduramento (pg.6)

Na Tabela 5.1 e Tabela 5.2 consta a listagem das IT e IL realizadas, respetivamente.

*Tabela 5.1- Instruções de trabalho realizadas*

<b>Instrução de Trabalho</b>	<b>Operação</b>
IT001-17	Aparar (máq. Disco)
IT002-17	Limpeza
IT003-17	Pré- limpeza
IT004-17	Escanhoagem
IT005-17	Aparar (máq. Fuso)
IT006-17	Secretagem
IT007-17	Secagem
IT008-17	Corte mecânico
IT009-17	Corte em tiras
IT010-17	Separação
IT011-17	Preparação de secreto
IT012-17	Extração mecânica
IT013-17	Desengorduramento
IT014-17	Mistura
IT015-17	Suflagem
IT016-17	Pré-Suflagem
IT017-17	Impregnar
IT018-17	Amaciar
IT019-17	Escovar
IT020-17	Corte por divisão
IT021-17	Tosquiar peles
IT022-17	Escanhoagem
IT0023-17	Barca
IT0024-17	Descarnar
IT0025-17	Centrifugar
IT0026-17	Estufa

Tabela 5.2- Instruções de limpeza realizadas

Instrução de Limpeza	Operação
IL001-17	Aparar
IL002-17	Escanhoagem
IL003-17	Corte Mecânico
IL004-17	Secretagem
IL005-17	Separação
IL006-17	Desengorduramento
IL007-17	Mistura
IL008-17	Pré-Suflagem
IL009-17	Suflagem
IL010-17	Descarnar
IL011-17	Amaciar
IL012-17	Escanhoagem
IL013-17	Corte por divisão

Para as operações em que é necessário a colheita de amostras para o laboratório de qualidade, elaborou-se uma IQ que descreve o modo correto para efetuar a colheita da amostra. Na Tabela 5.3 consta a listagem das IQ realizadas.

Tabela 5.3- Instruções de qualidade realizadas

Instrução de Qualidade	Descrição	Operação
IQ001-17	Método de colheita de amostra de pêlo separado	Separação
IQ002-17	Método de colheita de amostra de pêlo desengordurado	Desengorduramento
IQ003-17	Método de colheita de amostra de castor natural desengordurado	Desengorduramento
IQ004-17	Método de colheita de amostra de pêlo acabado	Pré-Suflagem / Suflagem

Para além das instruções também se realizou especificações técnicas (ET) para as operações necessárias.

Uma ET trata-se de um documento de apoio, com um conjunto de especificações para a realização segundo uma dada IT. Na Tabela 5.4 consta a listagem das ET realizadas.

Tabela 5.4- Especificações técnicas realizadas

Especificações Técnicas	Descrição	Operação
ET001-17	Relação água e serrim	Limpeza
ET002-17	Duração da operação de limpar e sacudir	Limpeza
ET003-17	Solução adicionada à água	Limpeza
ET004-17	Composição e caudais de secreto	Secretagem
ET005-17	Programas de desengorduramento	Desengorduramento
ET006-17	Programação das Pré-Sufloras	Pré-Suflagem
ET011-17	Composição da solução de impregnar	Impregnar
ET012-17	Embalamento de pêlo	Pré-Suflagem / Suflagem
ET014-17	Relação de água e sacos	Limpeza

Com as IT, IL, IQ e ET elaboradas, procedeu-se à sua colocação. Para tal, estas foram colocadas segundo um código de cores, de forma a facilitar o seu manuseamento.

As IT e ET foram colocadas em separadores de cor azul, uma vez que esta trata-se da cor referente à produção utilizada nos quadros de indicadores de desempenho, as IL foram colocadas em separadores de cor amarela, as IQ em separadores de cor vermelha e as instruções de segurança em separadores de cor verde, uma vez que estas já se tratavam das cores nos quadros de indicadores de desempenho. Na Figura 5.8 apresenta-se a organização das várias instruções.



Figura 5.8- Código de cores utilizado nas instruções

O conjunto de separadores foi colocado no local da operação, mais concretamente nos quadros onde estão contidos os indicadores de desempenho, devidamente identificado, como se pode observar através da Figura 5.9.

Quando se procedeu à colocação das instruções na respetiva seção de produção, todos os colaboradores da seção, assim como o respetivo chefe de produção, encontraram-se presentes, realizando-se uma pequena reunião para explicar o trabalho desenvolvido assim como o seu conteúdo.

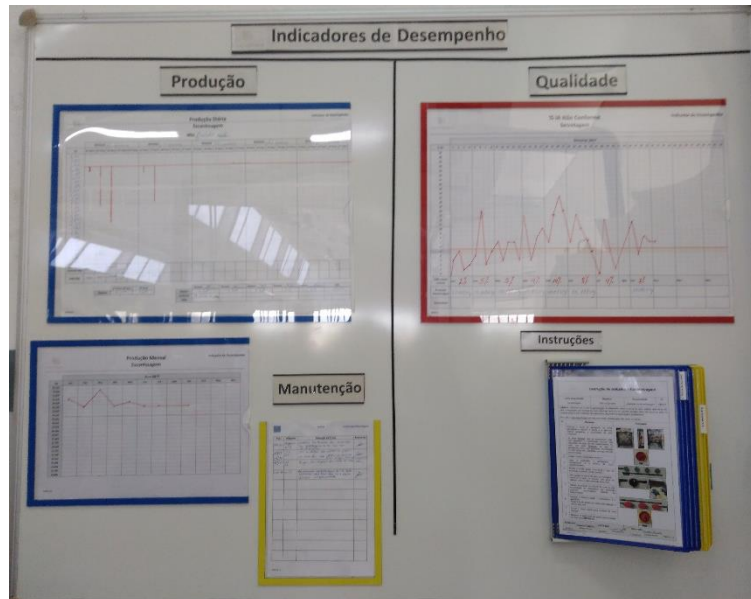


Figura 5.9- Colocação das instruções no local de produção

No decorrer da realização das instruções, foram registadas algumas alterações que se poderiam efetuar nos equipamentos, com o objetivo de otimizar o processo produtivo. Para tal, realizou-se uma lista com as alterações a realizar, para que a equipa de manutenção posteriormente efetuar as modificações.

Para além da realização das várias instruções, durante um certo período de tempo realizou-se o lançamento de valores para obtenção de resultados do laboratório de qualidade, efetuou-se no sistema informático a entrada de matérias-primas em armazém e arquivo dos registos de produção diários.

Por fim realizou-se também o estudo e dimensionamento de um sistema fotovoltaico para a produção de energia, apresentado no Capítulo 6.



## 6. Dimensionamento de um sistema fotovoltaico

No presente capítulo será apresentado todo o estudo realizado, considerações e cálculos, para efetuar o dimensionamento de um sistema fotovoltaico de autoconsumo para produção de energia.

### 6.1 Enquadramento legal

Relativamente a unidades de produção de autoconsumo (UPAC), o Decreto-Lei n.º 153/2014 regula a produção de eletricidade para consumo próprio. Através de UPAC qualquer titular de um contrato de fornecimento de energia elétrica poderá reduzir o consumo de energia com recurso à rede pública, beneficiando de uma redução na fatura mensal.

O Decreto-Lei também refere que um consumidor pode produzir eletricidade para autoconsumo em instalações com potência até 200 W, sem necessidade de comunicação prévia ao sistema eletrónico de registo.<sup>[29]</sup>

Portanto, sempre que um consumidor proceder à instalação de equipamento para autoconsumo, sem que haja a obrigação de comunicação prévia, este deve dar conhecimento ao operador da rede de distribuição do acolhimento no regime de autoconsumo, para que estes possam verificar e adequar o contador de energia elétrica instalado no local.<sup>[29]</sup>

### 6.2 Considerações gerais para a realização do dimensionamento

Para proceder ao dimensionamento de um sistema fotovoltaico para produção de energia, inicialmente foi necessário realizar um estudo sobre o historial energético da empresa.

Todos os cálculos e considerações tomadas são referentes ao período de agosto de 2016 a julho de 2017 inclusive.

#### ➤ Consumos energéticos

Inicialmente foram analisadas as faturas de energia do período considerado para se obter o consumo de energia assim como as respetivas despesas para posterior comparações.

Após a análise da faturação de energia conclui-se que a empresa gasta 1 386 328 kWh/ano perfazendo um total de 196 156,8 €/ano.

Em relação à produção em peles no período em estudo, esta foi de 628,401 t. No Anexo A.1 encontra-se estes dados discriminados por mês.

Com os valores mensais de produção e energia o passo seguinte foi o cálculo do consumo específico de energia elétrica.

O consumo específico trata-se de um indicador de eficiência energética e define-se por:

$$\text{Consumo Específico} = \frac{\text{Energia envolvida}}{\text{Unidade de produção}} = \frac{\text{Potência}}{\text{Caudal de Produção}} \quad (\text{Eq.3})$$

Na expressão, o caudal de produção diz respeito ao valor da produção em peles. No Anexo A.1 encontra-se os cálculos efetuados relativos aos consumos específicos. Na Figura 6.1 apresenta-se a representação gráfica do consumo específico e da produção para o período em estudo.

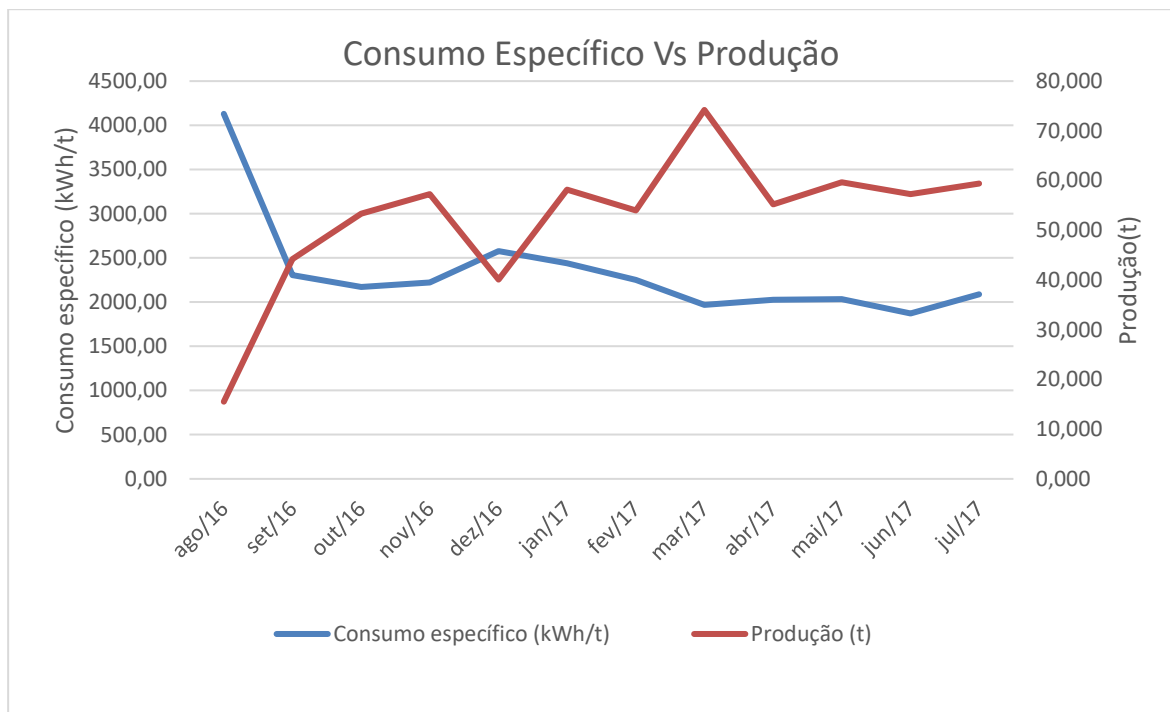


Figura 6.1- Representação gráfica do consumo específico Vs Produção

A partir da representação gráfica observa-se que a produção no fim do período de estudo aumenta comparativamente ao início do período de estudo, apresentando um pico de produção o valor de 74.206 t, produção referente ao mês de março. Relativamente ao consumo específico da empresa verifica-se que o seu valor vai diminuindo ao longo do período de análise.

Dados estes dois indicadores é possível concluir que se está a produzir mais mantendo o mesmo consumo de energia, dado que o consumo específico obtém-se através da razão entre energia consumida e a produção e se com um aumento de produção verifica-se que o

consumo específico diminuiu, portanto com a mesma energia despendida foi possível uma maior produção.

➤ **Localização**

Para o dimensionamento de um sistema fotovoltaico é necessário conhecer o valor de irradiação solar para o local em estudo, uma vez que a energia que o painel produzirá é diretamente proporcional à irradiação obtida no local.

A empresa está localizada em São João da Madeira no distrito de Aveiro e apresenta as seguintes coordenadas geográficas, localização: 40° 53' 54" Norte, 8° 28' 47" Oeste.

Os valores da irradiação solar, para a respetiva localização, foram obtidos através da aplicação *Photovoltaic Geographical Information System* (PVGIS), que para além dos valores da irradiação, a aplicação disponibiliza também o ângulo ótimo de inclinação do painel para a dada localização e a respetiva irradiação. Na Figura 6.2 apresenta-se os valores da irradiação solar mensal para a posição geográfica da empresa, sendo agosto o mês com maior irradiação solar e dezembro o mês com menor, verificando-se também que a inclinação ideal para a colocação dos painéis fotovoltaicos é de 35°.

### Monthly Solar Irradiation

#### PVGIS Estimates of long-term monthly averages

Location: 40°53'54" North, 8°28'47" West, Elevation: 197 m a.s.l.,

Solar radiation database used: PVGIS-CMSAF

Optimal inclination angle is: 35 degrees

Annual irradiation deficit due to shadowing (horizontal): 0.1 %

Month	$H_h$	$H_{opt}$	$H(35)$	$I_{opt}$	$T_{24h}$	$N_{DD}$
Jan	1890	3210	3210	63	9.0	237
Feb	2910	4410	4410	56	8.5	198
Mar	4320	5420	5420	43	11.5	117
Apr	5180	5600	5600	27	13.7	115
May	6300	6100	6100	16	15.8	33
Jun	7010	6420	6420	7	18.3	3
Jul	7220	6800	6800	11	19.9	1
Aug	6520	6820	6820	23	20.1	2
Sep	5150	6320	6320	39	19.3	22
Oct	3420	4830	4830	52	16.5	80
Nov	2200	3610	3610	62	11.9	210
Dec	1690	3020	3020	66	10.0	237
Year	4490	5220	5220	35	14.5	1255

$H_h$ : Irradiation on horizontal plane (Wh/m<sup>2</sup>/day)

$H_{opt}$ : Irradiation on optimally inclined plane (Wh/m<sup>2</sup>/day)

$H(35)$ : Irradiation on plane at angle: 35deg. (Wh/m<sup>2</sup>/day)

$I_{opt}$ : Optimal inclination (deg.)

$T_{24h}$ : 24 hour average of temperature (°C)

$N_{DD}$ : Number of heating degree-days (°C)

Figura 6.2- Dados referentes à irradiação obtidos através do programa PVGIS [34]

Depois de obtidos os valores da irradiação, outro aspeto a ter em conta para o dimensionamento é a área disponível para a aplicação do sistema.

A escolha para a colocação recaiu sobre a cobertura da fábrica, uma vez que esta é a solução mais plausível, dado que esta é uma superfície que se encontra exposta à radiação solar sem limitações.

Ao analisar a cobertura constatou-se que esta era composta por uma zona plana e uma zona inclinada. Um dos aspetos a ter em conta quando se realiza o dimensionamento é a direção e o ângulo de inclinação para a colocação dos painéis. Para este cenário foi considerado uma inclinação de 35° e uma direção para sul. Tendo em conta estes fatores apenas foi considerada a parte plana da cobertura para efeitos de cálculo, obtendo-se através do somatório das áreas 1, 2 e 3, uma área disponível para instalação de 1182,5 m<sup>2</sup>, como se pode observar na Figura 6.3.



Figura 6.3- Área de cobertura disponível para a instalação do sistema fotovoltaico [35]

#### ➤ Estudo dos painéis fotovoltaicos

Com os valores mensais de irradiação e a área disponível para colocação do sistema conhecidos, procedeu-se à pesquisa no mercado por modelos de painéis fotovoltaicos. Da pesquisa efetuada foram selecionados cinco modelos para estudo e posterior comparação.

Para efetuar os cálculos necessários, as informações fundamentais em termos do fabricante do painel são, a potência do painel, eficiência e a área do painel. Outro aspeto a ter em consideração para a escolha é a tecnologia utilizada. Se este é um painel monocristalino ou policristalino e o respetivo número de células.

Depois de recolhidas as informações dos fornecedores procede-se à análise de cada opção através dos seguintes cálculos: [30]

- Radiação Solar (G):

O valor da radiação solar (kWh/mês) para cada mês é obtido através da multiplicação do valor da irradiação mensal (kWh/m<sup>2</sup>/dia) pelos dias do mês.

- Energia necessária ( $E_n$ ):

A energia necessária (kWh/mês) trata-se da energia que é consumida pela fábrica em cada mês. Para o valor mensal da energia necessária só foi considerado o período de ponta e de carga.

- Energia de radiação necessária ( $E_{Rad.}$ ):

A energia de radiação necessária trata-se da energia solar que o sistema fotovoltaico necessita de capturar para que a empresa consiga ser 100% autossuficiente, ou seja, para não necessitar de energia da rede.

$$E_{rad.} = \frac{\text{Energia necessária}}{\text{Eficiência do painel}} \quad (\text{Eq.4})$$

- Área painéis necessária ( $A_{Ness.}$ ):

A área de painéis necessária ( $m^2$ ) trata-se da área necessária para a instalação de painéis de forma que a empresa seja autossuficiente, ou seja, não necessite de energia fornecida pela rede, que é obtida através da equação:

$$\text{Área necessária} = \frac{G}{E_{Rad.}} \quad (\text{Eq. 5})$$

- Área de aplicação do sistema ( $A_{aplic.}$ ):

A área para aplicação do sistema fotovoltaico ( $m^2$ ) não foi considerada a área da cobertura disponível, uma vez que quando se efetua o dimensionamento é necessário ter em consideração a área referente aos sombreamentos dos painéis. Essa área é obtida através de um *software*, e como não foi possível o seu uso na realização do dimensionamento, considerou-se um aproveitamento de 70% da área disponível com a colocação de painéis, sendo a restante área definida para o espaçamento entre os painéis de modo a evitar sombreamentos:

$$A_{aplicação} = 0.7 \times A_{disponível} = 0.7 \times 1182,50 = 827,75 \text{ m}^2 \quad (\text{Eq.6})$$

- Número de painéis ( $N_p$ ):

Depois de obtida a área de aplicação torna-se possível saber o número de painéis que é possível colocar, para tal efetua-se o seguinte cálculo:

$$\text{Número de painéis} = \frac{\text{Área de aplicação}}{\text{Área do painel}} \quad (\text{Eq.7})$$

- Potência do pico de instalação ( $P_{\text{pico}}$ ):

A potência do pico de instalação (kW) trata-se da potência máxima que a instalação consegue produzir para as condições *Standart Test Conditions* (STC), que é obtida através do seguinte cálculo:

$$\text{Potência do pico} = N^{\circ} \text{ painéis} * \text{Potência do painel} \quad (\text{Eq.8})$$

- Energia produzida pelo sistema fotovoltaico ( $E_{\text{sistema}}$ ):

A energia produzida pelo sistema (kWh) trata-se da energia que o sistema consegue produzir dada a radiação incidente no local em que este se encontra, e que é calculada através da equação:

$$\text{Energia sistema} = \frac{G \times \text{Potência painel}}{G(\text{STC})} \times N^{\circ} \text{ painéis} \quad (\text{Eq.9})$$

O valor do G (STC) corresponde ao valor nas condições STC. Radiação solar  $G = 1000 \text{ W.m}^{-2}$  com uma distribuição espectral e temperatura das células  $T_{\text{cel.}} = 25^{\circ}\text{C}$ , também designados por condições de pico ou condições de referência.

### 6.3 Características do sistema

Concluído o estudo para as diferentes opções, recorreu-se à análise dos valores obtidos para a escolha da opção mais viável relativamente ao dimensionamento.

Quando se dimensiona uma instalação fotovoltaica em regime de autoconsumo é necessário ter em consideração que a energia vendida à rede apresenta um valor inferior ou igual a 1/3 do preço da energia comprada à rede.

Portando, o principal objetivo é reduzir ao máximo a quantidade de energia comprada à rede e não superar o consumo, com o intuito de vender energia à rede. Nota-se que o sistema fotovoltaico irá produzir energia todos os dias do ano e o excedente de produção causado por uma redução momentânea do consumo ou fins de semana será vendido à rede segundo o tarifário em vigor.

Para tal, entrou-se em contacto com a empresa High Green Power, empresa que desenvolve projetos de engenharia, dimensionamentos e serviços de sistemas mecânicos, para determinação dos custos e solução mais viável.

Após análise e discussão das várias propostas com a empresa em contacto, concluiu-se que a opção mais viável para o sistema fotovoltaico em termos de orçamento e poupanças seria a opção 1.

A opção 1, painéis do tipo policristalinos de 60 células do fabricante *TrinaSolar*, mais concretamente o modelo TSM-PD05, apresenta uma potência máxima de 270 W, uma eficiência de 16.5 % e uma área de painel de 1,64 m<sup>2</sup>. Esta opção apresenta uma garantia de 25 anos com 0,5 % de perda anual de eficiência, podendo as características do painel ser observadas no Anexo A.4.1.

Segundo a *Bloomberg New Energy Finance* a empresa *TrinaSolar* encontra-se na terceira posição no ranking de produtores de painéis em 2017 com uma capacidade de produção em módulos de 6000 MW/ano.<sup>[31]</sup>

Tendo em conta a opção 1, a instalação fotovoltaica encontra-se orientada para sul, sendo composta por 505 painéis com uma inclinação de 35° e apresenta uma potência máxima de injeção de 136,4 kWp. Na tabela 6.1 encontram-se descritas as características da central fotovoltaica.

Tabela 6.1- Características da central fotovoltaica

<b>Características da central FV</b>	
Local	São João da Madeira
Número de módulos	505
Potência total instalada (kWp)	0,27
Potência do pico de instalação (kWp)	136,4
Orientação dos módulos	180°
Inclinação dos módulos	35°

Em termos de características energéticas, anualmente a empresa consome 1386,33 MWh. Com a instalação do sistema fotovoltaico, este irá produzir anualmente 248 107,4 kWh, sendo 232 892,4 kWh correspondente à energia autoconsumida depois de implementado o sistema, permitindo exportar à rede 15 214,9 kWh/ano.

Anualmente poderá ser verificada uma poupança energética de 16,80 % relativamente ao cenário anterior.

Poderão ser evitadas anualmente as emissões 88867,1kg de CO<sub>2</sub>, com a instalação da central em estudo. Na Tabela 6.2 encontram-se descritas as características energéticas da central fotovoltaica.

Tabela 6.2- Características energéticas da central fotovoltaica

<b>Características Energéticas da Central FV</b>	
Energia atualmente consumida (kWh/ano)	1386328
Energia produzida pelo sistema fotovoltaico (kWh/ano)	248107,4
Energia autoconsumida (kWh/ano)	232892,4
Energia Exportada (kWh/ano)	15214,9
Poupança energética(%)	16,80
Emissões CO2 evitadas (kg/ano)	88867,1

Para determinar as características da central fotovoltaica procedeu-se ao cálculo da energia de radiação necessária (Erad.), da área de painéis necessária, assim como o número de painéis e da potência de pico de instalação. Na Tabela 6.3 encontram-se os valores obtidos.



Tabela 6.3- Valores de dimensionamento obtidos para a opção 1

mês	Irradiação H (35) (Wh/m <sup>2</sup> /dia)	dias	G (kWh/m <sup>2</sup> )	En (kWh)	η	Erad (kWh)	Área painéis necessária (m <sup>2</sup> )	Área disponível (m <sup>2</sup> )	Área de aplicação painéis (m <sup>2</sup> )	Nº painéis	Potência de pico de instalação (kW)
ago/16	6820	31	211,42	46 311	0,165	280672,73	1327,56	1182,50	827,75	505	136,4
set/16	6320	30	189,6	81 671		494975,76	2610,63				
out/16	4830	31	149,73	87 616		531006,06	3546,42				
nov/16	3610	30	108,3	97 701		592127,28	5467,47				
dez/16	3020	31	93,62	76 122		461345,45	4927,85				
jan/17	3210	31	99,51	112 192		679951,51	6833,00				
fev/17	4410	28	123,48	94 133		570503,03	4620,21				
mar/17	5420	31	168,02	115 837		702042,42	4178,33				
abr/17	5600	30	168	84 259		510660,61	3039,65				
mai/17	6100	31	189,1	99 293		601775,76	3182,31				
jun/17	6420	30	192,6	89 828		544412,12	2826,65				
jul/17	6800	31	210,8	99 975		605909,09	2874,33				



Os valores obtidos na Tabela 6.3 tiveram em conta os valores mensais da radiação solar, da energia necessária para o funcionamento da empresa de acordo com os níveis de produção, a eficiência do painel e por fim a área disponível para aplicação.

Após a análise verifica-se que o mês que apresenta uma menor radiação incidente tal como seria de esperar, é o mês de dezembro. Neste mês seriam necessários 461 345,45 kWh de energia solar para que a instalação fosse 100% autossuficiente, ou seja, para não ser necessário a injeção de energia da rede. Para que tal fosse possível era necessária uma área de aplicação de 4927,85 m<sup>2</sup>.

Contrariamente o mês que apresenta maior radiação solar incidente é o mês de agosto, para este, o valor da energia solar necessária para que a instalação não necessitasse de injeção de energia da rede era de 280 672,73 kWh e uma área necessária de 1327,56 m<sup>2</sup>.

Dada a área disponível para aplicação do sistema e uma área de painel de 1,6368 m<sup>2</sup>, é possível colocar 505 painéis com uma potência de pico, ou seja, uma potência máxima de 136,4 kWp.

Para auxílio da interpretação dos consumos de energia para posterior realização dos diagramas de carga, recorreu-se à Figura 6.4 para saber os diferentes períodos horários da tarifa elétrica.

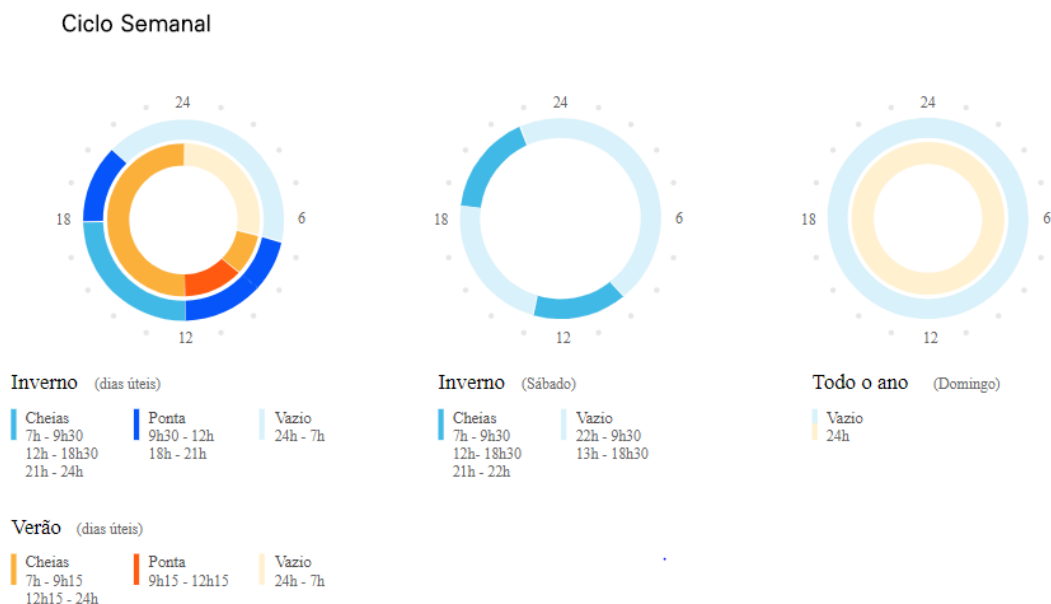


Figura 6.4- Períodos horários da tarifa elétrica [31]

De modo a estimar o impacto da produção de energia em cada estação no funcionamento da empresa, foram analisados os consumos atuais da empresa e a produção da instalação para um dia da semana, sábado e domingo, com a finalidade de obter os respetivos diagramas de carga.

➤ **Produção energética no inverno:**

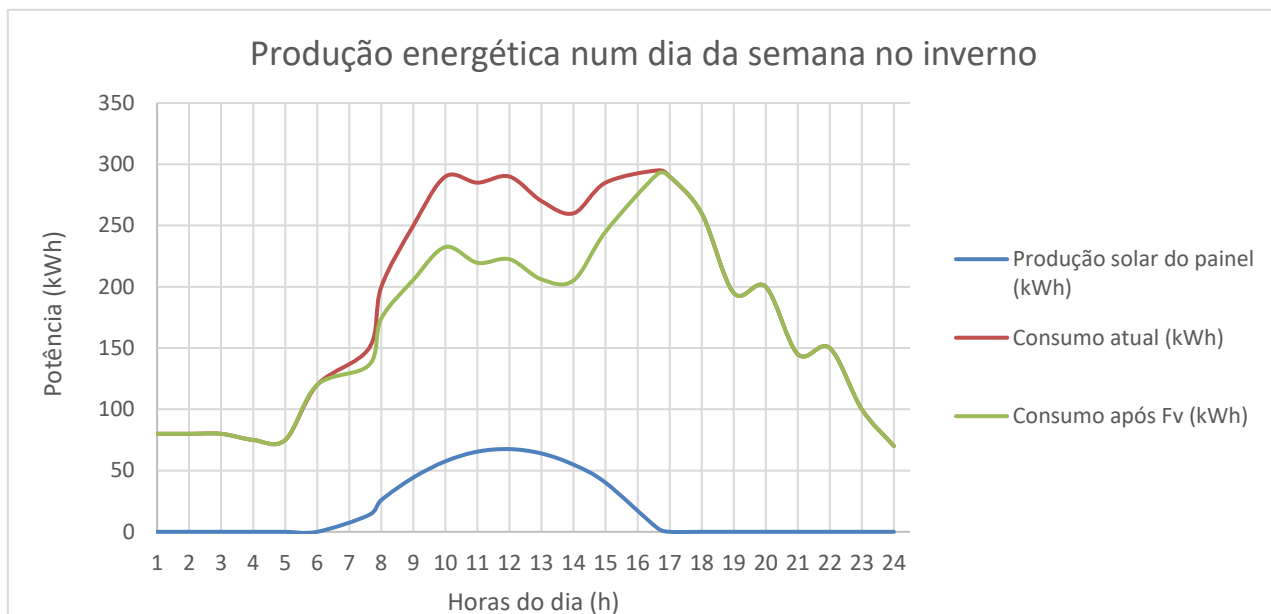


Figura 6.5- Representação gráfica da produção energética num dia da semana no inverno

Na Figura 6.5 observa-se a representação gráfica da produção energética num dia da semana no período de inverno, na qual é possível verificar que o consumo atual apresenta um valor máximo de cerca de 290 kWh.

A produção solar é nula aproximadamente até às sete horas, uma vez que no inverno só se verifica radiação solar a partir das sete da manhã, esta tende a crescer até atingir o valor máximo de cerca de 67 kWh por volta das doze horas, a partir dessa hora os valores de produção solar tendem a decrescer e por volta das dezassete horas passam a ser nulos, devendo-se ao facto que no inverno as horas de exposição solar são menores.

O consumo após Fv (após instalação do sistema fotovoltaico) refere-se ao consumo que se passará a haver quando a instalação fotovoltaica estiver em funcionamento, este consumo foi obtido através da diferença do consumo atual pela produção solar. Observa-se uma diminuição comparativamente ao consumo atual entre as sete e as dezassete horas, que corresponde à energia produzida pelo painel.

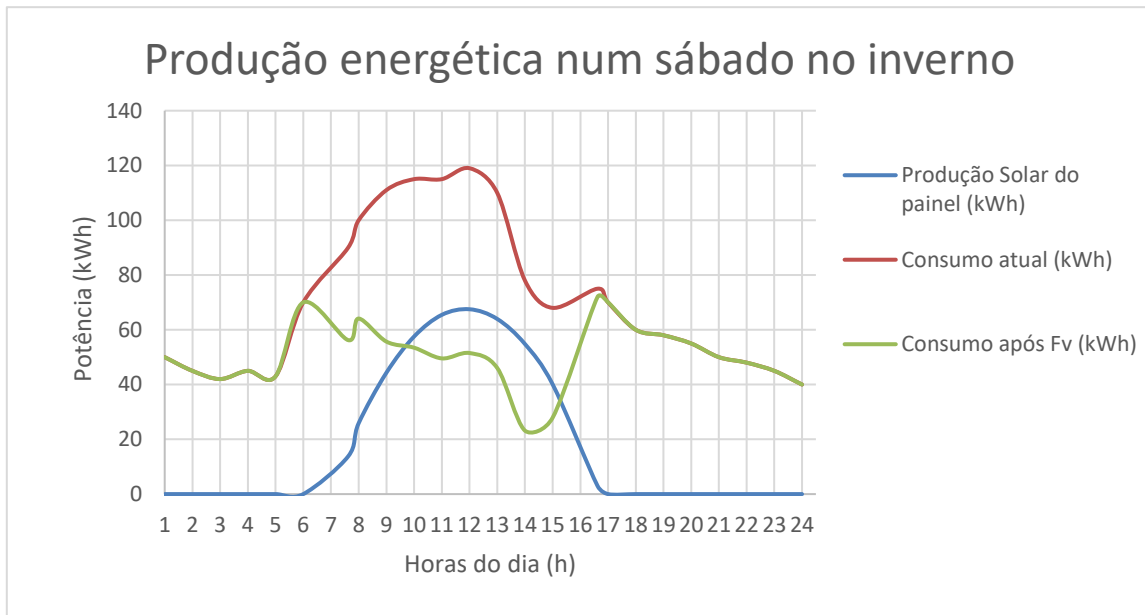


Figura 6.6- Representação gráfica da produção energética num sábado no inverno

Na Figura 6.6 observa-se a representação gráfica da produção energética num sábado no período de inverno.

Por norma ao sábado a fabrica apenas labora quando é necessário terminar algumas encomendas que correm o risco de não cumprir o prazo de entrega estipulado. No entanto, é sempre possível observar um consumo de energia pelo facto da equipa de manutenção encontra-se em trabalhos na fábrica.

Relativamente ao consumo atual verifica-se que apresenta como valor máximo de 120 kWh, por volta das doze horas seguindo se um decréscimo da mesma.

A produção solar é nula aproximadamente até às sete horas, uma vez que no inverno só se verifica radiação solar a partir das sete da manhã. A radiação tende a crescer até atingir o valor máximo de cerca de 67 kWh por volta das doze horas, a partir dessa hora os valores de produção solar tendem a decrescer e por volta das dezassete horas passam a ser nulos, devido ao facto de no inverno as horas de exposição solar serem menores.

O consumo após Fv (após instalação do sistema fotovoltaico) refere-se ao consumo que se passará a haver quando a instalação fotovoltaica estiver em funcionamento, este consumo foi obtido através da diferença do consumo atual pela produção solar. Observa-se que com a aplicação do sistema o consumo máximo passa de 120 kWh para cerca de 70 kWh, conseguindo uma redução na ordem dos 41 % comparativamente ao consumo atual.

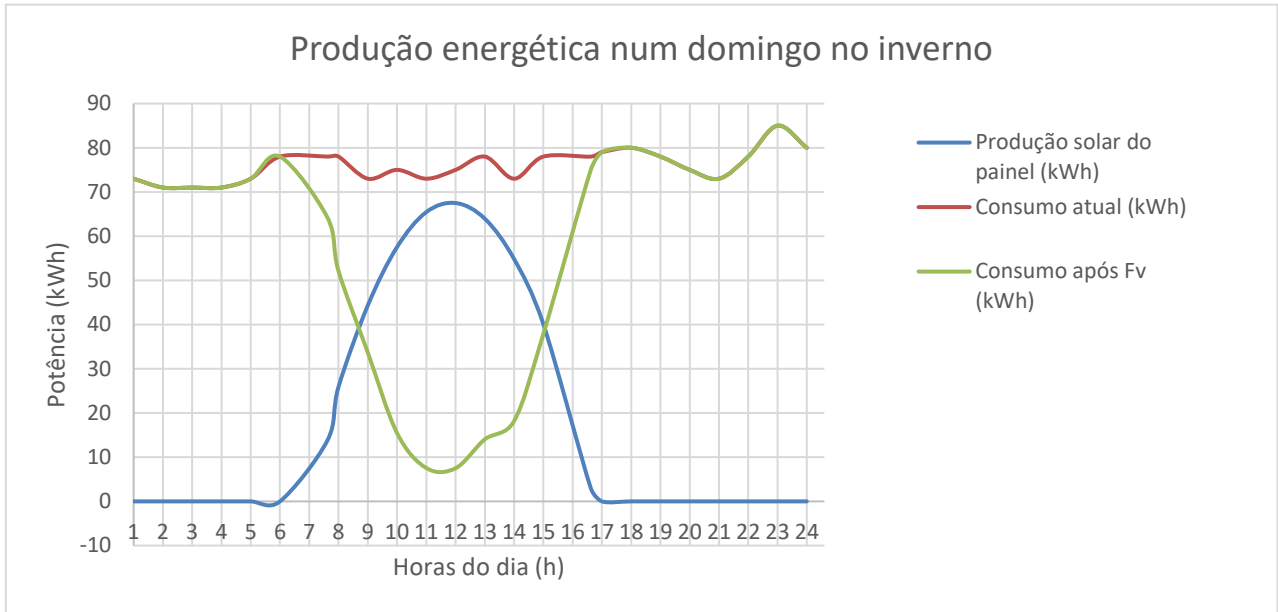


Figura 6.7-Representação gráfica da produção energética num domingo no inverno

Na Figura 6.7 observa-se a representação gráfica da produção energética num domingo no período de inverno.

Ao domingo apesar de a empresa não se encontrar a laborar, observa-se consumos residuais constantes ao longo do dia na ordem dos 80 kWh

A produção solar é nula aproximadamente até às sete horas, uma vez que no inverno só se verifica radiação solar a partir das sete da manhã. A radiação tende a crescer até atingir o valor máximo de 67 kWh por volta das doze horas, a partir dessa hora os valores de produção solar tendem a decrescer e por volta das dezassete horas passam a ser nulos, devido ao facto de no inverno as horas de exposição solar serem menores.

O consumo após Fv (após instalação do sistema fotovoltaico) refere-se ao consumo que se passará a haver quando a instalação fotovoltaica estiver em funcionamento, este consumo foi obtido através da diferença do consumo atual pela produção solar. Observa-se que com a aplicação do sistema o consumo máximo passa de 80 kWh para cerca de 7 kWh, conseguindo uma redução na ordem dos 90 % comparativamente ao consumo atual.

Em suma no período de inverno a produção solar não é suficiente para compensar os consumos energéticos atuais, portanto é necessário a injeção de energia da rede de forma a satisfazer os consumos necessários.

➤ **Produção energética no verão:**

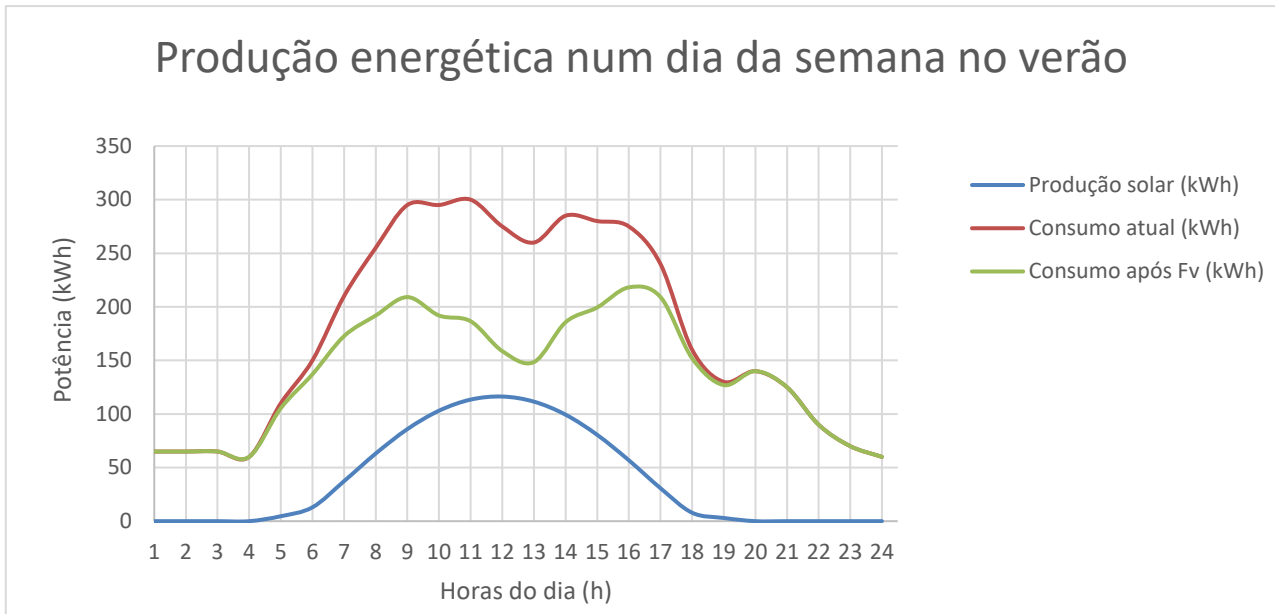


Figura 6.8- Representação gráfica da produção energética num dia da semana no verão

Na Figura 6.8 observa-se a representação gráfica da produção energética num dia da semana no período de verão, na qual é possível verificar que o consumo atual apresenta um valor máximo de cerca de 300 kWh.

A produção solar é nula aproximadamente até às cinco horas, uma vez que no verão só se verifica radiação solar a partir das cinco da manhã, esta tende a crescer até atingir o valor máximo de cerca de 115 kWh por volta das doze horas, a partir dessa hora os valores de produção solar tendem a decrescer e por volta das dezanove horas passam a ser nulos, uma vez que no verão as horas de exposição solar são maiores.

O consumo após Fv (após instalação do sistema fotovoltaico) refere-se ao consumo que se passará a haver quando a instalação fotovoltaica estiver em funcionamento, este consumo foi obtido através da diferença do consumo atual pela produção solar. Observa-se uma diminuição comparativamente ao consumo atual entre as cinco e as dezanove horas, que corresponde à energia produzida pelo painel, concluindo que com a aplicação do sistema consegue-se uma redução máxima na ordem dos 43% comparativamente ao consumo atual.

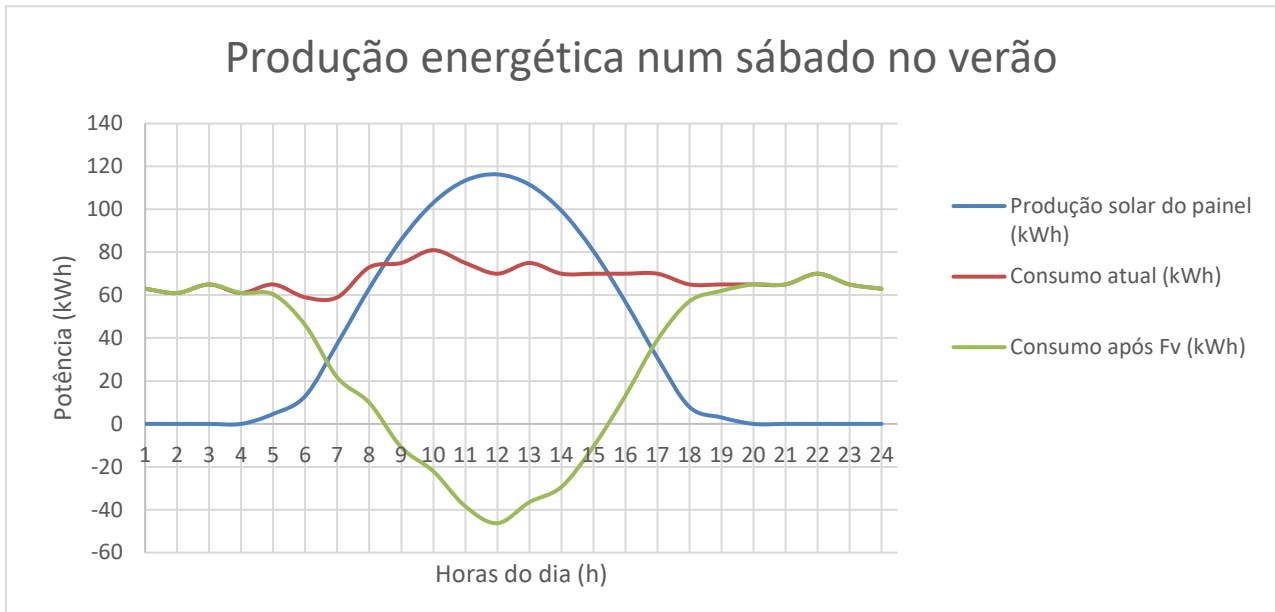


Figura 6.9- Representação gráfica da produção energética num sábado no verão

Na Figura 6.9 observa-se a representação gráfica da produção energética num sábado no período de verão.

Por norma ao sábado a fábrica apenas labora quando é necessário terminar algumas encomendas que correm o risco de não cumprir o prazo de entrega estipulado. No entanto, é sempre possível observar um consumo de energia pelo facto da equipa de manutenção encontra-se em trabalhos na fábrica.

Relativamente ao consumo atual verifica-se que não sofre uma variação significativa ao longo do tempo, apresentando um valor máximo de 80 kWh.

A produção solar é nula aproximadamente até às cinco horas, uma vez que no verão só se verifica radiação solar a partir das cinco da manhã, esta tende a crescer até atingir o valor máximo de cerca de 115 kWh por volta das doze horas, a partir dessa hora os valores de produção solar tendem a decrescer e por volta das dezanove horas passam a ser nulos, uma vez que no verão as horas de exposição solar são maiores. Observa-se que entre as nove e as quinze horas, a produção solar é superior ao valor do consumo atual.

O consumo após Fv (após instalação do sistema fotovoltaico) refere-se ao consumo que se passará a haver quando a instalação fotovoltaica estiver em funcionamento, este consumo foi obtido através da diferença do consumo atual pela produção solar. O intervalo de tempo que se verifica um consumo após Fv negativo, das nove às quinze, corresponde ao período em que a produção solar apresenta uma maior potência comparativamente ao consumo atual, ou seja, existe energia que não é consumida, portanto essa energia vai ser vendida à rede.

Uma vez que a instalação de baterias para a sua acumulação, como alternativa, não se trata de uma opção viável, uma vez que a quantidade de energia que seria armazenada aliada ao custo não compensa o investimento em baterias.

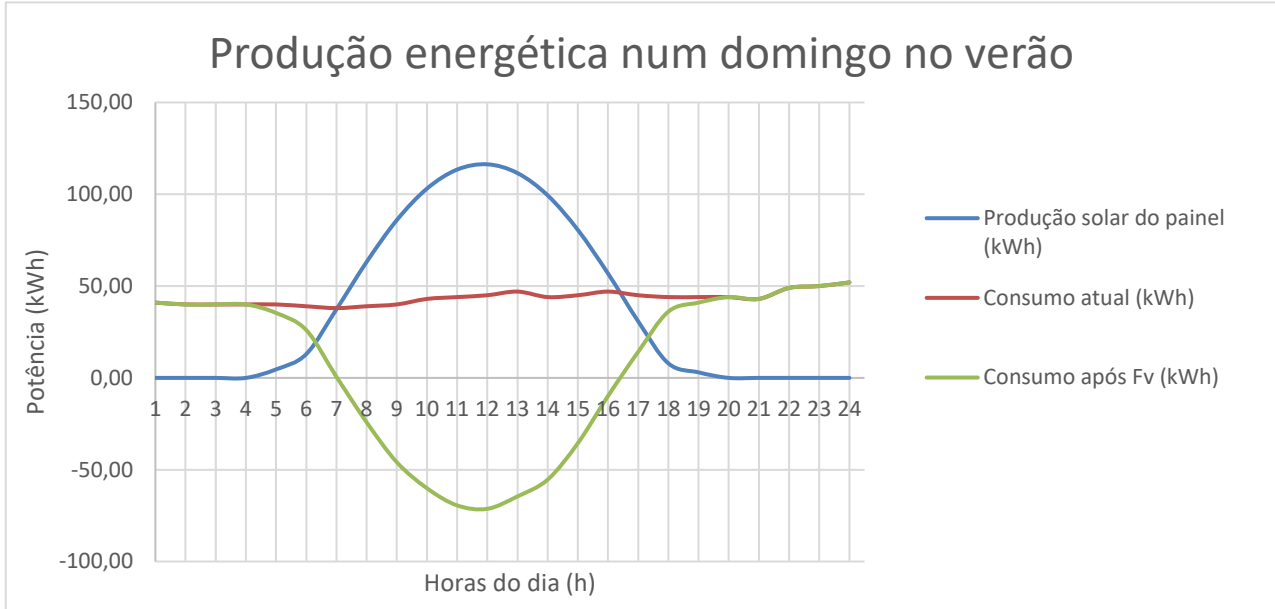


Figura 6.10- Representação gráfica da produção energética num domingo no verão

Na Figura 6.10 observa-se a representação gráfica da produção energética num domingo no período de verão.

Ao domingo apesar de a empresa não se encontrar a laborar, observam-se consumos residuais constantes ao longo do dia na ordem dos 50 kWh, referentes a equipamentos que necessitam de estar em funcionamento.

A produção solar é nula aproximadamente até às cinco horas, uma vez que no verão só se verifica radiação solar a partir das cinco da manhã, esta tende a crescer até atingir o valor máximo de cerca de 115 kWh por volta das doze horas, a partir dessa hora os valores de produção solar tendem a decrescer e por volta das dezanove horas passam a ser nulos, uma vez que no verão as horas de exposição solar são maiores. Entre as sete e as dezasseis horas verifica-se que a produção solar é superior ao valor do consumo atual.

O consumo após Fv (após instalação do sistema fotovoltaico) refere-se ao consumo que passará a haver quando a instalação fotovoltaica estiver em funcionamento, este consumo foi obtido através da diferença do consumo atual pela produção solar. O intervalo de tempo que se verifica um consumo após Fv negativo corresponde ao período em que a produção solar apresenta uma maior potência comparativamente ao consumo atual, ou seja, existe energia que não é consumida, portanto essa energia vai ser vendida à rede, uma vez que a instalação

de baterias para a sua acumulação, como alternativa, não se trata de uma opção viável devido aos seus custos.

➤ **Constituição do sistema:**

Para além dos painéis fotovoltaicos a instalação fotovoltaica é constituída por outros elementos.

Os painéis serão colocados em estruturas em alumínio orientadas para sul, com uma inclinação de 35 ° sobre a cobertura da fábrica. As estruturas metálicas serão interligadas com um condutor de proteção em cobre revestido, secção 6 mm<sup>2</sup>, de modo a equipotencializar as partes metálicas do sistema, ou seja, para em caso de uma falha elétrica proteger do choque elétrico, um individuo que tenha contacto com o sistema. Na Figura 6.11 observa-se as estruturas a utilizar.



Figura 6.11- Estrutura metálica utilizada na instalação

A instalação irá contar com 505 painéis, 136,4 kW em corrente contínua.

Os painéis serão interligados conforme a arquitetura do projeto, utilizando um cabo de secção 4 mm<sup>2</sup> e conectores apropriados aos sistemas fotovoltaicos, ambos com características para instalação exterior nomeadamente para resistirem à exposição solar e às condições meteorológicas adversas. Na Figura 6.12 observam-se os cabos e conectores a utilizar.



Figura 6.12- Cabos e conectores fotovoltaicos

Relativamente aos inversores, estes serão do tipo TRIO-50.0-TL-OUT da ABB com as seguintes características:

- Potência de injeção: 50 kW;
- Tensão de saída: 400 V;
- Eficiência: 98,6 %;
- Dimensão: 146,5x731,5x300 mm;



Figura 6.13- Inversores utilizados

No quadro elétrico já existente irá instalar-se por cada inversor um disjuntor diferencial de 4x100 A e o respetivo cabo que irá ligar o nosso sistema à instalação elétrica.

A monitorização da produção do sistema irá ser efetuada através de um contador de energia e interface de comunicação. O contador de energia será instalado à saída da instalação, pelo que, será ainda necessário um cabo de comunicação com o inversor, que guiará a corrente contínua que o painel produz para o inversor a converter em corrente alternada.

➤ **Cálculo das tarifas:**

De acordo com as tarifas aplicadas pelo distribuidor de energia contratada pela empresa, Endesa, tendo como base a faturação referente a um mês no período de inverno, presente no Anexo A.5. Em horário de cheia, o distribuidor cobra 0,094582 €/kWh +IVA e em horário de ponta, já com a taxa adicional por disponibilidade de potência contabilizada cobra o valor de 0,1846 €/kWh +IVA.

Com base na representação gráfica da produção energética num dia da semana no inverno, Figura 6.5, verifica-se que a instalação só produz energia no período das 7h30 min às 16h30 min, ou seja, num dia só em nove horas é que ocorre produção de energia pelo sistema.

Das nove horas de produção do sistema, 2h30 min são referentes ao horário de ponta e as restantes 6h30 min, referem-se ao horário de cheias. Portanto 28 % da produção fotovoltaica ocorre em horário de ponta e os restantes 72% ocorre em horário de cheia.

O novo valor da tarifa para a energia autoconsumida, após a implementação do sistema fotovoltaico obtém-se através do seguinte cálculo:

$$Tarifa = 0,28 \times 0,1846 + 0,72 \times 0,09582 = 0,12 \text{ €/KWh} + \text{IVA}$$

Relativamente ao IVA, este não é contabilizado uma vez que as empresas têm forma de deduzi-lo.

Em suma a energia durante o dia consome-se a 0,12 €/kWh e a energia é vendida à rede a 0,04€/kWh.

➤ **Orçamento para instalação do sistema fotovoltaico:**

Tal como referido anteriormente do contacto com a empresa foi possível obter o orçamento geral relativo à instalação, este inclui o equipamento solar, serralharia, material elétrico e mão de obra. Apresentando este um valor global de 125 000,00 €, descrito na Tabela 6.4.

Tabela 6.4- Orçamento detalhado

<b>Equipamento sistema solar:</b>		
Painel 270 watts	Un	505
Inversor	Un	3
Contador	Un	1
<b>Equipamentos de serralharia:</b>		
Estrutura metálica de suporte	Gl	127
Acessórios de suporte para fixação dos painéis	Un	5
<b>Equipamentos de eletricidade:</b>		
<b>Equipamento modelar: Disjuntores, controladores</b>		
Disjuntor diferencial	Un	1
<b>Material em DC</b>		
Quadro para Fusíveis	Un	18
Base com fusíveis DC	Un	35
Conetores	Gl	18
<b>Calhas e tubos PVC</b>		
Calha DLP 100x60 m 250,0	m	125
Tubos PVC 20mm2 m 500,0	m	250
<b>Lista de cabos:</b>		
Cabo DC 1x4 mm2	m	1250
Cabo XV 3G4 mm2	m	250
<b>Mão de obra</b>		
Projeto	Gl	1
<b>Montagem</b>		
Instalação da estrutura metálica	Gl	15
Instalação elétrica	Dia	30
Comissionamento	Gl	1

Diversos		
<b>Transporte</b>		
Transporte + taxas painéis	GI	1
Viagens	GI	60
Custos Processo	GI	1
Valor acresce a taxa de IVA em vigor de 23%		

➤ **Análise económica:**

Dado o orçamento para a instalação fotovoltaica proposto, procedeu-se à análise económica de forma a estudar a viabilidade da implementação da instalação fotovoltaica para o seu período de vida.

Tendo como base os valores obtidos de energia consumida, energia exportada anualmente e com tarifas aplicadas de 0,12 €/kWh e de 0,04 €/kWh para cada energia, respetivamente, calculou-se as poupanças relativamente à energia consumida e à energia injetada à rede para o primeiro ano. Para os anos seguintes as poupanças foram determinadas tendo em conta um incremento de 3% para a tarifa da energia consumida e de 1% para a tarifa da energia injetada na rede.

Com as poupanças de energia aliadas ao investimento inicial, realizou-se o estudo da viabilidade económica, presentes no Anexo A.6, consta obtendo-se a representação gráfica da Figura 6.14.

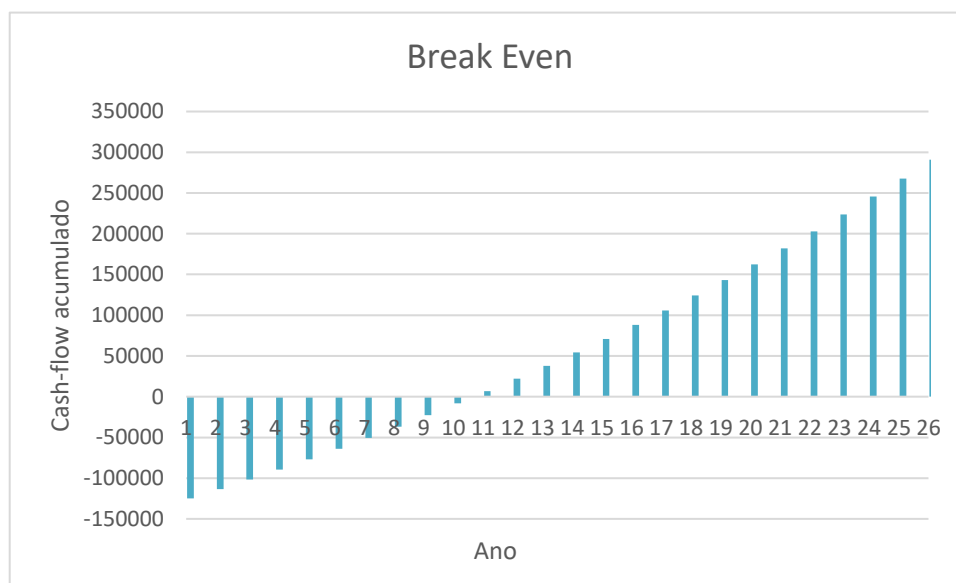


Figura 6.14- Representação gráfica do estudo da viabilidade económica

Através da representação gráfica relativa ao estudo da viabilidade económica pode-se constatar um investimento inicial no valor de 125 000 € e dadas as poupanças de energia concretizadas, verifica-se que o período de retorno do investimento (Break Even) encontra-se a partir do décimo ano de exploração.

No final do tempo de vida da instalação é possível obter um lucro de 100 000 € comparativamente ao investimento inicial.

Em suma seria necessário um investimento de 125 000 € para o dimensionamento da instalação realizado, obtendo-se o retorno do investimento ao fim de dez anos.

## 7. Conclusões

Para um destacamento no mercado atual, existem cada vez mais esforços no sentido de satisfazer as necessidades dos clientes assim como manter a rentabilidade e tentar reduzir os custos de operações. Para tal, cada vez mais as empresas implementam metodologias definidas como *Lean Manufacturing*, que têm apresentado excelentes resultados.

Com a finalidade de melhorar resultados, foram realizadas 26 instruções de trabalho, 13 instruções de limpeza, 4 instruções de qualidade e 9 especificações técnicas, com o intuito de uniformização dos procedimentos em cada operação e também como auxílio para novos membros integrantes na equipa.

Contudo, este tipo de medidas de melhoria não apresentam resultados imediatamente após a sua implementação, será necessário a realização de um estudo após dois anos de implementação.

De modo a reduzir os consumos energéticos da empresa, foi efetuado um dimensionamento de uma instalação fotovoltaica para produção de energia. Com a sua elaboração verificou-se que não se reuniam as condições para que a empresa conseguisse ser 100% autossuficiente, uma vez que não possui uma área disponível para aplicação do sistema que suportasse os consumos atuais.

Portanto foi realizado um dimensionamento com a finalidade de reduzir a faturação energética. A instalação é então composta por 505 painéis policristalinos compostos por 60 células, com uma potência de 136,4 kWp. A instalação produzirá anualmente 248 107,4 kWh, dos quais 232 892,4 kWh são consumidos e 15214,9 kWh são vendidos à rede de distribuição.

O investimento para a instalação tem como valor 125 000 €, estimando-se um período de retorno ao fim de dez anos.



## 8. Referências bibliográficas

- [1]. Cortadoria Nacional de pêlo, s. a. 'Cortadoria Nacional de Pêlo'. Available at: <http://www.cortadoria.pt/PT/a-empresa/>. (Accessed: 15th April 2017)
- [2]. Freitas Alves, S. S. 'Dimensionamento de sistemas fotovoltaicos'. (Instituto Politécnico de Bragança, 2008).
- [3]. Dias Abrunhosa, F. J. 'Soluções técnicas para o projecto de edifícios de habitação incorporando produção própria de energia',. (Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, 2009).
- [4]. DUARTE SANTOS, F. *Que futuro? Ciência, Tecnologia, Desenvolvimento e Ambiente*. (2007).
- [5]. Siemens. Diálogo. 76 (2013).
- [6]. Lavado, A. L. C. Os Actuais Desafios da Energia. Implementação e Utilização das Energias Renováveis. (2009).
- [7]. ERSE. PRE - Produção em Regime Especial. Available at: <http://www.erse.pt/pt/desempenhoambiental/prodregesp/Paginas/default.aspx>. (Accessed: 28th September 2017)
- [8]. Simões, J. 'Novos desenhos de mercado para a expansão da atividade de produção de eletricidade'. (2016).
- [9]. Technology, S. M. A. S. Factor de CO 2. 4–7
- [10]. G. TYLER MILLER, J. & SCOTT E. SPOOLMAN. *Environmental Science*.
- [11]. Petrin, N. Radiação solar. Available at: <https://www.estudopratico.com.br/radiacao-solar-insolacao-comprimento-de-onda-e-composicao-espectral/>. (Accessed: 20th September 2017)
- [12]. K.Scharmer and J.Greif. 'The European Solar Radiaton Atlas',. (École des Mines de Paris, 2000).
- [13]. 'Energia Solar Térmica Manual sobre tecnologias, projecto e instalação', manual desenvolvido no projecto GREENPRO entre Fevereiro de 2002 e Janeiro de 2004.
- [14]. Pilão, R. 'Energia Solar'. (2017).
- [15]. 'Energia Fotovoltaica Manual sobre tecnologias, projecto e instalação', manual desenvolvido no projecto GREENPRO entre Fevereiro de 2002 e Janeiro de 2004.
- [16]. Solar Energy International. 'Photovoltaics: Design and Installation Manual'. (New Society Publishers, 2004).
- [17]. Alves Moreira, V. A. Dimensionamento de sistemas de produção de electricidade baseados em energia solar fotovoltaica. (Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, 2008).
- [18]. Marques, A. Implementação de metodologias Lean numa unidade de fabrico de Vernizes e Endurecedores. (Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, 2016).
- [19]. Dennis, P. *Lean Production Simplified*. (Productivity Press, 2015).
- [20]. Imai, M. *Gemba Kaizen*. (McGraw-Hill, 2012).

- [21]. Machado, J. 'Total Flow Management na Indústria' Kaizen Institute. (Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, 2008).
- [22]. Parry, G. C. *Application of Lean Visual Process Management Tools*. (2006).
- [23]. Viana Silva, M. L. A importância do layout dentro das indústrias para o aumento da produtividade. Available at: [http://www.techoje.com.br/site/techoje/categoria/detalhe\\_artigo/1661](http://www.techoje.com.br/site/techoje/categoria/detalhe_artigo/1661). (Accessed: 27th October 2017)
- [24]. PME. Gestão da Produção - OptimizPME. (2013). Gestão da Produção - Optimizar a produção através do LEAN Objectivos. Formação PME.ar a produção através do LEAN Objectivos. *Formação PME 6* (2013).
- [25]. Murray, J. FIFO Inventory Cost Method Explained. (2017). Available at: <https://www.thebalance.com/fifo-inventory-cost-method-explained-398266>. (Accessed: 27th October 2017)
- [26]. Graça, A. *Manual da Produção*. (2008).
- [27]. Soares de Oliveira, R. A Importância Dos Indicadores De Desempenho. Available at: <http://pme.pt/indicadores-de-desempenho/>. (Accessed: 24th October 2017)
- [28]. ALBUQUERQUE, D. Instrução de Trabalho (IT) na ISO 9001, como e quando utilizar? (2013). Available at: <http://certificacaoiso.com.br/instrucao-de-trabalho-it-na-iso9001-como-quando-utilizar/>. (Accessed: 27th October 2017)
- [29]. EDP Energias de Portugal. Produção Distribuída. Available at: <https://www.edpsu.pt/PT/PRE/MICROPRODUCAO/Pages/UnidadesdePequenaProdução.aspx>. (Accessed: 28th February 2017)
- [30]. *Apontamentos da disciplina Sistemas de Energia e Energias Renováveis*.
- [31]. Bloomberg New Energy Finance. *SOLAR INSIGHT SERVICE*. (2017).
- [32]. True Green solutions. 'True Green Solutions'. Available at: <http://truegreensolutions.com.au/solar-power/working-principle/>. (Accessed: 19th September 2017)
- [33]. Modelo de um projeto de um sistema fotovoltaico. (2004). Available at: [http://www.proceedings.scielo.br/scielo.php?pid=MSC0000000022004000200020&script=sci\\_arttext%0A](http://www.proceedings.scielo.br/scielo.php?pid=MSC0000000022004000200020&script=sci_arttext%0A). (Accessed: 17th October 2017)
- [34]. European Commission. Photovoltaic Geographical Information System (PVGIS). (2012). Available at: <http://re.jrc.ec.europa.eu/pvgis/>. (Accessed: 13th September 2017)
- [35]. Google. Google Maps. Available at: <https://www.google.pt/maps/place/Cortadoria+Nacional+de+Pêlo,+S.A./@40.8990833,-8.4793313,136m/data=!3m1!1e3!4m5!3m4!1s0xd2381e3f9b8c36d:0xd3b6ae5c14ffe56f!8m2!3d40.8988549!4d-8.4795944>. (Accessed: 30th October 2017)
- [36]. TrinaSolar. HONEY - PD05 Silver Frame - White Backsheet. Available at: <http://www.trinasolar.com/en-glb/product/honey-pd05>. (Accessed: 7th November 2017)



## **Anexos**

### **Anexo A – Dimensionamento de um sistema fotovoltaico**

## Anexo A.1 – Levantamento dos consumos energéticos e produção

### Exemplo de cálculo:

$$\text{Energia variável [tep]} = \text{energia variável [kWh]} \times 215 \times 10^{-6} = 10\,459 \times 215 \times 10^{-6} = 2,25 \text{ tep}$$

Tabela A.1.1- Consumos energéticos e produção do mês de agosto

ago/16						
energia variável	kWh	tep	Produção (t)	tep/produção	Potência contratada (kW)	Irradiação (35º) (Wh/m <sup>2</sup> /dia)
P1 - ponta	10 459	2,25	15,527	0,8879	416	6820
P2 - cheia	35 852	7,71				
P3 - vazio	11 437	2,46				
P4 - super vazio	6 371	1,37				
Total (P1+P2+P3+P4)	64 119	13,79				
Total (P1+P2)	46 311	9,96				

Tabela A.1.2- Consumos energéticos e produção do mês de setembro

set/16						
energia variável	kWh	tep	Produção (t)	tep/produção	Potência contratada (kW)	Irradiação (35º) (Wh/m <sup>2</sup> /dia)
P1 - ponta	20 113	4,32	44,204	0,4955	416	6320
P2 - cheia	61 558	13,23				
P3 - vazio	12 334	2,65				
P4 - super vazio	7 872	1,69				
Total (P1+P2+P3+P4)	101 877	21,90				
Total (P1+P2)	81 671	17,55				

Tabela A.1.3- Consumos energéticos e produção do mês de setembro

out/16						
energia variável	kWh	tep	Produção (t)	tep/produção	Potência contratada (kW)	Irradiação (35°) (Wh/m2/dia)
P1 - ponta	19 801	4,26	53,342	0,4669	416	4830
P2 - cheia	67 815	14,58				
P3 - vazio	18 165	3,91				
P4 - super vazio	10 064	2,16				
Total (P1+P2+P3+P4)	115 845	24,91				
Total (P1+P2)	87 616	18,84				

Tabela A.1.4- Consumos energéticos e produção do mês de novembro

nov/16						
energia variável	kWh	tep	Produção (t)	tep/produção	Potência contratada (kW)	Irradiação (35°) (Wh/m2/dia)
P1 - ponta	29 541	6,35	57,294	0,4774	412	3610
P2 - cheia	68 160	14,65				
P3 - vazio	18 542	3,99				
P4 - super vazio	10 964	2,36				
Total (P1+P2+P3+P4)	127 207	27,35				
Total (P1+P2)	97 701	21,01				

Tabela A.1.5- Consumos energéticos e produção do mês de dezembro

dez/16						
energia variável	kWh	tep	Produção (t)	tep/produção	Potência contratada (kW)	Irradiação (35º) (Wh/m2/dia)
P1 - ponta	23 270	5,00	40,088	0,5539	412	3020
P2 - cheia	52 852	11,36				
P3 - vazio	17 818	3,83				
P4 - super vazio	9 347	2,01				
Total (P1+P2+P3+P4)	103 287	22,21				
Total (P1+P2)	76 122	16,37				

Tabela A.1.6- Consumos energéticos e produção do mês de janeiro

jan/17						
energia variável	kWh	tep	Produção (t)	tep/produção	Potência contratada (kW)	Irradiação (35º) (Wh/m2/dia)
P1 - ponta	34 248	7,36	58,193	0,5244	412	3210
P2 - cheia	77 944	16,76				
P3 - vazio	18 808	4,04				
P4 - super vazio	10 942	2,35				
Total (P1+P2+P3+P4)	141 942	30,52				
Total (P1+P2)	112 192	24,12				

Tabela A.1.7- Consumos energéticos e produção do mês de fevereiro

fev/17						
energia variável	kWh	tep	Produção (t)	tep/produção	Potência contratada (kW)	Irradiação (35°) (Wh/m2/dia)
P1 - ponta	28 124	6,05	54,013	0,4842	404	4410
P2 - cheia	66 009	14,19				
P3 - vazio	17 843	3,84				
P4 - super vazio	9 673	2,08				
Total (P1+P2+P3+P4)	121 649	26,15				
Total (P1+P2)	94 133	20,24				

Tabela A.1.8- Consumos energéticos e produção do mês de março

mar/17						
energia variável	kWh	tep	Produção (t)	tep/produção	Potência contratada (kW)	Irradiação (35°) (Wh/m2/dia)
P1 - ponta	32 573	7,00	74,206	0,4229	404	5420
P2 - cheia	83 264	17,90				
P3 - vazio	19 812	4,26				
P4 - super vazio	10 315	2,22				
Total (P1+P2+P3+P4)	145 964	31,38				
Total (P1+P2)	115 837	24,90				

Tabela A.1.9- Consumos energéticos e produção do mês de abril

abr/17						
energia variável	kWh	tep	Produção (t)	tep/produção	Potência contratada (kW)	Irradiação (35º) (Wh/m2/dia)
P1 - ponta	15 938	3,43	55,208	0,4359	404	5600
P2 - cheia	68 321	14,69				
P3 - vazio	18 980	4,08				
P4 - super vazio	8 689	1,87				
Total (P1+P2+P3+P4)	111 928	24,06				
Total (P1+P2)	84 259	18,1				

Tabela A.1.10- Consumos energéticos e produção do mês de junho

jun/17						
energia variável	kWh	tep	Produção (t)	tep/produção	Potência contratada (kW)	Irradiação (35º) (Wh/m2/dia)
P1	19 044	4,09	57,297	0,4024	404	6420
P2	70 784	15,22				
P3	10 510	2,26				
P4	6 903	1,48				
Total (P1+P2+P3+P4)	107 241	23,06				
Total (P1+P2)	89 828	19,31				

Tabela A.1.11- Consumos energéticos e produção do mês de julho

jul/17						
energia variável	kWh	tep	Produção (t)	tep/produção (t)	Potência contratada (kW)	Irradiação (35º) (Wh/m2/dia)
P1	19 877	4,27	59,390	0,4488	404	6800
P2	80 098	17,22				
P3	15 177	3,26				
P4	8 812	1,89				
Total (P1+P2+P3+P4)	123 964	26,65				
Total (P1+P2)	99 975	21,49				

## Anexo A.2 – Cálculo dos consumos específicos

Os consumos específicos são calculados através da equação:

$$\text{Consumo Específico} = \frac{\text{Energia envolvida}}{\text{Unidade de produção}} = \frac{\text{Potência}}{\text{Caudal de Produção}}$$

**Exemplo de cálculo:**

$$\text{Consumo Específico} = \frac{64\,119 \text{ [kWh]}}{15,527 \text{ [t]}} = 4129,65 \text{ kWh/t}$$

Tabela A.2.1- Cálculos dos consumos específicos para cada mês

	Produção (t)	Energia Variável (tep)	Consumo específico(tep/t)	Energia Variável (kWh)	Consumo específico(kWh/t)
<b>ago/16</b>	15,53	13,79	0,8879	64 119	4129,65
<b>set/16</b>	44,20	21,90	0,4955	101 877	2304,71
<b>out/16</b>	53,34	24,91	0,4669	115 845	2171,73
<b>nov/16</b>	57,29	27,35	0,4774	127 207	2220,26
<b>dez/16</b>	40,09	22,21	0,5539	103 287	2576,49
<b>jan/17</b>	58,19	30,52	0,5244	141 942	2439,16
<b>fev/17</b>	54,01	26,15	0,4842	121 649	2252,22
<b>mar/17</b>	74,21	31,38	0,4229	145 964	1967,01
<b>abr/17</b>	55,21	24,06	0,4359	111 928	2027,39
<b>mai/17</b>	59,64	26,08	0,4373	121 305	2033,96
<b>jun/17</b>	57,30	23,06	0,4024	107 241	1871,66
<b>jul/17</b>	59,39	26,65	0,4488	123 964	2087,30

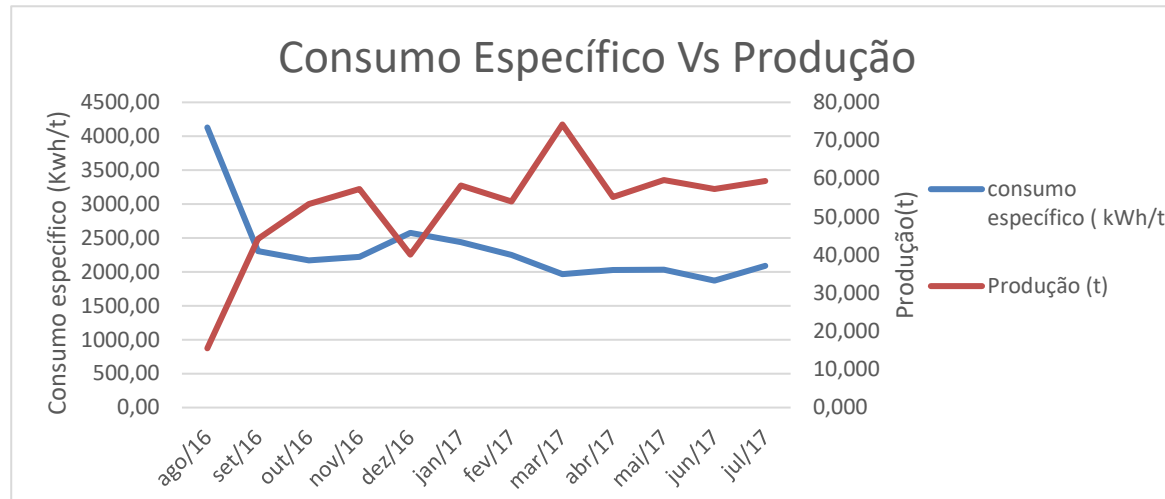


Figura A.2.1- Representação gráfica do consumo específico (kWh/t) Vs produção

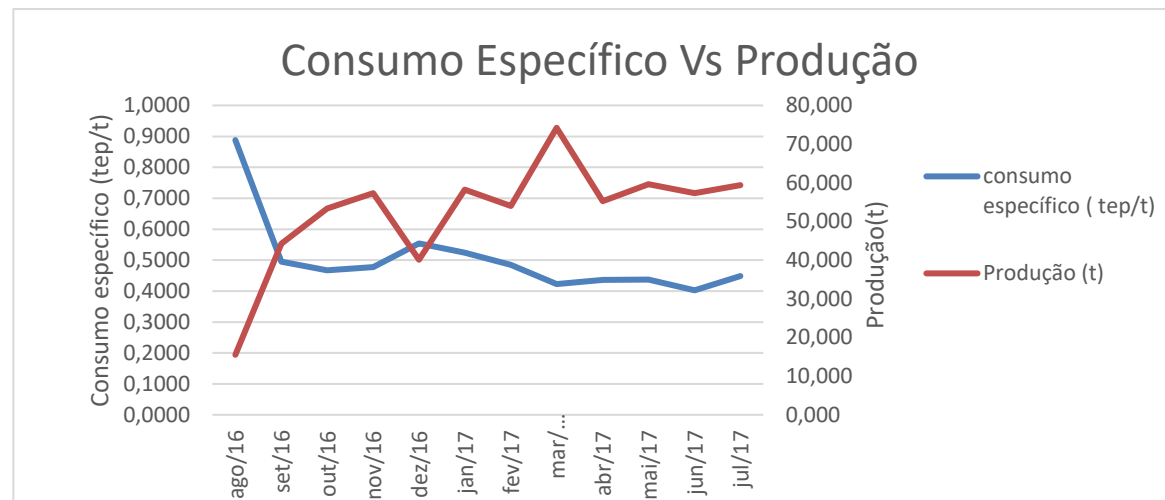


Figura A.2.2- Representação gráfica do consumo específico (tep/t) Vs produção

## Anexo A.3 – Dimensionamento do sistema fotovoltaico

### Anexo A.3.1 – Resultados do estudo das várias opções

Para o dimensionamento do sistema efetuou-se os seguintes cálculos para as várias opções:

#### Exemplo de cálculo:

Para as condições STC a Radiação (G) = 1 kW/m<sup>2</sup>

- Área do painel:

$$A_{\text{painel}} = 1,650 [m] \times 0,992 [m] = 1,64 \text{ m}^2$$

- E<sub>Rad.</sub>:

$$E_{\text{rad}} = \frac{E_n [kWh]}{\eta_{\text{painel}}} = \frac{46\,311}{0,165} = 280\,672,73 \text{ kWh}$$

- Área de painéis necessária:

$$\text{Área painéis necessária} = \frac{G \left[ \frac{\text{kWh}}{\text{m}^2} \right]}{E_{\text{rad}} [\text{kWh}]} = \frac{211,43}{280\,672,73} = 1327,56 \text{ m}^2$$

- Área de aplicação de painéis:

$$\text{Área de aplicação} = 0,7 \times \text{Área disponível} [m^2] = 0,7 \times 1182,50 = 827,75 \text{ m}^2$$

- Número de painéis:

$$\text{Número de painéis} = \frac{\text{Área de aplicação [m}^2\text{]}}{\text{Área do painel [m}^2\text{]}} = \frac{827,75}{1,6368} = 505$$

- Potência do pico de instalação:

$$\text{Potência do pico de instalação} = N^{\circ} \text{ paineis} \times \text{Potência painel [kW]} = 505 * 0,27 = 136,4kW$$

Tabela A.3.1.1- Informações fornecidas pelo fornecedor

opção 1	tipo policristalinos de 60 células							
	Fabricante	Modelo	Potência (W)	Potência (kW)	Eficiência (%)	Dimensões (mm)	Peso (kg)	área (m <sup>2</sup> )
	TrinaSolar	TSM-PD05	270	0,27	16,5	1650x992x35	18,6	1,64

Tabela A.3.1.2- Resultados do estudo obtidos

mês	Irradiação H (35) (Wh/m <sup>2</sup> /dia)	dias	G (kWh/m <sup>2</sup> )	En (kWh)	η	Erad (kWh)	Área painéis necessária (m <sup>2</sup> )	Área disponível (m <sup>2</sup> )	Área de aplicação painéis (m <sup>2</sup> )	Nº painéis	Potência de pico de instalação (kW)
ago/16	6820	31	211,42	46 311	0,165	280672,72	1327,56	1182,50	827,75	505	136,4
set/16	6320	30	189,6	81 671		494975,76	2610,63				
out/16	4830	31	149,73	87 616		531006,06	3546,42				
nov/16	3610	30	108,3	97 701		592127,27	5467,47				
dez/16	3020	31	93,62	76 122		461345,45	4927,85				
jan/17	3210	31	99,51	112 192		679951,51	6833,00				
fev/17	4410	28	123,48	94 133		570503,03	4620,21				
mar/17	5420	31	168,02	115 837		702042,42	4178,33				
abr/17	5600	30	168	84 259		510660,61	3039,65				
mai/17	6100	31	189,1	99 293		601775,76	3182,31				
jun/17	6420	30	192,6	89 828		544412,12	2826,65				
jul/17	6800	31	210,8	99 975		605909,09	2874,33				

Tabela A.3.1.3- Informações fornecidas pelo fornecedor

opção 2	tipo policristalinos de 60 células							
	Fabricante	Modelo	Potência (W)	Potência (kW)	Eficiência (%)	Dimensões (mm)	Peso (kg)	área (m2)
	TrinaSolar	TSM-PD05	285	0,285	17,4	1650x992x35	18,6	1,64

Tabela A.3.1.4- Resultados do estudo obtidos

mês	Irradiação H (35) (Wh/m <sup>2</sup> /dia)	dias	G (kWh/m <sup>2</sup> )	En (kWh)	η	Erad (kWh)	Área painéis necessária (m <sup>2</sup> )	Área disponível (m <sup>2</sup> )	Área de aplicação o painéis (m <sup>2</sup> )	Nº painéis	Potência de pico de instalação (kW)
ago/16	6820	31	211,42	46 311	0,174	266155,17	1258,89	1182,50	827,75	505	143,9
set/16	6320	30	189,6	81 671		469373,56	2475,60				
out/16	4830	31	149,73	87 616		503540,23	3362,99				
nov/16	3610	30	108,3	97 701		561500,00	5184,67				
dez/16	3020	31	93,62	76 122		437482,76	4672,96				
jan/17	3210	31	99,51	112 192		644781,61	6479,57				
fev/17	4410	28	123,48	94 133		540994,25	4381,23				
mar/17	5420	31	168,02	115 837		665729,88	3962,21				
abr/17	5600	30	168	84 259		484247,13	2882,42				
mai/17	6100	31	189,1	99 293		570649,42	3017,71				
jun/17	6420	30	192,6	89 828		516252,87	2680,44				
jul/17	6800	31	210,8	99 975		574568,96	2725,66				

Tabela A.3.1.5- Informações fornecidas pelo fornecedor

opção 3	tipo policristalinos de 72 células							
	Fabricante	Modelo	Potência (W)	Potência (kW)	Eficiência (%)	Dimensões (mm)	Peso (kg)	área (m2)
	TrinaSolar	TSM-PD14	320	0,32	16,5	1960x992x40	22,5	1,94

Tabela A.3.1.6- Resultados do estudo obtidos

mês	Irradiação H (35) (Wh/m <sup>2</sup> /dia)	dias	G (kWh/m <sup>2</sup> )	En (kWh)	$\eta$	Erad (kWh)	Área painéis necessária (m <sup>2</sup> )	Área disponível (m <sup>2</sup> )	Área de aplicação painéis (m <sup>2</sup> )	Nº painéis	Potência de pico de instalação (kW)
ago/16	6820	31	211,42	46 311	0,165	280672,73	1327,56	1182,50	827,75	425	136,0
set/16	6320	30	189,6	81 671		494975,76	2610,63				
out/16	4830	31	149,73	87 616		531006,06	3546,42				
nov/16	3610	30	108,3	97 701		592127,27	5467,47				
dez/16	3020	31	93,62	76 122		461345,45	4927,85				
jan/17	3210	31	99,51	112 192		679951,51	6833,00				
fev/17	4410	28	123,48	94 133		570503,03	4620,21				
mar/17	5420	31	168,02	115 837		702042,42	4178,33				
abr/17	5600	30	168	84 259		510660,61	3039,65				
mai/17	6100	31	189,1	99 293		601775,76	3182,31				
jun/17	6420	30	192,6	89 828		544412,12	2826,65				
jul/17	6800	31	210,8	99 975		605909,09	2874,33				

Tabela A3.1.7- Informações fornecidas pelo fornecedor

opção 4	tipo monocristalinos de 60 células (dual glass)							
	Fabricante	Modelo	Potência (W)	Potência (kW)	Eficiência (%)	Dimensões (mm)	Peso (kg)	área (m <sup>2</sup> )
	TrinaSolar		280	0,28	17	1662x996x6	23,5	1,65

Tabela A.3.1.8 - Resultados do estudo obtidos

mês	Irradiação H (35) (Wh/m <sup>2</sup> /dia)	dias	G (kWh/m <sup>2</sup> )	En (kWh)	$\eta$	Erad (kWh)	Área painéis necessária (m <sup>2</sup> )	Área disponível (m <sup>2</sup> )	Área de aplicação painéis (m <sup>2</sup> )	Nº painéis	Potência de pico de instalação (kW)
ago/16	6820	31	211,42	46 311	0,17	272417,65	1288,51	1182,50	827,75	500	140,0
set/16	6320	30	189,6	81 671		480417,65	2533,85				
out/16	4830	31	149,73	87 616		515388,23	3442,12				
nov/16	3610	30	108,3	97 701		574711,76	5306,66				
dez/16	3020	31	93,62	76 122		447776,47	4782,91				
jan/17	3210	31	99,51	112 192		659952,94	6632,03				
fev/17	4410	28	123,48	94 133		553723,53	4484,32				
mar/17	5420	31	168,02	115 837		681394,12	4055,43				
abr/17	5600	30	168	84 259		495641,18	2950,24				
mai/17	6100	31	189,1	99 293		584076,47	3088,72				
jun/17	6420	30	192,6	89 828		528400,00	2743,51				
jul/17	6800	31	210,8	99 975		588088,23	2789,79				

Tabela A.3.1.8- Informações fornecidas pelo fornecedor

opção 5	tipo policristalinos de 60 células							
	Fabricante	Modelo	Potência (W)	Potência (kW)	Eficiência (%)	Dimensões (mm)	Peso (kg)	área (m <sup>2</sup> )
	Jinko	KM265P-60	265	0,265	16,19	1650x992x40	18,6	1,64

Tabela A.3.1.9- Resultados do estudo obtidos

mês	Irradiação H (35) (Wh/m <sup>2</sup> /dia)	dias	G (kWh/m <sup>2</sup> )	En (kWh)	$\eta$	Erad (kWh)	Área painéis necessária (m <sup>2</sup> )	Área disponível (m <sup>2</sup> )	Área de aplicação painéis (m <sup>2</sup> )	Nº painéis	Potência de pico de instalação (kW)
ago/16	6820	31	211,42	46 311	0,1619	286046,94	1352,98	1182,50	827,75	505	133,8
set/16	6320	30	189,6	81 671		504453,37	2660,62				
out/16	4830	31	149,73	87 616		541173,56	3614,33				
nov/16	3610	30	108,3	97 701		603465,10	5572,16				
dez/16	3020	31	93,62	76 122		470179,12	5022,21				
jan/17	3210	31	99,51	112 192		692970,97	6963,83				
fev/17	4410	28	123,48	94 133		581426,81	4708,67				
mar/17	5420	31	168,02	115 837		715484,87	4258,33				
abr/17	5600	30	168	84 259		520438,54	3097,85				
mai/17	6100	31	189,1	99 293		613298,33	3243,25				
jun/17	6420	30	192,6	89 828		554836,32	2880,77				
jul/17	6800	31	210,8	99 975		617510,81	2929,37				

### Anexo A.3.2 – Produção energética no inverno

Os cálculos da produção energética para o período de inverno foram efetuados para um dia da semana, para o sábado e para o domingo, respetivamente.

Para a obtenção dos valores da radiação solar horária de inverno recorreu-se à aplicação *Photovoltaic Geographical Information System (PVGIS)*, uma vez que é necessário escolher um mês para a obtenção dos valores, admitiu-se o mês de janeiro para o uso dos valores da radiação solar.

17/10/2017

Daily irradiance calculation

#### Average Daily Solar Irradiance

#### PVGIS Estimates of average daily profiles

Results for: January

Solar radiation database used: PVGIS-CMSAF

Inclination of plane: 35 deg.

Orientation (azimuth) of plane: 0 deg.

Time	G	G <sub>d</sub>	G <sub>c</sub>	DNI	DNI <sub>c</sub>	A	A <sub>d</sub>	A <sub>c</sub>
07:37	101	44	170	164	400	230	63	469
07:52	151	66	258	208	508	308	95	616
08:07	190	77	332	244	596	352	102	710
08:22	227	88	404	272	665	388	109	784
08:37	262	97	473	295	719	417	115	842
08:52	294	105	538	313	763	441	120	889
09:07	325	112	599	327	799	461	124	928
09:22	353	118	656	339	828	478	128	959
09:37	378	124	708	350	853	491	131	985
09:52	402	129	756	358	873	503	134	1010
10:07	422	133	799	365	891	513	136	1020
10:22	441	136	837	371	905	521	138	1040
10:37	456	139	870	376	917	527	140	1050
10:52	469	141	897	379	926	532	141	1060
11:07	480	143	920	382	933	536	142	1070
11:22	488	144	936	385	938	539	143	1070
11:37	493	145	948	386	942	541	143	1080
11:52	495	146	953	387	944	542	143	1080
12:07	495	146	953	387	944	542	143	1080
12:22	493	145	948	386	942	541	143	1080
12:37	488	144	936	385	938	539	143	1070
12:52	480	143	920	382	933	536	142	1070
13:07	469	141	897	379	926	532	141	1060
13:22	456	139	870	376	917	527	140	1050
13:37	441	136	837	371	905	521	138	1040
13:52	422	133	799	365	891	513	136	1020
14:07	402	129	756	358	873	503	134	1010
14:22	378	124	708	350	853	491	131	985
14:37	353	118	656	339	828	478	128	959
14:52	325	112	599	327	799	461	124	928
15:07	294	105	538	313	763	441	120	889
15:22	262	97	473	295	719	417	115	842
15:37	227	88	404	272	665	388	109	784
15:52	190	77	332	244	596	352	102	710
16:07	151	66	258	208	508	308	95	616
16:22	101	44	170	164	400	230	63	469
16:37	22	22	12	0	0	11	9	6

<http://re.jrc.ec.europa.eu/pvgis/apps4/DRcalc.php>

1/2

17/10/2017

Daily irradiance calculation

The time shown is local solar time. To find GMT time, add 0.57 hours

$G$ : Global irradiance on a fixed plane ( $W/m^2$ )

$G_d$ : Diffuse irradiance on a fixed plane ( $W/m^2$ )

$G_c$ : Global clear-sky irradiance on a fixed plane ( $W/m^2$ )

$DNI$ : Direct normal irradiance ( $W/m^2$ )

$DNI_c$ : Clear-sky direct normal irradiance ( $W/m^2$ )

$A$ : Global irradiance on 2-axis tracking plane ( $W/m^2$ )

$A_d$ : Diffuse irradiance on 2-axis tracking plane ( $W/m^2$ )

$A_c$ : Global clear-sky irradiance on 2-axis tracking plane ( $W/m^2$ )

PVGIS © European Communities, 2001-2012

Reproduction is authorised, provided the source is acknowledged.

See the disclaimer [here](#)

<http://re.jrc.ec.europa.eu/pvgis/apps4/DRcalc.php>

2/2

*Figura A.3.2. 1- Valores da radiação solar para o mês de janeiro através do PVGIS <sup>[34]</sup>*

Os valores do consumo de atual foram fornecidos pela empresa.

**Exemplo de cálculo para a opção 1:**

- Produção solar:

$$\begin{aligned} \text{Produção solar} &= \frac{G \left[ \frac{\text{kWh}}{\text{m}^2} \right] \times \text{Potênciado painel [kW]}}{G \text{ (STC)} \left[ \frac{\text{kW}}{\text{m}^2} \right]} \times N^{\circ} \text{ painéis} \\ &= \frac{0.101 \times 0,27}{1} \times 505 = 13,77 \text{ kWh} \end{aligned}$$

- Consumo após Fv:

$$\begin{aligned} \text{Consumo após FV} &= \text{Consumo atual [kWh]} - \text{Produção solar [kWh]} \\ &= 150 - 13,77 = 136,23 \text{ kWh} \end{aligned}$$

- Total da energia autoconsumida:

$$\begin{aligned} \text{Total da energia autoconsumida} &= \\ &= E_{\text{autoconsumida semana [kWh]}} \times 5 \\ &+ E_{\text{autoconsumida sábado [kWh]}} \\ &+ E_{\text{autoconsumida domingo [kWh]}} \\ &= (436,32 \times 5) + 436,32 + 436,32 = 3054,24 \text{ kWh} \end{aligned}$$

- Energia autoconsumida no inverno:

$$\begin{aligned} \text{Energia autoconsumida no inverno} &= \text{Total energia autoconsumida [kWh]} \times \\ &26 [\text{semanas}] = 3054,24 \times 26 = 79410,24 \text{ kWh} \end{aligned}$$

- Energia produzida pelo sistema Fv no inverno:

$$\begin{aligned} \text{Energia produzida pelo sistema no inverno} &= ((\text{Total produção solar semana [kWh]} \times 5) \\ &+ \text{Total produção solar sábado [kWh]} \\ &+ \text{Total produção solar domingo [kWh]}) \times 26 [\text{semanas}] \\ &= 79410,24 \text{ kWh} \end{aligned}$$

❖ **Opção 1:**

Tabela A.3.2.1- Cálculos para um dia da semana no período de inverno

Dia da semana no inverno					
horas dia (h)	G (Wh/m <sup>2</sup> )	G (kWh/m <sup>2</sup> )	Produção solar (kWh)	Consumo atual (kWh)	Consumo após Fv (kWh)
1	0	0	0	80	80
2	0	0	0	80	80
3	0	0	0	80	80
4	0	0	0	75	75
5	0	0	0	75	75
6	0	0	0	120	120
7,62	101	0,101	13,77	150	136,23
8	190	0,19	25,91	200	174,09
9	325	0,325	44,31	250	205,67
10	422	0,422	57,54	290	232,46
11	480	0,48	65,45	285	219,55
12	495	0,495	67,49	290	222,51
13	469	0,469	63,95	270	206,05
14	402	0,402	54,81	260	205,19
15	294	0,294	40,09	285	244,91
16,62	22	0,022	3,00	295	292,00
17	0	0	0	290	290
18	0	0	0	260	260
19	0	0	0	195	195
20	0	0	0	200	200
21	0	0	0	145	145
22	0	0	0	150	150
23	0	0	0	100	100
24	0	0	0	70	70
<b>Total (kWh)</b>			436,32	4495	4058,68
<b>Energia autoconsumida (kWh)</b>	436,32				

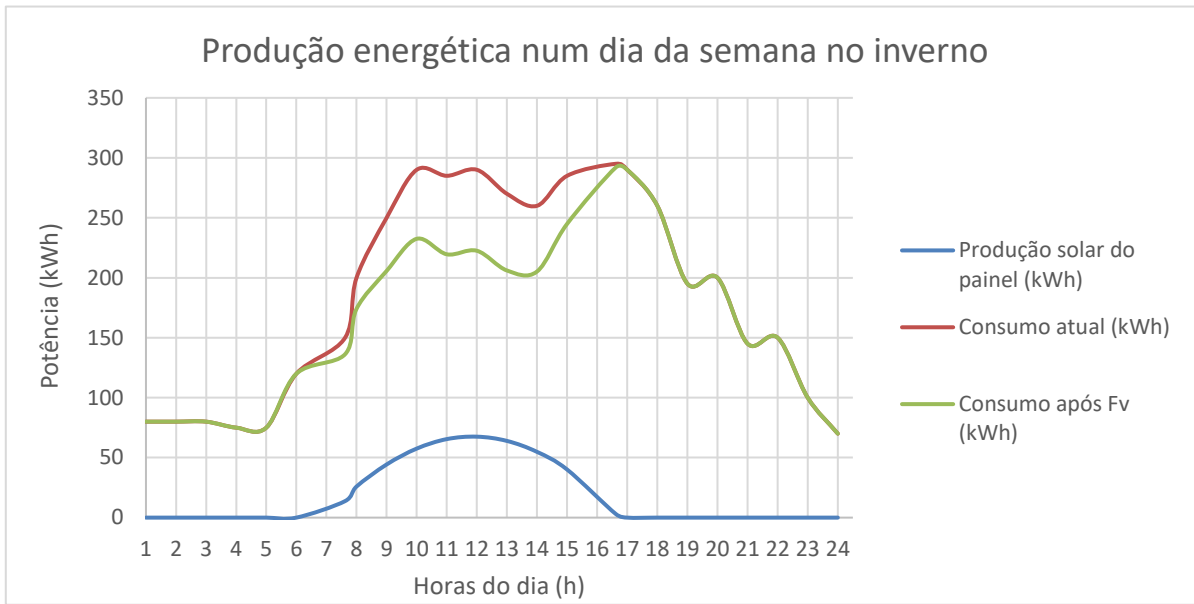


Figura A.3.2.2- Representação gráfica da produção energética num dia da semana de inverno

Tabela A.3.2.2- Cálculos para um sábado no período de inverno

Sábado no Inverno					
horas dia (h)	G (W/m <sup>2</sup> )	G (kW/m <sup>2</sup> )	Produção solar (kWh)	Consumo atual (kWh)	Consumo após Fv (kWh)
1	0	0	0	50	50
2	0	0	0	45	45
3	0	0	0	42	42
4	0	0	0	45	45
5	0	0	0	43	43
6	0	0	0	70	70
7,62	101	0,101	13,77	90	56,23
8	190	0,19	25,91	100	64,09
9	325	0,325	44,31	111	55,69
10	422	0,422	57,54	115	53,46
11	480	0,48	65,45	115	49,55
12	495	0,495	67,49	119	51,51
13	469	0,469	63,95	110	46,05
14	402	0,402	54,81	78	23,19
15	294	0,294	40,09	68	27,91
16,62	22	0,022	3,00	75	72,00
17	0	0	0	70	70
18	0	0	0	60	60
19	0	0	0	58	58
20	0	0	0	55	55
21	0	0	0	50	50
22	0	0	0	48	48

Sábado no Inverno					
horas dia (h)	G (W/m <sup>2</sup> )	G (kW/m <sup>2</sup> )	Produção solar (kWh)	Consumo atual (kWh)	Consumo após Fv (kWh)
23	0	0	0	45	45
24	0	0	0	40	40
<b>Total (kWh)</b>			436,32	1702	1265,68
<b>Energia autoconsumida (kWh)</b>	436,32				

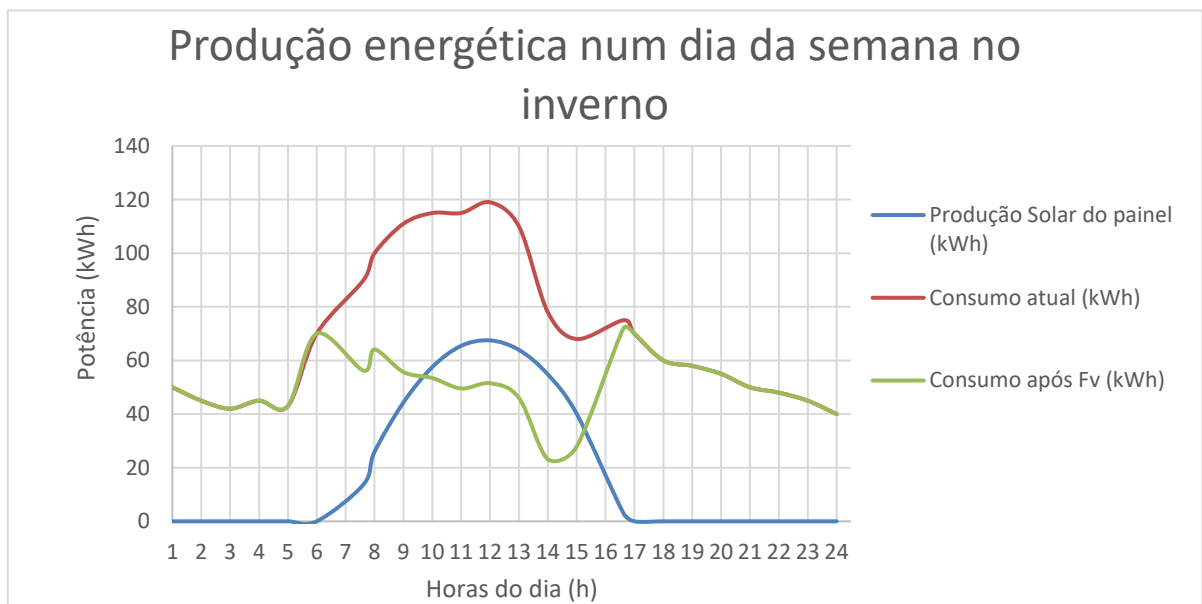


Figura A.3.2.3- Representação gráfica da produção energética num sábado de inverno

Tabela A.3.2.3- Cálculos para um domingo no período de inverno

Domingo					
horas dia (h)	G (W/m <sup>2</sup> )	G (kW/m <sup>2</sup> )	Produção solar (kWh)	Consumo atual (kWh)	Consumo após Fv (kWh)
1	0	0	0	73	73
2	0	0	0	71	71
3	0	0	0	71	71
4	0	0	0	71	71
5	0	0	0	73	73
6	0	0	0	78	78
7,62	101	0,101	13,77	78	64,23
8	190	0,19	25,91	78	52,09
9	325	0,325	44,31	73	33,69
10	422	0,422	57,54	75	15,46
11	480	0,48	65,45	73	7,55
12	495	0,495	67,49	75	7,51

Domingo					
horas dia (h)	G (W/m <sup>2</sup> )	G (kW/m <sup>2</sup> )	Produção solar (kWh)	Consumo atual (kWh)	Consumo após Fv (kWh)
13	469	0,469	63,95	78	14,05
14	402	0,402	54,81	73	18,19
15	294	0,294	40,09	78	37,91
16,62	22	0,022	3,00	78	75,00
17	0	0	0	79	79
18	0	0	0	80	80
19	0	0	0	78	78
20	0	0	0	75	75
21	0	0	0	73	73
22	0	0	0	78	78
23	0	0	0	85	85
24	0	0	0	80	80
<b>Total (kWh)</b>			436,32	1824	1387,68
<b>Energia autoconsumida (kWh)</b>	436,32				

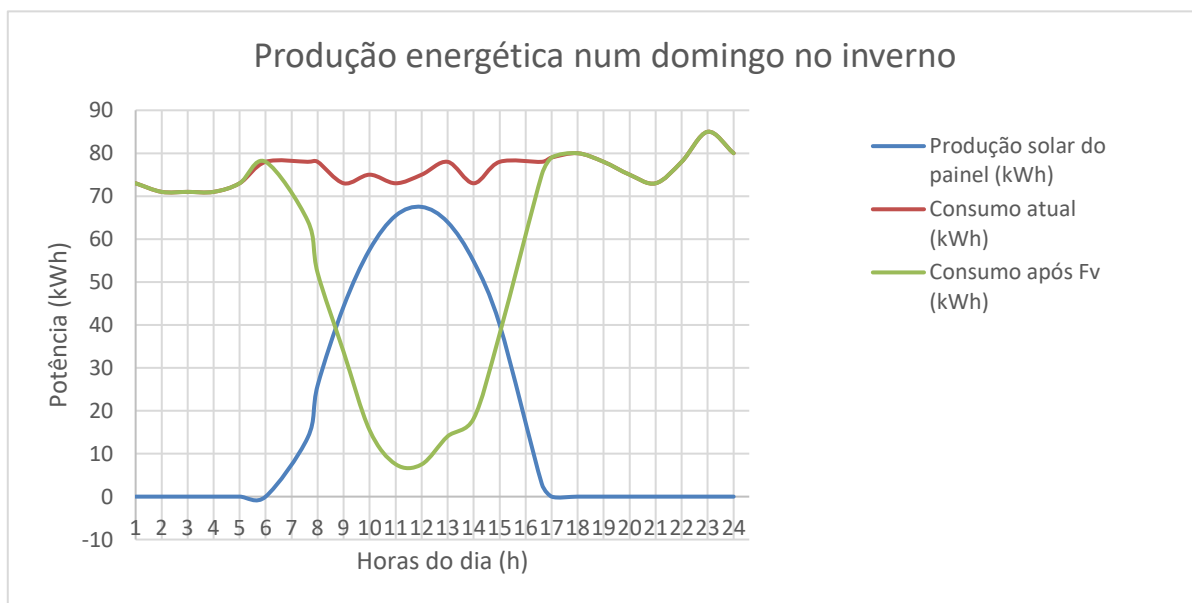


Figura A.3.2.4- Representação gráfica da produção energética num domingo de inverno

Tabela A.3.2.4- Valores da energia autoconsumida no inverno

<b>Total Energia autoconsumida (kWh)</b>	3054,24
<b>Energia autoconsumida no inverno (kWh)</b>	79410,24
<b>Energia produzida pelo painel no inverno (kWh)</b>	79410,24

❖ Opção 2:

Tabela A.3.2.5- Cálculos para um dia da semana no período de inverno

Dia da semana					
horas dia (h)	G (Wh/m <sup>2</sup> )	G (kWh/m <sup>2</sup> )	Produção solar (kWh)	Consumo atual (kWh)	Consumo após Fv (kWh)
1	0	0	0	80	80
2	0	0	0	80	80
3	0	0	0	80	80
4	0	0	0	75	75
5	0	0	0	75	75
6	0	0	0	120	120
7,62	101	0,101	14,54	150	135,46
8	190	0,19	27,35	200	172,65
9	325	0,325	46,78	250	203,22
10	422	0,422	60,74	290	229,26
11	480	0,48	69,08	285	215,92
12	495	0,495	71,24	290	218,76
13	469	0,469	67,50	270	202,50
14	402	0,402	57,86	260	202,14
15	294	0,294	42,32	285	242,69
16,62	22	0,022	3,17	295	291,83
17	0	0	0	290	290
18	0	0	0	260	260
19	0	0	0	195	195
20	0	0	0	200	200
21	0	0	0	145	145
22	0	0	0	150	150
23	0	0	0	100	100
24	0	0	0	70	70
<b>Total (kWh)</b>			460,56	4495	4034,44
<b>Energia autoconsumida (kWh)</b>	460,56				

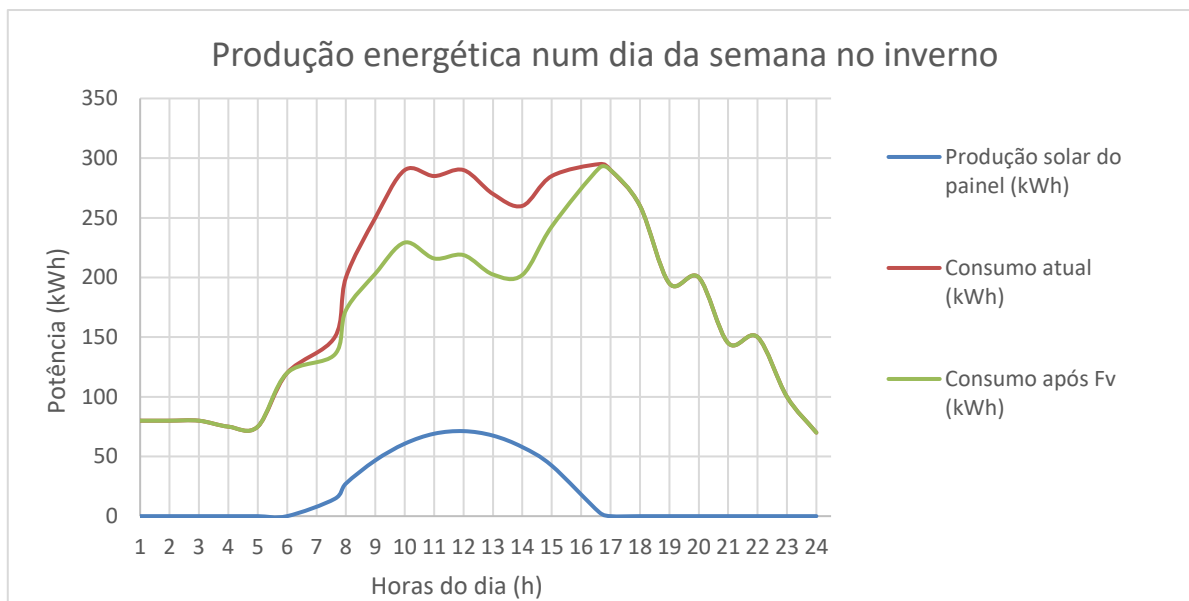


Figura A.3.2.5- Representação gráfica da produção energética num dia da semana de inverno

Tabela A.3.2.6- Cálculos para um sábado no período de inverno

Sábado					
horas dia (h)	G (W/m <sup>2</sup> )	G (kW/m <sup>2</sup> )	Produção solar (kWh)	Consumo atual (kWh)	Consumo após Fv (kWh)
1	0	0	0	50	50
2	0	0	0	45	45
3	0	0	0	42	42
4	0	0	0	45	45
5	0	0	0	43	43
6	0	0	0	70	70
7,62	101	0,101	14,54	90	75,46
8	190	0,19	27,35	100	72,65
9	325	0,325	46,78	111	64,22
10	422	0,422	60,74	115	54,26
11	480	0,48	69,08	115	45,92
12	495	0,495	71,24	119	47,76
13	469	0,469	67,50	110	42,50
14	402	0,402	57,86	78	20,14
15	294	0,294	42,32	68	25,69
16,62	22	0,022	3,17	75	71,83
17	0	0	0	70	70
18	0	0	0	60	60
19	0	0	0	58	58
20	0	0	0	55	55
21	0	0	0	50	50
22	0	0	0	48	48

Sábado					
horas dia (h)	G (W/m <sup>2</sup> )	G (kW/m <sup>2</sup> )	Produção solar (kWh)	Consumo atual (kWh)	Consumo após Fv (kWh)
23	0	0	0	45	45
24	0	0	0	40	40
<b>Total (kWh)</b>			460,56	1702	1241,44
<b>Energia autoconsumida (kWh)</b>	460,56				

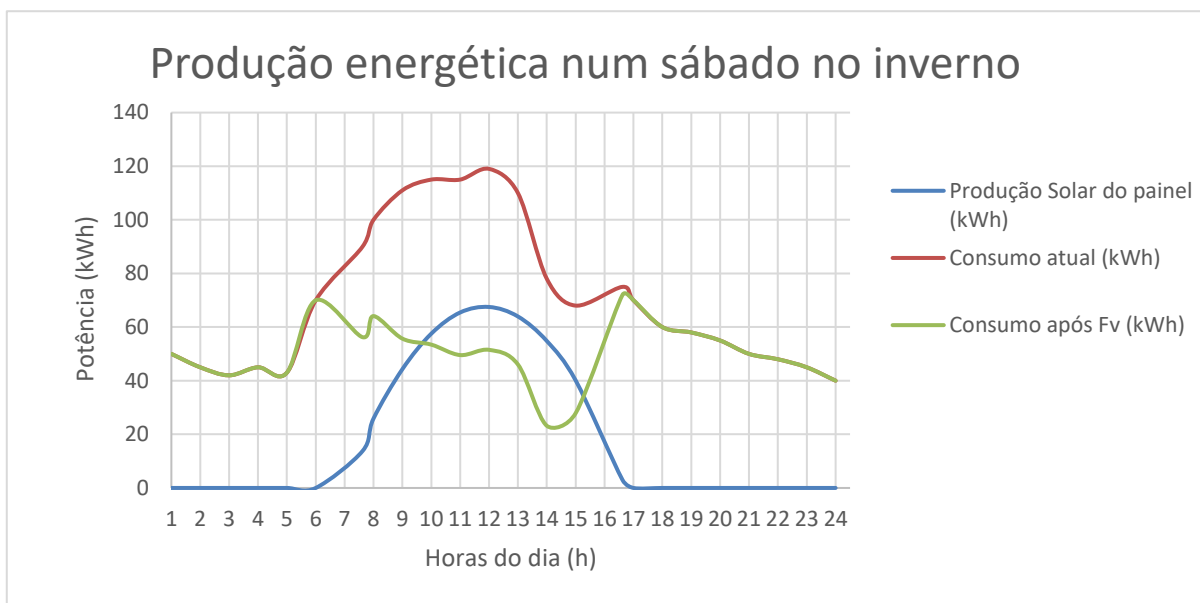


Figura A.3.2.6- Representação gráfica da produção energética num sábado de inverno

Tabela A.3.2.7- Cálculos para um domingo no período de inverno

Domingo					
horas dia (h)	G (W/m <sup>2</sup> )	G (kW/m <sup>2</sup> )	Produção solar (kWh)	Consumo atual (kWh)	Consumo após Fv (kWh)
1	0	0	0	73	73
2	0	0	0	71	71
3	0	0	0	71	71
4	0	0	0	71	71
5	0	0	0	73	73
6	0	0	0	78	78
7,62	101	0,101	14,54	78	63,46
8	190	0,19	27,35	78	50,65
9	325	0,325	46,78	73	26,22
10	422	0,422	60,74	75	14,26
11	480	0,48	69,08	73	3,91
12	495	0,495	71,24	75	3,76

Domingo						
horas dia (h)	G (W/m <sup>2</sup> )	G (kW/m <sup>2</sup> )	Produção solar (kWh)	Consumo atual (kWh)	Consumo após Fv (kWh)	
13	469	0,469	67,50	78	10,50	
14	402	0,402	57,86	73	15,14	
15	294	0,294	42,32	78	35,69	
16,62	22	0,022	3,17	78	74,83	
17	0	0	0	79	79	
18	0	0	0	80	80	
19	0	0	0	78	78	
20	0	0	0	75	75	
21	0	0	0	73	73	
22	0	0	0	78	78	
23	0	0	0	85	85	
24	0	0	0	80	80	
<b>Total (kWh)</b>			460,56	1824	1363,44	
<b>Energia autoconsumida (kWh)</b>				460,56		

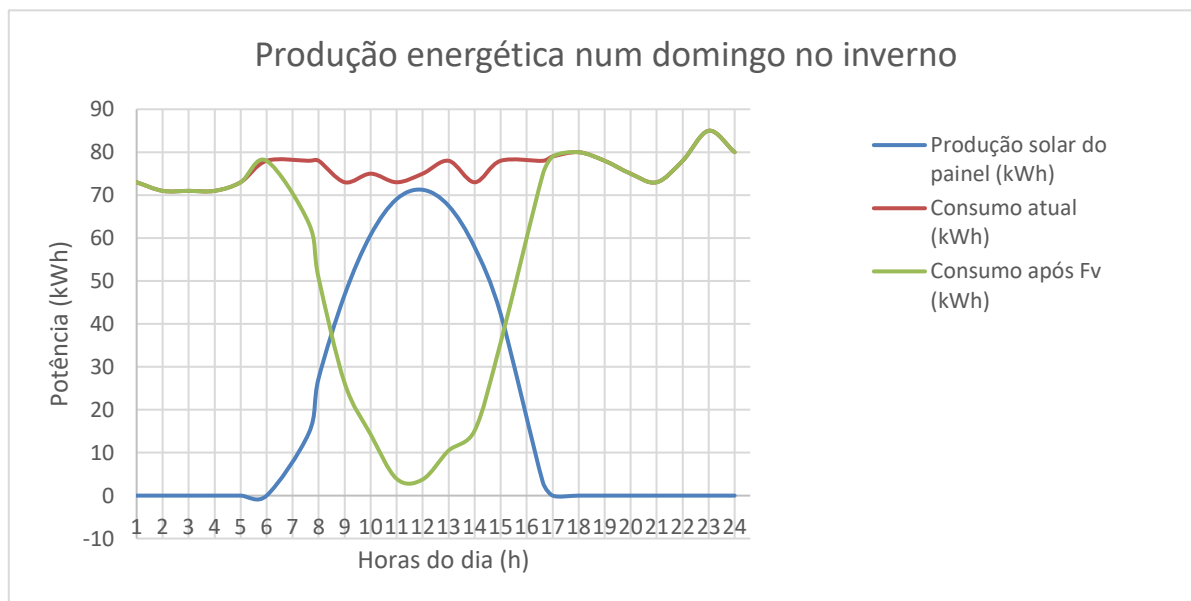


Figura A.3.2.7- Representação gráfica da produção energética num domingo de inverno

Tabela A.3.2.8- Valores da energia autoconsumida no inverno

<b>Total Energia autoconsumida (kWh)</b>	3223,92
<b>Energia autoconsumida no inverno (kWh)</b>	83821,92
<b>Energia produzida pelo painel no inverno (kWh)</b>	83821,92

❖ Opção 3:

Tabela A.3.2.9- Cálculos para um dia da semana no período de inverno

Dia da semana					
horas dia (h)	G (Wh/m <sup>2</sup> )	G (kWh/m <sup>2</sup> )	Produção solar (kWh)	Consumo atual (kWh)	Consumo após Fv (kWh)
1	0	0	0	80	80
2	0	0	0	80	80
3	0	0	0	80	80
4	0	0	0	75	75
5	0	0	0	75	75
6	0	0	0	120	120
7,62	101	0,101	13,74	150	136,26
8	190	0,19	25,84	200	174,16
9	325	0,325	44,2	250	205,8
10	422	0,422	57,39	290	232,61
11	480	0,48	65,28	285	219,72
12	495	0,495	67,32	290	222,68
13	469	0,469	63,78	270	206,22
14	402	0,402	54,67	260	205,33
15	294	0,294	39,98	285	245,02
16,62	22	0,022	2,99	295	292,01
17	0	0	0	290	290
18	0	0	0	260	260
19	0	0	0	195	195
20	0	0	0	200	200
21	0	0	0	145	145
22	0	0	0	150	150
23	0	0	0	100	100
24	0	0	0	70	70
<b>Total (kWh)</b>			435,2	4495	4059,8
<b>Energia autoconsumida (kWh)</b>	435,2				

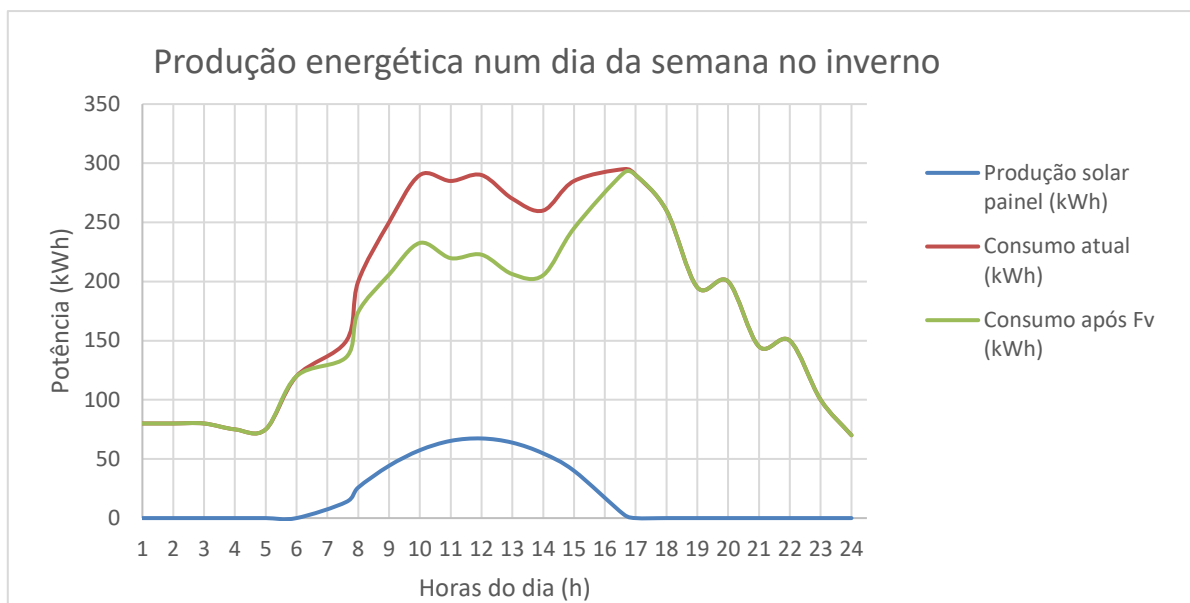


Figura A.3.2.8- Representação gráfica da produção energética num dia da semana de inverno

Tabela A.3.2.10- Cálculos para um sábado no período de inverno

Sábado					
horas dia (h)	G (W/m <sup>2</sup> )	G (kW/m <sup>2</sup> )	Produção solar (kWh)	Consumo atual (kWh)	Consumo após Fv (kWh)
1	0	0	0	50	50
2	0	0	0	45	45
3	0	0	0	42	42
4	0	0	0	45	45
5	0	0	0	43	43
6	0	0	0	70	70
7,62	101	0,101	13,74	90	76,26
8	190	0,19	25,84	100	74,16
9	325	0,325	44,2	111	66,8
10	422	0,422	57,39	115	57,61
11	480	0,48	65,28	115	49,72
12	495	0,495	67,32	119	51,68
13	469	0,469	63,78	110	46,22
14	402	0,402	54,67	78	23,33
15	294	0,294	39,98	68	28,02
16,62	22	0,022	2,99	75	72,01
17	0	0	0	70	70
18	0	0	0	60	60
19	0	0	0	58	58
20	0	0	0	55	55
21	0	0	0	50	50
22	0	0	0	48	48

Sábado					
horas dia (h)	G (W/m <sup>2</sup> )	G (kW/m <sup>2</sup> )	Produção solar (kWh)	Consumo atual (kWh)	Consumo após Fv (kWh)
23	0	0	0	45	45
24	0	0	0	40	40
<b>Total (kWh)</b>			435,2	1702	1266,8
<b>Energia autoconsumida (kWh)</b>	435,2				

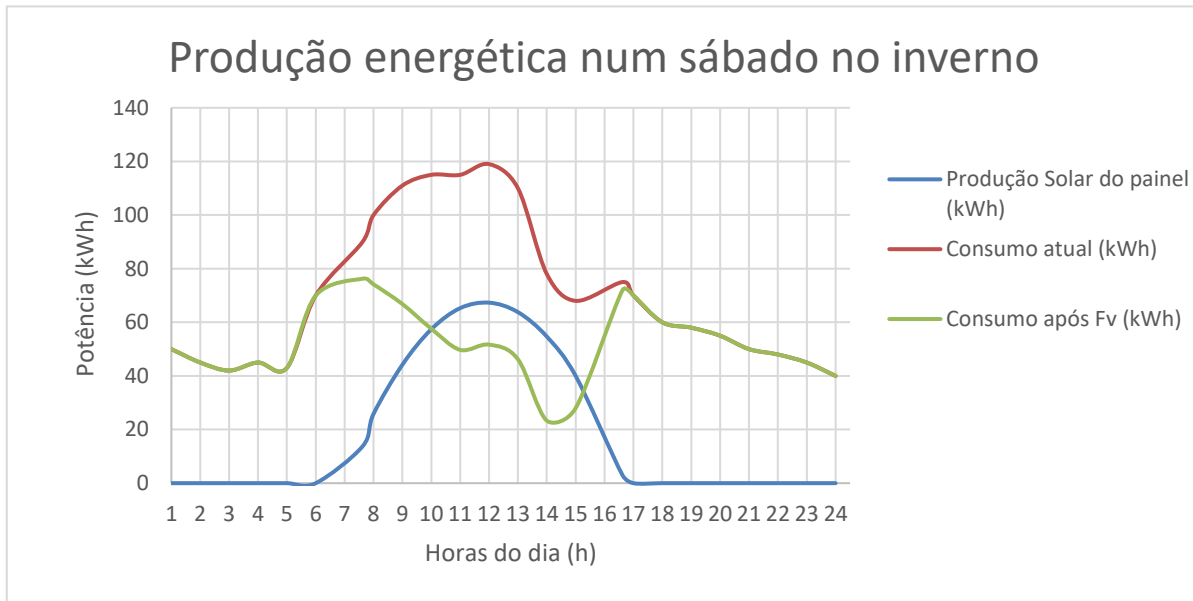


Figura A.3.2.9- Representação gráfica da produção energética num sábado de inverno

Tabela A.3.2.11- Cálculos para um domingo no período de inverno

Domingo					
horas dia (h)	G (W/m <sup>2</sup> )	G (kW/m <sup>2</sup> )	Produção solar (kWh)	Consumo atual (kWh)	Consumo após Fv (kWh)
1	0	0	0	73	73
2	0	0	0	71	71
3	0	0	0	71	71
4	0	0	0	71	71
5	0	0	0	73	73
6	0	0	0	78	78
7,62	101	0,101	13,74	78	64,26
8	190	0,19	25,84	78	52,16
9	325	0,325	44,2	73	28,8
10	422	0,422	57,39	75	17,61
11	480	0,48	65,28	73	7,72
12	495	0,495	67,32	75	7,68

Domingo					
horas dia (h)	G (W/m <sup>2</sup> )	G (kW/m <sup>2</sup> )	Produção solar (kWh)	Consumo atual (kWh)	Consumo após Fv (kWh)
13	469	0,469	63,78	78	14,22
14	402	0,402	54,67	73	18,33
15	294	0,294	39,98	78	38,02
16,62	22	0,022	2,99	78	75,01
17	0	0	0	79	79
18	0	0	0	80	80
19	0	0	0	78	78
20	0	0	0	75	75
21	0	0	0	73	73
22	0	0	0	78	78
23	0	0	0	85	85
24	0	0	0	80	80
<b>Total (kWh)</b>			435,2	1824	1388,8
<b>Energia autoconsumida (kWh)</b>	435,2				

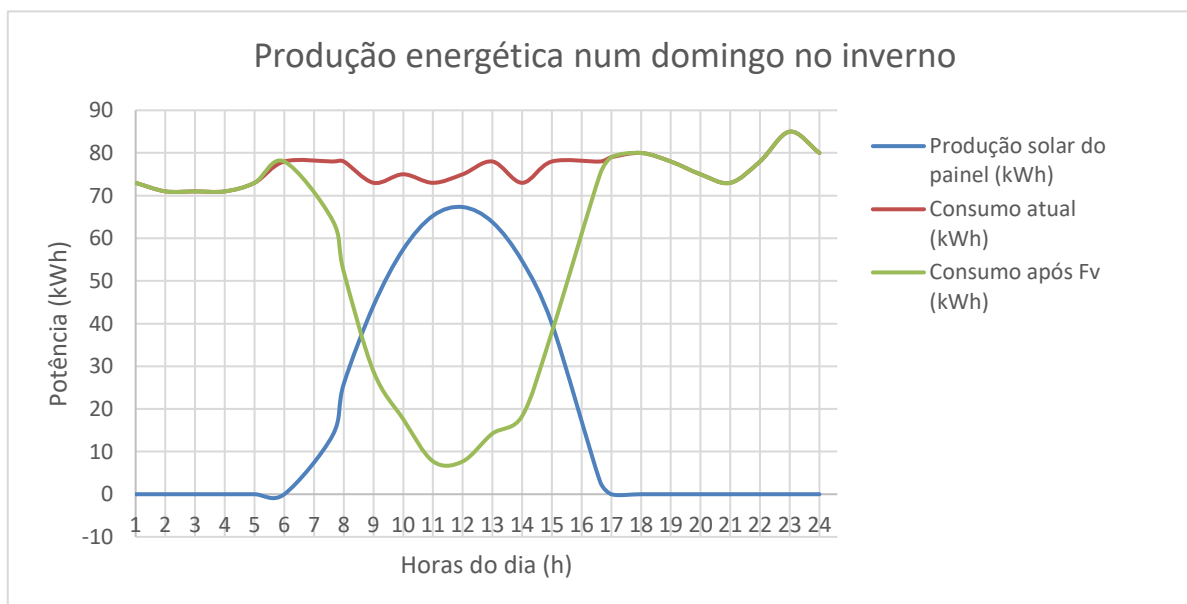


Figura A.3.2.10- Representação gráfica da produção energética num domingo de inverno

Tabela E.3.2.12- Valores da energia autoconsumida no inverno

<b>Total Energia autoconsumida (kWh)</b>	3046,40
<b>Energia autoconsumida no inverno (kWh)</b>	79206,4
<b>Energia produzida pelo painel no inverno (kWh)</b>	79206,4

❖ Opção 4:

Tabela A.3.2.13- Cálculos para um dia da semana no período de inverno

Dia da semana					
horas dia (h)	G (Wh/m <sup>2</sup> )	G (kWh/m <sup>2</sup> )	Produção solar (kW)	Consumo atual (kWh)	Consumo após Fv (kWh)
1	0	0	0	80	80
2	0	0	0	80	80
3	0	0	0	80	80
4	0	0	0	75	75
5	0	0	0	75	75
6	0	0	0	120	120
7,62	101	0,101	14,14	150	135,86
8	190	0,19	26,6	200	173,4
9	325	0,325	45,5	250	204,5
10	422	0,422	59,08	290	230,92
11	480	0,48	67,2	285	217,8
12	495	0,495	69,3	290	220,7
13	469	0,469	65,66	270	204,34
14	402	0,402	56,28	260	203,72
15	294	0,294	41,16	285	243,84
16,62	22	0,022	3,08	295	291,92
17	0	0	0	290	290
18	0	0	0	260	260
19	0	0	0	195	195
20	0	0	0	200	200
21	0	0	0	145	145
22	0	0	0	150	150
23	0	0	0	100	100
24	0	0	0	70	70
<b>Total (kWh)</b>			448	4495	4047
<b>Energia autoconsumida (kWh)</b>	448,00				

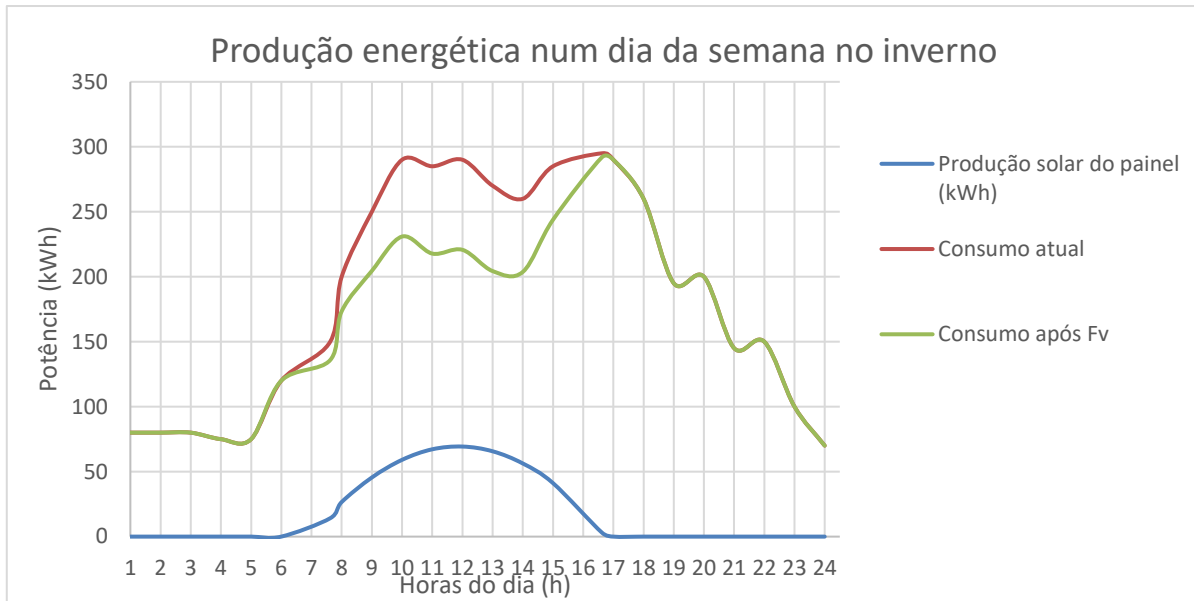


Figura A.3.2. 11- Representação gráfica da produção energética num dia da semana de inverno

Tabela A.3.2.14- Cálculos para um sábado no período de inverno

Sábado					
horas dia	G (W/m <sup>2</sup> )	G (kW/m <sup>2</sup> )	Produção solar (kW)	Consumo atual (kWh)	Consumo após Fv (kWh)
1	0	0	0	50	50
2	0	0	0	45	45
3	0	0	0	42	42
4	0	0	0	45	45
5	0	0	0	43	43
6	0	0	0	70	70
7,62	101	0,101	14,14	90	75,86
8	190	0,19	26,6	100	73,4
9	325	0,325	45,5	111	65,5
10	422	0,422	59,08	115	55,92
11	480	0,48	67,2	115	47,8
12	495	0,495	69,3	119	49,7
13	469	0,469	65,66	110	44,34
14	402	0,402	56,28	78	21,72
15	294	0,294	41,16	68	26,84
16,62	22	0,022	3,08	75	71,92
17	0	0	0	70	70
18	0	0	0	60	60
19	0	0	0	58	58
20	0	0	0	55	55
21	0	0	0	50	50
22	0	0	0	48	48

Sábado					
horas dia	G (W/m <sup>2</sup> )	G (kW/m <sup>2</sup> )	Produção solar (kW)	Consumo atual (kWh)	Consumo após Fv (kWh)
23	0	0	0	45	45
24	0	0	0	40	40
<b>Total (kWh)</b>			448	1702	1254
<b>Energia autoconsumida (kWh)</b>	448				

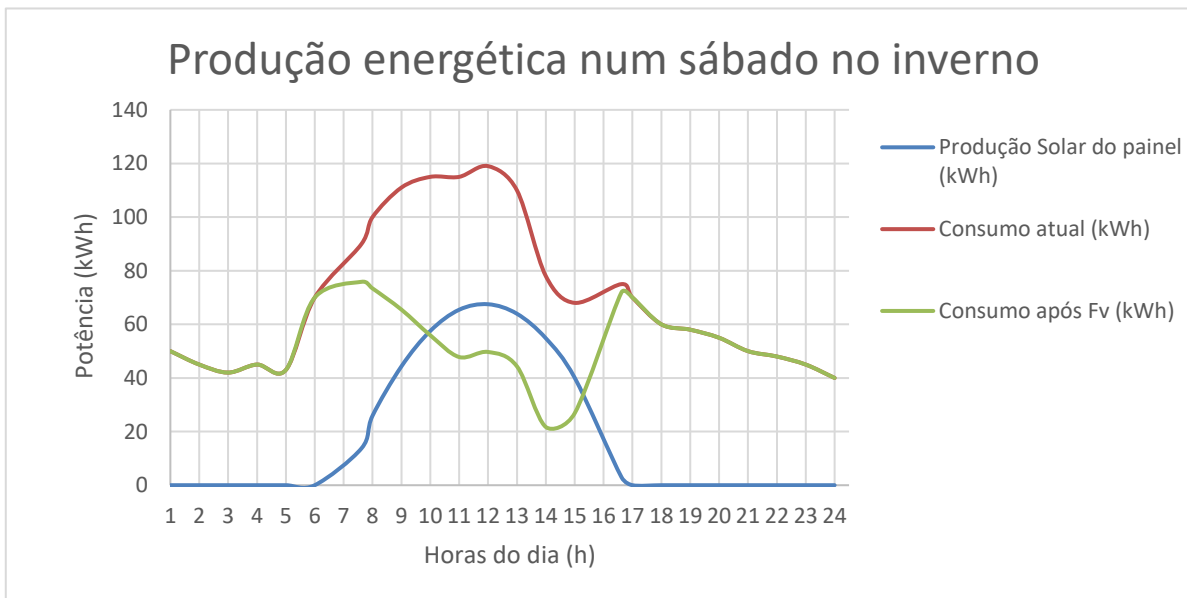


Figura A.3.2. 12- Representação gráfica da produção energética num sábado de inverno

Tabela A.3.2. 15- Cálculos para um domingo no período de inverno

Domingo					
horas dia (h)	G (W/m <sup>2</sup> )	G (kW/m <sup>2</sup> )	Produção solar (kW)	Consumo atual (kWh)	Consumo após Fv (kWh)
1	0	0	0	73	73
2	0	0	0	71	71
3	0	0	0	71	71
4	0	0	0	71	71
5	0	0	0	73	73
6	0	0	0	78	78
7,62	101	0,101	14,14	78	63,86
8	190	0,19	26,6	78	51,4
9	325	0,325	45,5	73	27,5
10	422	0,422	59,08	75	15,92
11	480	0,48	67,2	73	5,8
12	495	0,495	69,3	75	5,7

Domingo						
horas dia (h)	G (W/m <sup>2</sup> )	G (kW/m <sup>2</sup> )	Produção solar (kW)	Consumo atual (kWh)	Consumo após Fv (kWh)	
13	469	0,469	65,66	78	12,34	
14	402	0,402	56,28	73	16,72	
15	294	0,294	41,16	78	36,84	
16,62	22	0,022	3,08	78	74,92	
17	0	0	0	79	79	
18	0	0	0	80	80	
19	0	0	0	78	78	
20	0	0	0	75	75	
21	0	0	0	73	73	
22	0	0	0	78	78	
23	0	0	0	85	85	
24	0	0	0	80	80	
<b>Total (kWh)</b>			448	1824	1376	
<b>Energia autoconsumida (kWh)</b>				448		

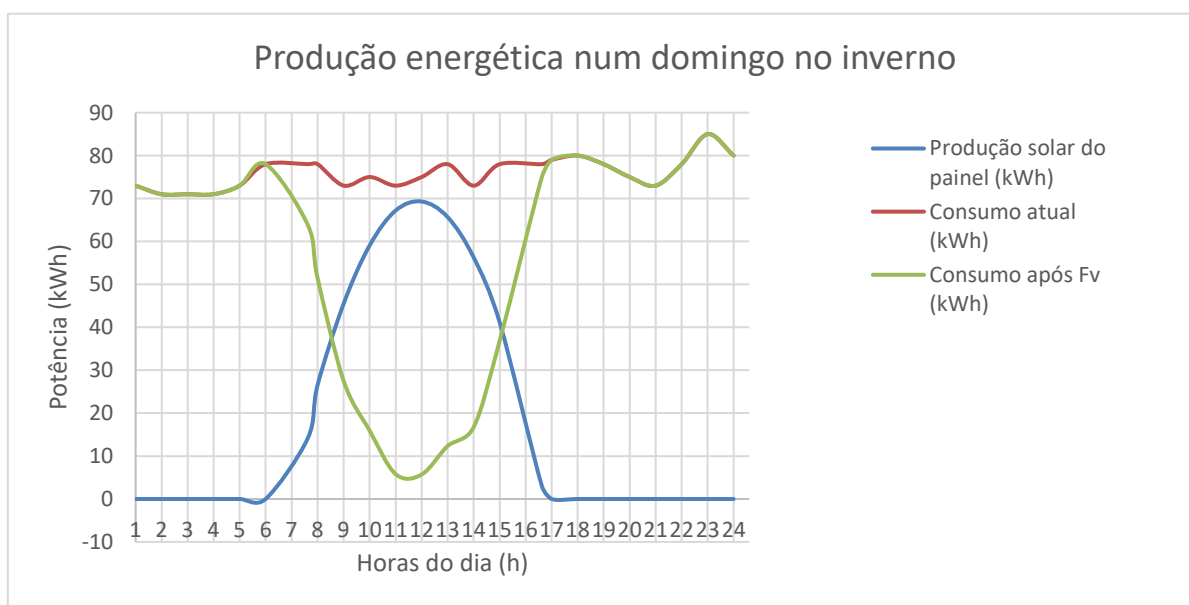


Figura A.3.2.13- Representação gráfica da produção energética num domingo de inverno

Tabela A.3.2.16- Valores da energia autoconsumida no inverno

<b>Total Energia autoconsumida (kWh)</b>	3136
<b>Energia autoconsumida no inverno (kWh)</b>	81536
<b>Energia produzida pelo painel no inverno (kWh)</b>	81536

❖ Opção 5:

Tabela A.3.2.17- Cálculos para um dia da semana no período de inverno

Dia da semana					
horas dia (h)	G (Wh/m <sup>2</sup> )	G (kWh/m <sup>2</sup> )	Produção solar (kWh)	Consumo atual (kWh)	Consumo após Fv (kWh)
1	0	0	0	80	80
2	0	0	0	80	80
3	0	0	0	80	80
4	0	0	0	75	75
5	0	0	0	75	75
6	0	0	0	120	120
7,62	101	0,101	13,52	150	136,48
8	190	0,19	25,43	200	174,57
9	325	0,325	43,49	250	206,51
10	422	0,422	56,47	290	233,53
11	480	0,48	64,24	285	220,76
12	495	0,495	66,24	290	223,76
13	469	0,469	62,76	270	207,24
14	402	0,402	53,80	260	206,20
15	294	0,294	39,34	285	245,65
16,62	22	0,022	2,94	295	292,06
17	0	0	0	290	290
18	0	0	0	260	260
19	0	0	0	195	195
20	0	0	0	200	200
21	0	0	0	145	145
22	0	0	0	150	150
23	0	0	0	100	100
24	0	0	0	70	70
<b>Total (kWh)</b>			428,24	4495	4066,76
<b>Energia autoconsumida (kWh)</b>	428,24				

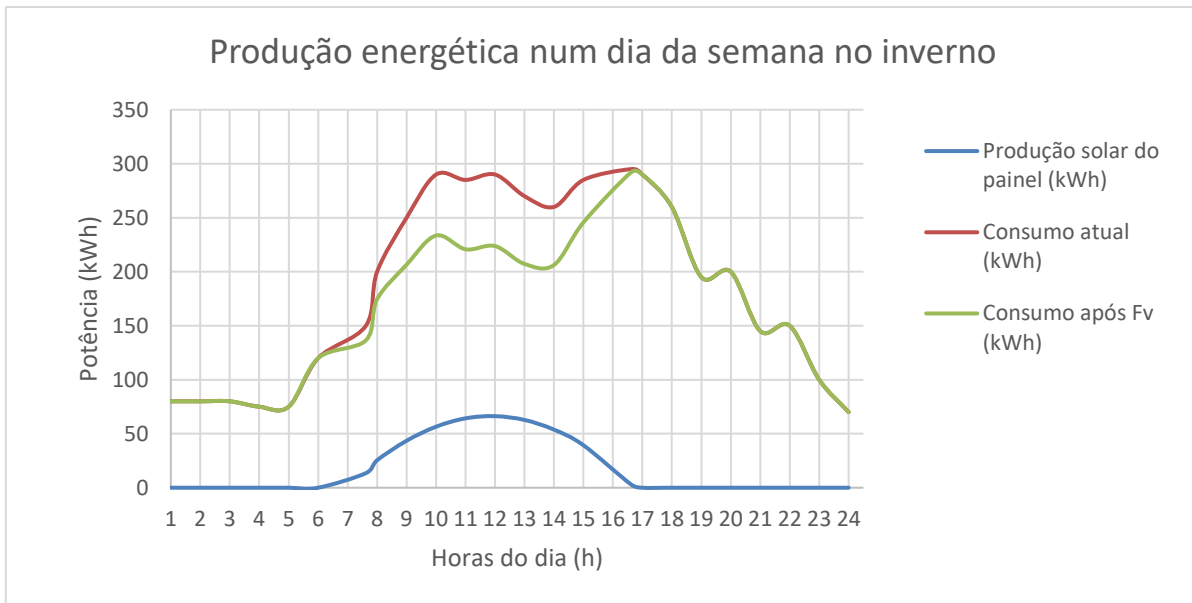


Figura A.3.2.14- Representação gráfica da produção energética num dia da semana de inverno

Tabela A.3.2.18- Cálculos para um sábado no período de inverno

Sábado					
horas dia (h)	G (W/m <sup>2</sup> )	G (kW/m <sup>2</sup> )	Produção solar (kWh)	Consumo atual (kWh)	Consumo após Fv (kWh)
1	0	0	0	50	50
2	0	0	0	45	45
3	0	0	0	42	42
4	0	0	0	45	45
5	0	0	0	43	43
6	0	0	0	70	70
7,62	101	0,101	13,52	90	76,48
8	190	0,19	25,43	100	74,57
9	325	0,325	43,49	111	67,51
10	422	0,422	56,47	115	58,53
11	480	0,48	64,24	115	50,76
12	495	0,495	66,24	119	52,76
13	469	0,469	62,76	110	47,24
14	402	0,402	53,80	78	24,20
15	294	0,294	39,34	68	28,65
16,62	22	0,022	2,94	75	72,06
17	0	0	0	70	70
18	0	0	0	60	60
19	0	0	0	58	58
20	0	0	0	55	55

Sábado					
horas dia (h)	G (W/m <sup>2</sup> )	G (kW/m <sup>2</sup> )	Produção solar (kWh)	Consumo atual (kWh)	Consumo após Fv (kWh)
21	0	0	0	50	50
22	0	0	0	48	48
23	0	0	0	45	45
24	0	0	0	40	40
<b>Total (kWh)</b>			428,24	1702	1273,76
<b>Energia autoconsumida (kWh)</b>	428,24				

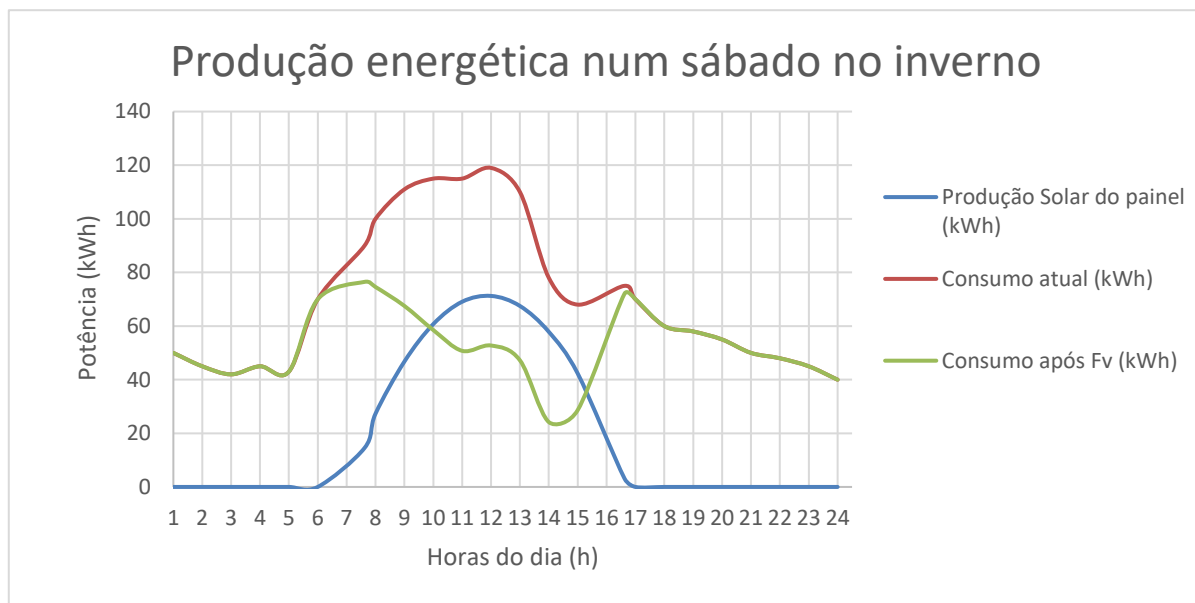


Figura A.3.2.15- Representação gráfica da produção energética num sábado de inverno

Tabela A.3.2.19- Cálculos para um domingo no período de inverno

Domingo					
horas dia (h)	G (W/m <sup>2</sup> )	G (kW/m <sup>2</sup> )	Produção solar (kWh)	Consumo atual (kWh)	Consumo após Fv (kWh)
1	0	0	0	73	73
2	0	0	0	71	71
3	0	0	0	71	71
4	0	0	0	71	71
5	0	0	0	73	73
6	0	0	0	78	78
7,62	101	0,101	13,52	78	64,48
8	190	0,19	25,43	78	52,57
9	325	0,325	43,49	73	29,51
10	422	0,422	56,47	75	18,53
11	480	0,48	64,24	73	8,76

Domingo					
horas dia (h)	G (W/m <sup>2</sup> )	G (kW/m <sup>2</sup> )	Produção solar (kWh)	Consumo atual (kWh)	Consumo após Fv (kWh)
12	495	0,495	66,24	75	8,76
13	469	0,469	62,76	78	15,24
14	402	0,402	53,80	73	19,20
15	294	0,294	39,34	78	38,65
16,62	22	0,022	2,94	78	75,06
17	0	0	0	79	79
18	0	0	0	80	80
19	0	0	0	78	78
20	0	0	0	75	75
21	0	0	0	73	73
22	0	0	0	78	78
23	0	0	0	85	85
24	0	0	0	80	80
<b>Total (kWh)</b>			428,24	1824	1395,76
<b>Energia autoconsumida (kWh)</b>	428,24				

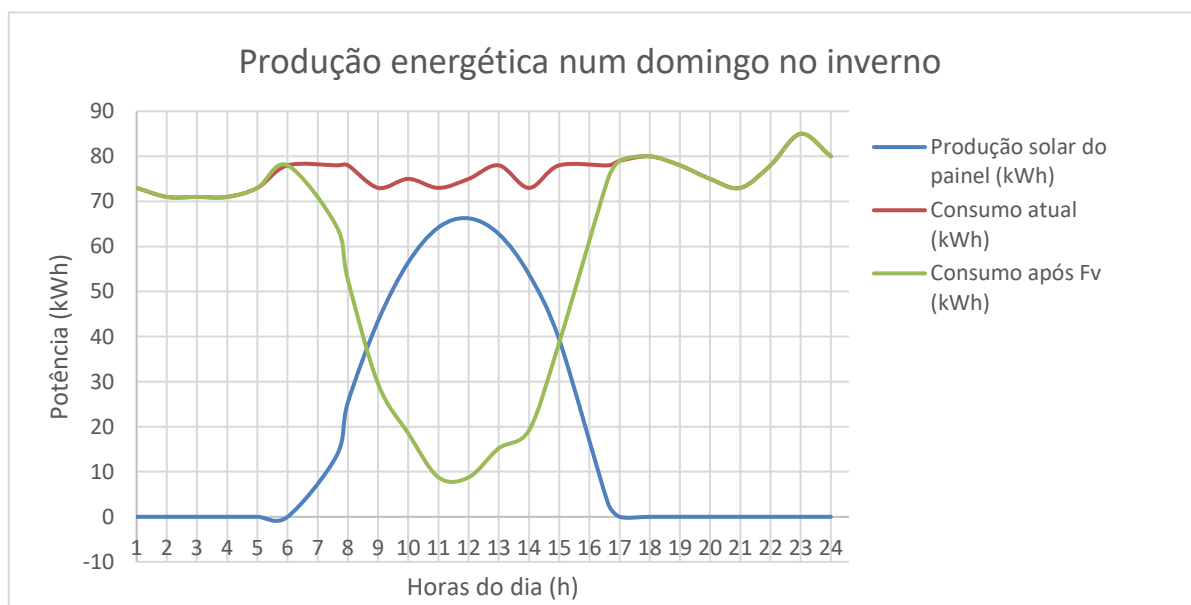


Figura A.3.2.16- Representação gráfica da produção energética num domingo de inverno

Tabela A.3.2.20- Valores da energia autoconsumida no inverno

<b>Total Energia autoconsumida (kWh)</b>	2997,68
<b>Energia autoconsumida no inverno (kWh)</b>	77939,68
<b>Energia produzida pelo painel no inverno (kWh)</b>	77939,68

### Anexo A.3.3 – Produção energética no verão

Os cálculos da produção energética para o período de verão foram efetuados para um dia da semana, para o sábado e para o domingo, respetivamente.

Para a obtenção dos valores da radiação solar horária de verão recorreu-se à aplicação *Photovoltaic Geographical Information System (PVGIS)*, uma vez que é necessário escolher um mês para a obtenção dos valores, admitiu-se o mês de julho para o uso dos valores da radiação solar.

17/10/2017 Daily irradiance calculation

**Average Daily Solar Irradiance**

**PVGIS Estimates of average daily profiles**

Results for: July

Solar radiation database used: PVGIS-CMSAF

Inclination of plane: 35 deg.

Orientation (azimuth) of plane: 0 deg.

Time	G	G <sub>d</sub>	G <sub>c</sub>	DNI	DNI <sub>c</sub>	A	A <sub>d</sub>	A <sub>c</sub>
05:07	34	33	25	0	0	252	71	300
05:22	45	44	33	0	0	358	106	426
05:37	55	54	41	0	0	439	123	524
05:52	58	53	41	361	476	507	137	607
06:07	95	65	83	406	535	565	148	677
06:22	136	76	131	444	585	614	158	736
06:37	180	87	184	477	628	656	166	786
06:52	226	97	239	506	666	692	172	830
07:07	274	106	297	531	700	723	177	866
07:22	322	115	355	554	729	750	181	898
07:37	370	123	414	573	755	772	183	925
07:52	417	130	472	591	778	791	185	948
08:07	463	136	530	607	799	808	186	967
08:22	508	142	585	621	817	821	186	984
08:37	551	147	639	633	833	832	186	998
08:52	591	151	691	644	848	842	185	1010
09:07	630	154	740	654	861	849	183	1020
09:22	665	157	786	662	872	855	182	1030
09:37	699	159	828	670	882	860	180	1030
09:52	729	161	867	676	891	863	178	1040
10:07	756	162	902	682	898	866	176	1040
10:22	780	163	933	687	905	868	174	1050
10:37	800	164	960	691	910	870	173	1050
10:52	818	165	982	695	915	871	171	1050
11:07	832	165	1000	697	918	872	170	1050
11:22	842	165	1010	699	921	872	169	1050
11:37	849	165	1020	701	923	872	168	1050
11:52	853	166	1030	701	924	873	168	1050
12:07	853	166	1030	701	924	873	168	1050
12:22	849	165	1020	701	923	872	168	1050
12:37	842	165	1010	699	921	872	169	1050
12:52	832	165	1000	697	918	872	170	1050
13:07	818	165	982	695	915	871	171	1050
13:22	800	164	960	691	910	870	173	1050
13:37	780	163	933	687	905	868	174	1050
13:52	756	162	902	682	898	866	176	1040
14:07	729	161	867	676	891	863	178	1040

17/10/2017 Daily irradiance calculation

14:22	699	159	828	670	882	860	180	1030
14:37	665	157	786	662	872	855	182	1030
14:52	630	154	740	654	861	849	183	1020
15:07	591	151	691	644	848	842	185	1010
15:22	551	147	639	633	833	832	186	998
15:37	508	142	585	621	817	821	186	984
15:52	463	136	530	607	799	808	186	967
16:07	417	130	472	591	778	791	185	948
16:22	370	123	414	573	755	772	183	925
16:37	322	115	355	554	729	750	181	898
16:52	274	106	297	531	700	723	177	866
17:07	226	97	239	506	666	692	172	830
17:22	180	87	184	477	628	656	166	786
17:37	136	76	131	444	585	614	158	736
17:52	95	65	83	406	535	565	148	677
18:07	58	53	41	361	476	507	137	607
18:22	55	54	41	0	0	439	123	524
18:37	45	44	33	0	0	358	106	426
18:52	34	33	25	0	0	18	15	13
19:07	22	22	16	0	0	11	9	8

The time shown is local solar time. To find GMT time, add 0.57 hours

$G$ : Global irradiance on a fixed plane ( $W/m^2$ )

$G_d$ : Diffuse irradiance on a fixed plane ( $W/m^2$ )

$G_c$ : Global clear-sky irradiance on a fixed plane ( $W/m^2$ )

$DNI$ : Direct normal irradiance ( $W/m^2$ )

$DNI_c$ : Clear-sky direct normal irradiance ( $W/m^2$ )

$A$ : Global irradiance on 2-axis tracking plane ( $W/m^2$ )

$A_d$ : Diffuse irradiance on 2-axis tracking plane ( $W/m^2$ )

$A_c$ : Global clear-sky irradiance on 2-axis tracking plane ( $W/m^2$ )

PVGIS © European Communities, 2001-2012  
 Reproduction is authorised, provided the source is acknowledged.

See the disclaimer [here](#)

<http://re.jrc.ec.europa.eu/pvgis/apps4/DRcalc.php>

2/2

Figura A.3.3.1- Valores da radiação solar para o mês de julho através do PVGIS [34]

Os valores do consumo de atual foram fornecidos pela empresa.

**Exemplo de cálculo para a opção 1:**

- Produção solar:

$$\begin{aligned} \text{Produção solar} &= \frac{G \left[ \frac{\text{kWh}}{\text{m}^2} \right] \times \text{Potênciado painel [kW]}}{G \text{ (STC)} \left[ \frac{\text{kW}}{\text{m}^2} \right]} \times N^{\circ} \text{ painéis} \\ &= \frac{0,034 \times 0,27}{1} \times 505 = 4,64 \text{ kWh} \end{aligned}$$

- Consumo após Fv:

$$\begin{aligned} \text{Consumo após FV} &= \text{Consumo atual [kWh]} - \text{Produção solar [kWh]} \\ &= 110 - 4,64 = 105,36 \text{ kWh} \end{aligned}$$

- Total da energia autoconsumida:

$$\begin{aligned} \text{Total da energia autoconsumida} &= \\ &= (E_{\text{autoconsumida semana [kWh]}} \times 5) \\ &+ E_{\text{autoconsumida sábado [kWh]}} \\ &+ E_{\text{autoconsumida domingo [kWh]}} \\ &= (926,91 \times 5) + 777,31 + 491,31 = 5903,16 \text{ kWh} \end{aligned}$$

- Energia autoconsumida no verão:

$$\begin{aligned} \text{Energia autoconsumida no verão} &= \text{Total energia autoconsumida [kWh]} \times \\ &26 \text{ [semanas]} = 5903,16 \times 26 = 153482,19 \text{ kWh} \end{aligned}$$

- Energia produzida pelo sistema Fv no verão:

$$\begin{aligned} \text{Energia produzida pelo sistema no inverno} &= ((\text{Total produção solar semana [kWh]} \times 5) \\ &+ \text{Total produção solar sábado [kWh]} \\ &+ \text{Total produção solar domingo [kWh]}) \times 26 \text{ [semanas]} \\ &= ((926,91 \times 5) + 926,91 + 926,91) \times 26 = 168697,13 \text{ kWh} \end{aligned}$$

- Energia exportada:

Verifica-se que existe exportação de energia ao sábado e ao domingo no período de verão, uma vez que os valores da produção solar são superiores ao do consumo atual, portanto é possível a exportação de energia para a rede.

*Energia exportada*

$$\begin{aligned}
 &= \text{Total produção solar [kWh]} \\
 &- \text{Total energia autoconsumida [kWh]} = 926,91 - 777,31 \\
 &= 149,59 \text{ kWh}
 \end{aligned}$$

- Energia exportada no verão:

*Energia exportada no verão*

$$\begin{aligned}
 &= (\text{Energia exportada ao sábado [kWh]} \\
 &+ \text{Energia exportada ao domingo [kWh]}) \times 26 [\text{semanas}] \\
 &= 585,19 \times 26 = 15214,94 \text{ kWh}
 \end{aligned}$$

❖ Opção 1:

Tabela A.3.3.1- Cálculos para um dia da semana no período de verão

Dia da semana					
horas dia (h)	G (W/m <sup>2</sup> )	G (kW/m <sup>2</sup> )	Produção solar (kWh)	Consumo atual (kWh)	Consumo após Fv (kWh)
1	0	0	0	65	65
2	0	0	0	65	65
3	0	0	0	65	65
4	0	0	0	60	60
5	34	0,034	4,64	110	105,36
6	95	0,095	12,95	150	137,05
7	274	0,274	37,36	210	172,64
8	463	0,463	63,13	255	191,87
9	630	0,63	85,90	295	209,10
10	756	0,756	103,08	295	191,92
11	832	0,832	113,44	300	186,56
12	853	0,853	116,31	275	158,69
13	818	0,818	111,53	260	148,47
14	729	0,729	99,40	285	185,60
15	591	0,591	80,58	280	199,42
16	417	0,417	56,86	275	218,14
17	226	0,226	30,81	240	209,18
18	58	0,058	7,91	160	152,09
19	22	0,022	3,00	130	127,00
20	0	0	0	140	140
21	0	0	0	125	125
22	0	0	0	90	90
23	0	0	0	70	70
24	0	0	0	60	60
<b>Total (kWh)</b>			926,91	4260	3333,09
<b>Energia autoconsumida (kWh)</b>	926,91				

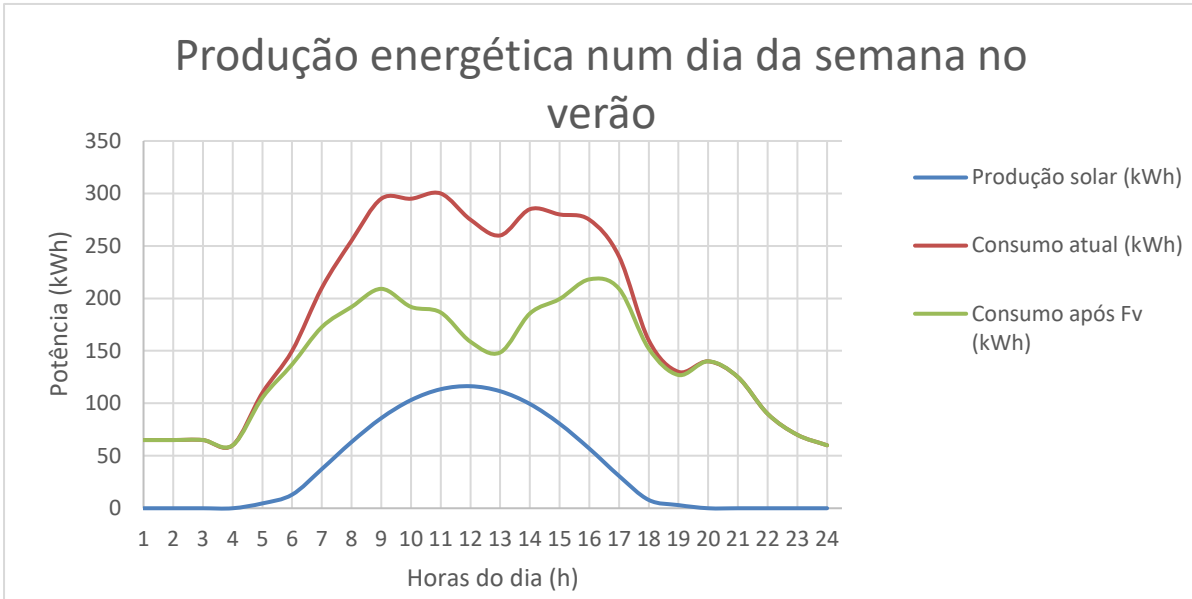


Figura A.3.3.2- Representação gráfica da produção energética num dia da semana de verão

Tabela A.3.3.2- Cálculos para um sábado no período de verão

Sábado					
horas dia (h)	G (W/m <sup>2</sup> )	G (kW/m <sup>2</sup> )	Produção solar (kWh)	Consumo atual (kWh)	Consumo após Fv (kWh)
1	0	0	0	63	63
2	0	0	0	61	61
3	0	0	0	65	65
4	0	0	0	61	61
5	34	0,034	4,64	65	60,36
6	95	0,095	12,95	59	46,05
7	274	0,274	37,36	59	21,64
8	463	0,463	63,13	73	9,87
9	630	0,63	85,90	75	-10,90
10	756	0,756	103,08	81	-22,08
11	832	0,832	113,44	75	-38,44
12	853	0,853	116,31	70	-46,31
13	818	0,818	111,53	75	-36,53
14	729	0,729	99,40	70	-29,40
15	591	0,591	80,58	70	-10,58
16	417	0,417	56,86	70	13,14
17	226	0,226	30,81	70	39,18
18	58	0,058	7,91	65	57,09
19	22	0,022	3,00	65	62,00
20	0	0	0	65	65

Sábado					
horas dia	G (W/m <sup>2</sup> )	G (kW/m <sup>2</sup> )	Produção solar (kWh)	Consumo atual (kWh)	Consumo após Fv (kWh)
21	0	0	0	65	65
22	0	0	0	70	70
23	0	0	0	65	65
24	0	0	0	63	63
<b>Total (kWh)</b>			926,91	1620	693,09
<b>Energia autoconsumida (kWh)</b>	777,31				
<b>Energia Exportada (kWh)</b>	149,59				

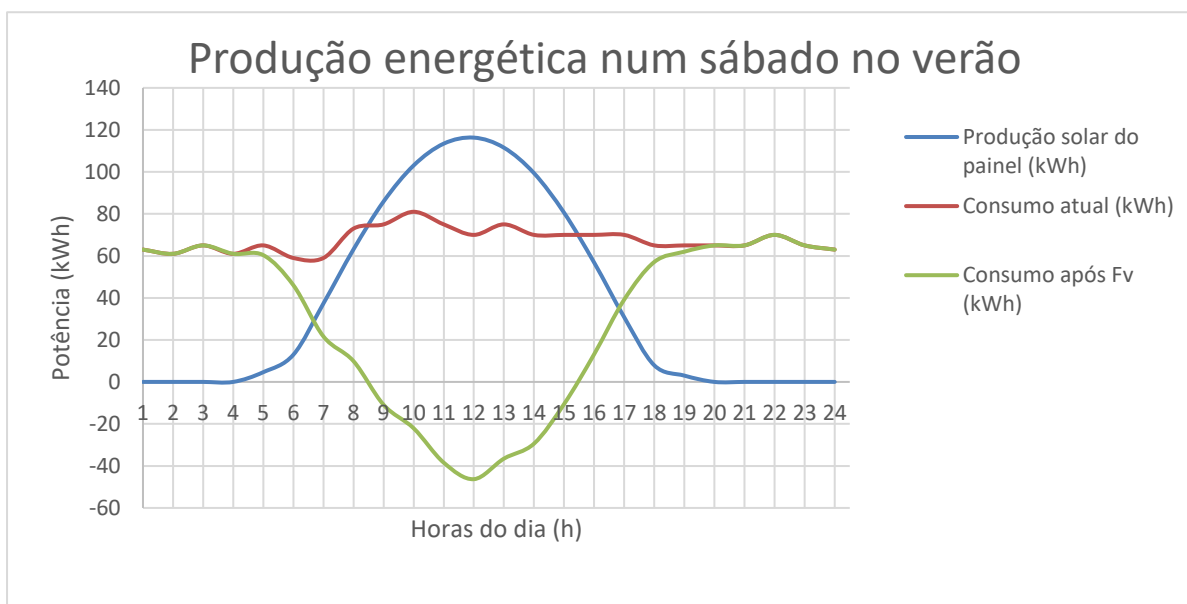


Figura A.3.3.3- Representação gráfica da produção energética num sábado de verão

Tabela A.3.3.3- Cálculos para um domingo no período de verão

Domingo					
horas dia (h)	G (W/m <sup>2</sup> )	G (kW/m <sup>2</sup> )	Produção solar (kWh)	Consumo atual (kWh)	Consumo após Fv (kWh)
1	0	0	0	41	41
2	0	0	0	40	40
3	0	0	0	40	40
4	0	0	0	40	40
5	34	0,034	4,64	40	35,36
6	95	0,095	12,95	39	26,05
7	274	0,274	37,36	38	0,6401
8	463	0,463	63,13	39	-24,13
9	630	0,63	85,90	40	-45,90
10	756	0,756	103,08	43	-60,08

Domingo					
horas dia (h)	G (W/m2)	G (kW/m2)	Produção solar (kWh)	Consumo atual (kWh)	Consumo após Fv (kWh)
11	832	0,832	113,44	44	-69,44
12	853	0,853	116,31	45	-71,31
13	818	0,818	111,53	47	-64,53
14	729	0,729	99,40	44	-55,40
15	591	0,591	80,58	45	-35,58
16	417	0,417	56,86	47	-9,86
17	226	0,226	30,81	45	14,18
18	58	0,058	7,91	44	36,09
19	22	0,022	3,00	44	41,00
20	0	0	0	44	44
21	0	0	0	43	43
22	0	0	0	49	49
23	0	0	0	50	50
24	0	0	0	52	52
<b>Total (kWh)</b>			926,91	1043	116,09
<b>Energia autoconsumida (kWh)</b>	491,31225				
<b>Energia Exportada (kWh)</b>	435,59				

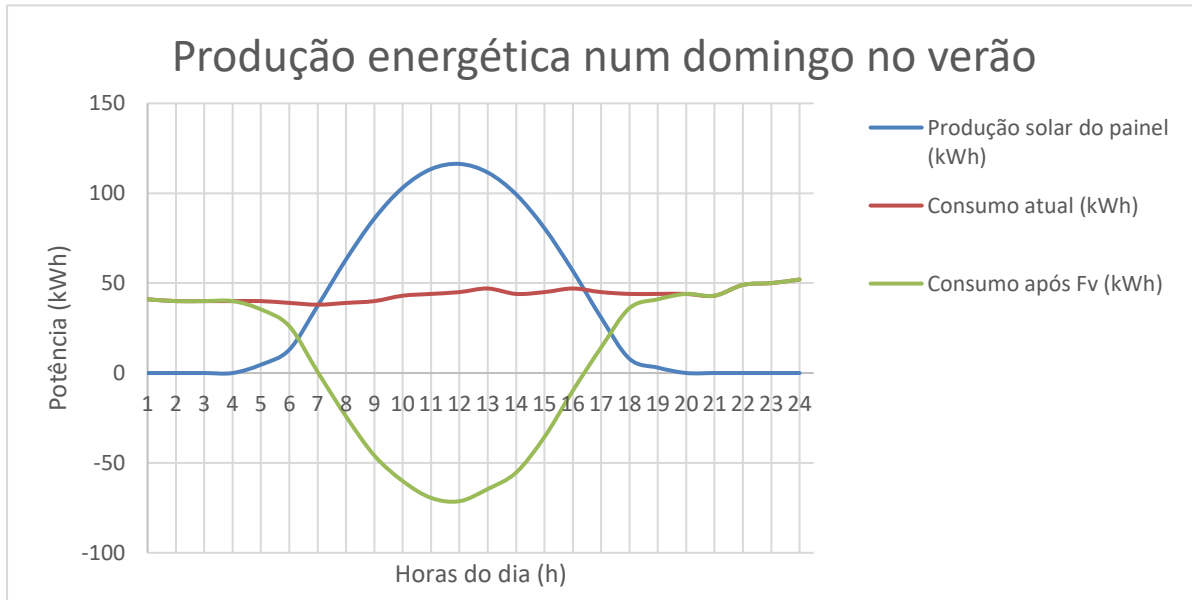


Figura A.3.3.4-Representação gráfica da produção energética num domingo de verão

Tabela A.3.3.4- Valores da energia autoconsumida e exportada no verão

<b>Total Energia autoconsumida (kWh)</b>	5903,16
<b>Energia autoconsumida no verão (kWh)</b>	153482,19
<b>Energia Exportada (kWh)</b>	585,19
<b>Energia Exportada no verão (kWh)</b>	15214,94
<b>Energia produzida pelo painel no verão (kWh)</b>	168697,13

❖ Opção 2:

Tabela A.3.3.5- Cálculos para um dia da semana no período de verão

Dia da semana					
horas dia (h)	G (W/m <sup>2</sup> )	G (kW/m <sup>2</sup> )	Produção solar (kWh)	Consumo atual (kWh)	Consumo após Fv (kWh)
1	0	0	0	65	65
2	0	0	0	65	65
3	0	0	0	65	65
4	0	0	0	60	60
5	34	0,034	4,89	110	105,11
6	95	0,095	13,67	150	136,33
7	274	0,274	39,43	210	170,56
8	463	0,463	66,64	255	188,36
9	630	0,63	90,67	295	204,33
10	756	0,756	108,81	295	186,19
11	832	0,832	119,75	300	180,25
12	853	0,853	122,77	275	152,23
13	818	0,818	117,73	260	142,27
14	729	0,729	104,92	285	180,08
15	591	0,591	85,06	280	194,94
16	417	0,417	60,02	275	214,98
17	226	0,226	32,53	240	207,47
18	58	0,058	8,35	160	151,65
19	22	0,022	3,17	130	126,83
20	0	0	0	140	140
21	0	0	0	125	125
22	0	0	0	90	90
23	0	0	0	70	70
24	0	0	0	60	60
<b>Total (kWh)</b>			978,40	4260	3281,60
<b>Energia autoconsumida (kWh)</b>	978,40				

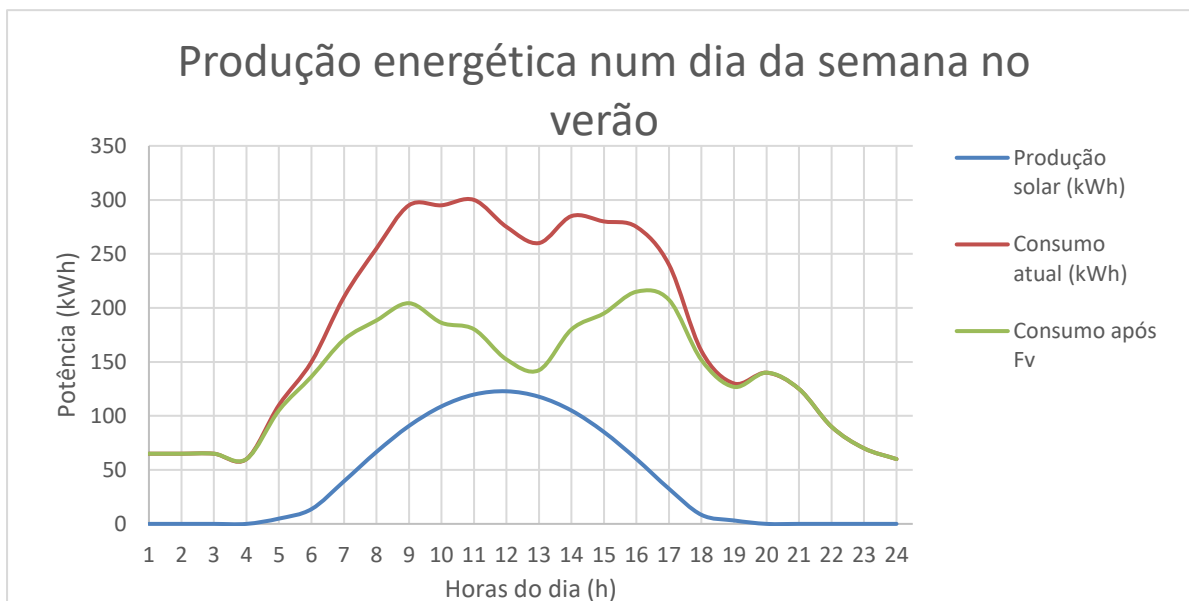


Figura A.3.3.5- Representação gráfica da produção energética num dia da semana de verão

Tabela A.3.3 6- Cálculos para um sábado no período de verão

Sábado					
horas dia (h)	G (W/m <sup>2</sup> )	G (kW/m <sup>2</sup> )	Produção solar (kWh)	Consumo atual (kWh)	Consumo após Fv (kWh)
1	0	0	0	63	63
2	0	0	0	61	61
3	0	0	0	65	65
4	0	0	0	61	61
5	34	0,034	4,89	65	60,11
6	95	0,095	13,67	59	45,33
7	274	0,274	39,43	59	19,56
8	463	0,463	66,64	73	6,36
9	630	0,63	90,67	75	-15,67
10	756	0,756	108,81	81	-27,81
11	832	0,832	119,75	75	-44,75
12	853	0,853	122,77	70	-52,77
13	818	0,818	117,73	75	-42,73
14	729	0,729	104,92	70	-34,92
15	591	0,591	85,06	70	-15,06
16	417	0,417	60,02	70	9,98
17	226	0,226	32,53	70	37,47
18	58	0,058	8,35	65	56,65
19	22	0,022	3,17	65	61,83
20	0	0	0	65	65
21	0	0	0	65	65
22	0	0	0	70	70

Sábado					
horas dia (h)	G (W/m <sup>2</sup> )	G (kW/m <sup>2</sup> )	Produção solar (kWh)	Consumo atual (kWh)	Consumo após Fv (kWh)
23	0	0	0	65	65
24	0	0	0	63	63
<b>Total (kWh)</b>			978,40	1620	641,60
<b>Energia autoconsumida (kWh)</b>	780,61				
<b>Energia Exportada (kWh)</b>	197,79				

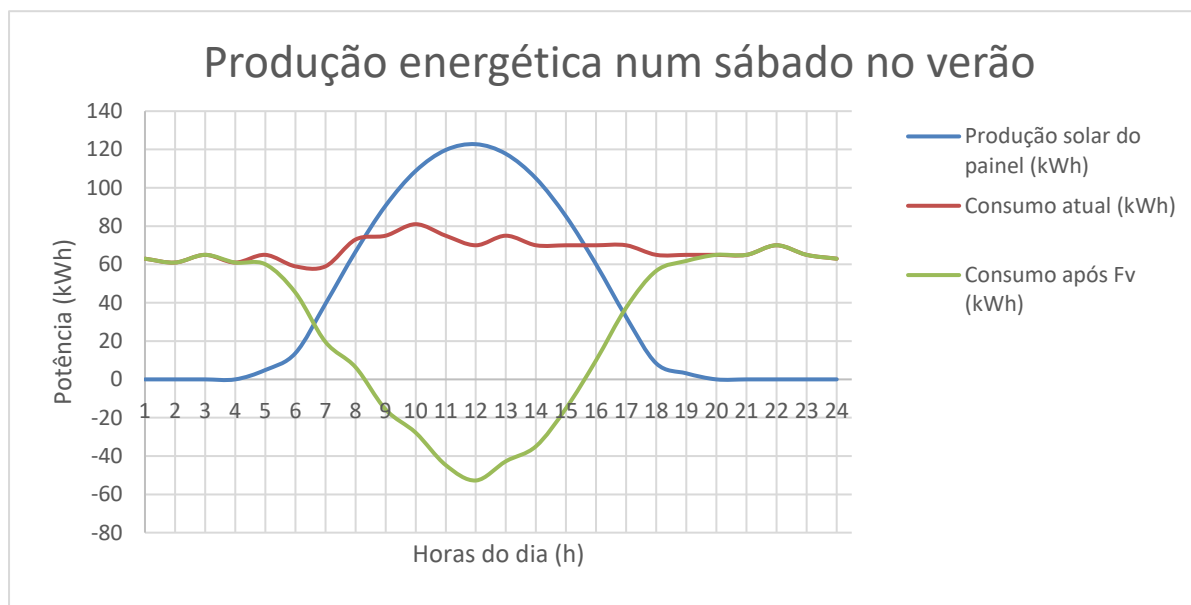


Figura A.3.3 6- Representação gráfica da produção energética num sábado de verão

Tabela A.3.3.7- Cálculos para um domingo no período de verão

Domingo					
horas dia (h)	G (W/m <sup>2</sup> )	G (kW/m <sup>2</sup> )	Produção solar (kWh)	Consumo atual (kWh)	Consumo após Fv (kWh)
1	0	0	0	41	41
2	0	0	0	40	40
3	0	0	0	40	40
4	0	0	0	40	40
5	34	0,034	4,89	40	35,11
6	95	0,095	13,67	39	25,33
7	274	0,274	39,43	38	-1,43
8	463	0,463	66,64	39	-27,64
9	630	0,63	90,67	40	-50,67
10	756	0,756	108,81	43	-65,81
11	832	0,832	119,75	44	-75,75
12	853	0,853	122,77	45	-77,77

Domingo						
horas dia (h)	G (W/m <sup>2</sup> )	G (kW/m <sup>2</sup> )	Produção solar (kWh)	Consumo atual (kWh)	Consumo após Fv (kWh)	
13	818	0,818	117,73	47	-70,73	
14	729	0,729	104,92	44	-60,92	
15	591	0,591	85,06	45	-40,06	
16	417	0,417	60,02	47	-13,02	
17	226	0,226	32,53	45	12,47	
18	58	0,058	8,35	44	35,65	
19	22	0,022	3,17	44	40,83	
20	0	0	0	44	44	
21	0	0	0	43	43	
22	0	0	0	49	49	
23	0	0	0	50	50	
24	0	0	0	52	52	
<b>Total (kWh)</b>			978,40	1043	64,60	
<b>Energia autoconsumida (kWh)</b>				494,61		
<b>Energia Exportada (kWh)</b>				483,79		

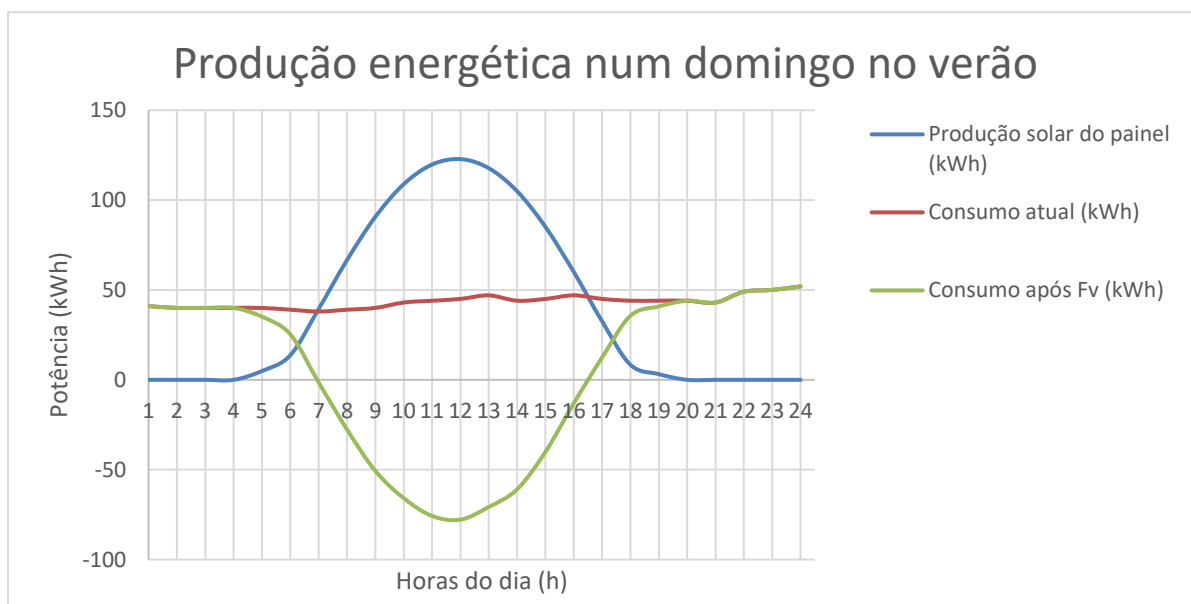


Figura A.3.3 7- Representação gráfica da produção energética num domingo de verão

Tabela A.3.3.8- Valores da energia autoconsumida e exportada no verão

<b>Total Energia autoconsumida (kWh)</b>	6167,23
<b>Energia autoconsumida no verão (kWh)</b>	160347,86
<b>Energia Exportada (kWh)</b>	681,59
<b>Energia Exportada no verão (kWh)</b>	17721,33
<b>Energia produzida pelo painel no verão (kWh)</b>	178069,19

❖ **Opção 3:**

Tabela A.3.3.9- Cálculos para um dia de semana no período de verão

Dia da semana					
horas dia (h)	G (W/m <sup>2</sup> )	G (kW/m <sup>2</sup> )	Produção solar (kWh)	Consumo atual (kWh)	Consumo após Fv (kWh)
1	0	0	0	65	65
2	0	0	0	65	65
3	0	0	0	65	65
4	0	0	0	60	60
5	34	0,034	4,62	110	105,38
6	95	0,095	12,92	150	137,08
7	274	0,274	37,26	210	172,74
8	463	0,463	62,97	255	192,03
9	630	0,63	85,68	295	209,32
10	756	0,756	102,82	295	192,18
11	832	0,832	113,15	300	186,85
12	853	0,853	116,01	275	158,99
13	818	0,818	111,25	260	148,75
14	729	0,729	99,14	285	185,86
15	591	0,591	80,38	280	199,62
16	417	0,417	56,71	275	218,29
17	226	0,226	30,74	240	209,26
18	58	0,058	7,89	160	152,11
19	22	0,022	2,99	130	127,01
20	0	0	0	140	140
21	0	0	0	125	125
22	0	0	0	90	90
23	0	0	0	70	70
24	0	0	0	60	60
<b>Total (kWh)</b>			924,53	4260	3335,47
<b>Energia autoconsumida (kWh)</b>	924,53				

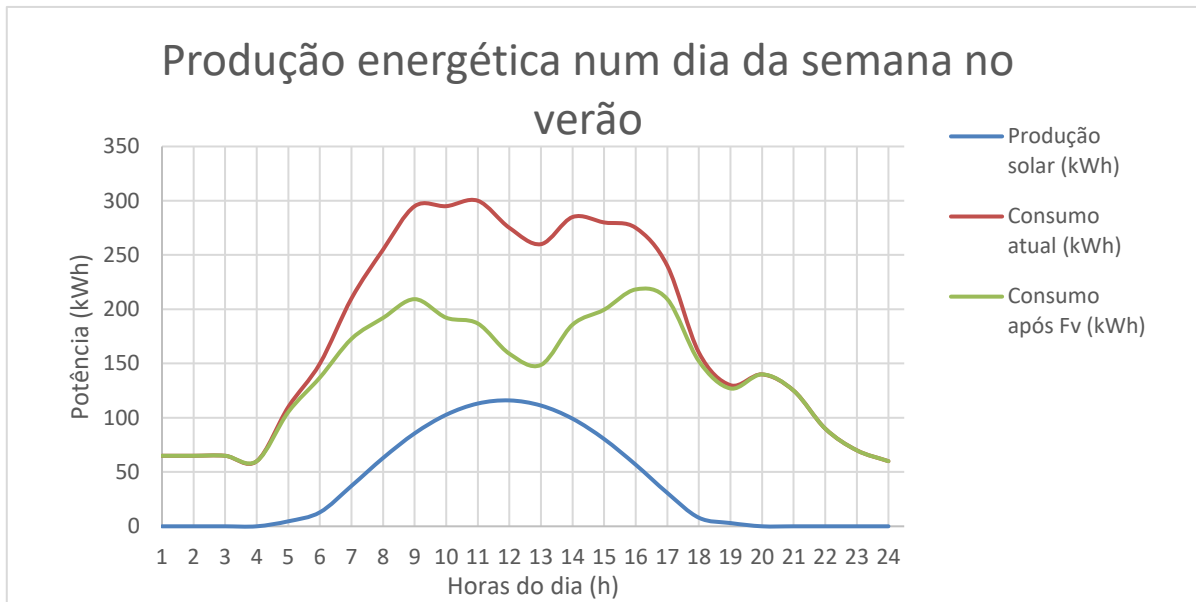


Figura A.3.3. 8- Representação gráfica da produção energética num dia de semana de verão

Tabela A.3.3.10- Cálculos para um sábado no período de verão

Sábado					
horas dia (h)	G (W/m <sup>2</sup> )	G (kW/m <sup>2</sup> )	Produção solar (kWh)	Consumo atual (kWh)	Consumo após Fv (kWh)
1	0	0	0	63	63
2	0	0	0	61	61
3	0	0	0	65	65
4	0	0	0	61	61
5	34	0,034	4,62	65	60,38
6	95	0,095	12,92	59	46,08
7	274	0,274	37,26	59	21,74
8	463	0,463	62,97	73	10,03
9	630	0,63	85,68	75	-10,68
10	756	0,756	102,82	81	-21,82
11	832	0,832	113,15	75	-38,15
12	853	0,853	116,01	70	-46,01
13	818	0,818	111,25	75	-36,25
14	729	0,729	99,14	70	-29,14
15	591	0,591	80,38	70	-10,38
16	417	0,417	56,71	70	13,29
17	226	0,226	30,74	70	39,26
18	58	0,058	7,89	65	57,11
19	22	0,022	2,99	65	62,01
20	0	0	0	65	65
21	0	0	0	65	65
22	0	0	0	70	70

Sábado					
horas dia (h)	G (W/m <sup>2</sup> )	G (kW/m <sup>2</sup> )	Produção solar (kWh)	Consumo atual (kWh)	Consumo após Fv (kWh)
23	0	0	0	65	65
24	0	0	0	63	63
<b>Total (kWh)</b>			924,53	1620	695,47
<b>Energia autoconsumida (kWh)</b>	777,16				
<b>Energia Exportada (kWh)</b>	147,37				

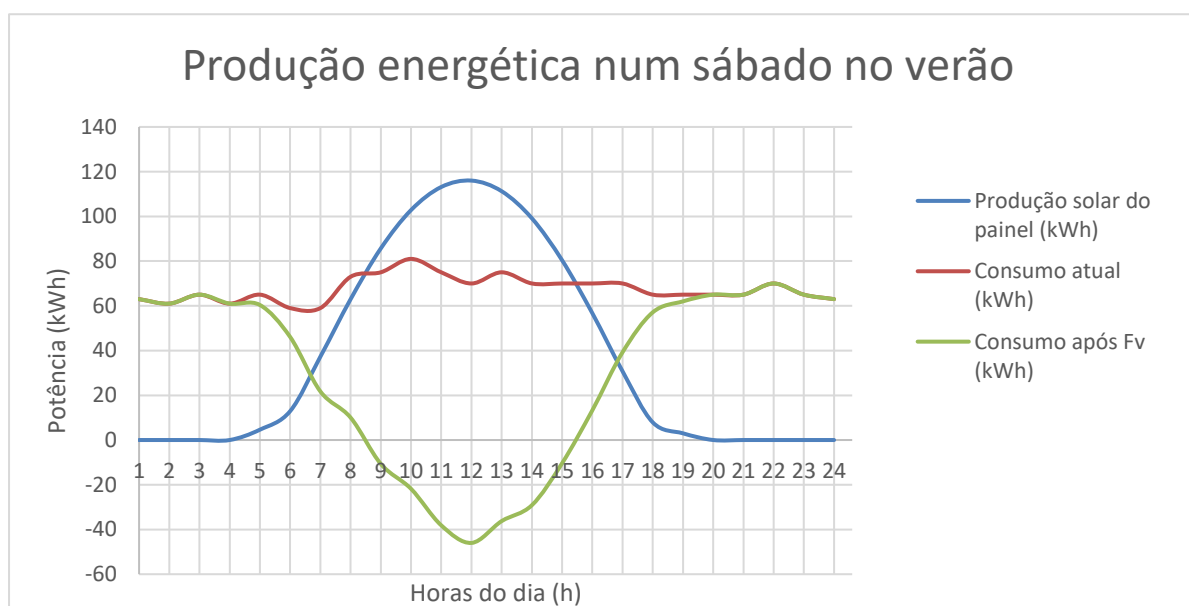


Figura A.3.3 9- Representação gráfica da produção energética num sábado de verão

Tabela A.3.3. 11- Cálculos para um domingo no período de verão

Domingo					
horas dia (h)	G (W/m <sup>2</sup> )	G (kW/m <sup>2</sup> )	Produção solar (kWh)	Consumo atual (kWh)	Consumo após Fv (kWh)
1	0	0	0	41	41
2	0	0	0	40	40
3	0	0	0	40	40
4	0	0	0	40	40
5	34	0,034	4,62	40	35,38
6	95	0,095	12,92	39	26,08
7	274	0,274	37,26	38	0,74
8	463	0,463	62,97	39	-23,97
9	630	0,63	85,68	40	-45,68
10	756	0,756	102,82	43	-59,82

Domingo					
horas dia (h)	G (W/m <sup>2</sup> )	G (kW/m <sup>2</sup> )	Produção solar (kWh)	Consumo atual (kWh)	Consumo após Fv (kWh)
11	832	0,832	113,15	44	-69,15
12	853	0,853	116,01	45	-71,01
13	818	0,818	111,25	47	-64,25
14	729	0,729	99,14	44	-55,14
15	591	0,591	80,38	45	-35,38
16	417	0,417	56,71	47	-9,71
17	226	0,226	30,74	45	14,26
18	58	0,058	7,89	44	36,11
19	22	0,022	2,99	44	41,01
20	0	0	0	44	44
21	0	0	0	43	43
22	0	0	0	49	49
23	0	0	0	50	50
24	0	0	0	52	52
<b>Total (kWh)</b>			924,53	1043	118,47
<b>Energia autoconsumida (kWh)</b>	491,16				
<b>Energia Exportada (kWh)</b>	433,37				

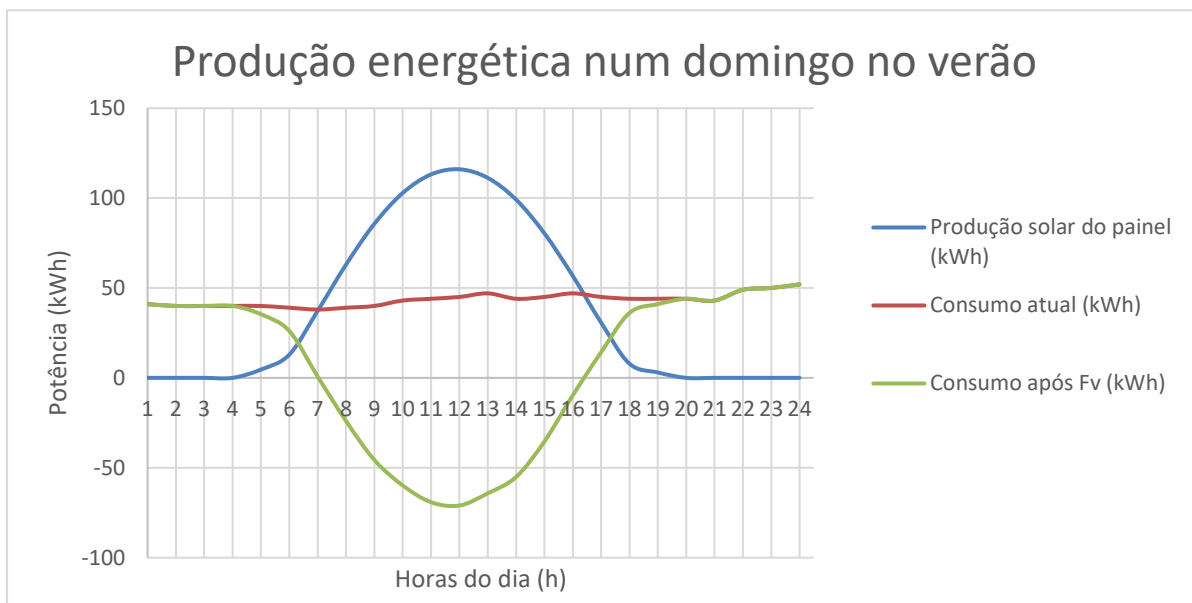


Figura A.3.3 10- Representação gráfica da produção energética num domingo de verão

Tabela A.3.3.12- Valores da energia autoconsumida e exportada no verão

<b>Total Energia autoconsumida (kWh)</b>	5890,96
<b>Energia autoconsumida no verão (kWh)</b>	153164,96
<b>Energia Exportada (kWh)</b>	580,74
<b>Energia Exportada no verão (kWh)</b>	15099,14
<b>Energia produzida pelo painel no verão (kWh)</b>	168264,10

❖ **Opção 4:**

Tabela A.3.3.13- Cálculos para um dia de semana no período de verão

Dia da semana					
horas dia (h)	G (W/m <sup>2</sup> )	G (kW/m <sup>2</sup> )	Produção solar (kW)	Consumo atual (kWh)	Consumo após Fv (kWh)
1	0	0	0	65	65
2	0	0	0	65	65
3	0	0	0	65	65
4	0	0	0	60	60
5	34	0,034	4,76	110	105,24
6	95	0,095	13,3	150	136,7
7	274	0,274	38,36	210	171,64
8	463	0,463	64,82	255	190,18
9	630	0,63	88,2	295	206,8
10	756	0,756	105,84	295	189,16
11	832	0,832	116,48	300	183,52
12	853	0,853	119,42	275	155,58
13	818	0,818	114,52	260	145,48
14	729	0,729	102,06	285	182,94
15	591	0,591	82,74	280	197,26
16	417	0,417	58,38	275	216,62
17	226	0,226	31,64	240	208,36
18	58	0,058	8,12	160	151,88
19	22	0,022	3,08	130	126,92
20	0	0	0	140	140
21	0	0	0	125	125
22	0	0	0	90	90
23	0	0	0	70	70
24	0	0	0	60	60
<b>Total (kWh)</b>			951,72	4260	3308,28
<b>Energia autoconsumida (kWh)</b>	951,72				

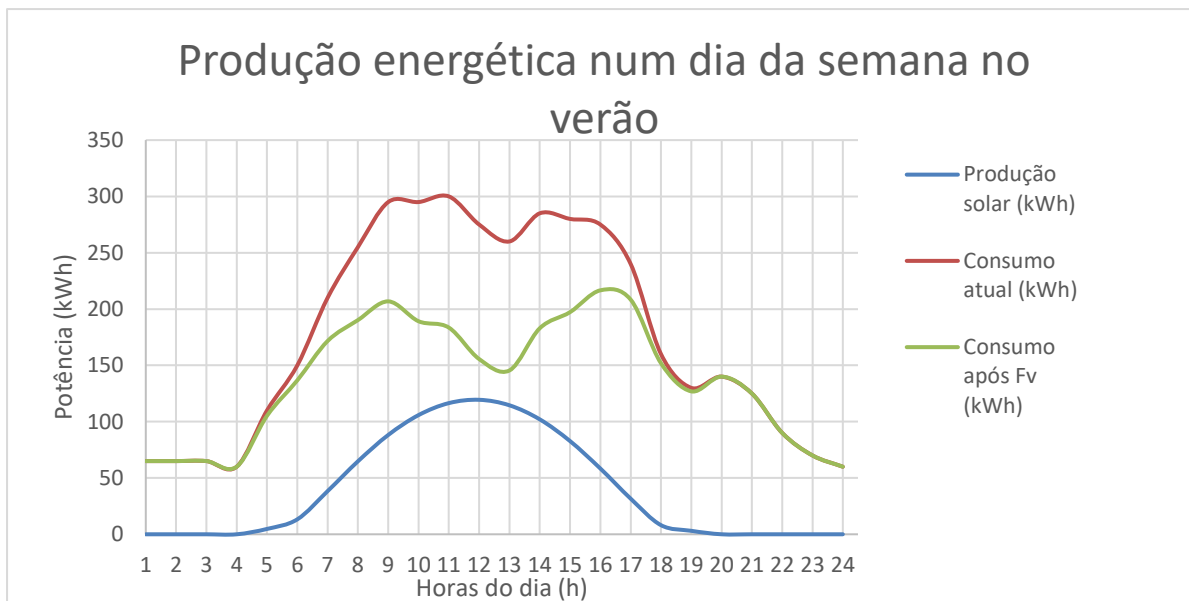


Figura A.3.3. 11- Representação gráfica da produção energética num dia de semana de verão

Tabela A.3.3.14- Cálculos para um sábado no período de verão

Semana					
horas dia (h)	G (W/m <sup>2</sup> )	G (kW/m <sup>2</sup> )	Produção solar (kW)	Consumo atual (kWh)	Consumo após Fv (kWh)
1	0	0	0	63	63
2	0	0	0	61	61
3	0	0	0	65	65
4	0	0	0	61	61
5	34	0,034	4,76	65	60,24
6	95	0,095	13,3	59	45,7
7	274	0,274	38,36	59	20,64
8	463	0,463	64,82	73	8,18
9	630	0,63	88,2	75	-13,2
10	756	0,756	105,84	81	-24,84
11	832	0,832	116,48	75	-41,48
12	853	0,853	119,42	70	-49,42
13	818	0,818	114,52	75	-39,52
14	729	0,729	102,06	70	-32,06
15	591	0,591	82,74	70	-12,74
16	417	0,417	58,38	70	11,62
17	226	0,226	31,64	70	38,36
18	58	0,058	8,12	65	56,88
19	22	0,022	3,08	65	61,92
20	0	0	0	65	65
21	0	0	0	65	65
22	0	0	0	70	70

Semana					
horas dia (h)	G (W/m <sup>2</sup> )	G (kW/m <sup>2</sup> )	Produção solar (kW)	Consumo atual (kWh)	Consumo após Fv (kWh)
23	0	0	0	65	65
24	0	0	0	63	63
<b>Total (kWh)</b>			951,72	1620	668,28
<b>Energia autoconsumida (kWh)</b>	778,9				
<b>Energia Exportada (kWh)</b>	172,82				

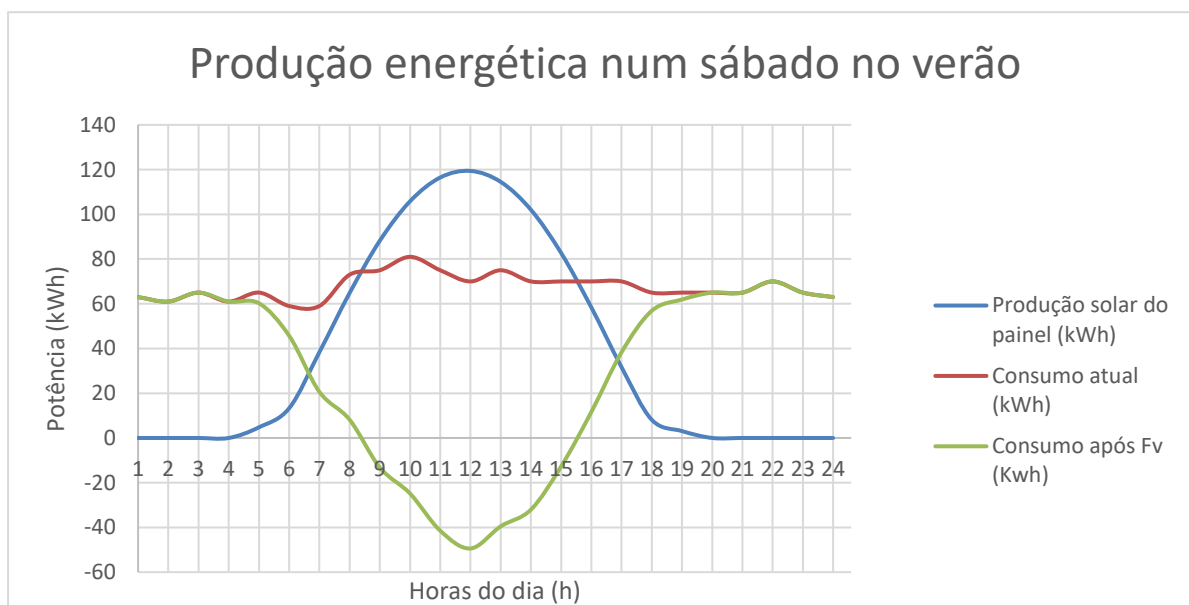


Figura A.3.3.12- Representação gráfica da produção energética num sábado de verão

Tabela A.3.3.15- Cálculos para um domingo no período de verão

Domingo					
horas dia (h)	G (W/m <sup>2</sup> )	G (kW/m <sup>2</sup> )	Produção solar (kW)	Consumo atual (kWh)	Consumo após Fv (kWh)
1	0	0	0	41	41
2	0	0	0	40	40
3	0	0	0	40	40
4	0	0	0	40	40
5	34	0,034	4,76	40	35,24
6	95	0,095	13,3	39	25,7
7	274	0,274	38,36	38	-0,36
8	463	0,463	64,82	39	-25,82
9	630	0,63	88,2	40	-48,2
10	756	0,756	105,84	43	-62,84

Domingo					
horas dia (h)	G (W/m <sup>2</sup> )	G (kW/m <sup>2</sup> )	Produção solar (kW)	Consumo atual (kWh)	Consumo após Fv (kWh)
11	832	0,832	116,48	44	-72,48
12	853	0,853	119,42	45	-74,42
13	818	0,818	114,52	47	-67,52
14	729	0,729	102,06	44	-58,06
15	591	0,591	82,74	45	-37,74
16	417	0,417	58,38	47	-11,38
17	226	0,226	31,64	45	13,36
18	58	0,058	8,12	44	35,88
19	22	0,022	3,08	44	40,92
20	0	0	0	44	44
21	0	0	0	43	43
22	0	0	0	49	49
23	0	0	0	50	50
24	0	0	0	52	52
<b>Total (kWh)</b>			951,72	1043	91,28
<b>Energia autoconsumida (kWh)</b>	492,9				
<b>Energia Exportada (kWh)</b>	458,82				

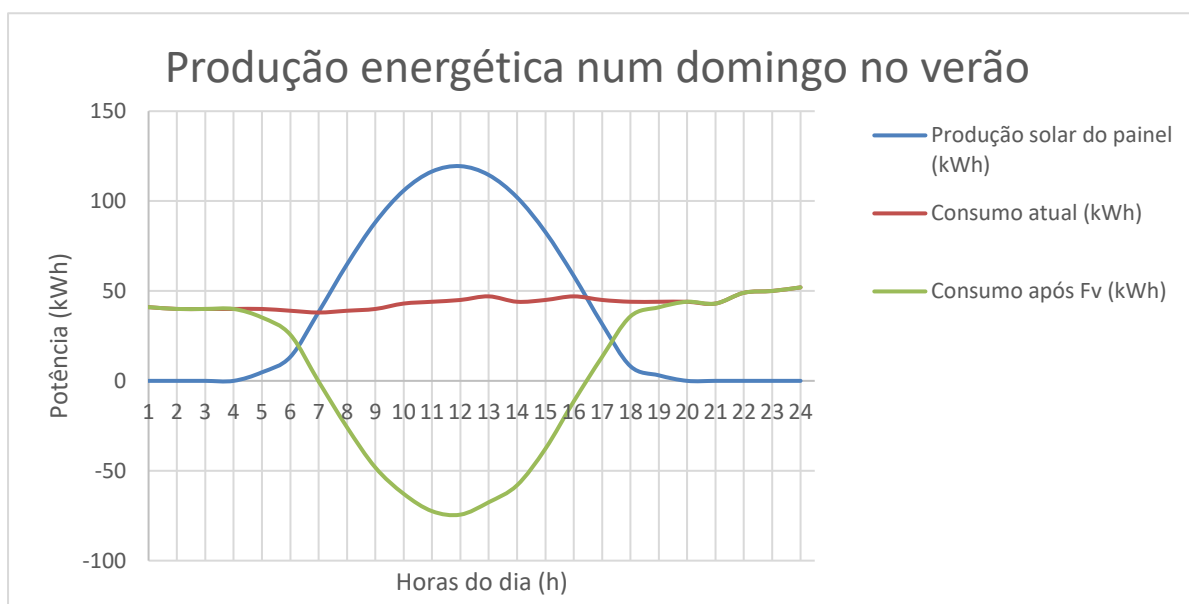


Figura A.3.3.13- Representação gráfica da produção energética num domingo de verão

Tabela A.3.3.16- Valores da energia autoconsumida e exportada no verão

<b>Total Energia autoconsumida (kWh)</b>	6030,40
<b>Energia autoconsumida no verão (kWh)</b>	156790,4
<b>Energia Exportada (kWh)</b>	631,64
<b>Energia Exportada no verão (kWh)</b>	16422,64
<b>Energia produzida pelo painel no verão (kWh)</b>	173213,04

❖ **Opção 5:**

Tabela A.3.3.17- Cálculos para um dia de semana no período de verão

Dia da semana					
horas dia (h)	G (W/m <sup>2</sup> )	G (kW/m <sup>2</sup> )	Produção solar (kW)	Consumo atual (kWh)	Consumo após Fv (kWh)
1	0	0	0	65	65
2	0	0	0	65	65
3	0	0	0	65	65
4	0	0	0	60	60
5	34	0,034	4,55	110	105,45
6	95	0,095	12,71	150	137,29
7	274	0,274	36,67	210	173,33
8	463	0,463	61,96	255	193,04
9	630	0,63	84,31	295	210,69
10	756	0,756	101,17	295	193,83
11	832	0,832	111,34	300	188,66
12	853	0,853	114,15	275	160,85
13	818	0,818	109,47	260	150,53
14	729	0,729	97,56	285	187,44
15	591	0,591	79,09	280	200,91
16	417	0,417	55,81	275	219,19
17	226	0,226	30,24	240	209,76
18	58	0,058	7,76	160	152,24
19	22	0,022	2,94	130	127,06
20	0	0	0	140	140
21	0	0	0	125	125
22	0	0	0	90	90
23	0	0	0	70	70
24	0	0	0	60	60
<b>Total (kWh)</b>			909,74	4260	3350,26
<b>Energia autoconsumida (kWh)</b>	909,74				

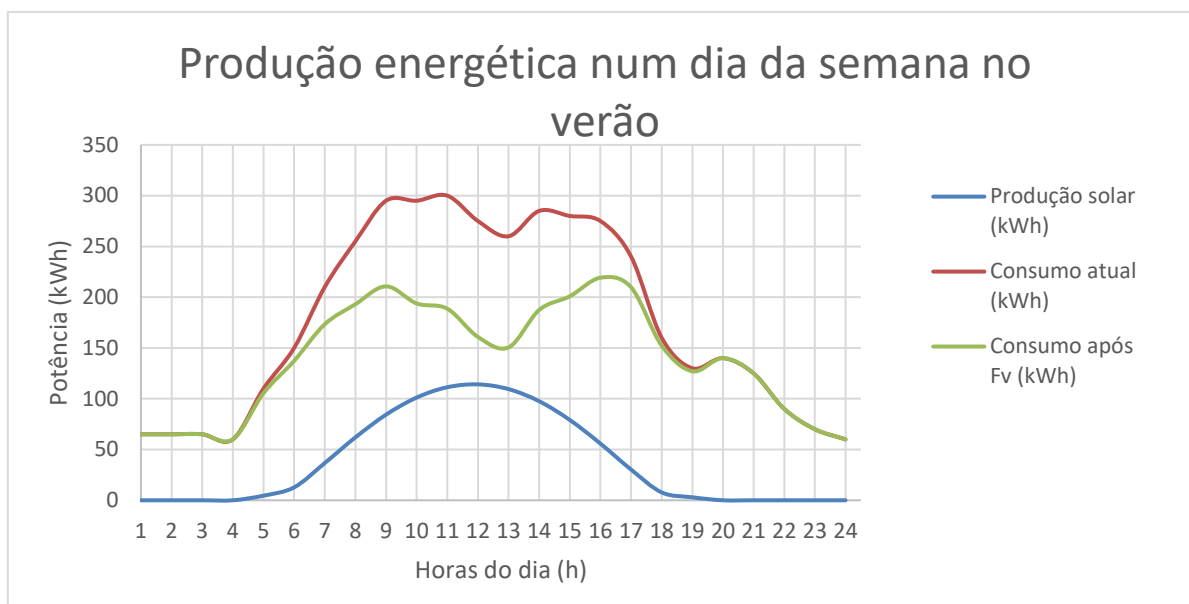


Figura A.3.3.14- Representação gráfica da produção energética num dia de semana de verão

Tabela A.3.3.18- Cálculos para um sábado no período de verão

Sábado					
horas dia (h)	G (W/m <sup>2</sup> )	G (kW/m <sup>2</sup> )	Produção solar (kW)	Consumo atual (kWh)	Consumo após Fv (kWh)
1	0	0	0	63	63
2	0	0	0	61	61
3	0	0	0	65	65
4	0	0	0	61	61
5	34	0,034	4,55	65	60,45
6	95	0,095	12,71	59	46,29
7	274	0,274	36,67	59	22,33
8	463	0,463	61,96	73	11,04
9	630	0,63	84,31	75	-9,31
10	756	0,756	101,17	81	-20,17
11	832	0,832	111,34	75	-36,34
12	853	0,853	114,15	70	-44,15
13	818	0,818	109,47	75	-34,47
14	729	0,729	97,56	70	-27,56
15	591	0,591	79,09	70	-9,09
16	417	0,417	55,81	70	14,19
17	226	0,226	30,24	70	39,76
18	58	0,058	7,76	65	57,24
19	22	0,022	2,94	65	62,06
20	0	0	0	65	65
21	0	0	0	65	65
22	0	0	0	70	70

Sábado					
horas dia (h)	G (W/m <sup>2</sup> )	G (kW/m <sup>2</sup> )	Produção solar (kW)	Consumo atual (kWh)	Consumo após Fv (kWh)
23	0	0	0	65	65
24	0	0	0	63	63
<b>Total (kWh)</b>			909,74	1620	710,26
<b>Energia autoconsumida (kWh)</b>	776,21				
<b>Energia Exportada (kWh)</b>	133,53				

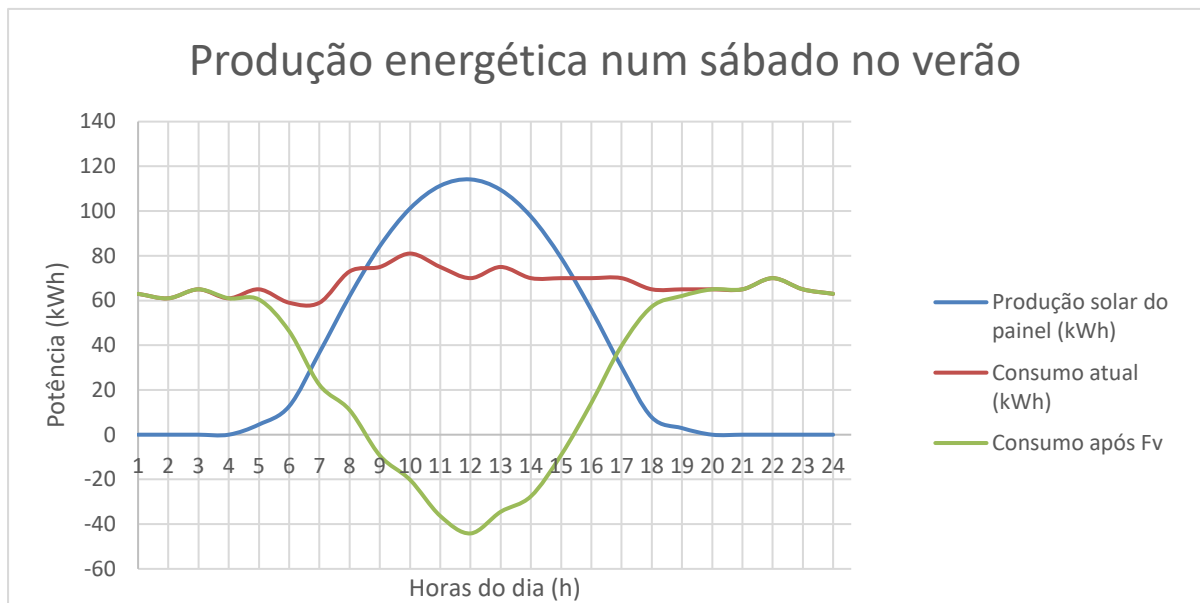


Figura A.3.3.15- Representação gráfica da produção energética num sábado de verão

Tabela A.3.3.19- Cálculos para um domingo no período de verão

Domingo					
horas dia (h)	G (W/m <sup>2</sup> )	G (kW/m <sup>2</sup> )	Produção solar (kW)	Consumo atual (kWh)	Consumo após Fv (kWh)
1	0	0	0	41	41
2	0	0	0	40	40
3	0	0	0	40	40
4	0	0	0	40	40
5	34	0,034	4,55	40	35,45
6	95	0,095	12,71	39	26,29
7	274	0,274	36,67	38	1,33
8	463	0,463	61,96	39	-22,96
9	630	0,63	84,31	40	-44,31
10	756	0,756	101,17	43	-58,17

Domingo						
horas dia (h)	G (W/m <sup>2</sup> )	G (kW/m <sup>2</sup> )	Produção solar (kW)	Consumo atual (kWh)	Consumo após Fv (kWh)	
11	832	0,832	111,34	44	-67,34	
12	853	0,853	114,15	45	-69,15	
13	818	0,818	109,47	47	-62,47	
14	729	0,729	97,56	44	-53,56	
15	591	0,591	79,09	45	-34,09	
16	417	0,417	55,81	47	-8,80	
17	226	0,226	30,24	45	14,76	
18	58	0,058	7,76	44	36,24	
19	22	0,022	2,94	44	41,06	
20	0	0	0	44	44	
21	0	0	0	43	43	
22	0	0	0	49	49	
23	0	0	0	50	50	
24	0	0	0	52	52	
<b>Total (kWh)</b>			909,74	1043	133,26	
<b>Energia autoconsumida (kWh)</b>				490,21		
<b>Energia Exportada (kWh)</b>				419,53		

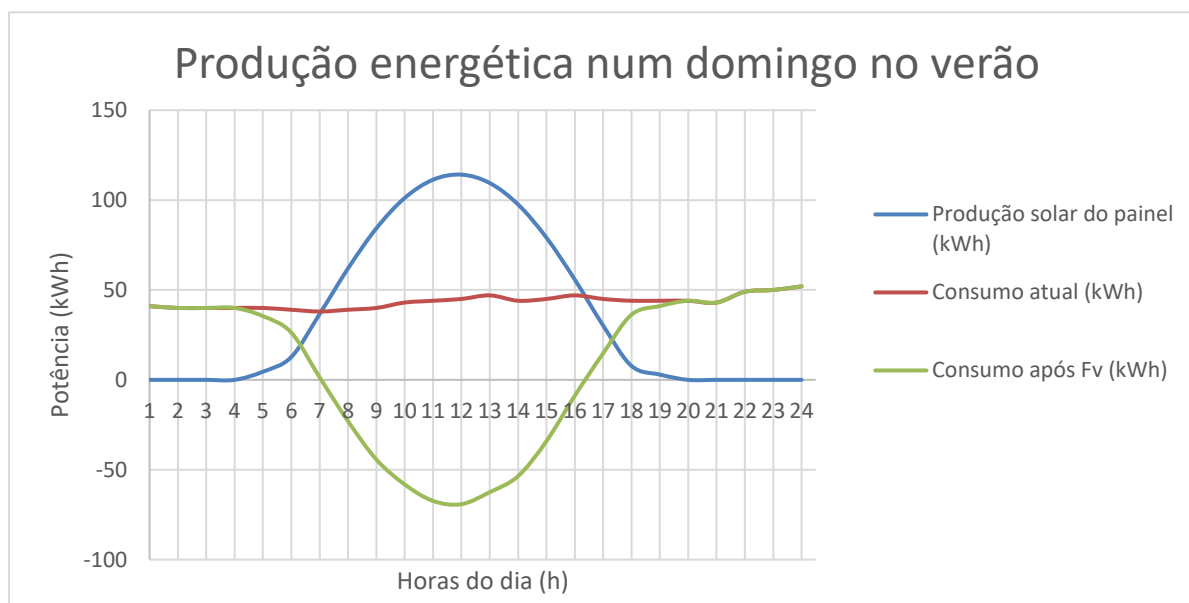


Figura A.3.3.16- Representação gráfica da produção energética num domingo de verão

*Tabela A.3.3.20- Valores da energia autoconsumida e exportada no verão*

<b>Total Energia autoconsumida (kWh)</b>	5815,14
<b>Energia autoconsumida no verão (kWh)</b>	151193,63
<b>Energia Exportada (kWh)</b>	553,06
<b>Energia Exportada no verão (kWh)</b>	14379,48
<b>Energia produzida pelo painel no verão (kWh)</b>	165573,11



## Anexo A.4 – Características da central fotovoltaica

Depois de realizados os cálculos para as várias opções procedeu-se à análise das características energéticas da central fotovoltaica.

### Exemplo de cálculo para a opção 1:

- Energia atualmente consumida:

O valor da energia atualmente consumida (kWh/ano) é o somatório da energia consumida mensalmente.

- Energia produzida pelo sistema fotovoltaico:

O valor da energia produzida pelo sistema fotovoltaico (kWh/ano) é o somatório da energia produzida pelo sistema no período de inverno e no período de verão.

- Energia autoconsumida:

O valor da energia autoconsumida (kWh/ano) é o somatório da energia autoconsumida no período de inverno e no período de verão.

- Energia exportada:

*Energia exportada*

$$\begin{aligned}
 &= \text{Energia produzida pelo sistema} \left[ \frac{\text{kWh}}{\text{ano}} \right] \\
 &\quad - \text{Energia autoconsumida} \left[ \frac{\text{kWh}}{\text{ano}} \right] \\
 &= 248107,4 - 232892,4 = 15214,9 \text{ kWh/ano}
 \end{aligned}$$

- Poupança energética:

$$\begin{aligned}
 \text{Poupança energética} &= \frac{\text{Energia autoconsumida} \left[ \frac{\text{kWh}}{\text{ano}} \right]}{\text{Energia atualmente consumida} \left[ \frac{\text{kWh}}{\text{ano}} \right]} \times 100 \\
 &= \frac{232892,4}{1386328} \times 100 = 16,80 \%
 \end{aligned}$$

- Emissões de CO<sub>2</sub> evitadas:<sup>9</sup>

*Prevenção de CO<sub>2</sub>*

= Energia autoconsumida [kwh/ano]

× fator para a prevenção de CO<sub>2</sub>  $\left[ \frac{kg}{kWh} \right]$

= CO<sub>2</sub> evitado [kg/ano]

O fator de prevenção para CO<sub>2</sub> foi obtido numa fatura mensal de eletricidade e o seu valor é de 0,38158 kg.

*Prevenção de CO<sub>2</sub>* = 232892,4 × 0,38158 = 88867,1 kg/ano

❖ **Opção 1:**

Tabela A.4.1- Características da central fotovoltaica

<b>Características da central FV</b>	
Local	São João da Madeira
Número de módulos	505
Potência total instalada (kWp)	0,27
Potência do pico de instalação (kW)	136,4
Orientação dos módulos	180°
Inclinação dos módulos	35°

Tabela A.4.2- Características energéticas da central fotovoltaica

<b>Características Energéticas da Central FV</b>	
Energia atualmente consumida (kWh/ano)	1386328
Energia produzida pelo sistema fotovoltaico (kWh/ano)	248107,4
Energia autoconsumida (kWh/ano)	232892,4
Energia Exportada (kWh/ano)	15214,9
Poupança energética (%)	16,80
Emissões CO <sub>2</sub> evitadas (kg/ano)	88867,1

❖ **Opção 2:**

Tabela A.4.3- Características da central fotovoltaica

<b>Características da central FV</b>	
Local	São João da Madeira
Número de módulos	505
Potência total instalada (kWp)	0,285
Potência do pico de instalação (kW)	143,9
Orientação dos módulos	180°
Inclinação dos módulos	35°

Tabela A.4.4- Características energéticas da central fotovoltaica

<b>Características Energéticas da Central FV</b>	
Energia atualmente consumida (kWh/ano)	1386328
Energia produzida pelo sistema fotovoltaico (kWh/ano)	261891,1
Energia autoconsumida (kWh/ano)	244169,8
Energia Exportada (kWh/ano)	17721,3
Poupança energética (%)	17,61
Emissões CO2 evitadas (kg/ano)	93170,3

❖ **Opção 3:**

Tabela A.4.5- Características da central fotovoltaica

<b>Características da central FV</b>	
Local	São João da Madeira
Número de módulos	425
Potência total instalada (kWp)	0,32
Potência do pico de instalação (kW)	136
Orientação dos módulos	180°
Inclinação dos módulos	35°

Tabela A.4.6- Características energéticas da central fotovoltaica

<b>Características Energéticas da Central FV</b>	
Energia atualmente consumida (kWh/ano)	1386328
Energia produzida pelo sistema fotovoltaico (kWh/ano)	247470,5
Energia autoconsumida (kWh/ano)	232371,4
Energia Exportada (kWh/ano)	15099,1
Poupança energética (%)	16,76
Emissões CO2 evitadas (kg/ano)	88668,3

❖ **Opção 4:**

Tabela A.4.7- Características da central fotovoltaica

<b>Características da central FV</b>	
Local	São João da Madeira
Número de módulos	500
Potência total instalada (kWp)	0,28
Potência do pico de instalação (kW)	140
Orientação dos módulos	180°
Inclinação dos módulos	35°

Tabela A.4. 8- Características energéticas da central fotovoltaica

<b>Características Energéticas da Central FV</b>	
Energia atualmente consumida (kWh/ano)	1386328
Energia produzida pelo sistema fotovoltaico (kWh/ano)	254749,0
Energia autoconsumida (kWh/ano)	238326,4
Energia Exportada (kWh/ano)	16422,6
Poupança energética (%)	17,19
Emissões CO2 evitadas (kg/ano)	90940,6

❖ **Opção 5:**

Tabela A.4.9- Características da central fotovoltaica

<b>Características da central FV</b>	
Local	São João da Madeira
Número de módulos	505
Potência total instalada (kWp)	0,265
Potência do pico de instalação (kW)	133,8
Orientação dos módulos	180°
Inclinação dos módulos	35°

Tabela A.4.10- Características energéticas da central fotovoltaica

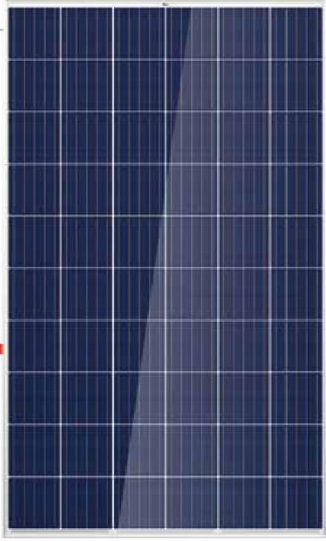
<b>Características Energéticas da Central FV</b>	
Energia atualmente consumida (kWh/ano)	1386328
Energia produzida pelo sistema fotovoltaico (kWh/ano)	243512,8
Energia autoconsumida (kWh/ano)	229133,3
Energia Exportada (kWh/ano)	14379,5
Poupança energética (%)	16,53
Emissões CO2 evitadas (kg/ano)	87432,7

### Anexo A.4.1 – Ficha técnica do modelo escolhido

Mono **Multi** Solutions

# THE Honey

FRAMED 60-CELL MODULE



**60 CELL**  
MULTICRYSTALLINE MODULE

---

**265-285W**  
POWER OUTPUT RANGE

---

**17.4%**  
MAXIMUM EFFICIENCY

---

**0~+5W**  
POSITIVE POWER TOLERANCE

**Our most versatile product**

- Compatible with all major BOS components and system designs
- 1000V UL/1000V IEC certified

---

**Maximize Limited Space**

- Up to 174 W/m<sup>2</sup> power density

---

**Highly reliable due to stringent quality control**

- Over 30 in-house tests (UV, TC, HF, and many more)
- In-house testing goes well beyond certification requirements
- PID resistant
- 100% EL double inspection









---

**Certified to withstand the most challenging environmental conditions**

- 2400 Pa wind load
- 5400 Pa snow load
- 35 mm hail stones at 97 km/h

**Comprehensive Products And System Certificates**

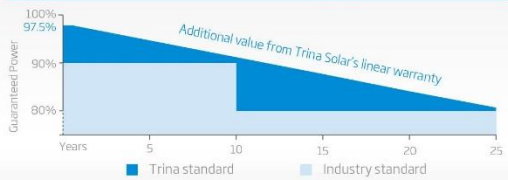
IEC61215/IEC61730/UL1703/IEC61701/IEC62716  
 ISO 9001: Quality Management System  
 ISO 14001: Environmental Management System  
 ISO14064: Greenhouse gases Emissions Verification  
 OHSAS 18001: Occupation Health and Safety Management System

**Trinasolar**

**LINEAR PERFORMANCE WARRANTY**

10 Year Product Warranty · 25 Year Linear Power Warranty




Years	Trina standard (%)	Industry standard (%)
0	100	100
5	~99.5	~95
10	~97.5	~90
15	~96.5	~85
20	~95.5	~82
25	~94.5	~80

Figura A.4.4.1- Especificações técnicas do fabricante da opção escolhida [36]



## A.5 - Fatura de energia

Com base na fatura referente a março (período de inverno), em horário de cheia, o distribuidor cobra 0,094582 €/kWh +IVA e em horário de ponta, o distribuidor cobra 0,106672 €/kWh acrescido de uma taxa adicional por disponibilidade de potencia, em horário de ponta de  $\frac{2\,539,79}{32\,573} = 0,07797$  €/kWh, perfazendo um valor total de 0,1846 €/kWh +IVA.



**Electricidade**

**Dados do Cliente**

Razão Social: CORTADORIA NACIONAL DE PELO, SA  
 NIF/CIF: PT505230887  
 Morada Fiscal: AV 1 MAIO-64 ZI TRAVESSASAPTD 8  
 3700-227 S JOAO MADEIRA PORTUGAL  
 Morada de Fornecimento: R DOMINGOS JOSÉ DE OLIVEIRA  
 S/N SAO JOAO MADEIRA AVEIRO  
 CPE: PT0002000071884152PR  
 Código Cliente: 339064361

**RESUMO DA FATURA**

Data emissão: 07 de abril de 2017  
 Data limite emissão:  
 Período faturação: de 01/03/2017 a 31/03/2017  
 Fatura Nº FT RN17Z8/15849  
**Total Fatura 20.415,58 €**

CORTADORIA NACIONAL DE PELO, SA  
 AV 1 MAIO-64 ZI TRAVESSASAPTD 8  
 3700-227 S JOAO MADEIRA  
 PORTUGAL

**Faturação**

DESCRIÇÃO	CÁLCULO	VALOR
<b>TERMO ENERGIA VARIÁVEL (1)</b>		<b>13.397,81</b>
	P1: 32.573 kWh x 0,106672 Eur/kWh = 3.474,63 Eur	
	P2: 83.264 kWh x 0,094582 Eur/kWh = 7.875,28 Eur	
	P3: 19.812 kWh x 0,070161 Eur/kWh = 1.390,03 Eur	
	P4: 10.315 kWh x 0,063778 Eur/kWh = 657,87 Eur	
POTÊNCIA HORAS PONTA (1)	32.573 kWh / 105 Horas x 0,2641 Eur/kW X 31 DIAS	2.539,79
POTÊNCIA CONTRATADA (1)	404 kW x 0,0397 Eur/kW X 31 DIAS	497,20
REATIVA FORNECIDA VAZIO (1)	680 kVArh x 0,0218 Eur/kVArh = 14,82 Eur	14,82
Taxa Audiovisual (2)	2,85 Eur/mes X 31 DIAS / 31 Dias / Mes = 2,85 Eur	2,85
IMPOSTO SOBRE ELECTRICIDADE (1)	145,964 kWh x 0,001 Eur/kWh = 145,96 Eur	145,96
(1) IVA-PT NORMAL	23 % de 16.595,58 EUR	3.816,98
(2) IVA-PT REDUZIDO	6 % de 2,85 EUR	0,17
<b>Total FATURA</b>		<b>20.415,58 EUR</b>


Caso seja titular de uma instalação de produção para autoconsumo com potência até 200 W, deverá informar o operador da rede de distribuição que lhe corresponde no regime de autoconsumo, para revisão do equipamento de medida.

As tarifas de acesso às redes foram atualizadas pela Diretiva nº19/2016 emitida a 15 de Dezembro de 2016 pela ERSE. A atualização das componentes reguladas será refletida nas faturas referentes a consumos que ocorram a partir de 1 de Janeiro de 2017.

**Forma de Pagamento**

O valor da fatura será descontado a partir de 05/05/2017 em

0007-0601-42069\*\*\*\*\*-00  
 PT5000070601004206\*\*\*\*\*1  
 Dígitos ocultos para vossa segurança  
 Mandato cupom: 0000039229101  
 Versão: 0001



Contrato nº: 9994150/5039/6

Atenção ao Cliente

226077720

Fax: 226077730

RUA DA SAUDADE 132/158.º ANDAR  
 4150 - 682 PORTO

[WWW.ENDESAONLINE.PT](http://WWW.ENDESAONLINE.PT)

20 17 / 04 / 19

AB1019081-5084077 N000277RNANN

Fatura emitida pela ENDESA ENERGIA SA (Sucursal em Portugal) NIPC 980245974 Morada: Quinta da Fonte, Edifício D, Manuel I, Piso 0, Ala B 2770-203 Paço de Arcos, Oeiras, Lisboa Matrícula nº 10608/2001-11-30 na Conservatória do Registo Comercial de Lisboa, 1ª Secção

Página 1 de 4

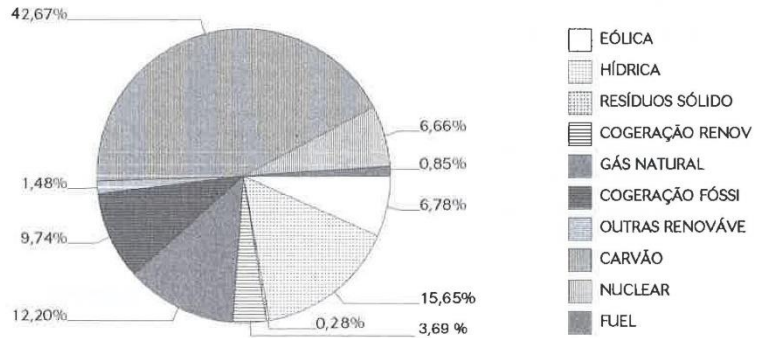
dW2L

Figura A.5.1- Fatura de energia referente ao mês de março

**Como foi produzida a nossa energia em 2016? Quais os efeitos no ambiente?**

A eletricidade comercializada pela Endesa Energia em 2016 foi produzida a partir das seguintes fontes de energia e foi responsável pela emissão de **381,58 g/kWh de CO2**.  
A emissão de CO2 associada ao consumo desta fatura **55.696,94 Kg**.

RESÍDUOS SÓLIDO	0,32 %
OUTRAS RENOVÁVE	1,59 %
NUCLEAR	7,17 %
HÍDRICA	25,24 %
GÁS NATURAL	13,04 %
FUEL	0,00 %
GEOTÉRMIA	0,00 %
EÓLICA	7,94 %
DIESEL	0,00 %
COGERAÇÃO RENOV	4,45 %
COGERAÇÃO FÓSSI	9,47 %
CARVÃO	30,79 %



Saiba mais sobre a produção da sua eletricidade, designadamente sobre as fontes de energia utilizadas, as emissões atmosféricas provocadas e os resíduos radioativos produzidos em <https://www.endesa.pt/lares/assessoria/informacao-util/rotulagem-energia.html> e [www.erse.pt/pt/desempenhoambiental/rotulagemenergetica/paginas/default.aspx](http://www.erse.pt/pt/desempenhoambiental/rotulagemenergetica/paginas/default.aspx) Anualmente ser-lhe-á enviado um folheto.

**Dados sobre custos**

Os valores indicados incluem os encargos relativos ao Acesso às Redes no valor **8.510,69 IVA não Incluído** (este valor é independente do comercializador de energia elétrica).  
Os custos de interesse económico geral (CIEG) incluídos no Acesso às Redes correspondem a **4.340,45 IVA não incluído**.

Figura A.5.2- Fatura de energia referente ao mês de março



## A.6 – Análise económica

Após a realização do estudo para implementação da central fotovoltaica, realizou-se a análise económica com a finalidade de analisar viabilidade económica do projeto. Para a realização da análise foi necessário ter em conta algumas considerações, como o valor da tarifa para a energia consumida e injetada na rede e o aumento das mesmas.

Tabela A.6.1- Considerações energéticas

<b>Energia autoconsumida (kWh/ano)</b>	91 116,8
<b>Energia exportada (kWh/ano)</b>	15 214,9
<b>Perda da eficiência anual</b>	0,50%

Tabela A.6. 2- Tarifas aplicadas

<b>Tarifa energia consumida (€/kWh)</b>	0,12
<b>Tarifa energia injetada na rede (€/kWh)</b>	0,04

Tabela A.6. 3- Pressupostos de aumento de tarifa

<b>Taxa de aumento da tarifa</b>	
Energia autoconsumida	3%
Energia injetada na rede	1,00%

### Exemplo de cálculo:

- Poupança de energia autoconsumida:

Para o primeiro ano:

$$\begin{aligned} \text{Poupança} &= \text{Energia autoconsumida} \left( \frac{\text{kWh}}{\text{ano}} \right) \times \text{Tarifa} \left( \frac{\text{€}}{\text{kWh}} \right) \\ &= 91\,116,8 \times 0,12 = 10\,934,02 \text{ €} \end{aligned}$$

Para os anos seguintes:

$$\begin{aligned} \text{Poupança} &= \text{Poupança do ano anterior (€)} \times \text{aumento da tarifa} \\ &= 10\,934,02 \times 1,03 = 11\,262,04 \text{ €} \end{aligned}$$

- Venda de energia à rede:

Para o primeiro ano:

$$\begin{aligned} \text{Venda} &= \text{Energia exportada} \left( \frac{\text{kWh}}{\text{ano}} \right) \times \text{Tarifa} \left( \frac{\text{€}}{\text{kWh}} \right) \\ &= 15\,214,9 \times 0,04 = 608,60 \text{ €} \end{aligned}$$

Para os anos seguintes:

$$\begin{aligned} \text{Venda} &= \text{Venda do ano anterior (€)} \times \text{aumento da tarifa} \\ &= 608,60 \times 1,01 = 614,68 \text{ €} \end{aligned}$$

- Cash-Flow anual:

$$\begin{aligned} \text{Cash} - \text{Flow anual} &= (\text{poupança de energia autoconsumida} + \text{Venda à rede}) \\ &\quad - \text{Investimento (€)} = 11\,542,61 - 0,00 = 11\,542,61 \end{aligned}$$

- Cash-Flow acumulado:

$$\begin{aligned} \text{Cash} - \text{Flow acumulado} &= \text{Cash} - \text{Flow acumulado do ano anterior} + \text{Cash} \\ &\quad - \text{Flow anual} = -150\,000 + 11\,542,61 = -11\,3457,39 \end{aligned}$$

O payback é o tempo necessário para que se obtenha o retorno sobre o investimento de projeto. A partir do momento do payback, o projeto passa a ser vantajoso do ponto de vista financeiro.

O payback do projeto é de 10 anos.

Tabela A.6.4- Análise económica

Anos	Poupança (energia autoconsumida)	Venda (energia injetada à rede)	Poupança + Venda	Investimento	Cash-Flow anual	Cash-Flow acumulado
0	0,00	0	0	125000	-125000	-125000
1	10934,02	608,60	11542,61	0	11542,61	-113457,39
2	11262,04	614,68	11876,72	0	11876,72	-101580,67
3	11599,90	620,83	12220,73	0	12220,73	-89359,94
4	11947,89	627,04	12574,93	0	12574,93	-76785,01
5	12306,33	633,31	12939,64	0	12939,64	-63845,37
6	12675,52	639,64	13315,16	0	13315,16	-50530,21
7	13055,79	646,04	13701,82	0	13701,82	-36828,39
8	13447,46	652,50	14099,96	0	14099,96	-22728,43
9	13850,88	659,02	14509,91	0	14509,91	-8218,52
10	14266,41	665,61	14932,02	0	14932,02	6713,50
11	14694,40	672,27	15366,67	0	15366,67	22080,17
12	15135,24	678,99	15814,23	0	15814,23	37894,40
13	15589,29	685,78	16275,07	0	16275,07	54169,47
14	16056,97	692,64	16749,61	0	16749,61	70919,08
15	16538,68	699,57	17238,25	0	17238,25	88157,33
16	17034,84	706,56	17741,40	0	17741,40	105898,73
17	17545,89	713,63	18259,51	0	18259,51	124158,24
18	18072,26	720,76	18793,03	0	18793,03	142951,27
19	18614,43	727,97	19342,40	0	19342,40	162293,67
20	19172,86	735,25	19908,11	0	19908,11	182201,78
21	19748,05	742,60	20490,65	0	20490,65	202692,43
22	20340,49	750,03	21090,52	0	21090,52	223782,95
23	20950,71	757,53	21708,23	0	21708,23	245491,19

Anos	Poupança (energia autoconsumida)	Venda (energia injetada à rede)	Poupança + Venda	Investimento	Cash-Flow anual	Cash-Flow acumulado
24	21579,23	765,10	22344,33	0	22344,33	267835,52
25	22226,60	772,76	22999,36	0	22999,36	290834,88

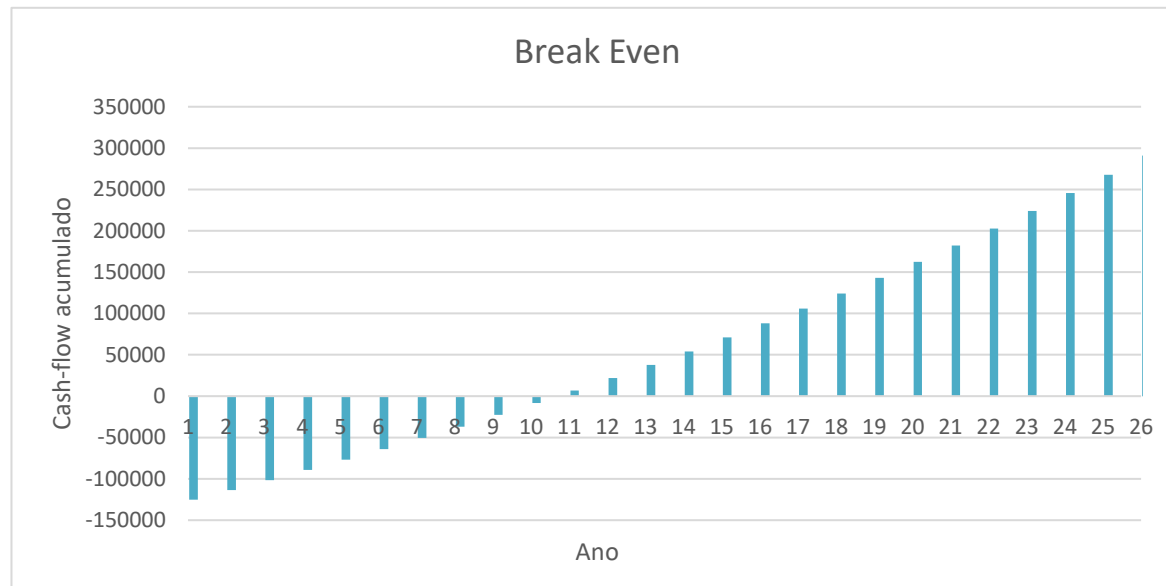


Figura A.6.1- Representação gráfica do Break Even