

PRODUÇÃO FOTOVOLTAICA  
EM AUTOCONSUMO E  
PEQUENA PRODUÇÃO: CASO  
DE ESTUDO DO ISEP

JOAQUIM PEDRO SOUSA COUTADA



Departamento de Engenharia Eletrotécnica

Mestrado em Engenharia Eletrotécnica – Sistemas Elétricos de Energia

**Julho de 2015**



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

Candidato: Joaquim Pedro Sousa Coutada, N° 1121311, 1121311@isep.ipp.pt

Orientação científica: Prof. Doutor António Carvalho de Andrade, ata@isep.ipp.pt



Departamento de Engenharia Eletrotécnica

Mestrado em Engenharia Eletrotécnica – Sistemas Elétricos de Energia

**Julho de 2015**



*Dedico esta dissertação à minha família.*



## *Agradecimentos*

Esta dissertação representa mais um passo na minha formação académica e pessoal. Deste modo, agradeço ao Instituto Superior de Engenharia do Porto (ISEP) e aos seus docentes pelo modo como me prepararam para a vida profissional durante todo o mestrado.

Ao meu orientador, Prof. Doutor António Andrade pelo seu apoio, disponibilidade, compreensão, paciência e confiança que sempre depositou em mim. O meu obrigado por me ter orientado, apoiado e indicado o caminho mais correto na elaboração desta dissertação.

Ao Engenheiro Barrote Dias pela sua disponibilidade no fornecimento dos dados de consumo de energia do ISEP, das plantas dos edifícios e por todos os esclarecimentos relativos à situação contratual do ISEP relacionada com o abastecimento de energia elétrica.

À minha família, em especial aos meus pais, que sempre acreditaram em mim e me apoiaram em todos os momentos da minha vida académica e pessoal. A eles um especial obrigado.

À minha namorada por todo o incentivo, apoio e compreensão durante a elaboração desta dissertação.

A todos os meus amigos pela disponibilidade e atenção sempre demonstrada nas várias horas de estudo ao longo deste mestrado.

A todos o meu sincero agradecimento.



## *Resumo*

A presente dissertação insere-se no âmbito da unidade curricular de “Dissertação/Projeto/Estágio”, do 2º ano do mestrado em Engenharia Eletrotécnica – Sistemas Elétricos de Energia.

Com o crescente aumento do consumo energético a nível mundial, e consequente esgotamento dos recursos fósseis, surge a necessidade de procurar soluções alternativas para a produção de energia. As energias renováveis aparecem como uma solução sustentável na produção de eletricidade, pois a sua produção representa um menor custo.

Este trabalho tem como principais objetivos o dimensionamento de uma central de produção fotovoltaica para o ISEP nos regimes de exploração em autoconsumo e pequena produção, tendo em conta o atual Decreto-Lei (DL) n.º 153/2014, e também a análise de viabilidade económica dessa mesma instalação.

O sistema fotovoltaico usado no dimensionamento em autoconsumo e pequena produção foi realizado com recurso ao *software PVsyst*. Tendo em conta que os consumos do ISEP são bastante inferiores nos períodos de férias escolares e fins-de-semana, e também por haver uma limitação de área disponível para a colocação dos módulos fotovoltaicos, a melhor opção a adotar será um sistema fotovoltaico de 237 kWp, tanto para autoconsumo como para pequena produção.

Outro objetivo é a realização de um estudo de viabilidade económica do sistema fotovoltaico dimensionado. Os resultados obtidos permitem então clarificar qual dos regimes de exploração é mais viável para o ISEP, sendo que esses resultados poderão servir de apoio a uma futura decisão, caso o ISEP decida instalar um sistema deste tipo.

### *Palavras-Chave*

Energia Fotovoltaica, Decreto-Lei n.º 153/2014, Autoconsumo, Pequena Produção, Balanço Energético, Balanço Económico, Viabilidade Económica.



## *Abstract*

The present dissertation presents the work developed in the subject of "Dissertation / Project / Internship", of the 2<sup>nd</sup> year of the Master's degree in Electrical Engineering - Electrical Power Systems.

With the increasing of energy consumption in the world, and consequent exhaustion of fossil resources, it is necessary to look for another ways to produce energy. The renewable energies appear as a sustainable solution in the production of electricity because their production costs are lower.

This study focuses on the sizing of a photovoltaic system for the ISEP according to the operating systems of net metering and small production, taking account the current Decree-Law No. 153/2014, as well as the economic viability study of that system.

The photovoltaic system used on net metering and small production, was designed with the software *Pvsyst*. Knowing that the ISEP consumption is much lower during school holidays and weekends, and also because there is a limitation of the available area to place the photovoltaic modules, the best option is to adopt a photovoltaic system of 237 kWp, both for net metering and for small production.

Another objective is to elaborate the economic viability study of the designed photovoltaic system. The obtained results can help to clarify which one of the operating systems is more practicable for the ISEP, and also could be used to support a future ISEP's decision to install such system.

### ***Keywords***

Photovoltaic Energy, Decree-Law No. 153/2014, Net Metering, Small Production, Energy Balance, Economic Balance, Economic Viability.



# Índice

<b>AGRADECIMENTOS</b> .....	<b>I</b>
<b>RESUMO</b> .....	<b>III</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>V</b>
<b>ÍNDICE</b> .....	<b>VII</b>
<b>ÍNDICE DE FIGURAS</b> .....	<b>IX</b>
<b>ÍNDICE DE TABELAS</b> .....	<b>XV</b>
<b>NOMENCLATURA</b> .....	<b>XVII</b>
<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	<b>1</b>
1.1.CONTEXTUALIZAÇÃO.....	3
1.2.OBJETIVOS .....	3
1.3.ORGANIZAÇÃO DO RELATÓRIO .....	3
<b>2. ESTADO DA ARTE</b> .....	<b>5</b>
2.1.CONSUMO DE ENERGIA .....	5
<b>3. ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA</b> .....	<b>13</b>
3.1.RADIAÇÃO SOLAR .....	13
3.2.O EFEITO FOTOVOLTAICO.....	14
3.3.CÉLULA FOTOVOLTAICA .....	15
3.3.1. <i>Modelo matemático da célula fotovoltaica</i> .....	16
3.3.2. <i>Corrente de curto-circuito e tensão em circuito aberto</i> .....	18
3.3.3. <i>Potência Elétrica</i> .....	19
3.3.4. <i>Fator de forma e rendimento</i> .....	20
3.3.5. <i>Curvas características das células fotovoltaicas</i> .....	21
3.4.TIPOS DE CÉLULAS FOTOVOLTAICAS .....	23
3.4.1. <i>Células de silício cristalino</i> .....	24
3.4.2. <i>Células de película fina</i> .....	25
3.5.MÓDULOS FOTOVOLTAICOS .....	26
3.5.1. <i>Associação em série</i> .....	27
3.5.2. <i>Associação em paralelo</i> .....	28
3.5.3. <i>Associação mista</i> .....	28
3.5.4. <i>Díodos de desvio e díodos de fileira</i> .....	29

3.6.TIPOS DE SISTEMAS FOTOVOLTAICOS.....	30
3.6.1. <i>Autoconsumo</i> .....	31
3.6.2. <i>Pequena produção</i> .....	33
3.7.COMPONENTES DE UM SISTEMA FOTOVOLTAICO .....	35
3.7.1. <i>Inversores DC/AC</i> .....	36
3.7.2. <i>Cabos</i> .....	38
3.7.3. <i>Proteções</i> .....	39
<b>4. ENQUADRAMENTO LEGAL .....</b>	<b>43</b>
4.1.LEGISLAÇÃO ATUAL .....	47
4.1.1. <i>Remuneração e compensação</i> .....	51
4.2.CUSTO DOS SISTEMAS FOTOVOLTAICOS .....	54
<b>5. CARATERIZAÇÃO DO LOCAL DE INSTALAÇÃO DO SISTEMA FOTOVOLTAICO....</b>	<b>55</b>
5.1.CARATERIZAÇÃO DO LOCAL DE INSTALAÇÃO.....	55
5.2.CONSUMOS E FATURAS ENERGÉTICAS .....	59
<b>6. DIMENSIONAMENTO DE UM SISTEMA FOTOVOLTAICO PARA O ISEP .....</b>	<b>71</b>
6.1.SIMULAÇÃO EM PVSYSY .....	71
6.1.1. <i>Distância entre fileiras</i> .....	73
6.2.DIMENSIONAMENTO EM AUTOCONSUMO .....	77
6.3.DIMENSIONAMENTO EM PEQUENA PRODUÇÃO.....	88
<b>7. ESTUDO DE VIABILIDADE ECONÓMICA.....</b>	<b>91</b>
7.1.ANÁLISE EM AUTOCONSUMO.....	93
7.2.ANÁLISE EM PEQUENA PRODUÇÃO .....	98
<b>8. CONCLUSÕES.....</b>	<b>103</b>
8.1.TRABALHOS FUTUROS .....	105
<b>REFERÊNCIAS DOCUMENTAIS.....</b>	<b>107</b>
<i>LEGISLAÇÃO CONSULTADA</i> .....	110
<b>ANEXO A. TARIFAS DE VENDA A CLIENTES EM MÉDIA TENSÃO .....</b>	<b>111</b>
<b>ANEXO B. FICHA TÉCNICA DO MÓDULO FOTOVOLTAICO .....</b>	<b>113</b>
<b>ANEXO C. FICHA TÉCNICA DO INVERSOR .....</b>	<b>115</b>
<b>ANEXO D. RESULTADOS DA SIMULAÇÃO EM PVSYSY .....</b>	<b>116</b>
<b>ANEXO E. RESULTADOS DA PRODUÇÃO FOTOVOLTAICA DIÁRIA.....</b>	<b>120</b>
<b>ANEXO F. RESULTADOS DO DIMENSIONAMENTO EM AUTOCONSUMO.....</b>	<b>126</b>

## Índice de Figuras

<b>Figura 1:</b> Dependência energética portuguesa [1].....	6
<b>Figura 2:</b> Evolução do consumo de energia primária em Portugal [2].....	7
<b>Figura 3:</b> Potência instalada e energia produzida na EU-27 [3].....	8
<b>Figura 4:</b> Potência instalada em Portugal em 2012 e 2013 [4].....	9
<b>Figura 5:</b> Dados de produção e consumo em 2012 e 2013 [4].....	10
<b>Figura 6:</b> Evolução da potência renovável instalada [2]. .....	10
<b>Figura 7:</b> Evolução da energia renovável produzida [2]. .....	11
<b>Figura 8:</b> Espectro Eletromagnético [5].....	14
<b>Figura 9:</b> Princípio de funcionamento de uma célula fotovoltaica [9].....	16
<b>Figura 10:</b> Circuito elétrico equivalente de uma célula fotovoltaica [8].....	17
<b>Figura 11:</b> Curva I-V de uma célula solar fotovoltaica [9]. .....	19
<b>Figura 12:</b> Curvas características uma célula fotovoltaica [10]. .....	21
<b>Figura 13:</b> Efeito da radiação na célula fotovoltaica [9]. .....	22
<b>Figura 14:</b> Efeito da temperatura na célula fotovoltaica [9].....	23
<b>Figura 15:</b> Células fotovoltaicas existentes no mercado [11]. .....	24
<b>Figura 16:</b> Célula monocristalina [9]. .....	25
<b>Figura 17:</b> Célula, módulo e painel fotovoltaico [12]. .....	27
<b>Figura 18:</b> Associação de módulos em série [10]. .....	27
<b>Figura 19:</b> Associação de módulos em paralelo [10]. .....	28
<b>Figura 20:</b> Associação mista de módulos [10]. .....	29
<b>Figura 21:</b> Díodos by-pass e díodos de fileira em sistemas fotovoltaicos [13].....	30
<b>Figura 22:</b> Gestão de potência de um sistema de autoconsumo [14]. .....	32
<b>Figura 23:</b> Sistema de autoconsumo com baterias [15]. .....	33
<b>Figura 24:</b> Sistema de pequena produção [16]. .....	34
<b>Figura 25:</b> Representação das soluções de ligação dos inversores num sistema FV. (a) Inversor central. (b) Inversor de fileira. (c) Inversor por módulo [11].....	38
<b>Figura 26:</b> Modelo conceptual de um sistema fotovoltaico [11].....	40
<b>Figura 27:</b> Corrente inversa num sistema fotovoltaico [11].....	41
<b>Figura 28:</b> Esquema de proteções de um sistema fotovoltaico [11].....	42

<b>Figura 29:</b> Antigo enquadramento legal [16].	44
<b>Figura 30:</b> Evolução das tarifas aplicadas à micro e minigeração [10].	45
<b>Figura 31:</b> Evolução da potência instalada em microgeração [16].	46
<b>Figura 32:</b> Evolução da potência instalada em minigeração [16].	47
<b>Figura 33:</b> Principais características do DL n.º153/2014 [16].	48
<b>Figura 34:</b> Processo de licenciamento de uma UPAC e UPP [16].	50
<b>Figura 35:</b> Paridade da rede em Portugal [14].	54
<b>Figura 36:</b> Interface do Google Maps - Local de instalação do sistema fotovoltaico.	56
<b>Figura 37:</b> Interface da plataforma online PVGIS [17].	58
<b>Figura 38:</b> Radiação diária média mensal incidente em módulos com inclinação de 34° no ISEP.	58
<b>Figura 39:</b> Temperatura ambiente média mensal no ISEP.	59
<b>Figura 40:</b> Ciclo semanal opcional para média tensão [18].	61
<b>Figura 41:</b> Consumos energéticos mensais do ISEP.	65
<b>Figura 42:</b> Evolução das potências contratada e tomada no ISEP.	67
<b>Figura 43:</b> Estimativa das faturas energéticas do ISEP.	68
<b>Figura 44:</b> Esquema representativo da distância entre fileiras [11].	74
<b>Figura 45:</b> Metodologia de cálculo da produção fotovoltaica diária para o mês de Agosto.	79
<b>Figura 46:</b> Dimensionamento em autoconsumo de segunda a sexta em Agosto.	81
<b>Figura 47:</b> Balanço energético de um dia semanal em Agosto.	83
<b>Figura 48:</b> Relação entre consumo e produção de um dia semanal em Agosto.	84
<b>Figura 49:</b> Balanço energético do ISEP sem autoconsumo.	85
<b>Figura 50:</b> Balanço energético do ISEP com autoconsumo.	85
<b>Figura 51:</b> Balanço energético da energia fotovoltaica.	87
<b>Figura 52:</b> Balanço económico da UPAC do ISEP.	87
<b>Figura 53:</b> Faturas elétricas mensais sem e com UPP.	90
<b>Figura 54:</b> Balanço económico da UPAC a 20 anos.	94
<b>Figura 55:</b> Evolução do CFG acumulado e do CFE atualizado.	97
<b>Figura 56:</b> Balanço económico da UPP.	99
<b>Figura 57:</b> Tarifas de venda de 2012.	111
<b>Figura 58:</b> Tarifas de venda de 2013.	111
<b>Figura 59:</b> Tarifas de venda de 2014.	112
<b>Figura 60:</b> Características técnicas do módulo MPrime Solar - M245.	113

<b>Figura 61:</b> Características técnicas do módulo MPrime Solar - M245 .....	114
<b>Figura 62:</b> Características técnicas do inversor Kaco – Powador 18.0 TL3 .....	115
<b>Figura 63:</b> Parâmetros de simulação do sistema fotovoltaico para os vários edifícios. ...	116
<b>Figura 64:</b> Parâmetros de simulação do sistema fotovoltaico para os vários edifícios. ...	117
<b>Figura 65:</b> Principais resultados da simulação. ....	118
<b>Figura 66:</b> Diagrama de perdas do sistema fotovoltaico. ....	119
<b>Figura 67:</b> Metodologia de cálculo da produção fotovoltaica diária para os meses de Janeiro e Fevereiro.....	120
<b>Figura 68:</b> Metodologia de cálculo da produção fotovoltaica diária para os meses de Março e Abril. ....	121
<b>Figura 69:</b> Metodologia de cálculo da produção fotovoltaica diária para os meses de Maio e Junho.....	122
<b>Figura 70:</b> Metodologia de cálculo da produção fotovoltaica diária para os meses de Julho e Setembro. ....	123
<b>Figura 71:</b> Metodologia de cálculo da produção fotovoltaica diária para os meses de Outubro e Novembro. ....	124
<b>Figura 72:</b> Metodologia de cálculo da produção fotovoltaica diária para os mês de Dezembro.....	125
<b>Figura 73:</b> Dimensionamento em autoconsumo de Sábado e Domingo em Agosto.....	127
<b>Figura 74:</b> Balanço energético de um Sábado em Agosto.....	128
<b>Figura 75:</b> Balanço energético de um Domingo em Agosto. ....	128
<b>Figura 76:</b> Relação entre consumo e produção de um Sábado em Agosto. ....	129
<b>Figura 77:</b> Relação entre consumo e produção de um Domingo em Agosto. ....	129
<b>Figura 78:</b> Dimensionamento em autoconsumo em Janeiro. ....	130
<b>Figura 79:</b> Balanço energético de um dia semanal em Janeiro. ....	131
<b>Figura 80:</b> Balanço energético de um Sábado em Janeiro. ....	131
<b>Figura 81:</b> Balanço energético de um Domingo em Janeiro. ....	131
<b>Figura 82:</b> Relação entre consumo e produção de um dia semanal em Janeiro. ....	132
<b>Figura 83:</b> Relação entre consumo e produção de um Sábado em Janeiro. ....	132
<b>Figura 84:</b> Relação entre consumo e produção de um Domingo em Janeiro. ....	132
<b>Figura 85:</b> Dimensionamento em autoconsumo em Fevereiro.....	133
<b>Figura 86:</b> Balanço energético de um dia semanal em Fevereiro. ....	134
<b>Figura 87:</b> Balanço energético de um Sábado em Fevereiro.....	134
<b>Figura 88:</b> Balanço energético de um Domingo em Fevereiro. ....	134

<b>Figura 89:</b> Relação entre consumo e produção de um dia semanal em Fevereiro.....	135
<b>Figura 90:</b> Relação entre consumo e produção de um Sábado em Fevereiro. ....	135
<b>Figura 91:</b> Relação entre consumo e produção de um Domingo em Fevereiro.....	135
<b>Figura 92:</b> Dimensionamento em autoconsumo em Março. ....	136
<b>Figura 93:</b> Balanço energético de um dia semanal em Março. ....	137
<b>Figura 94:</b> Balanço energético de um dia Sábado em Março. ....	137
<b>Figura 95:</b> Balanço energético de um Domingo em Março.....	137
<b>Figura 96:</b> Relação entre consumo e produção de um dia semanal em Março.....	138
<b>Figura 97:</b> Relação entre consumo e produção de um Sábado em Março. ....	138
<b>Figura 98:</b> Relação entre consumo e produção de um Domingo em Março.....	138
<b>Figura 99:</b> Dimensionamento em autoconsumo em Abril. ....	139
<b>Figura 100:</b> Balanço energético de um dia semanal em Abril. ....	140
<b>Figura 101:</b> Balanço energético de um Sábado em Abril. ....	140
<b>Figura 102:</b> Balanço energético de um Domingo em Abril.....	140
<b>Figura 103:</b> Relação entre consumo e produção de um dia semanal em Abril.....	141
<b>Figura 104:</b> Relação entre consumo e produção de um Sábado em Abril. ....	141
<b>Figura 105:</b> Relação entre consumo e produção de um Domingo em Abril.....	141
<b>Figura 106:</b> Dimensionamento em autoconsumo em Maio. ....	142
<b>Figura 107:</b> Balanço energético de um dia semanal em Maio. ....	143
<b>Figura 108:</b> Balanço energético de um Sábado em Maio. ....	143
<b>Figura 109:</b> Balanço energético de um Domingo em Maio.....	143
<b>Figura 110:</b> Relação entre consumo e produção de um dia semanal em Maio.....	144
<b>Figura 111:</b> Relação entre consumo e produção de um Sábado em Maio. ....	144
<b>Figura 112:</b> Relação entre consumo e produção de um Domingo em Maio.....	144
<b>Figura 113:</b> Dimensionamento em autoconsumo em Junho. ....	145
<b>Figura 114:</b> Balanço energético de um dia semanal em Junho.....	146
<b>Figura 115:</b> Balanço energético de um Sábado em Junho. ....	146
<b>Figura 116:</b> Balanço energético de um Domingo em Junho.....	146
<b>Figura 117:</b> Relação entre consumo e produção de um dia semanal em Junho.....	147
<b>Figura 118:</b> Relação entre consumo e produção de um Sábado em Junho. ....	147
<b>Figura 119:</b> Relação entre consumo e produção de um Domingo em Junho.....	147
<b>Figura 120:</b> Dimensionamento em autoconsumo em Julho. ....	148
<b>Figura 121:</b> Balanço energético de um dia semanal em Julho.....	149
<b>Figura 122:</b> Balanço energético de um Sábado em Julho. ....	149

<b>Figura 123:</b> Balanço energético de um Domingo em Julho. ....	149
<b>Figura 124:</b> Relação entre consumo e produção de um dia semanal em Julho. ....	150
<b>Figura 125:</b> Relação entre consumo e produção de Sábado em Julho. ....	150
<b>Figura 126:</b> Relação entre consumo e produção de um Domingo em Julho. ....	150
<b>Figura 127:</b> Dimensionamento em autoconsumo em Setembro. ....	151
<b>Figura 128:</b> Balanço energético de um dia semanal em Setembro. ....	152
<b>Figura 129:</b> Balanço energético de um Sábado em Setembro. ....	152
<b>Figura 130:</b> Balanço energético de um Domingo em Setembro. ....	152
<b>Figura 131:</b> Relação entre consumo e produção de um dia semanal em Setembro. ....	153
<b>Figura 132:</b> Relação entre consumo e produção de um Sábado em Setembro. ....	153
<b>Figura 133:</b> Relação entre consumo e produção de um Domingo em Setembro. ....	153
<b>Figura 134:</b> Dimensionamento em autoconsumo em Outubro. ....	154
<b>Figura 135:</b> Balanço energético de um dia semanal em Outubro. ....	155
<b>Figura 136:</b> Balanço energético de um Sábado em Outubro. ....	155
<b>Figura 137:</b> Balanço energético de um Domingo em Outubro. ....	155
<b>Figura 138:</b> Relação entre consumo e produção de um dia semanal em Outubro. ....	156
<b>Figura 139:</b> Relação entre consumo e produção de um Sábado em Outubro. ....	156
<b>Figura 140:</b> Relação entre consumo e produção de um Domingo em Outubro. ....	156
<b>Figura 141:</b> Dimensionamento em autoconsumo em Novembro. ....	157
<b>Figura 142:</b> Balanço energético de um dia semanal em Novembro. ....	158
<b>Figura 143:</b> Balanço energético de um Sábado em Novembro. ....	158
<b>Figura 144:</b> Balanço energético de um Domingo em Novembro. ....	158
<b>Figura 145:</b> Relação entre consumo e produção de um dia semanal em Novembro. ....	159
<b>Figura 146:</b> Relação entre consumo e produção de um Sábado em Novembro. ....	159
<b>Figura 147:</b> Relação entre consumo e produção de um Domingo em Novembro. ....	159
<b>Figura 148:</b> Dimensionamento em autoconsumo em Dezembro. ....	160
<b>Figura 149:</b> Balanço energético de um dia semanal em Dezembro. ....	161
<b>Figura 150:</b> Balanço energético de um Sábado em Dezembro. ....	161
<b>Figura 151:</b> Balanço energético de um Domingo em Dezembro. ....	161
<b>Figura 152:</b> Relação entre consumo e produção de um dia semanal em Dezembro. ....	162
<b>Figura 153:</b> Relação entre consumo e produção de um Sábado em Dezembro. ....	162
<b>Figura 154:</b> Relação entre consumo e produção de um Domingo em Dezembro. ....	162



## *Índice de Tabelas*

<b>Tabela 1:</b> Eficiência das células fotovoltaicas [11].	26
<b>Tabela 2:</b> Comparação entre os dois regimes de exploração [16].	49
<b>Tabela 3:</b> Características dos edifícios do ISEP.	57
<b>Tabela 4:</b> Dados do tarifário atual do ISEP.	60
<b>Tabela 5:</b> Número de horas por período horário.	62
<b>Tabela 6:</b> Percentagem por período horário.	62
<b>Tabela 7:</b> Consumos do ISEP por período horário em kWh.	63
<b>Tabela 8:</b> Média de consumos de 2012 e 2013 em kWh.	64
<b>Tabela 9:</b> Potência contratada e tomada do ISEP.	66
<b>Tabela 10:</b> Faturas médias mensais do ISEP.	70
<b>Tabela 11:</b> Área total disponível.	75
<b>Tabela 12:</b> Síntese do dimensionamento em PVsyst.	76
<b>Tabela 13:</b> Energia produzida pelo sistema fotovoltaico.	77
<b>Tabela 14:</b> Tarifa de compra de energia no ISEP.	78
<b>Tabela 15:</b> Tarifa de venda de energia excedente [19].	80
<b>Tabela 16:</b> Balanço económico da UPP do ISEP.	89
<b>Tabela 17:</b> Balanço energético da UPAC a 20 anos.	93
<b>Tabela 18:</b> Estudo de viabilidade económica da UPAC.	96
<b>Tabela 19:</b> Indicadores económicos da UPAC.	97
<b>Tabela 20:</b> Estudo de viabilidade económica da UPP.	100
<b>Tabela 21:</b> Indicadores económicos da UPP.	100



# *Nomenclatura*

## **Abreviaturas (ordenadas alfabeticamente)**

a- i/ $\mu$ c-Si	–	Silício amorfo microcristalino
AC	–	Corrente alternada
APA	–	Agência Portuguesa do Ambiente
a-Si	–	Silício amorfo
BT	–	Baixa tensão
CdTe	–	Telureto de cádmio
CFE	–	<i>Cash flow</i> de exploração
CFE atualizado	–	<i>Cash flow</i> de exploração atualizado
CFG	–	<i>Cash flow</i> global acumulado
CFI	–	<i>Cash flow</i> de investimento
CIEG	–	Custos de interesse económico geral
CIGS	–	Disseleneto de cobre, índio e gálio
CIS	–	Disseleneto de cobre e índio
CUR	–	Comercializador de último recurso
DC	–	Corrente contínua
DL	–	Decreto-Lei
DST	–	Descarregador de sobretensões
EPIA	–	<i>European Photovoltaic Industry Association</i>

FER	– Fontes de energias renováveis
FV	– Fotovoltaico
IEA	– <i>International Energy Agency</i>
ISEP	– Instituto Superior de Engenharia do Porto
IVA	– Imposto de valor acrescentado
LCOE	– <i>Levelised Cost of Energy</i>
MIBEL	– Mercado Ibérico de Eletricidade
MPP	– <i>Maximum Power Point</i>
MPPT	<i>Maximum Power Point Tracking</i>
MT	– Média tensão
NZEB	– <i>Nearly-Zero Energy Buildings</i>
O&M	– Operação e Manutenção
OMIE	– Operador do Mercado Ibérico de Energia
PRI	– Período de Recuperação do Investimento
PT	– Posto de transformação
PVGIS	– <i>Photovoltaic Geographical Information System</i>
PVSystem	– <i>Photovoltaic System</i>
RESP	– Rede Elétrica de Serviço Público
s/IVA	– Sem imposto de valor acrescentado
SEN	– Sistema Elétrico Nacional
SERUP	– Sistema Eletrónico de Registo de Unidades de Produção

STC	–	<i>Standard Test Conditions</i>
TA	–	Taxa de atualização
TIR	–	Taxa Interna de Rentabilidade
UE	–	União Europeia
UP		Unidade de Produção
UPAC	–	Unidade de Produção para Autoconsumo
UPP	–	Unidade de Pequena Produção
VAL	–	Valor Atual Líquido

### **Símbolos (ordenados alfabeticamente)**

A	–	Área
b	–	Comprimento do módulo fotovoltaico
CO <sub>2</sub>	–	Dióxido de carbono
cos φ	–	Fator de potência
d	–	Distância entre fileiras
G	–	Radiação solar
GW	–	Gigawatt
GWh	–	Gigawatt-hora
h	–	Hora
Hz	–	Hertz
I	–	Corrente elétrica (Ampere)

$I_0$	–	Corrente inversa máxima de saturação do díodo
$I_{CC}$	–	Corrente de curto-circuito
$I_{max}$	–	Corrente no ponto de potência máxima
$I_{MPP}$	–	Corrente máxima
$I_Z$	–	Corrente admissível
$K$	–	Constante de Boltzmann
kVA	–	Kilovolt-ampere
kW	–	Kilowatt
kWh	–	Kilowatt-hora
m	–	Metro
$m^2$	–	Metro quadrado
mA	–	Miliampere
MW	–	Megawatt
MWh	–	Megawatt-hora
°	–	Graus
°C	–	Graus Celsius
P	–	Potência elétrica
$P_{inst}$	–	Potência instalada
$P_{max}$	–	Potência máxima
$P_{MPP}$	–	Potência de pico
q	–	Carga elétrica do eletrão

T	–	Temperatura
TWh	–	Terawatt-hora
$U_N$	–	Tensão nominal
V	–	Tensão elétrica (volt)
Vca	–	Tensão em vazio
$V_{max}$	–	Tensão no ponto de potência máxima
$V_{MPP}$	–	Tensão máxima
W	–	Watt
Wp	–	Watt pico
$\alpha$	–	Inclinação dos módulos fotovoltaicos
$\beta$	–	Altura mínima do sol
$\delta$	–	Declinação solar
$\eta$	–	Rendimento
$\varphi$	–	Latitude



# 1. INTRODUÇÃO

A procura de um maior nível de conforto aumenta a procura de energia e a dependência da sociedade atual relativamente aos recursos energéticos não renováveis e poluentes.

Para evitar as abruptas e irreversíveis alterações climáticas são necessárias reduções significativas nas emissões de CO<sub>2</sub>. Impõem-se assim, medidas de mitigação e uma necessidade de alterar o atual cenário energético, sendo que as energias renováveis desempenham um papel fundamental neste assunto.

A tecnologia fotovoltaica, em específico, tem crescido ao longo da última década a um ritmo notável, mesmo em tempos economicamente difíceis, e está no caminho para se tornar uma importante fonte de geração de energia para o mundo. Segundo a *European Photovoltaic Industry Association* (EPIA), no ano de 2012, a capacidade fotovoltaica acumulada em todo o mundo superou a impressionante marca de 100 GW instalados. Esta capacidade é capaz de produzir tanta energia elétrica anual quanto 16 centrais de carvão ou nucleares de 1 GW cada, e em cada ano, estas instalações fotovoltaicas evitam a emissão de mais de 53 milhões de toneladas de CO<sub>2</sub>. A Europa continua a ser a região líder mundial em termos de capacidade instalada acumulada, com mais de 70 GW. O extraordinário crescimento da energia fotovoltaica no mundo deve-se, não só a melhorias nos materiais e tecnologias fotovoltaicas, mas principalmente devido a programas de introdução ao mercado e incentivos dos governos.

Relativamente ao mercado nacional, verifica-se que, comparativamente com outros mercados com um potencial solar muito menor que o português, este se encontra bastante desaproveitado.

Portugal conta com cerca de 3,5 milhões de edifícios, os quais contribuem com 17% dos consumos de energia primária, representando então cerca de 30% do consumo total de eletricidade. Estes números exprimem a necessidade de se dar particular atenção relativamente à eficiência energética quer do próprio edifício, quer dos equipamentos consumidores de eletricidade e ainda quanto ao comportamento dos ocupantes.

Sendo o setor dos edifícios responsável por um elevado consumo energético, existe a necessidade de melhorar rapidamente a eficiência energética quer dos edifícios novos quer dos existentes, com intervenções que permitam alcançar o equilíbrio com o ambiente.

Atenta a esta necessidade a comissão europeia, através da diretiva 2002/91/CE “*Energy Performance of Buildings Directive*”, introduziu uma série de requisitos que foram implementados por todos os estados membros. Posteriormente, através da reformulação desta diretiva, foi publicada a diretiva 2010/31/UE, que estabelece as metas que os estados membros devem alcançar e cumprir até 2020 para os novos edifícios, os quais são denominados como edifícios de consumo quase zero de energia, *Nearly-Zero Energy Buildings* (NZEB). A diretiva prevê que até 31 de dezembro de 2020 todos os edifícios novos tenham um carácter NZEB, prevendo-se que esta imposição terá que estar consumada em novos edifícios públicos a partir de 31 de dezembro de 2018.

Atualmente, ao nível dos edifícios públicos, verifica-se um subaproveitamento do seu potencial para produzir energia de forma descentralizada usando a tecnologia fotovoltaica. Neste sentido os edifícios escolares como universidades e politécnicos, apresentam-se como grandes candidatos para a instalação de unidades fotovoltaicas, uma vez que possuem normalmente instalações de dimensões significativas, com grandes potências elétricas instaladas e consumos energéticos relativamente elevados. Além disso, as unidades de produção poderiam ser usadas em ambiente académico para recolha de dados e realização de trabalhos de pesquisa e desenvolvimento no âmbito da energia solar fotovoltaica. Além de que, como instituições de excelência, prestígio, respeito e possuidoras do conhecimento devem constituir um exemplo para toda a comunidade na divulgação das novas tecnologias que permitem obter eletricidade de uma forma limpa e simultaneamente reduzir a dependência energética do país face ao exterior.

## **1.1. CONTEXTUALIZAÇÃO**

Segundo as previsões de 2012 da EPIA, os sistemas fotovoltaicos irão desempenhar um papel importante na evolução do panorama energético europeu, podendo cobrir cerca de 15% a 25% da produção de eletricidade da união europeia (EU) até 2030. Neste sentido, e apesar da crise financeira, o mercado fotovoltaico português cresceu nos últimos anos, atingindo em 2013 uma capacidade fotovoltaica total acumulada de cerca de 282 MW, dos quais a grande maioria são sistemas ligados à rede. No entanto, é possível fazer mais e melhor, nomeadamente ao nível dos edifícios públicos e escolares onde se tem assistido a um subaproveitamento do potencial na aplicação destas tecnologias. Assim, este trabalho visa abordar a temática da produção fotovoltaica enquadrada no recente Decreto - Lei n.º 153/2014 de 20 de outubro aplicando-o ao Instituto Superior de Engenharia do Porto.

## **1.2. OBJETIVOS**

Com a realização desta dissertação pretende-se:

- Abordar a temática da produção fotovoltaica no âmbito do Decreto-Lei n.º 153/2014;
- Identificar as alterações que o Decreto-Lei n.º 153/2014 vem impor à produção fotovoltaica, nomeadamente aos regimes de exploração desta tecnologia;
- Desenvolver uma ferramenta informática que permita uma simulação adaptada à nova legislação;
- Analisar a viabilidade da implementação de um sistema fotovoltaico no ISEP, tendo em conta a atual legislação, descrevendo a metodologia de dimensionamento;
- Fazer um estudo de viabilidade económica ao sistema fotovoltaico dimensionado.

## **1.3. ORGANIZAÇÃO DO RELATÓRIO**

Esta dissertação encontra-se estruturada em 8 capítulos. O presente capítulo faz uma introdução ao tema, e apresenta a contextualização e os objetivos do trabalho.

No segundo capítulo é feita uma abordagem do panorama atual do consumo de energia em Portugal bem como a evolução da potência renovável instalada ao longo do tempo.

No terceiro capítulo são abordados conceitos fundamentais sobre a energia fotovoltaica como a célula fotovoltaica, o efeito fotovoltaico, as características dos módulos fotovoltaicos, os componentes de um sistema deste tipo e os tipos de sistemas fotovoltaicos existentes.

No quarto capítulo é realizado o enquadramento legal ao autoconsumo e à pequena produção, fazendo referência às principais características e à remuneração existente em cada um dos regimes de exploração.

No quinto capítulo é feita uma caracterização do local de instalação do sistema fotovoltaico, apresentando as características técnicas e geográficas dos telhados do ISEP bem como a análise aos consumos de energia e às faturas elétricas.

No capítulo seis é apresentado o dimensionamento do sistema fotovoltaico para o ISEP onde se recorre ao *software* de simulação *PVsyst*. Numa primeira fase define-se a potência fotovoltaica a instalar para se posteriormente obter a energia fotovoltaica produzida. De seguida é efetuado o dimensionamento em autoconsumo e em pequena produção conforme legislação atual abordada no quarto capítulo.

No capítulo seguinte, sete, é efetuado um estudo de viabilidade económica do sistema fotovoltaico dimensionado no capítulo anterior, tanto para autoconsumo como para pequena produção. Deste estudo obtém-se os indicadores económicos que irão servir de base para a comparação entre os dois regimes de exploração, de modo a determinar qual dos dois é mais viável para o ISEP.

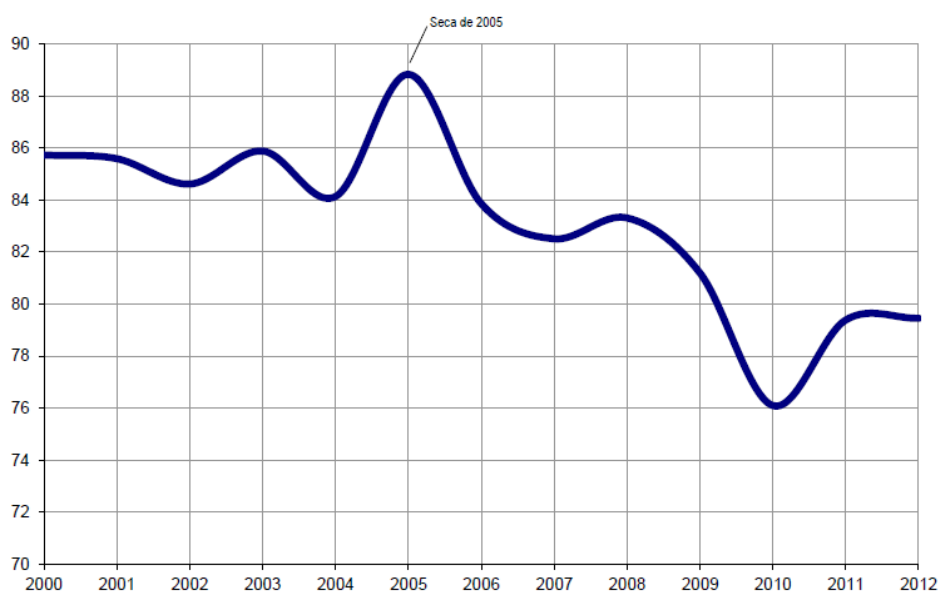
O último capítulo sumariza as principais conclusões do trabalho e perspetiva o desenvolvimento de trabalhos a realizar no futuro.

## 2. ESTADO DA ARTE

### 2.1. CONSUMO DE ENERGIA

Segundo o livro *Eurostat* edição 2013 a dependência energética da Europa dos 27 relativamente às fontes primárias para todas as suas atividades foi de 53,8% em 2011, o que representou uma subida de 6,4% desde o ano 2000. Por seu turno, e segundo a Agência Portuguesa do Ambiente (APA) a dependência energética portuguesa no ano de 2012 ficou acima da média europeia, fixando-se nos 79,8%, sobretudo devido à forte dependência dos recursos fósseis como carvão, petróleo e gás natural [1].

## DEPENDÊNCIA ENERGÉTICA (%)



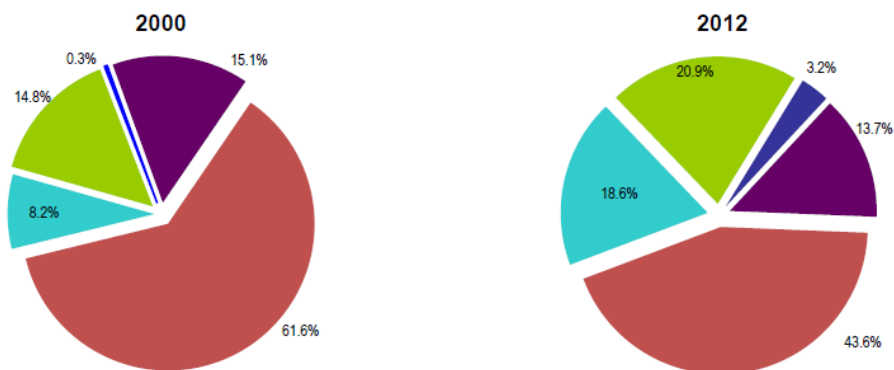
**Figura 1:** Dependência energética portuguesa [1].

Esta elevada taxa de dependência energética é causada pela escassez de petróleo, carvão e gás, que demonstram ter uma acentuada relevância na sociedade e na economia do país, obrigando assim a importações de fontes energéticas de origem fóssil, o que coloca Portugal numa posição de extrema dependência face a países terceiros.

A partir da análise da Figura 2, que traduz a evolução do consumo de energia primária em Portugal, constata-se que desde o ano de 2000 o consumo de energia primária tem diminuído apesar de manter um papel essencial na estrutura de abastecimento energético.

	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Carvão	3 813	3 201	3 500	3 355	3 375	3 349	3 310	2 883	2 526	2 858	1 657	2 222	2 916
Petróleo	15 568	15 799	16 417	15 257	15 411	15 877	14 305	13 337	12 365	11 533	11 251	10 331	9 292
GN	2 064	2 267	2 743	2 649	3 316	3 761	3 595	3 821	4 157	4 233	4 507	4 483	3 950
Saldo Imp. En. Elétrica	80	21	163	240	557	587	468	644	811	411	226	242	679
Renováveis	3 728	3 956	3 511	4 236	3 785	3 496	4 267	4 410	4 316	4 836	5 417	4 724	4 459
RI	0	0	0	0	0	18	26	25	40	40	54	80	160
<b>Total</b>	<b>25 254</b>	<b>25 244</b>	<b>26 334</b>	<b>25 737</b>	<b>26 445</b>	<b>27 087</b>	<b>25 971</b>	<b>25 120</b>	<b>24 215</b>	<b>23 911</b>	<b>23 111</b>	<b>22 083</b>	<b>21 456</b>

RI – Resíduos Industriais



**Figura 2:** Evolução do consumo de energia primária em Portugal [2].

O gás natural, introduzido no mercado português em 1997, contribui desde então para uma maior diversificação de oferta energética e para uma redução da elevada dependência do petróleo. Os dados estatísticos apresentados na Figura 2 demonstram um aceitamento do mercado de forma positiva face ao gás natural, tendo em 2012 uma taxa de 18,6% do total de consumo de energia primária, aumentando em cerca de 10% face aos consumos do ano 2000 [2].

No que diz respeito tanto ao petróleo e carvão mineral, e tal como previsto, houve uma redução desde 2000 até 2012, devido ao impacto que estes combustíveis têm nas emissões de CO<sub>2</sub> para produção de energia elétrica e às metas estabelecidas pelo protocolo de Quioto.

As energias renováveis por seu turno tinham em 2012 um contributo de 20,9% no consumo total de energia primária. É de enaltecer o crescimento da potência instalada em fontes de energias renováveis (FER) registada nos últimos anos para produção de energia elétrica, favorecendo desta forma a diminuição das necessidades em combustíveis fósseis [2].

A Europa a 27 tinha em 2010 uma potência instalada de 875 GW de energia elétrica. Essa capacidade de gerar de energia subiu cerca de 20,5% desde 2000, sendo que as centrais termoelétricas detinham a maior fatia da capacidade produtiva com 54,7%, contra 15% das

centrais nucleares e 16,5% das hidroelétricas. Como se verifica na Figura 3, a partir dos 875 GW instalados, foram produzidos em 2010 um total de 3320 TWh o que representou um crescimento de 10% na última década. Como era de prever, as centrais termoelétricas lideraram a produção com 52,5%, e apesar da potência instalada das centrais hidroelétricas ser superior à das nucleares, estas produziram cerca de 28% contra os 11% das centrais hidroelétricas.

Potência Instalada por Tipo de Centrais (GW)												
Ano		2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Total		695	704	712	728	739	751	772	778	810	833	875
Termoelétricas		407	83	82	83	81	74	74	74	74	74	74
Nucleares		137	137	138	137	136	135	134	133	133	132	132
Hidroelétricas		136	137	138	137	138	139	140	142	142	144	145
Outras		14	19	25	30	36	44	52	62	76	93	120

Produção de Energia (TWh) na EU-27												
Ano		2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Total		3001	3082	3104	3193	3260	3280	3324	3339	3345	3183	3320
Termoelétricas		1642	1662	1715	1792	1805	1833	1861	1896	1858	1708	1744
Nucleares		945	979	990	996	1008	998	990	935	937	894	917
Hidroelétricas		353	373	315	306	323	306	309	310	327	328	366
Outras		61	68	83	99	123	143	165	197	222	253	293

**Figura 3:** Potência instalada e energia produzida na EU-27 [3].

Apesar de não possuir centrais nucleares, Portugal segue a tendência da média Europeia, com a potência instalada das centrais termoelétricas a ser superior à das hidroelétricas. Em 2013 a capacidade total para a produção de energia era de 17792 MW (ver Figura 4), sendo que 62% pertencia à produção renovável e o restante à produção termoelétrica.

Considera-se produção em regime especial, a produção de eletricidade através de energias renováveis (fotovoltaica, eólica, biomassa, hídrica de pequena dimensão, etc.), resíduos e processos de cogeração onde há aproveitamento de eletricidade e calor. Por outro lado considera-se produção em regime ordinário, a produção de eletricidade com base em fontes tradicionais como o carvão e o gás natural. As grandes centrais hidroelétricas apesar de serem consideradas aproveitamentos a partir de uma fonte renovável, estão incluídas no regime de produção ordinária.

Potência Instalada no Final do Ano [MW]	2013	2012
<b>TOTAL</b>	<b>17 792</b>	<b>18 493</b>
<b>RENOVÁVEL</b>	<b>10 913</b>	<b>10 673</b>
Hídrica	5 652	5 653
<i>Mini-hídrica</i>	413	415
Eólica	4 368	4 192
Térmica	610	607
<i>Cogeração</i>	343	343
Solar	282	220
<b>NÃO RENOVÁVEL</b>	<b>6 879</b>	<b>7 820</b>
Carvão	1 756	1 756
Gás Natural	4 758	4 721
<i>Cogeração</i>	929	892
Outros	364	1 343
<i>Cogeração</i>	199	231
<b>Produtores em Regime Ordinário</b>	<b>10 989</b>	<b>11 935</b>
<b>Produtores em Regime Especial</b>	<b>6 803</b>	<b>6 557</b>

Potências de ligação à Rede Pública ou Potência instalada nos Produtores térmicos aderentes à Portaria 399/2002

**Figura 4:** Potência instalada em Portugal em 2012 e 2013 [4].

A partir da análise da Figura 5 verifica-se que a energia total produzida em 2013 em Portugal foi de 47837 GWh, valor que se aproximou do total de consumo desse mesmo ano que se situou nos 49155 GWh. Dos 47837 GWh de produção, 60% foram obtidos por centrais de produção renovável e os restantes 40% por centrais termoelétricas. Dentro da produção renovável destaca-se o grande contributo das centrais hídricas e eólicas, sendo que para o caso das centrais hídricas o destaque é ainda maior uma vez que se verificou um grande aumento de produção do ano de 2012 para o ano de 2013. Verificou-se que o consumo total de energia manteve-se praticamente igual nos dois anos em comparação, mas por outro lado a produção aumentou o que fez diminuir bastante o saldo importador. Para este aumento de produção contribuiu e muito o aumento da produção a partir de fontes renováveis em contraste com uma significativa descida na produção nas centrais termoelétricas.

CONSUMO REFERIDO À PRODUÇÃO LÍQUIDA	2013	2012
	GWh	GWh
<b>PRODUÇÃO TOTAL</b>	<b>47 837</b>	<b>42 553</b>
<b>PRODUÇÃO RENOVÁVEL</b>	<b>28 373</b>	<b>18 325</b>
Hídrica	13 483	5 332
<i>Mini-hídrica</i>	1 337	622
Eólica	11 751	10 011
Térmica	2 692	2 624
<i>Cogeração</i>	1 532	1 480
Solar	446	357
<b>PRODUÇÃO NÃO RENOVÁVEL</b>	<b>18 307</b>	<b>23 115</b>
Carvão	10 953	12 136
Gás Natural	6 909	10 208
<i>Cogeração</i>	5 407	4 568
Outros	446	770
<i>Cogeração</i>	211	573
<b>PRODUÇÃO POR BOMBAGEM</b>	<b>1157</b>	<b>1114</b>
<b>SALDO IMPORTADOR</b>	<b>2 776</b>	<b>7 895</b>
Importação (valor comercial)	5 229	8 297
Exportação (valor comercial)	2 447	403
<b>Bombagem Hidroelétrica</b>	<b>1 458</b>	<b>1 388</b>
<b>CONSUMO TOTAL</b>	<b>49 155</b>	<b>49 060</b>
Produtores em Regime Ordinário	25 757	23 601
Produtores em Regime Especial	22 080	18 952

**Figura 5:** Dados de produção e consumo em 2012 e 2013 [4].

Fazendo uma análise à evolução da produção e da potência instalada das energias renováveis em Portugal, são apresentados nas Figuras 6 e 7 alguns dados que ilustram esta mesma evolução.

	Potência Instalada (MW)									
	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014 Out <sup>1</sup>
<b>Total Renovável</b>	<b>6 329</b>	<b>7 008</b>	<b>7 809</b>	<b>8 458</b>	<b>9 106</b>	<b>9 687</b>	<b>10 626</b>	<b>11 054</b>	<b>11 311</b>	<b>11 519</b>
<b>Hídrica</b>	4 816	4 848	4 853	4 857	4 884	4 898	5 332	5 539	5 535	5 566
<b>Grande Hídrica (&gt;30MW)</b>	4 234	4 234	4 234	4 234	4 234	4 234	4 666	4 877	4 877	4 908
<b>PCH (&gt;10 e ≤ 30 MW)</b>	267	288	288	288	290	290	290	288	288	288
<b>PCH (≤ 10 MW)</b>	315	326	331	335	361	374	377	374	370	370
<b>Eólica</b>	1 063	1 699	2 464	3 058	3 564	3 914	4 378	4 531	4 731	4 860
<b>Biomassa</b>	335	335	348	350	408	592	575	564	564	564
<b>c/ cogeração</b>	323	323	323	323	323	476	459	441	441	441
<b>s/ cogeração</b>	12	12	25	27	85	116	116	123	123	123
<b>Resíduos Sólidos Urbanos</b>	86	86	86	86	86	86	86	86	86	86
<b>Biogás</b>	8	8	15	16	24	34	50	62	67	69
<b>Geotérmica</b>	18	29	29	29	29	29	29	29	29	29
<b>Fotovoltaica</b>	3	3	15	62	110	134	175	244	299	346

**Figura 6:** Evolução da potência renovável instalada [2].

Da Figura 6 é possível verificar que desde 2005 até outubro de 2014 a tecnologia com maior crescimento em potência instalada foi a eólica, fazendo um total de 3,8 GW de potência instalada nesse período. No entanto em termos percentuais a tecnologia que mais cresceu foi a fotovoltaica, tendo evoluído de uma potência instalada residual, para 346 MW. Em outubro de 2014 o total de potência instalada em renováveis fixou-se nos 11519 MW.

No que diz respeito à produção renovável os dados são apresentados na Figura 7.

	Produção Anual (GWh)									
	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014 Out <sup>1</sup>
Total Renovável <sup>2</sup>	8 616	16 188	16 593	15 140	19 016	28 754	24 692	20 410	30 610	32 054
Hídrica	5 118	11 467	10 449	7 298	9 009	16 547	12 114	6 660	14 868	15 882
Grande Hídrica (>30MW)	4 453	9 884	9 405	6 281	7 648	14 454	10 615	5 683	12 931	13 861
em bombagem	443	548	422	499	724	399	578	1 038	1 138	875
PCH (>10 e <=30 MW)	268	759	500	459	619	1 005	637	411	887	924
PCH (<= 10 MW)	396	823	544	558	742	1 088	862	566	1 050	1 098
Eólica	1 773	2 926	4 036	5 757	7 577	9 182	9 162	10 260	12 015	12 348
Biomassa <sup>3</sup>	1 320	1 380	1 549	1 500	1 713	2 226	2 467	2 496	2 516	2 490
c/ cogeração	1 256	1 302	1 385	1 338	1 364	1 560	1 722	1 710	1 780	1 721
s/ cogeração	64	78	164	163	349	665	745	786	736	769
Resíduos Sólidos Urbanos	592	585	551	561	579	577	592	490	571	498
Fração renovável	296	293	276	281	290	289	296	245	286	249
Biogás	35	33	58	71	83	100	161	209	250	271
Geotérmica	71	85	201	192	184	197	210	146	197	199
Fotovoltaica	3	5	24	41	160	215	282	393	479	614

**Figura 7:** Evolução da energia renovável produzida [2].

Comparando a produção de origem FER do ano de 2013 com o ano móvel de outubro de 2014 sobressai o aumento de 7% na hídrica e 28% na fotovoltaica. As fortes quebras na produção FER em 2005 e 2012 deveram-se à seca ocorrida nesses anos, sendo que essa quebra de produção foi mais sentida na produção hídrica. É de notar o grande aumento de produção hídrica desde 2005 até 2014, mesmo que a potência instalada desta tecnologia não tenha sofrido um grande aumento. A produção fotovoltaica foi a que registou um aumento mais significativo, sobretudo devido ao facto do aumento da sua potência instalada.

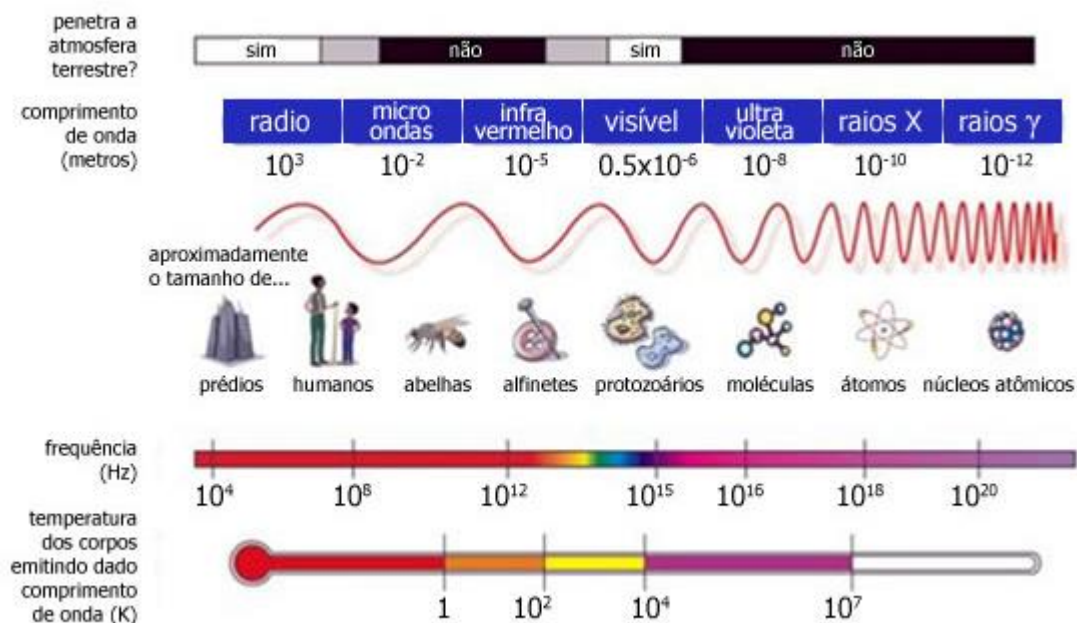


# 3. ENERGIA SOLAR

## FOTOVOLTAICA

### 3.1. RADIAÇÃO SOLAR

A radiação solar é um conceito associado à energia radiante emitida pelo sol, dando-se particular ênfase à energia transmitida sob a forma de radiação eletromagnética, sendo que esta consiste em ondas que se propagam através do espaço. A composição da radiação eletromagnética consiste particularmente num campo elétrico e num campo magnético, que oscilam perpendicularmente um em relação ao outro, segundo a direção da propagação da energia. A radiação eletromagnética está classificada e tabelada de acordo com a sua frequência de propagação e comprimento de onda, estando estas duas características interligadas, sendo que as frequências altas correspondem a comprimentos de onda curtos, e vice-versa. Esta classificação pode ser observada na Figura 8.



**Figura 8:** Espectro Eletromagnético [5].

Anualmente o sol fornece para a atmosfera terrestre cerca de  $1,5 \times 10^{18}$  kWh de energia, sendo este valor considerável, pois corresponde a 10000 vezes o consumo energético mundial no mesmo período. Desde já pode-se chegar à conclusão de que o Sol não só é a fonte de toda a vida na Terra juntamente com a água em forma líquida, mas também consiste numa inesgotável fonte de energia que pode ser aproveitada. Ainda se a este facto juntarmos a recente crise energética mundial devido a escassez e preços cada vez mais elevados dos combustíveis fósseis, é notório que se pode aproveitar a energia solar de diversas formas sendo uma delas chamada de energia solar fotovoltaica [6].

### 3.2. O EFEITO FOTOVOLTAICO

A energia solar fotovoltaica consiste na energia obtida através da conversão direta da radiação solar em eletricidade, fenómeno conhecido como efeito fotovoltaico. O efeito fotovoltaico, segundo Edmond Becquerel, trata-se do facto de ser criada uma diferença de potencial nos extremos de um material semiconductor, produzida pela absorção da luz, sendo que a célula fotovoltaica é a unidade fundamental deste processo de conversão. Neste processo são utilizados materiais semicondutores como o silício, o arsenieto de

gálio, telureto de cádmio ou disseleneto de cobre e índio. A célula de silício cristalina é a mais comum, sendo que atualmente, cerca de 95% de todas as células solares do mundo são compostas por este material. Numa posição próxima do oxigênio, é o segundo elemento químico mais utilizado na Terra e apresenta uma disponibilidade quase ilimitada. O silício não existe como um elemento químico, mas apenas associado à areia de sílica [7].

### **3.3. CÉLULA FOTOVOLTAICA**

A célula fotovoltaica é constituída por um material semicondutor, o silício, ao qual são adicionadas substâncias ditas dopantes de modo a criar um meio adequado ao estabelecimento do efeito fotovoltaico.

Uma célula fotovoltaica constituída por cristais de silício puro não produziria energia elétrica. Para haver corrente elétrica é necessário que exista um campo elétrico, isto é, uma diferença de potencial entre duas zonas da célula. Através do processo conhecido como dopagem do silício, que consiste na introdução de elementos estranhos com o objetivo de alterar as suas propriedades elétricas, é possível criar duas camadas na célula: a camada tipo p e a camada tipo n, que possuem, respetivamente, um excesso de cargas positivas e um excesso de cargas negativas, relativamente ao silício puro. O boro é o dopante normalmente usado para criar a região tipo p. Um átomo de boro forma quatro ligações covalentes com quatro átomos vizinhos de silício, mas como só possui três elétrons na banda de valência, existe uma ligação apenas com um elétron, enquanto que as restantes três ligações possuem dois elétrons. A ausência deste elétron é considerada uma lacuna, a qual se comporta como uma carga positiva que viaja através do material, pois de cada vez que um elétron vizinho a preenche, outra lacuna é criada. A razão entre átomos de boro e átomos de silício é normalmente da ordem de 1 para 10 milhões [7] [8].

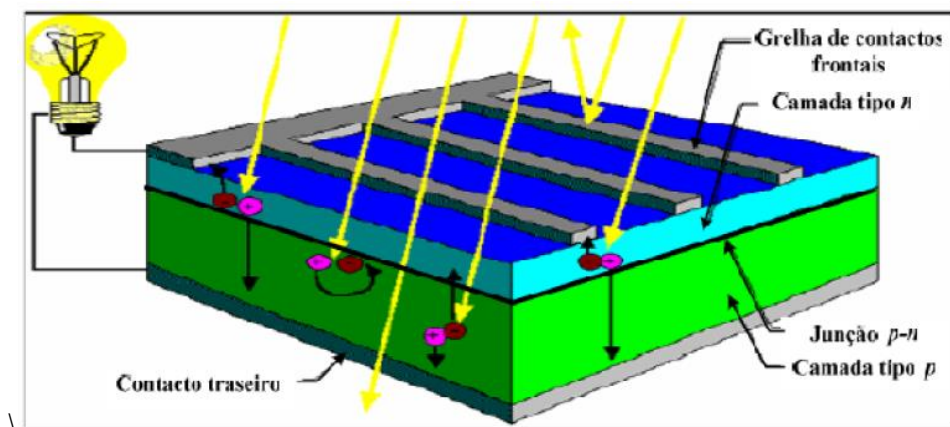
O fósforo é o material usado para criar a região n, sendo que um átomo de fósforo tem cinco elétrons na sua banda de valência, pelo que consegue criar quatro ligações covalentes com os átomos de silício deixando um elétron livre, que viaja através do material.

Ao juntar as camadas n e p dos semicondutores impuros forma-se uma região de transição denominada junção p-n, onde é criado um campo elétrico que separa os portadores da carga que a atingem. Quando uma célula solar é exposta à radiação solar os fótons são absorvidos pelos elétrons. Assim, quando o fóton contém energia suficiente, a ligação entre

os elétrons é quebrada e estes movem-se para a banda de condução e são conduzidos através do campo elétrico para a camada n, sendo que as lacunas criadas seguem para a camada p.

Quando se ligam os terminais da célula a um circuito exterior que se fecha através de uma carga irá circular corrente elétrica. Se a célula não estiver ligada a nenhuma carga, é obtida a tensão em circuito aberto da célula solar [7] [8].

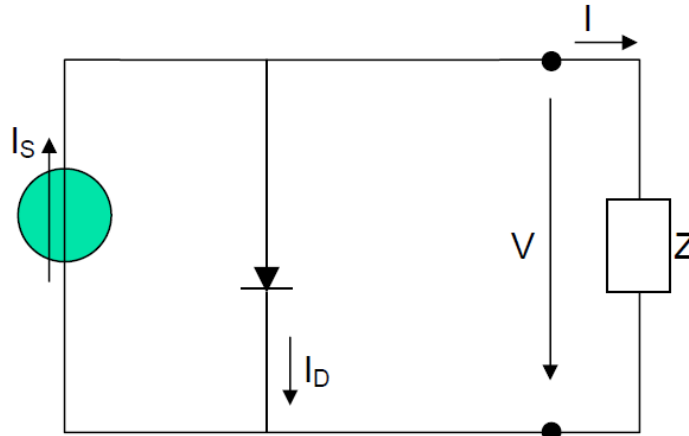
Na Figura 9 é ilustrada a constituição interna de uma célula fotovoltaica típica, bem como o princípio funcionamento anteriormente descrito.



**Figura 9:** Princípio de funcionamento de uma célula fotovoltaica [9].

### 3.3.1. MODELO MATEMÁTICO DA CÉLULA FOTOVOLTAICA

Para se poder analisar em pormenor o comportamento de um sistema elétrico de energia é necessário que sejam desenvolvidos modelos matemáticos para os componentes constituintes do sistema. Uma célula fotovoltaica pode ser descrita através do circuito elétrico representado na Figura 10.



**Figura 10:** Circuito elétrico equivalente de uma célula fotovoltaica [8].

A fonte de corrente  $I_s$  representa a corrente elétrica gerada pelo feixe de radiação luminosa, constituída por fótons, ao atingir a superfície ativa da célula (efeito fotovoltaico). A junção p-n funciona como um díodo que é atravessado por uma corrente interna unidirecional  $I_D$ , que depende da tensão  $V$  aos terminais da célula [8] [9]. A corrente  $I_D$  que se fecha através do díodo é calculada através da equação (1):

$$I_D = I_0 * \left( e^{\frac{V}{mV_T}} - 1 \right) \quad (1)$$

em que:

- $I_0$  é a corrente inversa máxima de saturação do díodo;
- $V$  é a tensão aos terminais da célula;
- $m$  é o fator de idealidade do díodo (díodo ideal:  $m = 1$ ; díodo real:  $m > 1$ );
- $V_T$  é designado por potencial térmico,  $V_T = KT/q$ :
  - ✓  $K$  constante de Boltzmann ( $K = 1,38 * 10^{-23} \text{ J/}^\circ\text{K}$ )
  - ✓  $T$  é a temperatura absoluta da célula em  $^\circ\text{K}$  ( $0^\circ\text{C} = 273,16 \text{ }^\circ\text{K}$ );
  - ✓  $q$  é a carga elétrica do eletrão ( $q = 1,6 * 10^{-19} \text{ C}$ ).

A corrente  $I$  que se fecha pela carga é obtida através da equação (2):

$$I = I_s - I_D \quad (2)$$

### 3.3.2. CORRENTE DE CURTO-CIRCUITO E TENSÃO EM CIRCUITO ABERTO

Dois pontos de operação da célula merecem atenção particular: curto-circuito e circuito aberto.

No caso de curto-circuito tem-se:

$$\begin{aligned}V &= 0 \\I_D &= 0 \\I &= I_s = I_{cc}\end{aligned}\tag{3}$$

A corrente de curto-circuito ( $I_{CC}$ ) é o valor máximo da corrente de carga, igual à corrente gerada por efeito fotovoltaico. O seu valor é uma característica da célula, sendo um dado fornecido pelo fabricante para determinadas condições de radiação incidente e temperatura. No caso de circuito aberto tem-se:

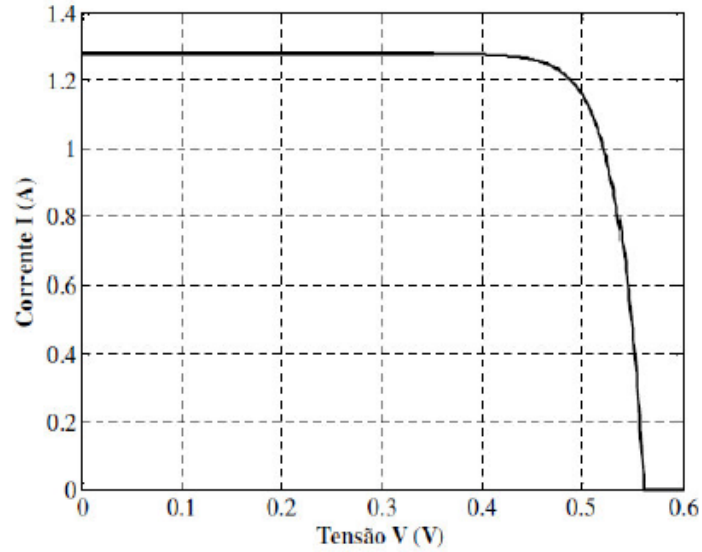
$$\begin{aligned}I &= 0 \\V_{ca} &= m * V_T * \ln \left(1 + \frac{I_s}{I_0}\right)\end{aligned}\tag{4}$$

A tensão em vazio ( $V_{ca}$ ) é o valor máximo da tensão aos terminais da célula, que ocorre quando esta está em vazio. O seu valor é uma característica da célula, sendo um dado fornecido pelo fabricante para determinadas condições de radiação incidente e temperatura. As *Standard Test Conditions* (STC), normalizadas para a realização das medidas dos parâmetros característicos da célula, designadas por condições de referência são [8] [9]:

- Radiação incidente:  $H^r = 1000 \text{ W/m}^2$ ;
- Temperatura:  $\theta^r = 25 \text{ }^\circ\text{C} \rightarrow T^r = 298,15 \text{ K}$ .

As grandezas referenciadas pelo índice superior r são consideradas medidas nas condições de referência STC.

A Figura 11 representa a curva característica típica I-V de uma célula fotovoltaica para as condições de referência.



**Figura 11:** Curva I-V de uma célula solar fotovoltaica [9].

### 3.3.3. POTÊNCIA ELÉTRICA

A potência elétrica (P) de saída de uma célula fotovoltaica é o produto entre a tensão e a corrente de saída dada pela equação (5):

$$P = VI = V \left[ I_{cc} - I_0 * \left( e^{\frac{V}{mV_T}} - 1 \right) \right] \quad (5)$$

A potência máxima obtém-se derivando a equação (5) em ordem à tensão para  $dP/dV = 0$ , e resolvendo-a por métodos iterativos, o que é equivalente a:

$$I_{cc} + I_0 * \left( 1 - e^{\frac{V}{mV_T}} - \frac{V}{mV_T} e^{\frac{V}{mV_T}} \right) = 0 \quad (6)$$

$$e^{\frac{V}{mV_T}} = \frac{\frac{I_{cc}}{I_0} + 1}{1 + \frac{V}{mV_T}}$$

A solução da equação (6) é  $V = V_{\max}$  e a correspondente corrente é  $I_{\max}$ . O ponto de potência máxima é  $P_{\max} = V_{\max} * I_{\max}$ . Nas condições de referência será  $V = V_{\max}^r$ ,  $I = I_{\max}^r$  e  $P = P_{\max}^r$ .

Os valores de  $V_{ca}^r$ ,  $I_{cc}^r$  e  $P_{\max}^r$  são característicos da célula fotovoltaica, sendo valores fornecidos pelo fabricante para as condições de referência. A maioria dos fabricantes indica também os valores de  $V_{\max}^r$  e  $I_{\max}^r$  [8].

### 3.3.4. FATOR DE FORMA E RENDIMENTO

A potência máxima de saída obtida nas condições STC, designa-se por potência de pico. O rendimento ( $\eta$ ) define-se como a relação entre o ponto de potência máxima de uma célula e a potência da radiação solar incidente sobre a célula, como mostra a equação (7):

$$\eta = \frac{P_{\max}}{A * G} \quad (7)$$

em que:

- A é a área da célula ( $m^2$ );
- G é a radiação solar incidente por unidade de superfície ( $W/m^2$ ).

Naturalmente que para as condições de referência de funcionamento, o rendimento será:

$$\eta = \frac{P_{\max}^r}{A * G^r} \quad (8)$$

O quociente entre a potência de pico e o produto  $V_{ca}$  e  $I_{cc}$  chama-se fator de forma (FF). O FF expressa a aproximação da curva I-V, da Figura 11, a um retângulo. Quanto maior for a qualidade das células, mais próxima da forma retangular será a curva I-V [8]. O fator de forma é calculado através da seguinte equação (9):

$$FF = \frac{P_{\max}}{V_{ca} * I_{cc}} \quad (9)$$

### 3.3.5. CURVAS CARACTERÍSTICAS DAS CÉLULAS FOTOVOLTAICAS

A curva característica de uma célula fotovoltaica é importante para se definirem as melhores condições de funcionamento dos sistemas fotovoltaicos. A Figura 12 apresenta as curvas características de corrente-tensão (I-V) e potência-tensão (P-V) de uma célula fotovoltaica.

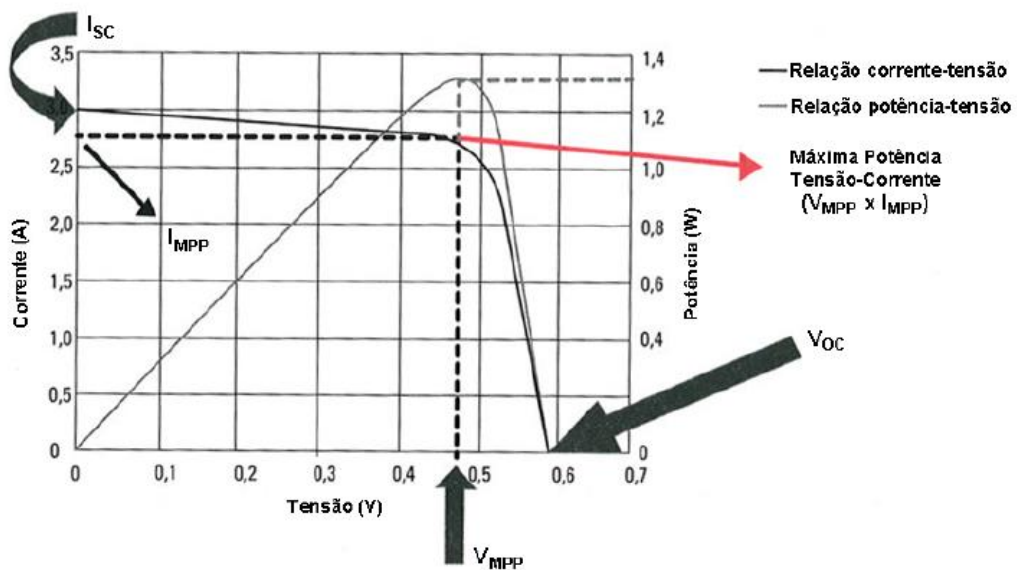


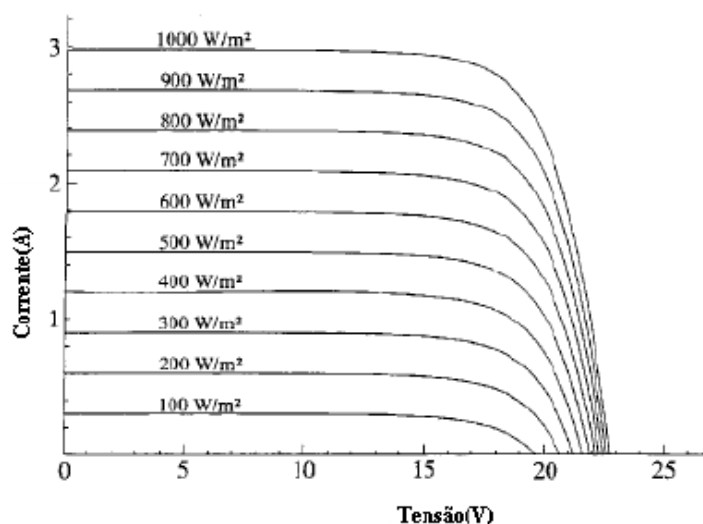
Figura 12: Curvas características uma célula fotovoltaica [10].

A partir da análise da Figura 12, verifica-se que a corrente se mantém praticamente constante desde o curto-circuito ( $V=0$ ) até determinado valor da resistência da carga, diminuindo então a corrente. Em circuito aberto, representado na figura por  $V_{oc}$ , a corrente é zero e a tensão é máxima ( $V_0=0,6$ ). O ponto da curva I-V onde o produto destas duas grandezas é máximo, designa-se por *Maximum Power Point* (MPP) e corresponde à máxima potência produzida pela célula fotovoltaica. Os valores de tensão e corrente que causam este valor de potência máxima são respetivamente  $V_{MPP}$  e  $I_{MPP}$  [10]. Os parâmetros característicos de uma célula FV são:

- **Corrente de curto-circuito ( $I_{cc}$  para  $V=0$ ):** é o valor da corrente máxima que uma célula pode entregar a uma carga sob determinadas condições de radiação e temperatura correspondentes a um valor de tensão nula, e conseqüentemente potência nula;

- **Tensão de circuito aberto ( $V_{ac}$  com  $I=0$ ):** é o máximo valor de tensão que uma célula pode entregar a uma carga sob determinadas condições de radiação e de temperatura, correspondentes a um valor de corrente nula, e consequentemente potência nula. É aproximadamente 5 a 15% maior que a corrente máxima ( $I_{MPP}$ );
- **Potência de pico ( $P_{MPP}$ ):** é o valor máximo de potência que se pode entregar a uma carga e corresponde ao ponto da curva no qual o produto da tensão pela corrente ( $V_{MPP} \times I_{MPP}$ ) é máximo. Neste ponto é obtida a melhor eficiência possível do sistema fotovoltaico;
- **Corrente máxima ( $I_{MPP}$ ):** é o valor da corrente que é entregue a uma carga à máxima potência, sob determinadas condições de radiação e temperatura. É utilizada como corrente nominal do mesmo;
- **Tensão máxima ( $V_{MPP}$ ):** é o valor da tensão que é entregue à carga à máxima potência, sob determinadas condições de radiação e temperatura. É utilizada como tensão nominal do mesmo [10].

Como se pode observar na Figura 13 a corrente de curto-circuito aumenta de forma linear com o aumento da radiação, no entanto o valor de tensão de circuito aberto pouco varia com a variação da radiação. Consequentemente a potência de saída aumenta com o aumento da radiação incidente.



**Figura 13:** Efeito da radiação na célula fotovoltaica [9].

A temperatura é um parâmetro importante a analisar uma vez que, estando as células expostas aos raios solares, o seu aquecimento é considerável e inevitável. Além disso, uma parte da radiação solar absorvida não é convertida em energia elétrica, mas sim dissipada sob a forma de calor. Esta é a razão pela qual a temperatura de uma célula é sempre superior à temperatura ambiente.

A variação da temperatura faz com que os pontos de operação, correspondentes à potência máxima, variem. Analisando a Figura 14 verifica-se, que o valor da tensão em circuito aberto diminui com o aumento da temperatura, enquanto que o valor da corrente de curto-circuito pouco varia.

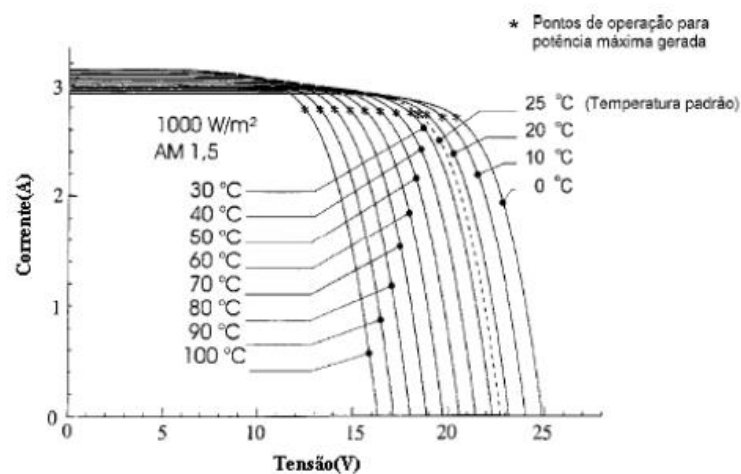
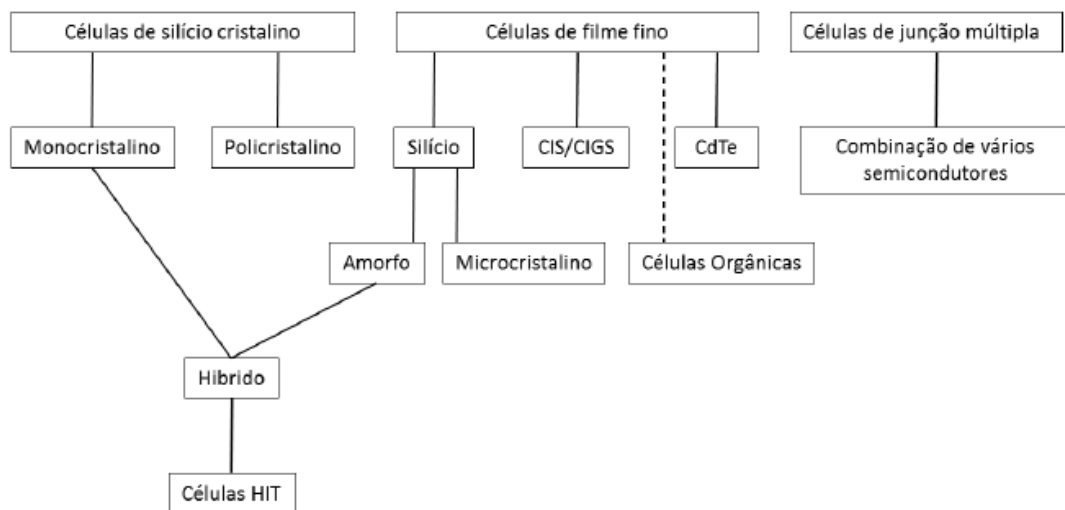


Figura 14: Efeito da temperatura na célula fotovoltaica [9].

### 3.4. TIPOS DE CÉLULAS FOTOVOLTAICAS

Todas as células fotovoltaicas necessitam de um material absorvente de luz que está presente no seu interior para absorver radiação e gerar corrente através do efeito fotovoltaico. O silício tem sido o material dominante, no entanto, existem outros materiais aparentemente promissores. Segundo a *International Energy Agency* (IEA), o silício cristalino representa hoje 85- 90% do mercado global anual. Por sua vez, a tecnologia de película fina ou filmes finos representa atualmente 10% a 15% das vendas globais. A Figura 15 ilustra os vários tipos de células fotovoltaicas atualmente existentes no mercado [11].



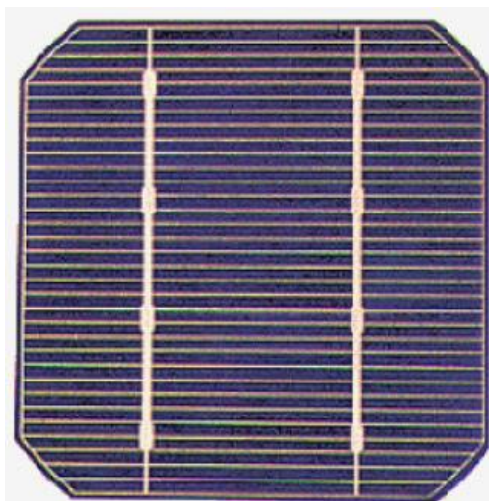
**Figura 15:** Células fotovoltaicas existentes no mercado [11].

### 3.4.1. CÉLULAS DE SILÍCIO CRISTALINO

O silício é o segundo elemento mais abundante da crosta terrestre com mais de 25% da sua composição. A maioria das células solares fabricadas e vendidas baseiam-se na utilização deste elemento no seu estado cristalino. As células de silício cristalino podem ser subdivididas em células de silício monocristalino e silício policristalino [11].

Nas células de silício monocristalino, o silício apresenta uma única estrutura cristalina contínua praticamente sem defeitos ou impurezas. A principal vantagem destas células é a sua alta eficiência, sendo que a eficiência máxima atualmente registada em laboratório para este tipo de células é de 25%. No entanto, o processo de fabrico destas células é complexo o que se traduz em custos mais elevados quando comparado com as restantes tecnologias.

As células de silício policristalino constituem um material menos caro do que as células de silício monocristalino. As células são produzidas usando numerosos grãos de silício monocristalino. No processo de fabrico, o silício policristalino fundido é moldado em lingotes, que são subseqüentemente cortados em placas muito finas e montadas em células completas. O processo de produção das células policristalinas é mais simples, e portanto mais barato do que o das células monocristalinas sendo, no entanto, um pouco menos eficientes. O recorde de eficiência em laboratório para estas células é atualmente de 20,4% [11].



**Figura 16:** Célula monocristalina [9].

### 3.4.2. CÉLULAS DE PELÍCULA FINA

As células de película fina são feitas por deposição de camadas extremamente finas de materiais fotossensíveis sobre um suporte de baixo custo, tais como o vidro, o aço inoxidável ou o plástico. Este tipo de tecnologia facilita a integração das células fotovoltaicas na construção de edifícios, contribuindo para melhorias arquitetônicas e estéticas [11]. As células de filmes finos podem ser de três famílias principais:

- Silício amorfo (a-Si) e silício amorfo microcristalino (a- $i/\mu\text{c-Si}$ );
- Telureto de cádmio (CdTe);
- Disseleneto de cobre e índio (CIS) e disseleneto de cobre, índio e gálio (CIGS).

A principal diferença entre as células de silício amorfo e as de silício cristalino é que as células de silício amorfo são compostas por uma camada homogênea e fina de átomos de silício (silício não cristalizado). Estas células são cerca de 100 vezes mais finas quando comparadas com as células de silício cristalino e apresentam a desvantagem de terem baixa eficiência. Atualmente regista-se uma eficiência máxima para estas células de 10,1%. No entanto, o seu processo de produção é relativamente barato pelo que as células de silício amorfo são ideais para aplicações em que a elevada eficiência não é um requisito e o baixo custo se revela importante. Algumas variedades de silício amorfo são o carboneto de silício

amorfo, ligas de germânio e silício amorfo, silício microcristalino e nitreto de silício amorfo [11].

As células de telureto de cádmio e disseleneto de cobre e índio têm vindo a ser usadas nos módulos fotovoltaicos. Outros materiais que têm vindo a ser usados nesta tecnologia são o arseniato de gálio (GaAs), o cobre e o dióxido de titânio. O recorde de eficiência máxima é de 18,3% para as CdTe, 19,6% para as CIGS [11].

Dependendo do fabricante e do tipo de material fotovoltaico usado, os módulos têm aspetos e características de desempenho diferentes. A Tabela 1 sintetiza a eficiência dos vários tipos de células fotovoltaicas atualmente existentes no mercado.

**Tabela 1:** Eficiência das células fotovoltaicas [11].

Tecnologia	Película Fina				Silício Cristalino		CPV
	a-Si	CdTe	CIGS	a- Si/ $\mu$ Si	Mono	Poli	III-V Multijunção
<b>Eficiência da célula</b>	4-8%	10-11%	7-12%	7-9%	13-19%	11-15%	25%

### 3.5. MÓDULOS FOTOVOLTAICOS

Como as células fotovoltaicas, de forma isolada, produzem pouca energia elétrica e são extremamente frágeis e vulneráveis a agentes externos, são ligadas entre si formando assim módulos fotovoltaicos. Conseguem-se assim uma estrutura compacta, manuseável e muito resistente que protege as células fotovoltaicas de ruturas e das condições atmosféricas. As células são associadas em série e/ou em paralelo num módulo segundo os níveis de tensão e corrente pretendidos, sucedendo o mesmo no que diz respeito aos módulos, formando estes o painel fotovoltaico (ver Figura 17).

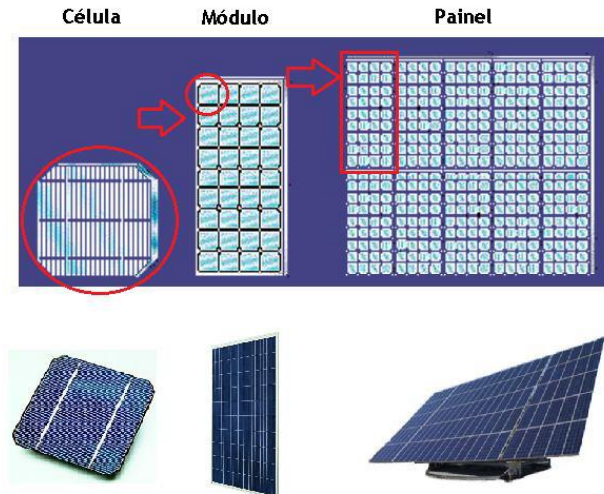


Figura 17: Célula, módulo e painel fotovoltaico [12].

### 3.5.1. ASSOCIAÇÃO EM SÉRIE

A ligação de dois ou mais módulos em série produz uma tensão igual à soma da tensão individual de cada um, permanecendo a corrente igual, como se fosse um único módulo. Dois ou mais módulos ligados em série tomam a designação de fileira. O número máximo de módulos por fileira é definido pela tensão máxima de entrada do inversor.

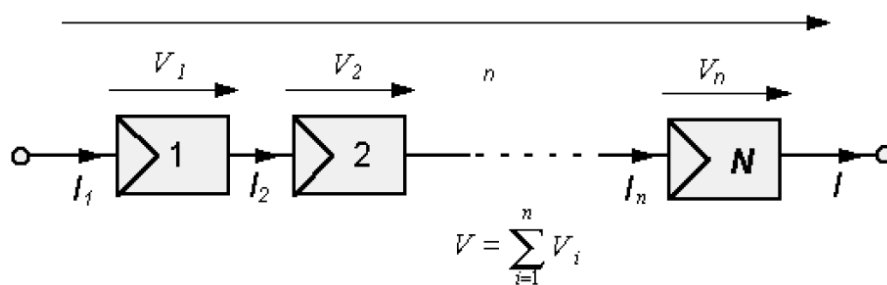


Figura 18: Associação de módulos em série [10].

Logo:

$$V_T = V_1 + V_2 + \dots + V_n \quad (10)$$

$$I_T = I_1 = I_2 = \dots = I_n \quad (11)$$

### 3.5.2. ASSOCIAÇÃO EM PARALELO

A ligação de dois ou mais módulos em paralelo gera uma corrente igual à soma da corrente individual de cada um. A tensão permanece igual como se fosse um único módulo. O número de fileiras é definido pela corrente máxima de entrada do inversor.

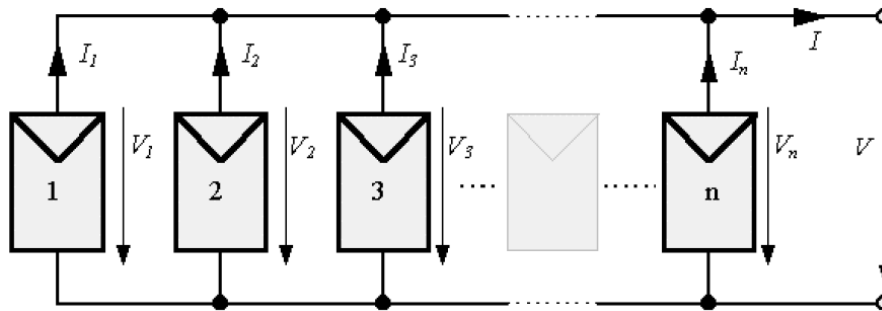


Figura 19: Associação de módulos em paralelo [10].

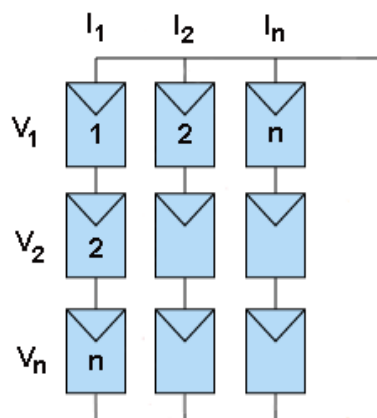
Logo:

$$V_T = V_1 = V_2 = \dots = V_n \quad (12)$$

$$I_T = I_1 + I_2 + \dots + I_n \quad (13)$$

### 3.5.3. ASSOCIAÇÃO MISTA

Neste tipo de associação os módulos são ligados em série, formando fileiras, por forma a aumentar a tensão, seguindo-se a ligação das fileiras em paralelo a fim de aumentar a corrente. Neste tipo de ligação, as fileiras têm de ter o mesmo número de módulos e estes têm de ter obrigatoriamente as mesmas características (tensão, corrente e potência).



**Figura 20:** Associação mista de módulos [10].

Logo:

$$V_T = V_1 + V_2 + \dots + V_n \quad (14)$$

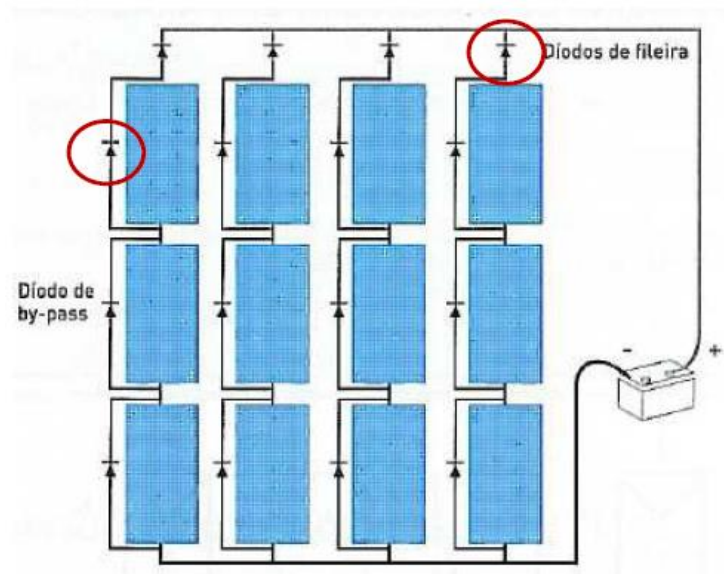
$$I_T = I_1 + I_2 + \dots + I_n \quad (15)$$

### 3.5.4. DÍODOS DE DESVIO E DÍODOS DE FILEIRA

Como é lógico, em todos os sistemas elétricos ocorrem avarias, e por vezes estas avarias podem resultar de alterações no ambiente onde se encontram os equipamentos. No caso dos módulos fotovoltaicos é muito frequente que ocorra o sombreamento de algumas das suas células, e em consequência disso a potência de saída do módulo irá diminuir drasticamente, o que comprometerá todo o funcionamento das demais células no módulo. De modo a evitar este tipo de inconvenientes são ligados aos módulos fotovoltaicos díodos de desvio, também denominados por díodos de *by-pass*. Estes díodos são ligados em paralelo com as células fotovoltaicas e servem para desviar a corrente produzida pelas outras células do módulo e limita a dissipação de calor na célula defeituosa, evitando deste modo que toda a corrente do módulo não seja limitada e prejudicada por uma célula com pior desempenho [10] [11].

Um outro tipo de diodo também utilizado em módulos fotovoltaicos são os díodos de fileira. Estes tipos de díodos são instalados de modo a evitarem curto-circuitos e correntes inversas entre as fileiras do módulo que ocorrem frequentemente em caso de avarias. As

correntes inversas ao passarem pelas células fazem com que o módulo ao invés de gerar corrente passe a receber muita mais corrente do que aquela que é produzida, originando a diminuição da eficiência das células e, em casos mais graves, a célula pode ser desconectada causando assim a perda total do fluxo de energia do módulo. Por estas razões os díodos de fileira são componentes essenciais num módulo fotovoltaico e são ligados em série no final de cada uma das fileiras do módulo fotovoltaico [10] [11].



**Figura 21:** Díodos *by-pass* e díodos de fileira em sistemas fotovoltaicos [13].

Existem outros tipos de cuidados a ter com os módulos fotovoltaicos que se prendem mais com a sua manutenção, tal como a deposição de lixo ou a deposição de neve. Em ambos os casos pode haver avarias e causar o sombreamento de células fotovoltaicas do módulo sendo que estas situações são facilmente contornáveis através de uma manutenção periódica e de um bom planeamento do local de instalação do módulo fotovoltaico.

### 3.6. TIPOS DE SISTEMAS FOTOVOLTAICOS

Os sistemas fotovoltaicos isolados ou autónomos, híbridos e ligados à Rede Elétrica de Serviço Público (RESP) foram durante bastante tempo as 3 tipos de configuração dos sistemas fotovoltaicos. Os sistemas autónomos e híbridos eram, por sua vez, bastante

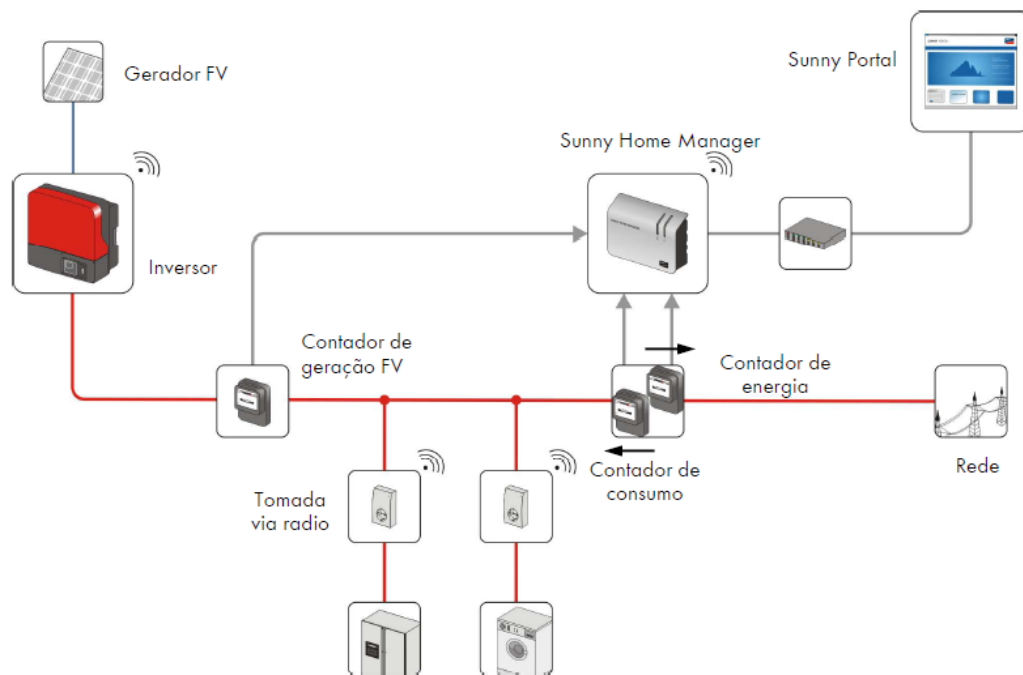
competitivos para a alimentação de cargas em locais remotos, onde a RESP não existe, ou onde as soluções alternativas convencionais (rede elétrica ou geradores diesel) apresentam inconvenientes ambientais consideráveis e são inferiores do ponto de vista económico.

Mais recentemente, e com a entrada em vigor do Decreto-Lei n.º 153/2014, os sistemas fotovoltaicos podem ser explorados das seguintes formas:

- Autoconsumo;
- Pequena produção.

### **3.6.1. AUTOCONSUMO**

O autoconsumo através das Unidades de Produção para Autoconsumo (UPAC) é a grande mudança de paradigma e que porventura terá melhor aceitação no futuro, uma vez que toda a energia produzida pode ser consumida na instalação de consumo, sendo que eventuais excedentes de produção podem ser injetados na RESP ou então armazenados em baterias, sendo que atualmente esta última solução seja ainda um entrave devido ao seu custo elevado. A produção elétrica neste tipo de exploração pode ser feita a partir de fontes renováveis e não renováveis e com ou sem ligação à RESP. Pode ser considerado um sistema autónomo caso a sua própria produção permita satisfazer todos os seus consumos, sendo que em caso de falta de produção a RESP pode ser a fornecedora de energia. Logicamente e tratando-se de um sistema fotovoltaico pretende-se que o seu dimensionamento seja feito para cobrir as necessidades de consumo ao longo do dia, visto que no período noturno não existe radiação solar. Deste modo, o autoconsumo induz comportamentos de eficiência energética, contribui para a otimização dos recursos endógenos e promove a criação de benefícios técnicos para a RESP, nomeadamente através da redução de perdas na mesma. Na Figura 22 pode-se verificar a configuração típica de um sistema em autoconsumo sem armazenamento da energia excedente, configuração esta que provavelmente será a mais usual em novos projetos de instalações fotovoltaicas.



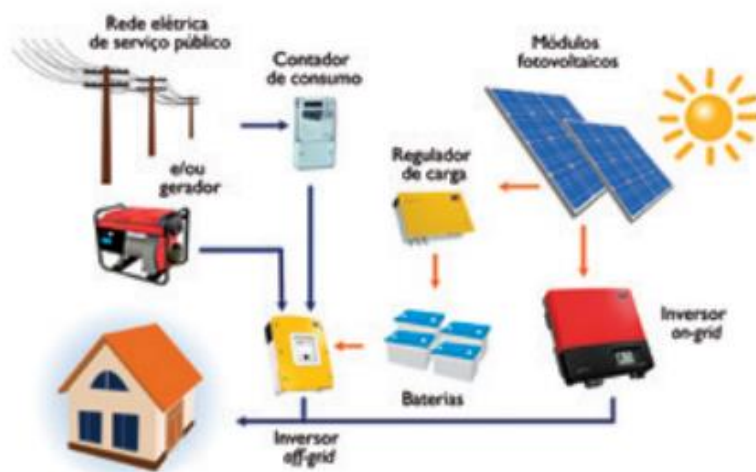
**Figura 22:** Gestão de potência de um sistema de autoconsumo [14].

Segundo o Decreto-Lei n.º 153/2014, nos n.ºs 2 e 3 do artigo 22º tem-se:

- “2 - A contagem da energia elétrica total produzida por uma UPAC com potência instalada superior a 1,5 kW é feita por telecontagem, devendo o equipamento de contagem previsto na alínea b) do artigo 8.º encontrar -se capacitado para o efeito.”;
- “3 - A contagem da energia fornecida pela UPAC à RESP e da energia adquirida ao comercializador pode ser realizada pelo mesmo equipamento desde que adequado para medir a contagem nos dois sentidos.”.

Na Figura 22 verifica-se que os contadores de venda e compra de energia são distintos, no entanto e como mencionado no n.º3 do artigo 22º do Decreto-lei n.º 153/2014 poderia ser usado o mesmo equipamento. Este equipamento, também chamado de contador bidirecional, é capaz de registar os fluxos de energia em ambos os sentidos. O contador regista o balanço líquido energético da instalação, incrementando quando o utilizador consome energia da rede elétrica e decrementando quando injeta energia excedente na RESP. Estes contadores também registam os fluxos energéticos de forma discriminada, disponibilizando a quantidade total de kWh consumida e injetada na rede, assim como os seus períodos horários, para efeitos de faturação.

Na Figura 23 é apresentada uma configuração de um sistema em autoconsumo com baterias.



**Figura 23:** Sistema de autoconsumo com baterias [15].

Neste tipo de configuração a energia que não é consumida durante o dia é armazenada em baterias, podendo assim ser usada em horas onde não haja produção. A RESP e/ou o gerador funcionam como apoio sempre que haja défice entre a produção e o consumo. Tendo em conta que na maioria das situações a instalação de baterias torna este investimento inviável, pode-se afirmar que este tipo de configuração em autoconsumo será principalmente usado em instalações e locais sem disponibilidade de acesso à RESP.

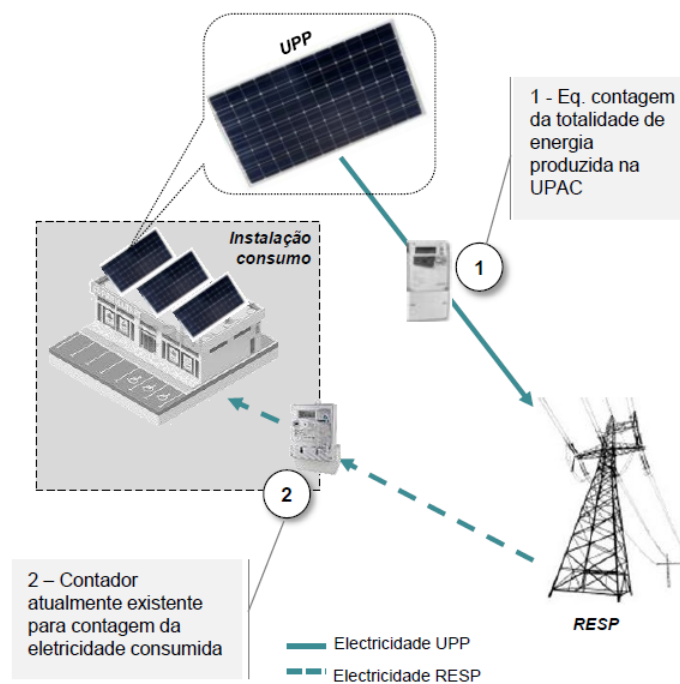
### **3.6.2. PEQUENA PRODUÇÃO**

Em modo de comparação, pode-se dizer que a pequena produção através das Unidades de Pequena Produção (UPP) assume a forma de exploração de ligação à RESP que abrangia os regimes de microprodução e miniprodução, onde a energia elétrica produzida é injetada na sua totalidade na rede, sendo que esta energia produzida só pode ser proveniente de uma única tecnologia de produção, sendo esta proveniente de energias renováveis. A energia injetada é posteriormente remunerada por uma tarifa atribuída com base num modelo de licitação, no qual os concorrentes oferecem descontos à tarifa de referência.

Segundo o Decreto-Lei n.º 153/2014, nos n.ºs 2, 3, 4 e 5 do artigo 33º tem-se:

- “2 - A contagem da eletricidade produzida é feita por telecontagem, mediante contador bidirecional, ou contador que assegure a contagem líquida dos dois sentidos, autónomo do contador da instalação de consumo.”;
- “3 - Para os consumidores de energia elétrica alimentados em média tensão, com contagem de energia em baixa tensão (BT), a ligação da UPP pode ser feita em baixa tensão, a montante do contador de consumo.”;
- “4 - Nas condições do número anterior deve ser construído um quadro de baixa tensão para ligação da UPP, que permita separar a instalação de produção da instalação de consumo.”;
- “5 - O contador de produção deve localizar -se junto ao contador de consumo.”.

Na Figura 24 pode-se verificar a configuração típica de uma UPP.



**Figura 24:** Sistema de pequena produção [16].

Analisando o nº 3 do artigo 33º do referido DL, e tendo em conta as instalações com contagem de energia em média tensão (MT), assume-se que a ligação da UPP deverá ser feita em média tensão, necessitando para tal de um posto de transformação (PT). Apesar do DL n.º 153/2014 não ser esclarecedor sobre este ponto, este pressuposto foi assumido

tendo por base o nº 2 do artigo 6º do antigo DL n.º 34/2011, alterado e republicado pelo DL n.º 25/2013, onde diz que:

- “2 - A entrega da eletricidade produzida à RESP efetua-se no nível de tensão constante do contrato de aquisição de eletricidade para a instalação de utilização, exceto nos casos de aquisição de eletricidade em média tensão com contagem em baixa tensão, caso em que a contagem de eletricidade pode ser efetuada neste nível de tensão, com desconto das perdas verificadas no transformador.”.

### **3.7. COMPONENTES DE UM SISTEMA FOTOVOLTAICO**

Os sistemas ligados à rede, tanto em autoconsumo como em pequena produção irão ser os sistemas aplicados e dimensionados ao longo deste trabalho, pois são eles que implicam os regimes de produção de energia que se encontram em vigor com o Decreto- Lei n.º 153/2014. De uma forma geral, quer para a aplicação da pequena produção quer para o autoconsumo, os elementos constituintes que se encontram em ambos os regimes são de uma forma genérica os mesmos, variando apenas no tipo de contador e em certos casos, e em específico do ISEP, na necessidade de um posto de transformação caso se trate de uma UPP.

Tal como as figuras anteriores ilustram, os principais equipamentos de um sistema fotovoltaico ligado à rede são os módulos, os inversores, os cabos de ligação de corrente alternada (AC) e corrente contínua (DC), as proteções, os equipamentos de contagem de energia e outros equipamentos, que não são visíveis nas figuras anteriores, tais como:

- Tubo para canalizações elétricas;
- Caixa de ligações de módulos fotovoltaicos;
- Estrutura metálica de suporte dos módulos;
- Quadros elétricos.

Uma vez que os módulos fotovoltaicos já foram anteriormente abordados, irá ser feita de seguida uma caracterização dos restantes equipamentos acima mencionados.

### 3.7.1. INVERSORES DC/AC

O inversor tem como função a conversão de uma corrente DC para uma corrente AC com uma determinada amplitude e frequência. Para sistemas ligados à rede de distribuição a tensão de saída do inversor deve ser (230 ou 400 V) alternada de componente fundamental sinusoidal e com 50 Hz, contendo baixo conteúdo harmônico. Para além da conversão do sinal o inversor assume outras funções como o ajuste do ponto operacional do inversor ao MPP do gerador através do seguidor de potência *Maximum Power Point Tracking* (MPPT), dispositivos de proteção AC e DC e registo de dados operacionais e sinalização.

Os inversores para ligação à rede têm características específicas ao nível da segurança. Se a tensão de rede faltar, os sistemas fotovoltaicos devem ser automaticamente desligados por ação do inversor evitando a injeção de energia nessas circunstâncias. O inversor é, por isso, muito importante em sistemas ligados à rede. Os inversores podem ter transformador ou não e a saída pode ser monofásica ou trifásica. Os inversores sem transformadores são menores e mais leves do que os aparelhos com transformador e funcionam com maior eficiência [11]. Os inversores são caracterizados pela sua eficiência de conversão, definida pelo quociente entre a potência de entrada (lado DC) e a potência de saída (lado AC), segundo a seguinte equação (16):

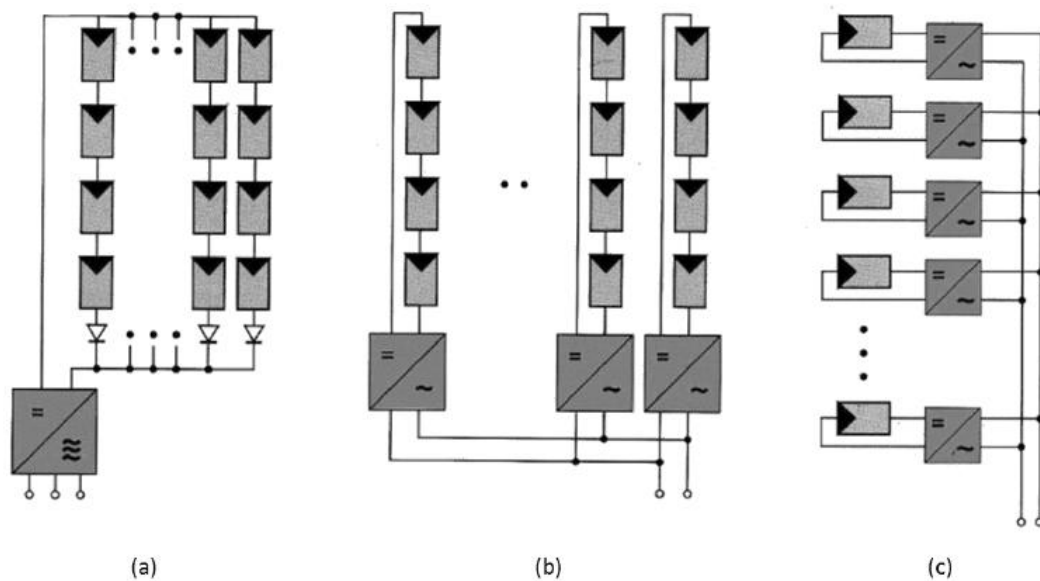
$$\eta = \frac{P_{out}}{P_{in}} = \frac{V_{AC} I_{AC} \cos \varphi}{V_{DC} I_{DC}} \quad (16)$$

O parâmetro  $\cos \varphi$  é o fator de potência, sendo que este deve ser superior a 0,9. O valor usual do rendimento de um inversor situa-se entre os 86 e 95%.

Existe uma grande variedade de inversores no mercado que vão de poucos kW até aos MW, cuja seleção depende se é para pequena produção, autoconsumo ou para uso em grandes centrais fotovoltaicas. Durante muito tempo, foi comum a instalação de um inversor DC/AC central, para todo o sistema fotovoltaico. Atualmente, nem sempre os sistemas fotovoltaicos com alguma dimensão têm um único e poderoso inversor. Em particular, nos sistemas de dimensão média, o mais comum é a instalação de vários inversores de pequena dimensão. Consoante a tipologia do sistema fotovoltaico em causa podem existir três soluções distintas para ligação do equipamento de conversão [11]:

- **Inversor central:** a conversão de energia de todo o sistema é assegurada por apenas um único inversor. Mais utilizado em sistemas domésticos de pequena dimensão. Os inversores centrais proporcionam uma alta eficiência e um elevado coeficiente de rendimento, no entanto o controlo do MPP é limitado, o que implica a utilização de módulos com idênticas características e sujeitos a condições semelhantes de sombreamento, pois o sombreamento ou falha de uma parte envolve uma redução global do desempenho. Apresenta vantagens económicas decorrentes do investimento inicial e dos custos de manutenção. A implementação desta tipologia numa central de grande produção conduz a um inversor de grandes proporções e com características superiores, designadamente quanto à sua fiabilidade e qualidade, no entanto, caso ocorra a situação de necessidade de substituição do equipamento o custo associado é bastante significativo. Além disso, na falha do inversor toda a produção é comprometida, daí que esta tipologia está associada normalmente para as baixas potências;
- **Inversor de fileira:** a conversão de energia de todo o sistema é assegurada por vários inversores instalados ao longo das fileiras de módulos fotovoltaicos. Muito usado nos sistemas fotovoltaicos de grandes dimensões, com geração monofásica ou trifásica. A cada fileira de módulos é associado um inversor, permitindo assim uma melhor gestão da produção, um maior número de controlo de pontos de potência (MPP), a possibilidade de aumentar a potência instalada com a inserção de novas fileiras, a redução das perdas por sombreamento e das perdas joule associadas à extensa cablagem de corrente contínua que leva a uma redução de custos e aumento da produção, a continuidade da restante instalação na falha de uma fileira bem como a possibilidade de manutenção individual do inversor. Por estas razões esta tipologia está normalmente associada às grandes produções, em que a necessidade de substituição do inversor significa um custo menor e uma gestão mais eficiente;
- **Inversor por módulo:** cada módulo possui incorporado o inversor e é utilizado apenas para sistema de baixa potência, normalmente associado a 1 ou 2 painéis. Esta tipologia utiliza uma cablagem de secção mais baixa do lado AC, dado que o inversor é ligado à rede a uma tensão de 230V. Esta solução associada a potências maiores implicaria um aumento brutal no custo da instalação devido ao elevado número de inversores presentes [12].

A Figura 25 representa esquematicamente os três tipos de configuração de inversores para um sistema fotovoltaico.



**Figura 25:** Representação das soluções de ligação dos inversores num sistema FV. (a) Inversor central. (b) Inversor de fileira. (c) Inversor por módulo [11].

### 3.7.2. CABOS

Numa instalação fotovoltaica encontram-se pelo menos 3 tipos de cabo diferentes, cada um com a sua função, os de fileira, o cabo principal DC e o cabo AC (ver Figura 26), e estes devem assegurar o cumprimento dos limites fixados pela tensão nominal, pela intensidade de corrente máxima admissível e a minimização das perdas na linha. A cablagem DC deve ser projetada com extremo cuidado, pois a fraca qualidade dos contactos eléctricos aumenta o risco de incêndio. Para instalações com risco de incidência de descargas atmosféricas, é recomendado o uso de cabos blindados, por razões contra falhas de terra e curtos-circuitos, recomenda-se o uso de cabos monocondutores isolados [12].

Características das cablagens DC:

- **Tensão nominal,  $U_N$ :**
  - ✓ Normalmente entre 300 a 1000 V;
  - ✓ Previstas para a temperatura de -10 °C.

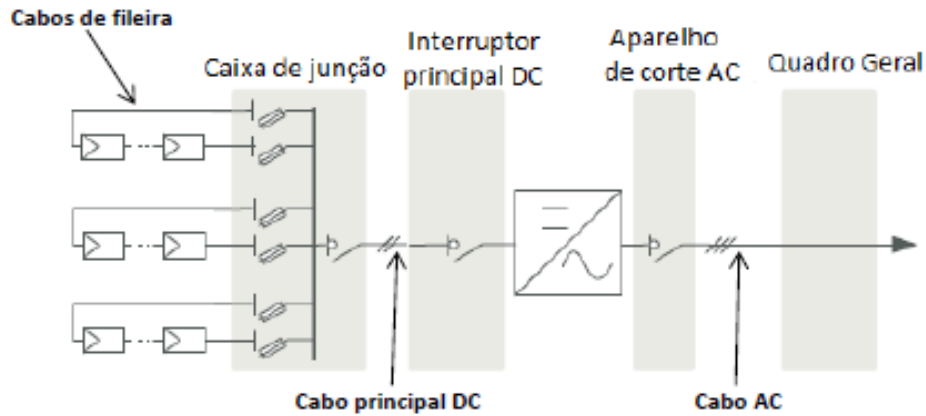
- **Corrente admissível,  $I_z$ :**
  - ✓ De acordo com a norma IEC 60364-7-712.
- **Condições ambientais:**
  - ✓ Suportar temperaturas superiores a 70 °C;
  - ✓ Resistência aos raios ultravioletas.
- **Quedas de tensão:**
  - ✓ Queda de tensão máxima de 1%;
  - ✓ Quando as distâncias são muito grandes e verifica-se tensões baixas, assume-se uma queda de tensão próxima dos 3%.

Os cabos de fileira são os responsáveis por fazer a ligação elétrica entre os painéis fotovoltaicos e a caixa de junção, e devem ser dimensionados de forma a transportar uma corrente 25% superior à corrente de curto-circuito do módulo. O cabo principal DC tem a função de estabelecer o contato elétrico entre a caixa de junção e o inversor, de acordo com a norma IEC 60364-7-712.

O cabo AC, como é de esperar, é responsável por estabelecer a ligação entre a saída do inversor e a rede elétrica através do equipamento de proteção. A ligação é efetuada por um cabo de 2 polos para instalações monofásicas e de 4 polos para trifásicas. Todo o dimensionamento da instalação deverá respeitar as regras técnicas de instalações em baixa tensão e o guia técnico das instalações de produção independente de energia elétrica [12].

### **3.7.3. PROTEÇÕES**

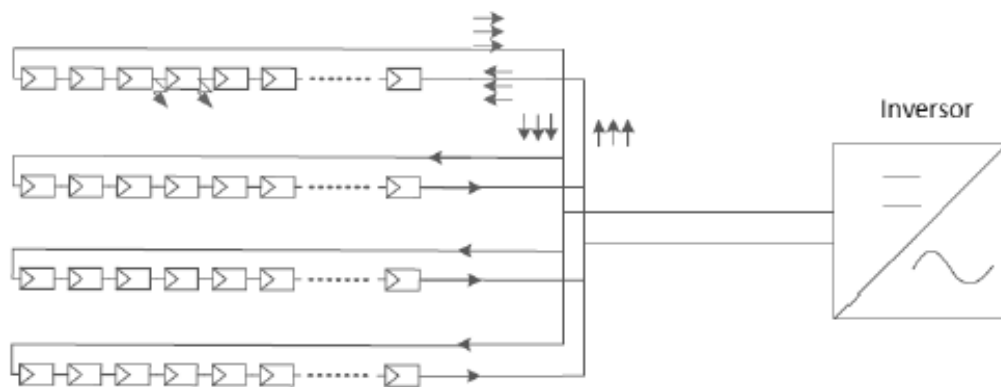
Como qualquer outra instalação elétrica os sistemas fotovoltaicos devem integrar dispositivos que assegurem a proteção das instalações, pessoas e bens, garantindo a continuidade do serviço. Desta forma, os sistemas FV devem possuir vários níveis de proteção e seccionamento, estando equipados com interruptores (ou disjuntores) que seccionem as várias partes da instalação em DC e AC. Na Figura 26 estão identificados esses níveis de proteção, bem como a sua localização.



**Figura 26:** Modelo conceitual de um sistema fotovoltaico [11].

A principal função das caixas de junção é agregar a corrente procedente de cada uma das fileiras num único cabo DC. Desta forma, minimiza-se as perdas de transporte de energia até ao inversor com um cabo DC de maior secção. A caixa de junção geral contém terminais, aparelhos de corte e, se necessário, fusíveis e díodos de fileira. Como visto anteriormente os díodos de fileira têm como função evitar curto-circuitos e correntes inversas entre fileiras em caso de avaria ou aparecimento de potenciais diferentes nas fileiras. Atualmente já não é muito usual a colocação de díodos de fileira quando os módulos são todos do mesmo tipo, sendo colocados fusíveis de proteção nos dois lados da fileira, para proteção contra uma possível sobrecarga. Porém, também estes fusíveis podem ser suprimidos se a corrente admissível nas canalizações for 25% superior à corrente de curto-circuito do sistema fotovoltaico ( $I_z \geq 1,25 \times I_{CC}$ ) [11].

A corrente inversa surge se a tensão de circuito aberto de uma fileira for significativamente diferente da tensão de circuito aberto das restantes fileiras ligadas em paralelo ao mesmo inversor. A corrente flui desde as fileiras saudáveis para as defeituosas em vez de fluir para o inversor para fornecer energia para a rede AC. A Figura 27 representa esta situação.



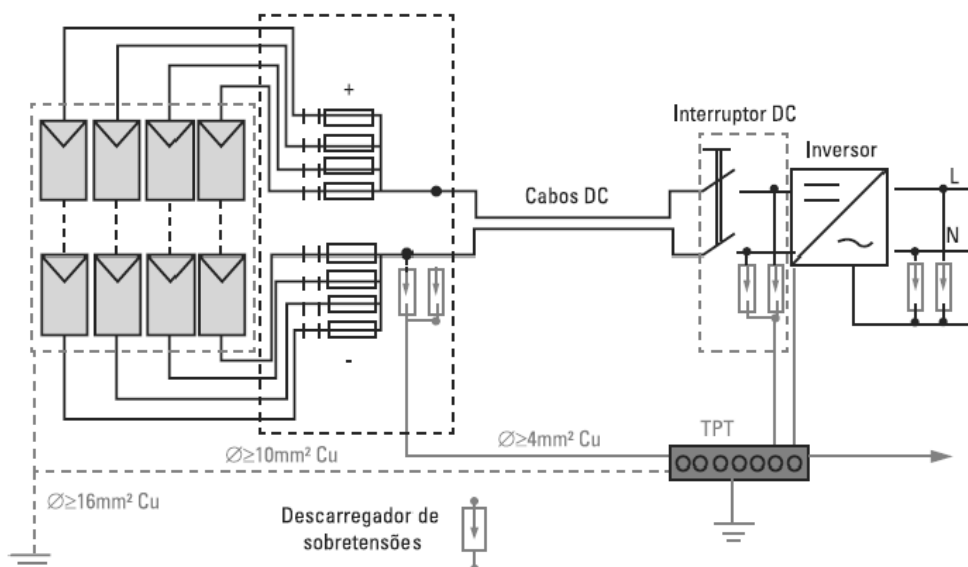
**Figura 27:** Corrente inversa num sistema fotovoltaico [11].

Não existe o risco de corrente inversa quando existe apenas uma fileira. Quando há duas fileiras com o mesmo número de módulos fotovoltaicos conectados em paralelo, a corrente inversa será sempre menor do que a corrente inversa máxima. Assim, quando o sistema FV é constituído apenas por uma ou duas fileiras, não há a necessidade desta proteção. Na eventualidade da ocorrência de falhas, ou para a realização de trabalhos de manutenção e de reparação, será necessário isolar o inversor do sistema fotovoltaico, tal como a norma IEC 60364-7-712 estipula, usando para este fim um interruptor principal DC. Este interruptor deve ser bipolar de forma a isolar o circuito positivo e negativo. Deverá ter suficiente poder de corte para permitir a abertura do circuito DC em boas condições de segurança. Deve estar dimensionado para as condições de corte mais desfavoráveis, para a tensão máxima em circuito aberto do módulo, à temperatura de  $-10^{\circ}\text{C}$ , bem como para a corrente  $I_{CC}$ . O interruptor principal DC é alojado com frequência na caixa de junção do gerador, mas por razões de segurança, é preferível instalá-lo diretamente antes do inversor. Além dos aparelhos de corte colocados à entrada e à saída do inversor, se as cablagens DC forem concentradas em caixas de junção distantes do inversor, também aí deve ser prevista a inclusão de um aparelho de corte e seccionamento [11] [12].

Relativamente à proteção de pessoas nos sistemas ligados à rede, a norma IEC 60364-7-712, deixa ao critério de estudo caso a caso, mas a existir deve ser assegurada por aparelhos diferenciais de alta sensibilidade. Estes dispositivos analisam a corrente que flui nos condutores de ida e de retorno do circuito elétrico. Caso a diferença entre ambas as correntes ultrapasse os 30 mA, estes atuam isolando o circuito em menos de 0,2 segundos. Este dispositivo entra em funcionamento se ocorrer uma falha de isolamento, um contacto direto ou indireto. Devido à sua exposição, os sistemas FV estão sujeitos ao efeito de

descargas atmosféricas diretas ou sobretensões devidas a descargas indiretas na proximidade da instalação, induzidas na instalação DC do sistema ou através da instalação AC do edifício. Em geral, os sistemas fotovoltaicos não aumentam, o risco do edifício vir a ser atingido por uma descarga atmosférica, sendo que existem casos de grandes estruturas de painéis colocadas nos pontos mais altos dos edifícios que poderão ter alguma implicação no risco de descargas atmosféricas diretas. Deste modo, se já existir um sistema de proteção contra descargas atmosféricas no local, o gerador fotovoltaico deverá ser ligado ao mesmo. Se o local não tiver um sistema de proteção contra descargas atmosféricas, a estrutura de suporte do sistema fotovoltaico deverá ser ligado à terra e incorporado na união equipotencial. O sistema deve ser ainda ligado à terra sempre que são utilizados inversores que não possuem transformador de isolamento. Neste caso recomenda-se a ligação das armações dos módulos à terra para áreas fotovoltaicas iguais ou superiores a 10 m<sup>2</sup>. Com o intuito de proteger os sistemas fotovoltaicos e os dispositivos eletrônicos da ocorrência de sobretensões na rede elétrica pública, são usados descarregadores de sobretensões (DST). Normalmente, estes dispositivos são instalados na caixa de junção geral do sistema fotovoltaico, bem como antes e depois do inversor [11] [12].

As instalações fotovoltaicas devem ainda possuir equipamentos para proteção da interligação com a rede pública que devem assegurar as funcionalidades previstas no guia técnico das instalações de produção independente de energia elétrica.



**Figura 28:** Esquema de proteções de um sistema fotovoltaico [11].

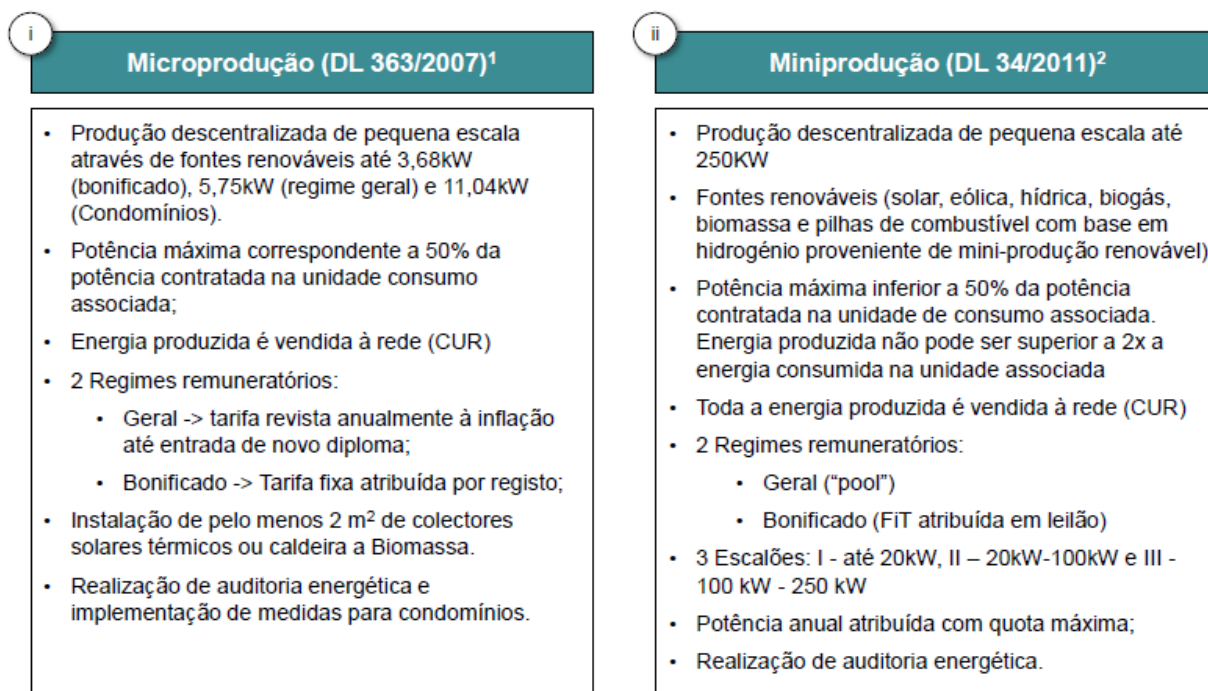
## 4. ENQUADRAMENTO LEGAL

A legislação é determinante na adesão, ou não, por parte das entidades, à instalação de um sistema fotovoltaico. Caso seja favorável, incentiva a produção descentralizada de eletricidade pelas entidades. No entanto é necessário criar condições para produzir mais eletricidade, de forma mais simples, mais transparente e em condições mais favoráveis.

A microprodução e a miniprodução eram atividades de pequena escala de produção descentralizada de eletricidade por intermédio de instalações de pequena potência, com venda à RESP da energia total produzida, baseadas numa só tecnologia de produção, sendo reguladas por:

- **Microprodução:** pelo Decreto-Lei n.º 363/2007 de 2 de Novembro, alterado pelo Decreto-Lei n.º 118-A/2010 de 25 de Outubro e pelo Decreto-Lei n.º 25/2013 de 19 de Fevereiro;
- **Miniprodução:** pelo Decreto-Lei n.º 34/2011 de 8 de Março, alterado e republicado pelo Decreto-Lei n.º 25/2013 de 19 de Fevereiro.

A Figura 29 apresenta uma comparação síntese entre a miniprodução e a microprodução.



**Figura 29:** Antigo enquadramento legal [16].

No caso da minigeração, tratando-se de potências mais elevadas do que na microgeração, e como é possível verificar pela Figura 29, existiam dois regimes de remuneração:

- Geral;
- Bonificado.

No regime geral, a eletricidade produzida era remunerada segundo as condições de mercado, não existindo, por isso, qualquer tarifa de referência administrativamente fixada. No regime bonificado o produtor era remunerado com um bónus relativamente ao preço existente no mercado, isto é, o produtor era remunerado a uma tarifa fixa de referência. Esta tarifa era aplicável durante um período de 15 anos, conforme tarifa em vigor na data de emissão do certificado de exploração, sendo que no final destes 15 anos a remuneração passava para o regime geral. O produtor cuja unidade de miniprodução se inserisse no escalão I (até 20 kW) era remunerado com base na tarifa de referência, sendo os pedidos de registo ordenados por ordem de chegada. Quando estivessem em causa potências superiores a 20 kW (escalões II e III), a seleção dos registos e fixação da tarifa bonificada aplicável dependia de mecanismos concorrenciais, isto é, tendo por base a tarifa de referência eram selecionadas as entidades que oferecessem o melhor desconto à tarifa, sendo que os diversos pedidos de registo recebidos eram ordenados em função desse

desconto. O acesso ao regime bonificado dependia do preenchimento de determinados requisitos, nomeadamente, necessidade de auditoria energética e implementação das medidas de eficiência energéticas indicadas nessa auditoria, com o seguinte período de retorno:

- Escalão I — dois anos;
- Escalão II — três anos;
- Escalão III — quatro anos.

No caso da microprodução também existiam os dois regimes presentes na minigeração, no entanto e para o caso do regime geral a tarifa de venda de eletricidade era igual ao custo da energia do tarifário aplicável pelo comercializador de último recurso do fornecimento à instalação de consumo. No regime bonificado, o produtor era remunerado com base na tarifa de referência em vigor na data da emissão do certificado de exploração. A tarifa era aplicável durante um total de 15 anos contados desde o 1º dia do mês seguinte ao do início do fornecimento, subdivididos em dois períodos, o primeiro com a duração de 8 anos e o segundo com a duração dos subsequentes 7 anos. A tarifa a aplicar variava consoante o tipo de energia primária utilizada, sendo determinada mediante a aplicação de uma determinada percentagem, sendo que para o caso da solar era de 100%.

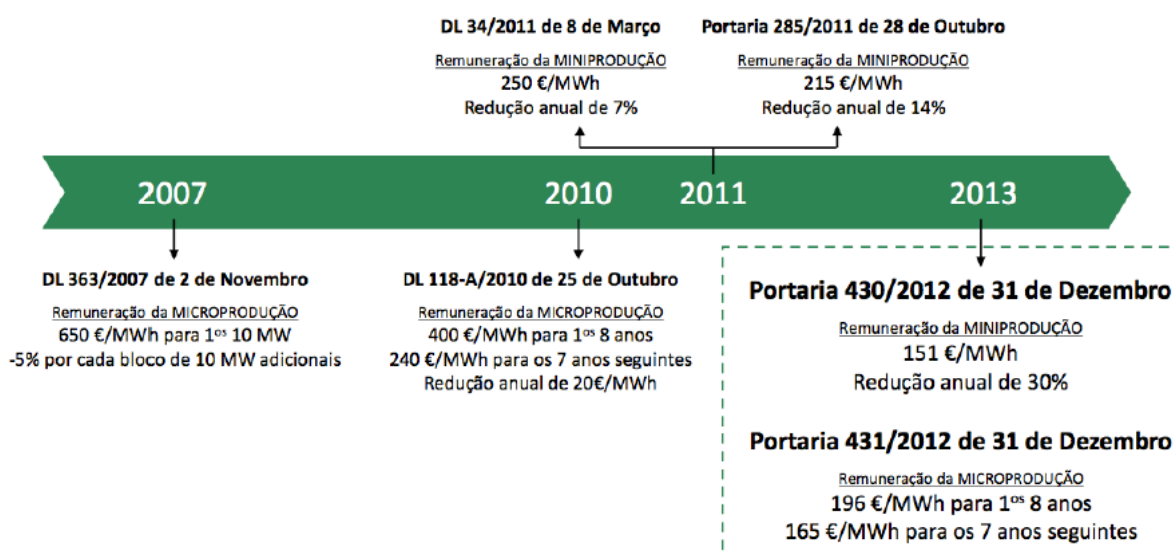
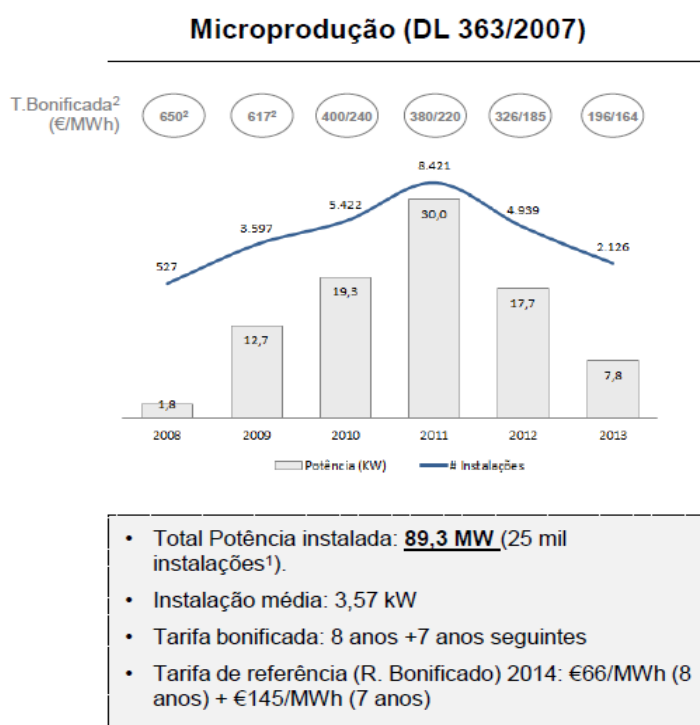


Figura 30: Evolução das tarifas aplicadas à micro e minigeração [10].

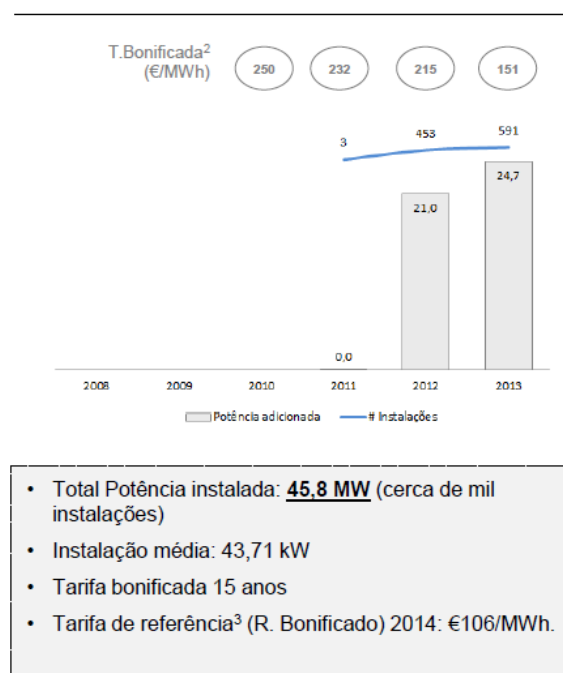
Na Figura 30 pode-se verificar a evolução temporal das tarifas em regime bonificado aplicadas à microgeração e miniprodução. É de notar um claro decréscimo do valor das tarifas de 2007 a 2013, o que acompanha a redução do custo da tecnologia dos sistemas fotovoltaicos. Este ajuste das tarifas beneficia o consumidor de eletricidade e atenua os custos para o Sistema Elétrico Nacional (SEN).



**Figura 31:** Evolução da potência instalada em microgeração [16].

A partir da análise da Figura 31 verifica-se que existe neste momento em Portugal uma potência instalada de cerca de 89,3 MW em microgeração correspondendo a um total de cerca 25 mil instalações com uma potência média instalada de 3,57 kW. Destes 89,3 MW instalados cerca de 1,4 correspondem a instalações no regime geral. Nota-se claramente que o ano de 2011 foi o melhor ano ao nível de instalações. A tarifa de referência mais recente situou-se nos 66 €/MWh para os primeiros 8 anos e nos 145 €/MWh nos 7 anos seguintes.

## Miniprodução (DL 34/2011)



**Figura 32:** Evolução da potência instalada em minigeração [16].

A partir da análise da Figura 32 verifica-se que existe neste momento em Portugal uma potência instalada de cerca de 45,8 MW em minigeração correspondendo a um total de cerca de mil instalações com uma potência média instalada de 43,71 kW. Mesmo sendo um regime mais recente do que o de microgeração nota-se claramente que o ano de 2013 foi o melhor ano ao nível de instalações. A tarifa de referência mais recente situou-se nos 106 €/MWh.

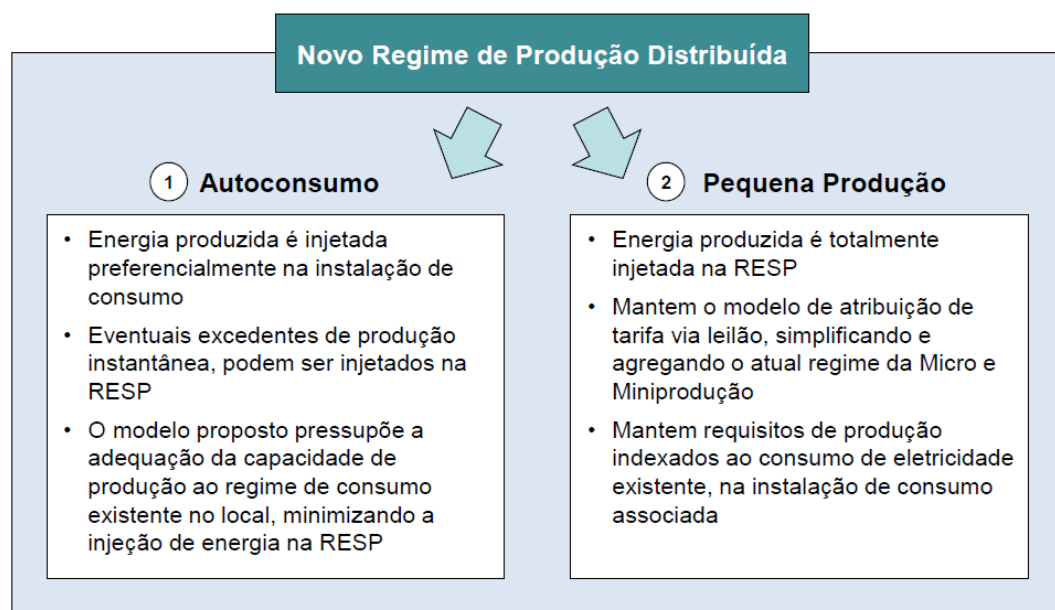
Feita a análise às duas figuras anteriores conclui-se então que a potência total instalada destes dois regimes é de cerca de 135 MW.

### 4.1. LEGISLAÇÃO ATUAL

Como já foi referido anteriormente no ponto 3.6. os regimes de micro e minigeração foram alterados através do DL n.º153/2014 de 20 de Outubro, o qual deu origem às UPAC e UPP.

Os grandes objetivos que este novo DL pretende atingir são os seguintes:

- Dinamizar a atividade de produção distribuída em Portugal, assegurando a sustentabilidade técnica e económica do SEN, e evitando possíveis sobrecustos para o sistema;
- Garantir o desenvolvimento ordenado da atividade, possibilitando a injeção de excedentes na RESP;
- Garantir que as novas instalações de produção distribuída sejam dimensionadas para fazer face às necessidades de consumo verificadas no local;
- Reduzir a vertente de “negócio” associada aos regimes de micro e miniprodução, que incentivava ao sobredimensionamento das centrais e o consequente sobrecusto para o SEN;
- Simplificar o atual modelo da mini + microprodução, assegurando que entidades com perfis de consumo menos constante possam igualmente enquadrar-se no regime de produção distribuída [16].



**Figura 33:** Principais características do DL n.º153/2014 [16].

Na Tabela 2 seguinte são apresentadas as principais características e diferenças das UPAC e UPP, apresentando os requisitos que as entidades devem possuir para cada um dos casos.

**Tabela 2:** Comparação entre os dois regimes de exploração [16].

	<b>Autoconsumo</b>	<b>Pequena Produção</b>
<b>Fonte</b>	Renovável e não renovável, com ou sem ligação à RESP. Eventuais excedentes de produção podem ser injetados na RESP.	Renovável, com injeção total da energia produzida, agregando os regimes de micro e miniprodução num enquadramento legal único.
<b>Limite de Potência</b>	Potência de ligação é menor ou igual a 100% da potência contratada na instalação de consumo. A potência instalada não deve exceder o dobro da potência de ligação.	Potência de ligação é menor ou igual a 100% da potência contratada na instalação de consumo, até um máximo de 250 kW.
<b>Requisitos de Produção</b>	Produção anual deve ser inferior às necessidades de consumo. Venda do excedente instantâneo ao Comercializador de Último Recurso (CUR)	Energia consumida deverá ser igual ou maior a 50% da energia produzida. Venda da totalidade de energia produzida ao CUR.
<b>Produtor e Local de Instalação</b>	São permitidos vários registos de Unidade de Produção (UP) em nome do mesmo produtor, desde que a cada UP só esteja associada uma instalação de consumo.	São permitidos vários registos de UP em nome do mesmo produtor, desde que a cada UP só esteja associada uma instalação de consumo
<b>Quota</b>	Não existe	Quota anual de 20 MW
<b>Contagem</b>	Contagem obrigatória da energia produzida e da energia injetada na RESP para uma UPAC ligada à RESP com potência instalada superior a 1,5 kW	Obrigatória para todas as potências, como elemento chave na faturação.

No que diz respeito ao processo de licenciamento das UPAC pode-se ter vários cenários, conforme a potência instalada ( $P_{inst}$ ) das mesmas. Por outro lado, e tratando-se de uma UPP este processo de licenciamento passa somente por um registo prévio e por um certificado de exploração, sendo que tanto para as UPAC como para as UPP o processo de licenciamento efetua-se através do Sistema Eletrónico de Registo da UPAC e da UPP (SERUP).

No caso das UPAC podem-se ter as seguintes situações:

- Isenção de controlo prévio: UPAC com  $P_{inst} \leq 200$  W;
- Mera comunicação prévia: UPAC com  $200$  W  $< P_{inst} \leq 1,5$  kW ligada à RESP, ou UPAC de qualquer potência instalada sem ligação à RESP;
- Registo prévio + Certificado de exploração: UPAC com  $P_{inst} \leq 1,5$  kW quando o produtor pretende fornecer energia não consumida à RESP, ou UPAC com  $1,5$  kW  $< P_{inst} \leq 1$  MW ou UPAC sem ligação à RESP que utiliza fontes de energia renovável e pretende transacionar garantias de origem;
- Licença de produção + Licença de exploração: UPAC com  $P_{inst} > 1$  MW.

A Figura 34 representa os processos de licenciamento de uma UPAC com  $P_{inst} > 1,5$  kW e de uma UPP respetivamente.



Figura 34: Processo de licenciamento de uma UPAC e UPP [16].

#### 4.1.1. REMUNERAÇÃO E COMPENSAÇÃO

Sempre que a energia proveniente de uma UPAC tenha origem de fonte renovável, a capacidade instalada nesta unidade não seja superior a 1 MW e a instalação de utilização se encontre ligada à RESP, o produtor pode celebrar com o CUR, um contrato de venda da eletricidade produzida e não consumida. Este contrato tem um prazo máximo de 10 anos que podem ser posteriormente renovados por períodos de 5 anos. Ao valor da energia elétrica fornecida à RESP pelo produtor é deduzido 10% para compensar custos com a injeção de energia, e é calculado de acordo com a equação (17):

$$R_{UPAC,m} = E_{fornecida,m} * OMIE_m * 0,9 \quad (17)$$

em que:

- $R_{UPAC,m}$  é a remuneração da eletricidade fornecida à RESP no mês ‘m’, em €;
- $E_{fornecida,m}$  é a energia fornecida no mês ‘m’, em kWh;
- $OMIE_m$  é o valor da média simples dos preços de fecho do Operador do Mercado Ibérico de Energia (OMIE) para Portugal (mercado diário), relativos ao mês ‘m’, em €/kWh;
- m é o mês a que se refere a contagem da eletricidade fornecida à RESP.

A energia elétrica ativa produzida por uma UPP e entregue à RESP é remunerada pela tarifa atribuída com base num modelo de licitação, no qual os concorrentes oferecem descontos à tarifa de referência, tarifa esta que é estabelecida mediante portaria pelo Governo responsável pela área da energia, até 15 de Dezembro de cada ano. Esta tarifa é aplicada por um período de 15 anos desde a data de início de fornecimento de energia elétrica à RESP, caducando no termo deste período, sendo que no final destes 15 anos a energia passa a ser remunerada no âmbito do regime geral da produção em regime especial.

O acesso ao regime remuneratório anteriormente descrito depende de registo, no qual o produtor opta por uma das seguintes três categorias:

- Categoria I: instalação de apenas uma UPP;
- Categoria II: na qual se insere o produtor que, para além da instalação de uma UPP, pretende instalar no local de consumo, tomada elétrica para o carregamento de veículos elétricos, ou seja proprietário ou locatário de um veículo elétrico;
- Categoria III: na qual se insere o produtor que, para além da instalação de uma UPP, pretende instalar no local de consumo, coletores solares térmicos com um mínimo de 2 m<sup>2</sup> de área útil de coletor ou de caldeira a biomassa com produção anual de energia térmica equivalente.

A tarifa de remuneração varia consoante o tipo de energia primária utilizada, sendo determinada mediante a aplicação de percentagens à tarifa de referência, a publicar em portaria do membro do Governo responsável pela área da energia, até 15 de Dezembro de cada ano.

Para o ano de 2015 e através do n.º 1 e 2 do artigo 2.º da Portaria n.º 15/2015 de 23 de Janeiro define-se que:

- “1 - A tarifa de referência aplicável em 2015, nos termos e para os efeitos previstos no artigo 31.º do Decreto – Lei n.º 153/2014, de 20 de Outubro, é de € 95/MWh.”;
- “2 - Ao valor estabelecido no número anterior acresce o montante de € 10/MWh e de € 5/MWh quando o produtor opte pelo enquadramento da respetiva unidade de pequena produção nas categorias II e III, referidas nas alíneas b) e c) do n.º 1 do artigo 30.º do Decreto -Lei n.º 153/2014, de 20 de Outubro, respetivamente.”.

A mesma Portaria através da alínea a) do n.º1 do artigo 3.º define que a percentagem a aplicar à tarifa de referência é 100% no caso de se utilizar a energia solar como energia primária. Ainda dentro do mesmo artigo mas no n.º2 é estabelecido que:

- “2 – A eletricidade vendida nos termos do número anterior é limitada a 2,6 MWh/ano, no caso das alíneas a) e d) do número anterior, e a 5 MWh/ano no caso das restantes alíneas, por cada quilowatt de potência instalada.”.

As UPAC com potência instalada superior a 1,5 kW e cuja instalação elétrica de utilização se encontre ligada à RESP, estão sujeitas ao pagamento de uma compensação mensal fixa, nos primeiros 10 anos após obtenção do certificado de exploração, calculada com base na equação (18):

$$C_{UPAC,m} = P_{UPAC} * V_{CIEG,t} * K_t \quad (18)$$

em que:

- $C_{UPAC,m}$  é a compensação paga no mês 'm' por cada kW de potência instalada, que permita recuperar uma parcela dos custos decorrentes de medidas de política energética, de sustentabilidade ou de interesse económico geral (CIEG) na tarifa de uso global do sistema, relativa ao regime de produção de eletricidade em autoconsumo;
- $P_{UPAC}$  é o valor da potência instalada da UPAC, constante no respetivo certificado de exploração;
- $V_{CIEG,t}$  é o valor que permite recuperar os CIEG da respetiva UPAC, medido em € por kW, apurado no ano 't';
- $K_t$  é o coeficiente de ponderação, entre 0 % e 50 %, a aplicar ao  $V_{CIEG,t}$  tendo em consideração a representatividade da potência total registada das UPAC no Sistema Elétrico Nacional, no ano 't';
- t é o ano de emissão do certificado de exploração da respetiva UPAC.

O valor do  $V_{CIEG,t}$  é calculado através da expressão presente no n.º 2 do artigo 25.º do DL n.º 153/2014.

O valor de  $K_t$  assume os seguintes valores:

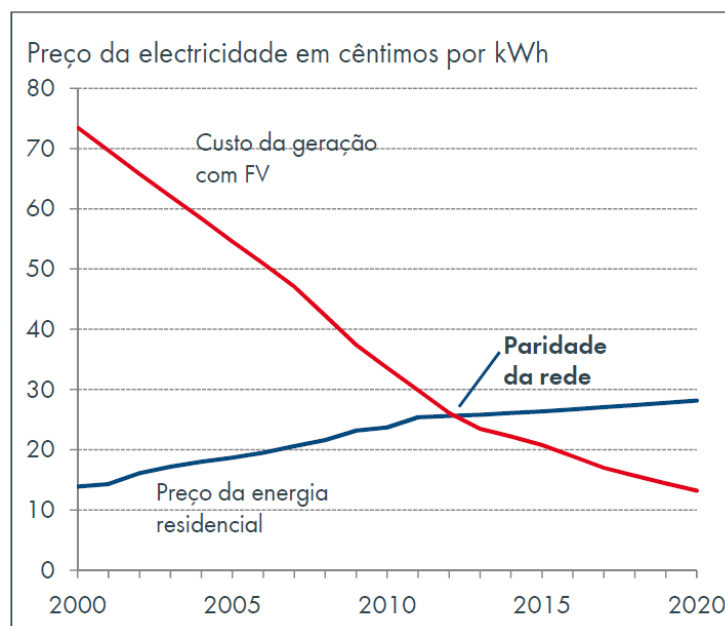
- $K_t = 50 \%$ , caso o total acumulado de potência instalada das UPAC, no âmbito do regime de autoconsumo, exceda 3 % do total da potência instalada de centro eletroprodutores do SEN;
- $K_t = 30 \%$ , caso o total acumulado de potência instalada de UPAC, se situe entre os 1 % e 3 % do total da potência instalada de centro eletroprodutores do SEN;
- $K_t = 0 \%$ , caso o total acumulado de potência instalada de UPAC, seja inferior a 1 % do total da potência instalada de centro eletroprodutores do SEN.

Uma vez que o presente trabalho de dimensionamento em autoconsumo para o ISEP é recente, e que por esta razão a potência total instalada em autoconsumo é inferior a 1%, assume-se que o valor de  $K_t$  é 0%. Por esta razão a UPAC que irá ser dimensionada nos próximos capítulos, não estará sujeita ao pagamento de uma compensação mensal fixa durante 10 anos.

## 4.2. CUSTO DOS SISTEMAS FOTOVOLTAICOS

Face aos preços extremamente elevados que se apresentavam como o grande desafio às novas tecnologias renováveis, diversos países, nomeadamente os estados membros da UE, deram início à adoção de incentivos financeiros apelativos (regime bonificado) para promover a penetração das FER. O sucesso destes incentivos induziu ao notável crescimento do mercado fotovoltaico nos últimos anos e, conseqüentemente, à chegada da paridade de rede.

A paridade de rede é considerada o auge das tecnologias renováveis, representando o ponto temporal em que os sistemas fotovoltaicos ligados à rede fornecem energia ao consumidor final ao mesmo preço que a energia oferecida pela rede elétrica. A Figura 35 é ilustrativa deste facto.



**Figura 35:** Paridade da rede em Portugal [14].

Uma vez alcançada a paridade de rede, o custo de produção de cada kWh passa a ser igual ao preço da eletricidade consumida da rede elétrica pelo produtor fotovoltaico. A partir deste ponto, os esquemas de autoconsumo passam a apresentar-se como uma alternativa viável e atrativa para os produtores que ficarão habilitados a autoconsumir a energia elétrica produzida pelos seus sistemas, em vez de a comprar à rede.

# 5. CARACTERIZAÇÃO DO LOCAL DE INSTALAÇÃO DO SISTEMA FOTOVOLTAICO

## 5.1. CARACTERIZAÇÃO DO LOCAL DE INSTALAÇÃO

O local escolhido para a implementação de uma central fotovoltaica em autoconsumo ou em pequena produção, foi o Instituto Superior de Engenharia do Porto. A Figura 36 ilustra os vários edifícios que constituem o ISEP, sendo que os que se apresentam identificados são aqueles onde é mais propícia a instalação do sistema fotovoltaico, principalmente devido às suas dimensões e ao local onde se situam.



**Figura 36:** Interface do *Google Maps* - Local de instalação do sistema fotovoltaico.

Ao analisar a Figura 36 conclui-se que os edifícios melhor adaptados para a instalação do sistema fotovoltaico são os edifícios B, G, H, I e J. Os edifícios A, C, D, E e F não são viáveis do ponto de vista técnico uma vez que existem bastantes obstáculos nos seus telhados e também devido ao facto de se situarem mais afastados do posto de transformação que está instalado no edifício I e que fornece energia ao ISEP, isto no caso de uma UPP. Assim sendo, a instalação ao ser feita nos edifícios B, G, H, I e J irá concentrar mais a produção junto do PT, fazendo com que haja menos perdas de energia e menos gastos com cablagem. Tal como mencionado anteriormente, e tratando-se de uma UPP, terá de ser instalado um novo PT para fazer a entrega da energia produzida pelo sistema fotovoltaico à RESP em média tensão.

Para se poder começar a planear um sistema fotovoltaico, tendo em vista o seu posterior dimensionamento, é fundamental conhecer bem o local da instalação. A escolha do local para implementação do sistema é, assim, o primeiro aspeto a ter em conta e, depois de escolhido o local da instalação, é necessário fazer o levantamento das suas características, nomeadamente:

- Área disponível para instalação dos módulos;
- Orientação e inclinação das estruturas disponíveis à colocação do sistema;

- Dados climáticos (radiação e temperatura média mensal);
- Posicionamento solar (altura e azimute);
- Envolvente dos edifícios (obstáculos suscetíveis de causar sombreamento).

Na Tabela 3 são apresentadas as principais características dos edifícios onde será instalado o sistema fotovoltaico, nomeadamente a área disponível em cada edifício bem como a sua orientação e inclinação.

**Tabela 3:** Características dos edifícios do ISEP.

<b>Edifício</b>	<b>Tipo de telhado</b>	<b>Comprimento (m)</b>	<b>Largura (m)</b>	<b>Área Total (m<sup>2</sup>)</b>	<b>Orientação</b>	<b>Inclinação</b>
<b>B</b>	Plano	36,45	17,90	652,50	Sul	0°
<b>G</b>	Inclinado	48,60	8,30	403,38	Sul	34°
<b>H</b>	Inclinado	54,00	9,50	513	Nascente e Poente	34°
<b>I</b>	Inclinado	51,00	8,30	423,30	Sul	34°
<b>J</b>	Inclinado	33,40	9,50	317,30	Nascente e Poente	34°

Os valores apresentados na Tabela 3, quer para o comprimento quer para a largura de cada edifício foram obtidos através das plantas em *AutoCAD*, do piso superior de cada edifício, fornecidas pelo gabinete de manutenção do ISEP e também com o auxílio da ferramenta *online Google Maps*. As áreas totais apresentadas tanto para o edifício H como para o edifício J, são áreas de uma só face do telhado, tendo ambas as faces áreas totais idênticas. Ambos os edifícios têm duas faces de telhado, uma virada a nascente e outra a poente (ver Figura 36). Para os edifícios G e I apenas será utilizada a face do telhado virada a sul. A área total disponível é de cerca 3140 m<sup>2</sup>, sendo esta área posteriormente diminuída devido ao facto da necessidade de distanciamento entre fileiras de modo a não provocar sombreamento entre os módulos. Uma vez que não foi possível obter a inclinação exata dos edifícios G, H, I e J, assumiu-se, para efeitos de dimensionamento, um ângulo de inclinação de 34°. Este valor corresponde ao ângulo de inclinação ótimo a que devem ser instalados os módulos fotovoltaicos no ISEP, sendo este valor obtido também *online*

através da aplicação PVGIS (*Photovoltaic Geographical Information System*). Na Figura 37 está representada a interface desta aplicação.

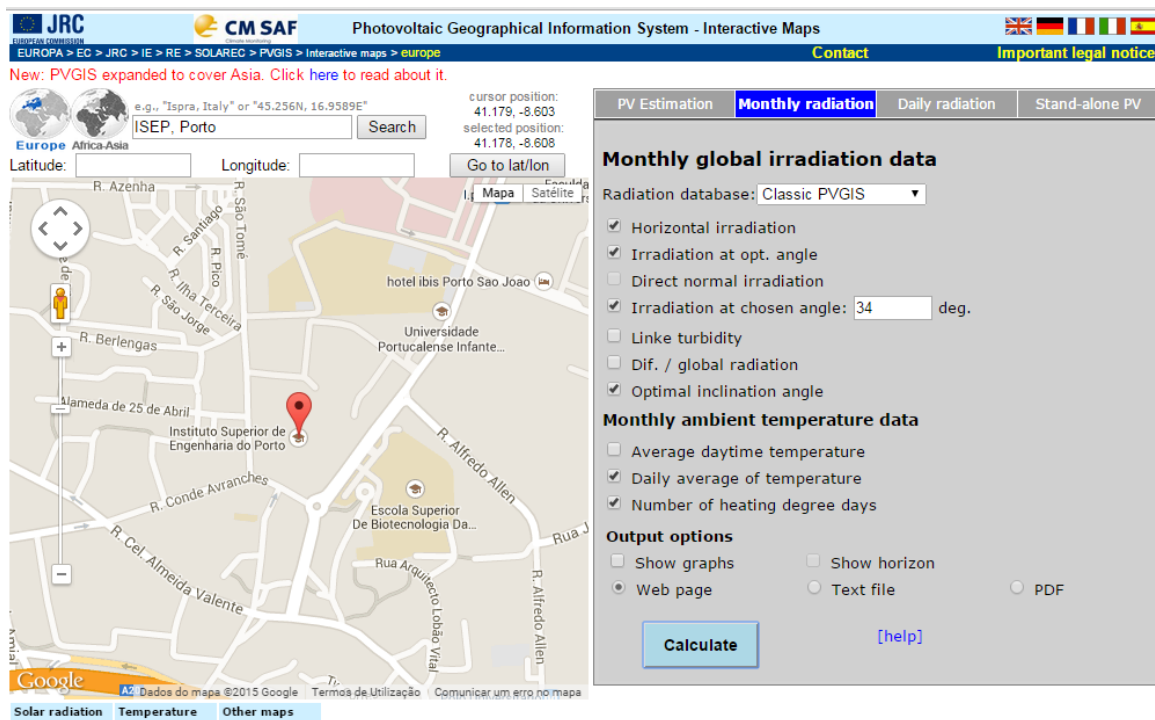


Figura 37: Interface da plataforma online PVGIS [17].

Com os valores de radiação e temperatura obtidos através desta aplicação, foi possível criar o gráfico da radiação diária média mensal (ver Figura 38), e o gráfico da temperatura ambiente média mensal (ver Figura 39), para o local da instalação. Os dados da radiação foram obtidos para superfícies fixas com inclinação de 34°.

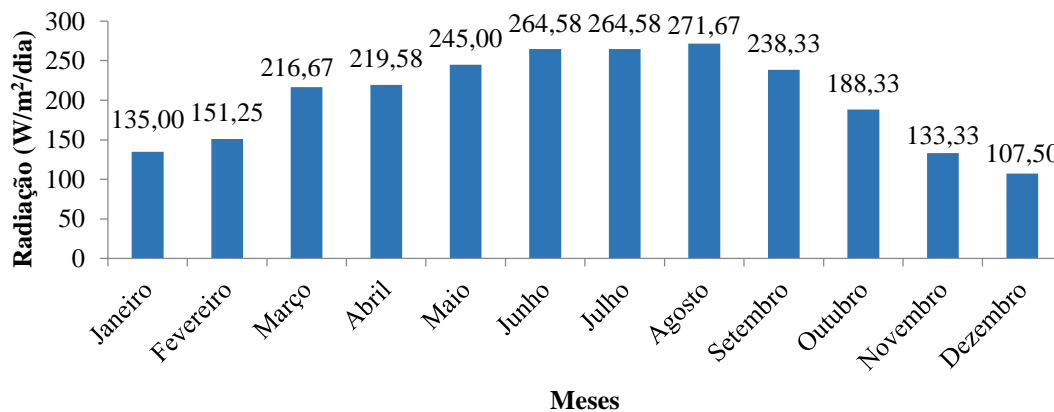
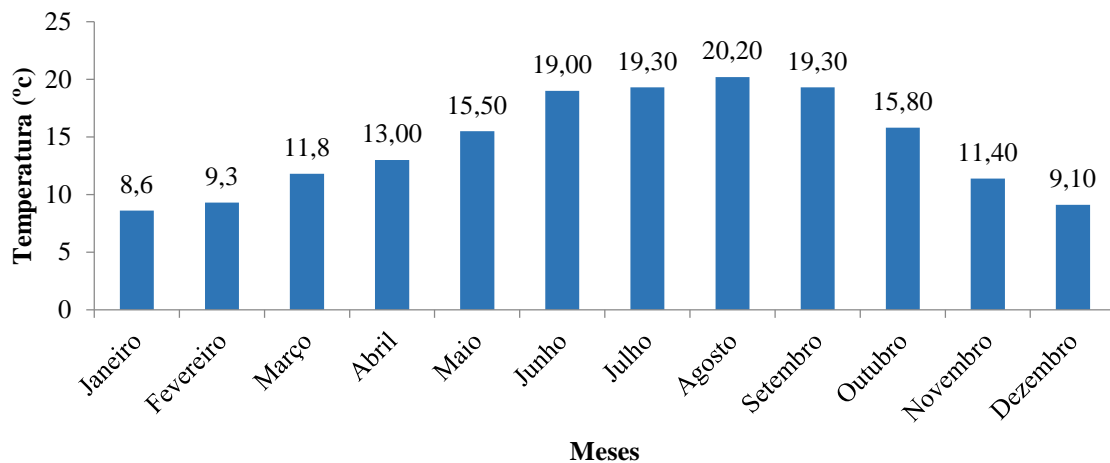


Figura 38: Radiação diária média mensal incidente em módulos com inclinação de 34° no ISEP.



**Figura 39:** Temperatura ambiente média mensal no ISEP.

A partir da análise das figuras 38 e 39 é possível concluir que o mês em teoria mais favorável à produção fotovoltaica no ISEP é o mês de agosto, pois apresenta os valores mais elevados de radiação incidente.

## 5.2. CONSUMOS E FATURAS ENERGÉTICAS

De forma a ter um dimensionamento correto de um sistema fotovoltaico, mais precisamente em autoconsumo, é de extrema importância analisar primeiramente as condições contratuais do abastecimento de energia elétrica (tarifa contratada, potência contratada, etc.) bem como os dados de consumo da instalação, fazendo a análise detalhada dos consumos diários, semanais e também ao fim de semana. A análise às faturas de energia elétrica é também um ponto importante para poder fazer a análise económica de um sistema fotovoltaico tanto em regime de autoconsumo como em pequena produção, a fim de se avaliar a poupança e a mais-valia que um sistema deste tipo pode providenciar ao ISEP.

Tendo em conta estas variáveis, o sistema deve ser dimensionado de forma a maximizar o retorno financeiro do sistema.

Sendo o ISEP abastecido em média tensão com contagem de energia em média tensão é importante saber qual o período horário que tem contratado. Na Tabela 4 é apresentado o tarifário atualmente existente no ISEP.

**Tabela 4:** Dados do tarifário atual do ISEP.

<b>Tipo de tarifário</b>	Ciclo Semanal Opcional com Feriados
<b>Potência Instalada do PT</b>	1830 kVA
<b>Potência Contratada</b>	650 kW

Tendo em conta o limite de potência de ligação descrito na Tabela 2, em que diz que a potência de ligação do sistema fotovoltaico deve ser igual ou inferior à potência contratada da instalação de consumo, pode-se concluir a partir daqui que o sistema fotovoltaico não poderá ultrapassar os 650 kW, para o caso de autoconsumo. Este valor de potência contratada, tal como se poderá verificar mais adiante, é o valor mais recente presente nos dados possuídos para faturação, sendo este considerado o atual.

Analisando o tipo de tarifário que o ISEP possui, é possível concluir que existem 4 períodos horários (vazio, super vazio, cheias e pontas), que variam consoante o dia da semana em questão e o período de hora legal de verão e inverno (ver Figura 40). A cada um dos 4 períodos está atribuída uma tarifa diferente de compra da energia (€/kWh) que também varia com a hora legal do ano. O ciclo semanal opcional com feriados distingue, para efeitos de faturação da energia, os dias da semana, segunda a sexta, dos dias de fim-de-semana, sábado e domingo e também os feriados nacionais, sendo estes últimos faturados segundo a tarifa atribuída no período de vazio da hora legal em questão. No dimensionamento em autoconsumo que irá ser feito mais adiante, irá ser feita somente a distinção entre dias da semana e dias de fim-de-semana, desprezando os dias de feriado. Também para efeitos de dimensionamento em autoconsumo irá ser considerado e assumido o seguinte:

- Hora legal de verão: abril a outubro;
- Hora legal de inverno: novembro a março.

A Figura 40 ilustra e comprova de forma geral os pontos anteriormente apresentados.

Ciclo semanal opcional para MAT, AT e MT em Portugal Continental			
Período de hora legal de Inverno		Período de hora legal de Verão	
De segunda-feira a sexta-feira		De segunda-feira a sexta-feira	
Ponta:	17.00/22.00 h	Ponta:	14.00/17.00 h
Cheias:	00.00/00.30 h 07.30/17.00 h 22.00/24.00 h	Cheias:	00.00/00.30 h 07.30/14.00 h 17.00/24.00 h
Vazio normal:	00.30/02.00 h 06.00/07.30 h	Vazio normal:	00.30/02.00 h 06.00/07.30 h
Super vazio:	02.00/06.00 h	Super vazio:	02.00/06.00 h
Sábado		Sábado	
Cheias:	10.30/12.30 h 17.30/22.30 h	Cheias:	10.00/13.30 h 19.30/23.00 h
Vazio normal:	00.00/03.00 h 07.00/10.30 h 12.30/17.30 h 22.30/24.00 h	Vazio normal:	00.00/03.30 h 07.30/10.00 h 13.30/19.30 h 23.00/24.00 h
Super vazio:	03.00/07.00 h	Super vazio:	03.30/07.30 h
Domingo		Domingo	
Vazio normal:	00.00/04.00 h 08.00/24.00 h	Vazio normal:	00.00/04.00 h 08.00/24.00 h
Super vazio:	04.00/08.00 h	Super vazio:	04.00/08.00 h

**Figura 40:** Ciclo semanal opcional para média tensão [18].

Da Figura 40 conclui-se que os 4 períodos, que são estabelecidos pela Entidade Reguladora dos Serviços Energéticos [ERSE], existem somente durante os dias da semana, sendo que ao fim de semana não existem horas de ponta, e no caso particular de domingo só existe período de vazio e super vazio.

Analisando somente o tarifário presente no ISEP (ver Figura 40), pode-se afirmar que os consumos energéticos certamente não irão ser semelhantes para os dias da semana e fim-de-semana, caso contrário o tarifário contratado pelo ISEP seria o ciclo diário onde não haveria distinção entre os vários dias de uma semana. Esta situação é explicada devido ao facto de grande parte dos consumos se verificarem durante a semana, período onde há maior concentração de trabalho no ISEP (aulas, bares, restaurantes, etc).

A Tabela 5 apresenta o número de horas totais por cada período horário conforme os 2 períodos de hora legal existentes, e que irão ser usados no dimensionamento em autoconsumo.

**Tabela 5:** Número de horas por período horário.

	Inverno			Verão		
	Segunda a Sexta	Sábado	Domingo	Segunda a Sexta	Sábado	Domingo
<b>Ponta</b>	5	0	0	3	0	0
<b>Cheias</b>	12	7	0	14	7	0
<b>Vazio</b>	3	13	20	3	13	20
<b>Super Vazio</b>	4	4	4	4	4	4

Como já referido anteriormente e como é possível verificar também pela Tabela 5 os 4 períodos horários só existem durante os dias da semana. A esta distribuição horária por período horário podem-se atribuir as seguintes percentagens presentes na Tabela 6:

**Tabela 6:** Percentagem por período horário.

	Semana	Sábado	Domingo
<b>Pontas</b>	100,00%	0%	0%
<b>Cheias</b>	83,33%	16,67%	0%
<b>Vazio</b>	71,43%	14,29%	14,29%
<b>Super Vazio</b>	71,43%	14,29%	14,29%

sendo estas obtidas como por exemplo:

- Cheias (Semana):  $5/6 = 0,7143 = 71,43\%$ .

Caso a opção final for uma UPP estes dados anteriormente apresentados pouco interferem no seu dimensionamento, uma vez que toda a energia produzida é injetada na RESP, utilizando-se apenas os valores da Tabela 5 para efeitos de faturação, como se poderá ver mais adiante. Tratando-se de uma UPAC o conhecimento dos consumos por cada um dos 4 períodos e respetivo custo monetário é de importância fundamental para o seu correto dimensionamento.

Para um ideal dimensionamento em autoconsumo o mais indicado seria ter acesso aos dados de consumo detalhados ao longo do ano, através de telecontagem, de cada edifício onde será instalado o sistema fotovoltaico. Nesta perspetiva a potência fotovoltaica a instalar em cada edifício seria a mais indicada tendo em conta o perfil de consumo de cada

um desses edifícios, mediante área de telhado disponível, minimizando custos com cablagem e eventuais excedentes de produção.

Não tendo o ISEP dados de telecontagem, o sistema fotovoltaico em autoconsumo será dimensionado tendo por base os consumos totais, por período horário, verificados desde janeiro de 2012 a fevereiro de 2014, que se apresentam na Tabela 7.

De referir que os valores a seguir apresentados, foram fornecidos pelo gabinete de manutenção do ISEP.

**Tabela 7:** Consumos do ISEP por período horário em kWh.

	<b>Super Vazio</b>	<b>Vazio</b>	<b>Ponta</b>	<b>Cheias</b>	<b>Total</b>
<b>Janeiro 2012</b>	25.382,00	48.014,00	53.842,00	136.580,00	263.818,00
<b>Fevereiro 2012</b>	24.532,00	45.190,00	52.636,00	133.722,00	256.080,00
<b>Março 2012</b>	20.350,00	38.897,00	44.052,00	108.468,00	211.767,00
<b>Abril 2012</b>	17.642,00	34.103,00	41.361,00	100.397,00	193.503,00
<b>Mai 2012</b>	17.489,00	34.090,00	41.039,00	100.422,00	193.040,00
<b>Junho 2012</b>	18.567,00	37.135,00	44.202,00	110.293,00	210.197,00
<b>Julho 2012</b>	18.804,00	36.169,00	39.226,00	100.945,00	195.144,00
<b>Agosto 2012</b>	17.055,00	29.546,00	25.297,00	65.482,00	137.380,00
<b>Setembro 2012</b>	18.820,00	34.966,00	40.276,00	103.572,00	197.634,00
<b>Outubro 2012</b>	13.348,00	27.154,00	33.464,00	83.626,00	157.592,00
<b>Novembro 2012</b>	24.896,00	49.403,00	58.222,00	145.871,00	278.392,00
<b>Dezembro 2012</b>	19.788,00	37.934,00	53.061,00	114.912,00	225.695,00
<b>Janeiro 2013</b>	20.980,00	38.925,00	48.882,00	113.244,00	222.031,00
<b>Fevereiro 2013</b>	21.008,00	38.218,00	50.696,00	114.071,00	223.993,00
<b>Março 2013</b>	18.292,00	31.748,00	51.165,00	112.372,00	213.577,00
<b>Abril 2013</b>	19.776,00	37.248,00	31.255,00	120.649,00	208.928,00
<b>Mai 2013</b>	18.710,00	37.897,00	25.275,00	105.977,00	187.859,00
<b>Junho 2013</b>	20.832,00	37.691,00	31.126,00	128.380,00	218.029,00
<b>Julho 2013</b>	21.389,00	36.694,00	31.914,00	131.798,00	221.795,00
<b>Agosto 2013</b>	17.189,00	34.184,00	16.126,00	68.175,00	135.674,00
<b>Setembro 2013</b>	19.693,00	33.914,00	27.751,00	114.367,00	195.725,00
<b>Outubro 2013</b>	18.634,00	33.430,00	31.947,00	131.716,00	215.727,00
<b>Novembro 2013</b>	19.976,00	36.626,00	54.186,00	120.444,00	231.232,00
<b>Dezembro 2013</b>	20.048,00	37.186,00	50.879,00	114.021,00	222.134,00
<b>Janeiro 2014</b>	20.856,00	43.028,00	45.181,00	104.287,00	213.352,00
<b>Fevereiro 2014</b>	20.180,00	33.711,00	52.278,00	117.762,00	223.931,00

A partir da Tabela 7 é possível verificar que o período de cheias é aquele onde se verifica o maior consumo de energia, representando cerca de 50% dos consumos totais do ISEP. Por outro lado, o período de super vazio é aquele onde os consumos são mais baixos, principalmente por coincidirem com o período noturno.

No ano de 2012 verificou-se um consumo total de 2.520,242 MWh, e no ano de 2013 um consumo total de 2.496,704 MWh, o que correspondeu a um decréscimo de consumo de 23,54 MWh (0,93%) relativamente ao ano anterior.

Já em relação ao ano de 2014 e tendo-se somente dados de janeiro e fevereiro nota-se também um decréscimo no consumo face aos 2 meses homólogos dos 2 anos anteriores.

Não se tendo os consumos para os restantes meses de 2014, os valores de consumo que irão ser considerados para efeitos de dimensionamento, são os respeitantes aos anos de 2012 e 2013. Os consumos mensais e totais que irão ser usados no dimensionamento fotovoltaico, são obtidos através da média mensal de cada um destes anos, como ilustra a Tabela 8.

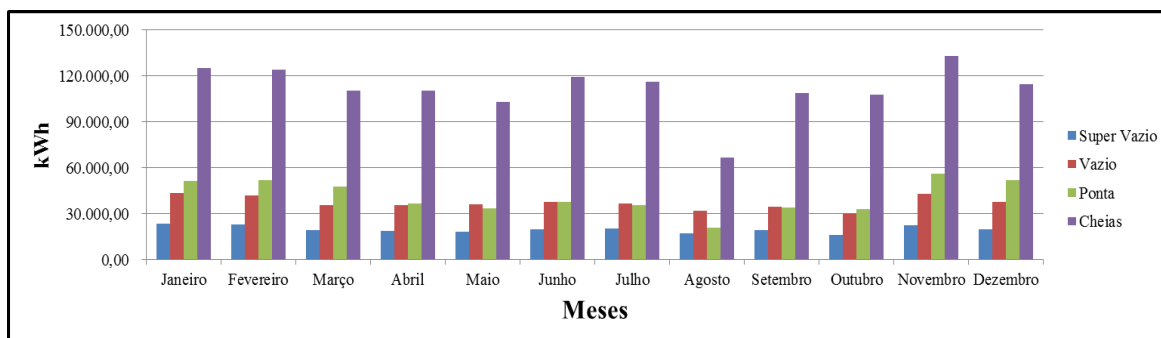
**Tabela 8:** Média de consumos de 2012 e 2013 em kWh.

<b>Mês</b>	<b>Super Vazio</b>	<b>Vazio</b>	<b>Ponta</b>	<b>Cheias</b>	<b>Total</b>
<b>Janeiro</b>	23.181,00	43.469,50	51.362,00	124.912,00	242.924,50
<b>Fevereiro</b>	22.770,00	41.704,00	51.666,00	123.896,50	240.036,50
<b>Março</b>	19.321,00	35.322,50	47.608,50	110.420,00	212.672,00
<b>Abril</b>	18.709,00	35.675,50	36.308,00	110.523,00	201.215,50
<b>Mai</b>	18.099,50	35.993,50	33.157,00	103.199,50	190.449,50
<b>Junho</b>	19.699,50	37.413,00	37.664,00	119.336,50	214.113,00
<b>Julho</b>	20.096,50	36.431,50	35.570,00	116.371,50	208.469,50
<b>Agosto</b>	17.122,00	31.865,00	20.711,50	66.828,50	136.527,00
<b>Setembro</b>	19.256,50	34.440,00	34.013,50	108.969,50	196.679,50
<b>Outubro</b>	15.991,00	30.292,00	32.705,50	107.671,00	186.659,50
<b>Novembro</b>	22.436,00	43.014,50	56.204,00	133.157,50	254.812,00
<b>Dezembro</b>	19.918,00	37.560,00	51.970,00	114.466,50	223.914,50
<b>Total anual</b>	236.600,00	443.181,00	488.940,00	1.339.752,00	2.508.473,00

Analisando os dados de consumo de energia da Tabela 8, conclui-se que os meses de inverno de novembro a fevereiro são aqueles onde se verifica um maior consumo de energia, sendo estes meses teoricamente os mais desfavoráveis à produção fotovoltaica. Em sentido inverso tem-se o mês de agosto como aquele onde os consumos são mais reduzidos, sobretudo devido ao facto de se tratar de um período de férias escolares. Ora

sendo agosto o mês no qual teoricamente se irá ter uma maior produção fotovoltaica, será importante analisar bem os seus dados de consumo assim como potência tomada, que irão ser parâmetros importantes na definição da potência fotovoltaica a instalar.

O gráfico da Figura 41 ilustra os consumos energéticos mensais apresentados na Tabela 8, pelos 4 períodos horários.



**Figura 41:** Consumos energéticos mensais do ISEP.

Para período homólogo de janeiro de 2012 a fevereiro de 2014, e para efeitos de faturação e dimensionamento, será também importante saber qual a potência contratada e tomada mensalmente, sobretudo para o mês de agosto. A potência contratada é definida como a máxima potência média registada em qualquer intervalo de 15 minutos (potência tomada) ao longo dos últimos 12 meses, sendo que o custo unitário do kW de potência contratada depende da opção tarifária escolhida.

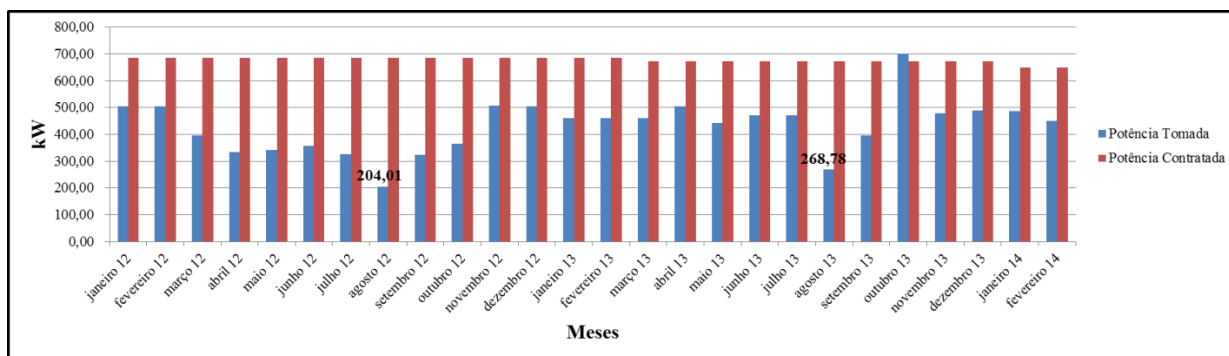
A potência contratada é uma das variáveis de faturação, pelo que se a potência tomada ultrapassar a contratada, o correspondente custo irá manifestar-se ao longo de 12 meses. O valor da potência tomada deve ser controlado através de um sistema de controlo de ponta. A conveniente regulação do sistema permitirá reduzir a potência contratada. Após a instalação de um sistema de controlo de ponta, pode ser requerida ao fornecedor de energia a atualização da potência contratada, manifestando-se a correspondente redução de custos a partir da fatura do mês seguinte.

A Tabela 9 apresenta os valores de potência contratada e potência tomada no ISEP.

**Tabela 9:** Potência contratada e tomada do ISEP.

	<b>Potência Contratada (kVA)</b>	<b>Potência Tomada (kW)</b>
<b>Janeiro 2012</b>	-----	-----
<b>Fevereiro 2012</b>	687,00	505,34
<b>Março 2012</b>	687,00	395,90
<b>Abril 2012</b>	687,00	333,56
<b>Mai 2012</b>	687,00	341,99
<b>Junho 2012</b>	687,00	356,47
<b>Julho 2012</b>	687,00	326,88
<b>Agosto 2012</b>	687,00	204,01
<b>Setembro 2012</b>	687,00	324,81
<b>Outubro 2012</b>	687,00	363,74
<b>Novembro 2012</b>	687,00	506,28
<b>Dezembro 2012</b>	687,00	505,34
<b>Janeiro 2013</b>	687,00	460,87
<b>Fevereiro 2013</b>	687,00	460,87
<b>Março 2013</b>	673,00	459,89
<b>Abril 2013</b>	673,00	504,11
<b>Mai 2013</b>	673,00	443,42
<b>Junho 2013</b>	673,00	471,61
<b>Julho 2013</b>	673,00	471,61
<b>Agosto 2013</b>	673,00	268,78
<b>Setembro 2013</b>	673,00	397,26
<b>Outubro 2013</b>	673,00	700,76
<b>Novembro 2013</b>	673,00	479,46
<b>Dezembro 2013</b>	673,00	489,37
<b>Janeiro 2014</b>	650,00	485,82
<b>Fevereiro 2014</b>	650,00	449,91

A partir da Tabela 9 é possível verificar uma diminuição da potência contratada, sendo que o valor de 650 kVA é considerado o atualmente contratado. Naturalmente que os valores de potência tomada mensais seguem a tendência dos consumos, sendo o mês de agosto que registra o valor mais baixo. Por esta razão, a potência do sistema fotovoltaico será dimensionada tendo por base a potência tomada no mês de agosto, mediante área útil de telhados disponível. O gráfico da Figura 42 ilustra a evolução das potências contratada e tomada.



**Figura 42:** Evolução das potências contratada e tomada no ISEP.

Como se pode verificar pela Tabela 9 e pela Figura 42, a potência a instalar no ISEP seria no máximo 650 kW para autoconsumo e 250 kW para pequena produção. Como a potência tomada no mês de Agosto apresenta valores médios a rondar os 240 kW, o sistema fotovoltaico será dimensionado para uma potência a rondar este valor.

Como referido anteriormente a análise às faturas do consumo de energia elétrica é também um ponto importante para se poder analisar a viabilidade da implementação de um sistema fotovoltaico. No caso de uma UPP o conhecimento do valor total da fatura é o parâmetro mais importante da análise, mas tratando-se de uma UPAC é também indispensável saber a tarifa de energia a pagar por cada período horário.

Aos fornecimentos de energia elétrica em média tensão são aplicadas as tarifas de referência de venda a clientes finais estabelecidas pela ERSE nos termos do regulamento tarifário. As tarifas aplicáveis são compostas pelos preços relativos a:

- Termo tarifário fixo;
- Potência contratada;
- Potência em horas de ponta;
- Energia ativa (ponta, cheias, vazio e super vazio);
- Energia reativa.

A análise das faturas elétricas serve essencialmente para verificar se a opção tarifária do consumidor é a melhor, para analisar a distribuição dos consumos por horas de ponta, cheias, vazio e super vazio, se existe pagamento de energia reativa ou não e a evolução da potência em horas de ponta e da potência contratada.

O termo tarifário fixo corresponde aos gastos contratuais em leitura, faturação e cobrança. A potência em horas de ponta é definida como o quociente entre a energia total consumida em horas de ponta e o número total de horas de ponta do mês a que a fatura reporta. O

custo da potência média em horas de ponta deve ser acrescentado ao custo de energia ativa em horas de ponta, o que representará um acréscimo de cerca de 65% no custo do kWh em horas de ponta. O custo efetivo do kWh em horas de ponta ao fim de um mês pode ser determinado através do quociente entre: (Custo total de energia em horas de ponta + Custo da potência média em horas de ponta) / (Energia consumida em horas de ponta).

Não sendo possível, por parte da direção do ISEP, a disponibilização das faturas energéticas, apresenta-se na Figura 43 uma estimativa das mesmas tendo por base os consumos de energia ativa apresentados na Tabela 7 e as tarifas de referência publicadas pela ERSE, para os anos de 2012, 2013 e 2014 (Ver Anexo A). A parcela do custo mensal correspondente à energia reativa irá ser desprezada para efeitos de faturação.

	Super Vazio	Vazio	Ponta	Cheias	Termo Tarifário Fixo	Potência Horas de Ponta	Potência Contratada	Total Mensal s/IVA	Custo da Energia s/IVA (€/kWh)	Custo da Energia em Horas de Ponta (€/kWh)
janeiro 12	1.373,17 €	2.780,01 €	6.412,58 €	12.442,44 €	48,85 €	4.439,81 €	975,40 €	28.472,26 €	0,1079 €	0,2016 €
fevereiro 12	1.327,18 €	2.616,50 €	6.268,95 €	12.182,07 €	44,13 €	4.340,36 €	881,01 €	27.660,20 €	0,1080 €	0,2016 €
março 12	1.100,94 €	2.252,14 €	5.246,59 €	9.881,43 €	48,85 €	3.632,53 €	975,40 €	23.137,88 €	0,1093 €	0,2016 €
abril 12	987,95 €	2.053,00 €	5.083,27 €	9.407,20 €	47,28 €	5.684,38 €	943,94 €	24.207,01 €	0,1251 €	0,2603 €
maio 12	979,38 €	2.052,22 €	5.043,69 €	9.409,54 €	48,85 €	5.640,13 €	975,40 €	24.149,22 €	0,1251 €	0,2603 €
junho 12	1.039,75 €	2.235,53 €	5.432,43 €	10.334,45 €	47,28 €	6.074,83 €	943,94 €	26.108,20 €	0,1242 €	0,2603 €
julho 12	1.053,02 €	2.177,37 €	4.820,88 €	9.458,55 €	48,85 €	5.390,96 €	975,40 €	23.925,04 €	0,1226 €	0,2603 €
agosto 12	955,08 €	1.778,67 €	3.109,00 €	6.135,66 €	48,85 €	3.476,65 €	975,40 €	16.479,32 €	0,1200 €	0,2603 €
setembro 12	1.053,92 €	2.104,95 €	4.949,92 €	9.704,70 €	47,28 €	5.535,26 €	943,94 €	24.339,97 €	0,1232 €	0,2603 €
outubro 12	722,13 €	1.572,22 €	3.985,56 €	7.618,33 €	48,85 €	4.599,07 €	975,40 €	19.521,56 €	0,1239 €	0,2565 €
novembro 12	1.346,87 €	2.860,43 €	6.934,24 €	13.288,85 €	47,28 €	4.800,99 €	943,94 €	30.222,60 €	0,1086 €	0,2016 €
dezembro 12	1.070,53 €	2.196,38 €	6.319,57 €	10.468,48 €	48,85 €	4.375,41 €	975,40 €	25.454,62 €	0,1128 €	0,2016 €
janeiro 13	1.229,43 €	2.506,77 €	6.120,03 €	10.973,34 €	48,10 €	4.180,00 €	1.013,74 €	26.071,41 €	0,1174 €	0,2107 €
fevereiro 13	1.231,07 €	2.461,24 €	6.347,14 €	11.053,48 €	43,45 €	4.335,12 €	915,63 €	26.387,12 €	0,1178 €	0,2107 €
março 13	1.071,91 €	2.044,57 €	6.405,86 €	10.888,85 €	48,10 €	4.375,22 €	993,08 €	25.827,59 €	0,1209 €	0,2107 €
abril 13	1.234,02 €	2.491,89 €	4.019,39 €	12.004,58 €	46,55 €	4.454,46 €	961,04 €	25.211,94 €	0,1207 €	0,2711 €
maio 13	1.167,50 €	2.535,31 €	3.250,37 €	10.544,71 €	48,10 €	3.602,19 €	993,08 €	22.141,26 €	0,1179 €	0,2711 €
junho 13	1.299,92 €	2.521,53 €	4.002,80 €	12.773,81 €	46,55 €	4.436,08 €	961,04 €	26.041,73 €	0,1194 €	0,2711 €
julho 13	1.334,67 €	2.454,83 €	4.104,14 €	13.113,90 €	48,10 €	4.548,38 €	993,08 €	26.597,11 €	0,1199 €	0,2711 €
agosto 13	1.072,59 €	2.286,91 €	2.073,80 €	6.783,41 €	48,10 €	2.298,28 €	993,08 €	15.556,18 €	0,1147 €	0,2711 €
setembro 13	1.228,84 €	2.268,85 €	3.568,78 €	11.379,52 €	46,55 €	3.955,07 €	961,04 €	23.408,65 €	0,1196 €	0,2711 €
outubro 13	1.091,95 €	2.152,89 €	3.999,76 €	12.763,28 €	48,10 €	4.553,09 €	993,08 €	25.602,16 €	0,1187 €	0,2677 €
novembro 13	1.170,59 €	2.358,71 €	6.784,09 €	11.671,02 €	46,55 €	4.633,55 €	961,04 €	27.625,57 €	0,1195 €	0,2107 €
dezembro 13	1.174,81 €	2.394,78 €	6.370,05 €	11.048,63 €	48,10 €	4.350,77 €	993,08 €	26.380,22 €	0,1188 €	0,2107 €
janeiro 14	1.259,70 €	3.046,38 €	5.814,79 €	10.470,41 €	46,05 €	3.991,29 €	973,25 €	25.601,88 €	0,1200 €	0,2170 €
fevereiro 14	1.218,87 €	2.386,74 €	6.728,18 €	11.823,30 €	41,60 €	4.618,24 €	879,06 €	27.695,99 €	0,1237 €	0,2170 €

**Figura 43:** Estimativa das faturas energéticas do ISEP.

No anexo A pode-se ver a existência de 4 períodos, onde os preços da energia ativa diferem. Os períodos I e IV correspondem à hora legal de inverno (novembro a março) assumida nesta dissertação enquanto que os períodos II e III correspondem à hora legal de verão (abril a outubro). As tarifas usadas na Figura 43 correspondem à tarifa de longas utilizações. Para a determinação das parcelas correspondentes aos encargos de potência (contratada e potência horas de ponta) e ao termo tarifário fixo foram usados os valores de custo diário, conforme número total de dias por mês.

Para o cálculo da parcela de potência horas de ponta foi usada a metodologia do exemplo seguinte:

- Janeiro 2012:  $(53.842,00 / (0,7143 * 5)) * 0,2945 = 4.439,81\text{€}$ .

onde:

- 53.842,00 corresponde ao consumo de energia ativa em horas de ponta em kWh;
- 0,7143 corresponde ao facto de o período de ponta só existir em dias da semana;
- 5 corresponde ao nº de horas de ponta diárias;
- 0,2945 corresponde à tarifa de horas de ponta em €/kW.dia.

Para a determinação do custo da energia em horas de ponta foi usada a metodologia descrita anteriormente e o que o exemplo seguinte comprova:

- Janeiro 2012:  $(6.412,58 + 4.439,81) / 53.842,00 = 0,2016 \text{ €/kWh}$ .

onde:

- 6.412,58 corresponde ao custo total de energia em horas de ponta em €;
- 4.439,81 corresponde ao custo da potência horas de ponta em €;
- 53.842,00 corresponde ao consumo de energia ativa em horas de ponta em kWh.

Assim sendo e analisando a Figura 43 verificou-se em 2012 uma despesa total de 293.677,89 € em faturas energéticas o que correspondeu a uma tarifa média de 0,1165 €/kWh. Apesar de ter havido uma diminuição de consumos em 2013, os gastos com energia aumentaram para 296.850,94 €, correspondendo a uma tarifa média de 0,1189 €/kW, perfazendo um aumento de 2,03 % no preço da energia relativamente ao ano de 2012. A média da tarifa de compra de energia para estes 2 anos situou-se nos 0,1177 €/kWh.

Na Tabela 10 apresenta-se a média das faturas energéticas mensais de 2012 e 2013.

**Tabela 10:** Faturas médias mensais do ISEP.

<b>Janeiro</b>	27.271,83 €
<b>Fevereiro</b>	27.023,66 €
<b>Março</b>	24.482,74 €
<b>Abril</b>	24.709,48 €
<b>Mai</b>	23.145,24 €
<b>Junho</b>	26.074,97 €
<b>Julho</b>	25.261,07 €
<b>Agosto</b>	16.017,75 €
<b>Setembro</b>	23.874,31 €
<b>Outubro</b>	22.561,86 €
<b>Novembro</b>	28.924,08 €
<b>Dezembro</b>	25.917,42 €
<b>Total</b>	295.264,41 €

O mês de agosto, por ser aquele com menos consumos, apresenta-se como o mês onde a fatura energética é mais baixa. Em sentido oposto o mês de novembro é o que apresenta mais despesa monetária. A média anual entre 2012 e 2013 com gastos de energia situou-se nos 295.264,41 €.

# 6. DIMENSIONAMENTO DE UM SISTEMA FOTOVOLTAICO PARA O ISEP

## 6.1. SIMULAÇÃO EM PVSYS

O *PVsys* é um *software* desenvolvido pelo grupo para a Energia do Instituto de Ciências e Ambiente da Universidade de Genebra, que possibilita simular diferentes tipos de projetos, nomeadamente sistemas ligados à rede, isolados, dedicados à bombagem de água e ligados a uma rede de distribuição em corrente contínua (DC). Inclui uma base de dados com informação meteorológica horária e permite especificar determinadas condições

particulares, designadamente a orientação dos módulos e a existência de sombreamentos. Quanto aos equipamentos, o programa inclui uma base de dados de painéis fotovoltaicos, baterias, inversores e reguladores, sendo possível alterar as características destes, caso se considere necessário.

O *PVsyst* é uma ferramenta bastante usada no dimensionamento de sistemas fotovoltaicos, dado possuir uma boa interação com o utilizador e uma base de dados extremamente completa.

A versão 6.32 desta ferramenta foi usada para simular a produção fotovoltaica de uma instalação para o ISEP, tendo por base a área disponível de cada um dos edifícios assim como a limitação de potência a instalar e da energia produzida face ao consumo.

O uso deste *software* justifica-se para simular a produção mensal e anual da instalação fotovoltaica, sendo que tanto a configuração física do sistema bem como os equipamentos usados (módulos, inversores, etc) não são os aspetos mais importantes para o âmbito desta dissertação, que pretende avaliar a viabilidade dos regimes de exploração em autoconsumo e pequena produção.

No entanto e para se obter um sistema fotovoltaico o mais aproximado possível das características do ISEP, irão ser considerados alguns aspetos já mencionados anteriormente.

Para o caso dos edifícios G e I, tendo-se assumido, para estes telhados, um ângulo de inclinação de 34° e estando os mesmos inclinados a sul, e com dimensões praticamente idênticas, pode-se dizer que a área de telhado de cada um irá ser praticamente toda usada para o dimensionamento, sem ter de considerar espaçamento entre fileiras de módulos, deixando somente alguma área sobrando para questões de afastamento entre módulos e posterior manutenção dos mesmos.

Para os restantes edifícios (B, H e J) o dimensionamento terá de ter em conta o espaçamento entre fileiras de modo a não haver sombreamento, uma vez que o *PVsyst* no seu dimensionamento só engloba a área correspondente aos módulos fotovoltaicos. Os edifícios H e J têm cada uma duas faces de telhado iguais, viradas a poente e nascente. Neste caso, como o dimensionamento convém ser feito com os módulos virados a sul, também existe a necessidade de considerar o afastamento entre fileiras. Como se pode verificar pela Figura 36 e também localmente no ISEP, o edifício J sofre sombreamento por parte do edifício I. Devido ao facto da altura do sol no inverno ser inferior à de verão o sistema fotovoltaico terá de ser dimensionado para esta altura do ano, mais precisamente

para o dia 21 de dezembro que é quando ocorre o solstício de inverno, dia em que o sol e encontra mais baixo. Para efeitos de dimensionamento o comprimento total do telhado do edifício J irá ser reduzido em cerca de 5 m, ficando assim com 28,40 m o que perfaz uma área total de 269,80 m<sup>2</sup>.

### **6.1.1. DISTÂNCIA ENTRE FILEIRAS**

Um aspeto muito importante a ter em conta no dimensionamento de qualquer sistema fotovoltaico é a distância entre fileiras. Estas devem ficar afastadas entre si o suficiente para não se sombrearem.

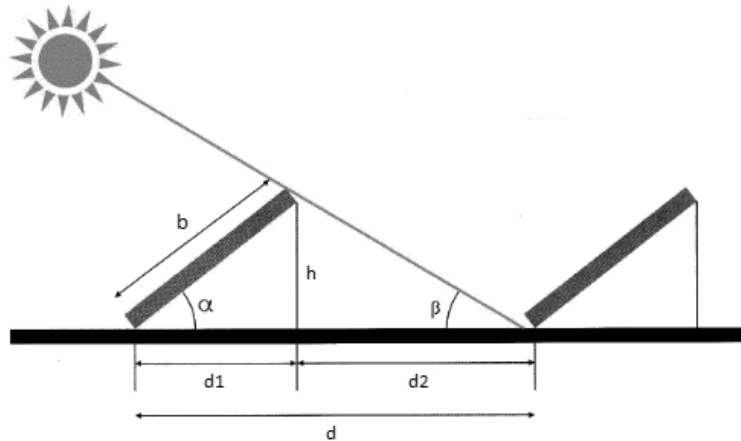
É possível definir à partida um fator de utilização do espaço disponível que vai variar entre 0 e 1 (ou entre 0 e 100%). Quanto menor for o ângulo de inclinação maior será a taxa de utilização do espaço. Para ângulos entre 20 e 50° o fator de utilização situa-se normalmente entre 35 e 50% [11]. O fator de utilização do espaço é bastante intuitivo e calcula-se pela equação (19):

$$F = \frac{b}{d} \quad (19)$$

onde:

- b é o comprimento do módulo fotovoltaico;
- d é a distância entre fileiras.

A Figura 44 representa o esquema de determinação da distância mínima entre fileiras, de modo a evitar o sombreamento entre elas.



**Figura 44:** Esquema representativo da distância entre fileiras [11].

onde:

- o ângulo  $\beta$  corresponde à altura mínima do sol;
- o ângulo  $\alpha$  corresponde à inclinação dos módulos fotovoltaicos;
- $d$  corresponde à distância entre fileiras.

Assim, a partir da Figura 44 é possível deduzir a equação que permite calcular a distância mínima entre fileiras de modo a obter um rendimento ótimo do sistema [11]:

$$d = b * \left( \cos \alpha + \frac{\sin \alpha}{\tan \beta} \right) \quad (20)$$

Para o cálculo de  $\beta$  é usada a seguinte expressão:

$$\beta = 90 - \varphi + \delta \quad (21)$$

onde:

- $\varphi$  é a latitude do local que assume o valor de 41,1 para o caso do ISEP;
- $\delta$  é o ângulo de declinação solar que assume o valor de  $-23,45^\circ$  no solstício de Inverno.

O módulo fotovoltaico usado no âmbito desta dissertação foi um módulo policristalino de 245 Wp de potência, modelo M 245P do fabricante *MPrime Solar Solutions, S.A* (ver no

Anexo B a ficha técnica do módulo). Através do Anexo B verifica-se que o módulo em questão tem 1,639 m de comprimento e 0,982 m de largura. Da Figura 44 sabe-se que  $b$  tem um valor de 1,639 m,  $\alpha$  um valor de  $34^\circ$  (inclinação ótima para o ISEP) e obtém-se um valor para  $\beta$  de  $25,45^\circ$ .

Assim sendo e tendo em conta a equação (20), o sistema fotovoltaico terá de ser dimensionado com um espaçamento entre fileiras de 3,28 m. No que diz respeito ao fator de utilização de espaço, e usando a equação (19) obtém-se um valor de  $F$  de 49,9%.

Conclui-se assim, que as áreas totais disponíveis dos edifícios B, H e J serão reduzidas para metade em virtude da necessidade de espaçamento entre fileiras. A Tabela 11 ilustra a área total final disponível para a instalação dos módulos fotovoltaicos, sendo que neste caso as áreas apresentadas para os edifícios H e J são o total do conjunto das duas faces de telhado existentes.

**Tabela 11:** Área total disponível.

<b>Edifício</b>	<b>Tipo de telhado</b>	<b>Área Total (m<sup>2</sup>)</b>	<b>Orientação</b>	<b>Inclinação</b>
<b>B</b>	Plano	325,60	Sul	$0^\circ$
<b>G</b>	Inclinado	403,38	Sul	$34^\circ$
<b>H</b>	Inclinado	511,97	Nascente e Poente	$34^\circ$
<b>I</b>	Inclinado	423,30	Sul	$34^\circ$
<b>J</b>	Inclinado	269,26	Nascente e Poente	$34^\circ$

Em *PVsys* o dimensionamento foi realizado para cada edifício e tendo em conta a área disponível de cada um. Para os edifícios H e J para cada face de telhado optou-se por fazer um dimensionamento em separado, sendo que ambas as faces de cada telhado têm características iguais. Para o dimensionamento em causa optou-se por usar apenas um tipo de inversor, modelo *Powador 18.0 TL3* do fabricante *KACO New Energy* de 15 kW de potência nominal (ver no Anexo C a ficha técnica do inversor).

Do dimensionamento realizado em *PVsys* (ver Anexo D) apresentam-se os principais resultados na Tabela 12.

**Tabela 12:** Síntese do dimensionamento em PVsyst.

<b>Edifício</b>	<b>Total de Módulos</b>	<b>Total de Inversores</b>	<b>Potência Instalada (kWp)</b>	<b>Potência Nominal (kW)</b>	<b>Área Disponível (m<sup>2</sup>)</b>	<b>Área Utilizada (m<sup>2</sup>)</b>	<b>Área Sobrante (m<sup>2</sup>)</b>
<b>B</b>	187	3	45,80	45	325,6	300,88	24,72
<b>G</b>	187	3	45,80	45	403,38	300,88	102,50
<b>H telhado poente</b>	136	2	33,30	30	255,99	218,82	37,16
<b>H telhado poente</b>	136	2	33,30	30	255,99	218,82	37,16
<b>I</b>	187	3	45,80	45	423,3	300,88	122,42
<b>J telhado nascente</b>	68	1	16,66	15	134,63	109,41	25,22
<b>J telhado nascente</b>	68	1	16,66	15	134,63	109,41	25,22
<b>Total</b>	969	15	237,32	225	1933,51	1559,12	374,389

Da Tabela 12 é possível verificar uma potência instalada de 237,32 kWp, correspondendo a uma potência nominal ou de ligação de 225 kW. Como se pode verificar, ainda restou alguma área para efeitos de manutenção e segurança, e também pelo facto da potência instalada com a área utilizada ser aproximadamente igual àquela definida anteriormente para o mês de agosto, tendo em conta os valores de potência tomada para este mês. Também a partir do Anexo D é possível verificar a energia produzida pelo sistema fotovoltaico dimensionado para o ISEP, tal como mostra a Tabela 13.

**Tabela 13:** Energia produzida pelo sistema fotovoltaico.

<b>Mês</b>	<b>Nº dias</b>	<b>Produção Mensal (kWh)</b>	<b>Produção Média Diária (kWh)</b>
<b>Janeiro</b>	31	21.423,00	691,06
<b>Fevereiro</b>	28	21.401,00	764,32
<b>Março</b>	31	32.903,00	1.061,39
<b>Abril</b>	30	32.905,00	1.096,83
<b>Mai</b>	31	37.857,00	1.221,19
<b>Junho</b>	30	38.021,00	1.267,37
<b>Julho</b>	31	38.556,00	1.243,74
<b>Agosto</b>	31	39.277,00	1.267,00
<b>Setembro</b>	30	35.062,00	1.168,73
<b>Outubro</b>	31	29.170,00	940,97
<b>Novembro</b>	30	19.941,00	664,70
<b>Dezembro</b>	31	17.665,00	569,84
<b>Total</b>	<b>365</b>	<b>364.181,00</b>	<b>996,43</b>

O valor total de energia elétrica produzida anualmente (364.181,00 kWh) cumpre os requisitos de limitação de potência e de energia produzida, presentes na Tabela 2, tanto para autoconsumo como para pequena produção. Posteriormente, e para efeitos de dimensionamento em autoconsumo serão usados os valores médios diários de produção presentes na Tabela 13, considerando-se assim um valor diário de produção idêntico para todos os dias do mês em análise.

## **6.2. DIMENSIONAMENTO EM AUTOCONSUMO**

Este ponto será usado para demonstrar o dimensionamento do sistema fotovoltaico para o ISEP em regime de autoconsumo, apresentando os procedimentos utilizados.

Para um dimensionamento mais preciso e correto irá ser feita a análise mensal em autoconsumo, devido ao facto dos 4 períodos horários diferenciarem nos horários de verão e inverno e também pelo facto da tarifa de compra de energia também ser diferente nestes 2 períodos. O ponto mais importante do dimensionamento em autoconsumo consiste em

comparar o consumo de energia e a produção fotovoltaica de forma horária, diária, semanal e ao fim de semana de cada mês, a fim de se poder concluir qual a energia consumida em autoconsumo, a energia fotovoltaica excedente e a energia consumida da RESP. Depois de conhecidos os pontos anteriores será fácil de perceber os gastos e a poupança monetária com a energia. As tarifas de compra de energia para os 4 períodos horários usados no dimensionamento são obtidos por valores médios entre as tarifas de 2012 e 2013 para o período de inverno e verão (ver Anexo A), tal como ilustra a Tabela 14.

**Tabela 14:** Tarifa de compra de energia no ISEP.

	<b>Inverno</b>	<b>Verão</b>
<b>Ponta (€/kWh)</b>	0,2061	0,2657
<b>Cheias (€/kWh)</b>	0,0940	0,0966
<b>Vazio normal (€/kWh)</b>	0,0612	0,0636
<b>Super Vazio (€/kWh)</b>	0,0564	0,0592
<b>Termo Tarifário Fixo (€/dia)</b>	1,5638	1,5638
<b>Potência Contratada (€/kW.dia)</b>	0,0467	0,0467

Na Tabela 14 verifica-se que as parcelas do termo tarifário fixo e da potência contratada são idênticas tanto para inverno como para verão, enquanto para as restantes parcelas as tarifas são mais elevadas no verão. De referir que a tarifa referente ao período de ponta já contém as tarifas de energia ativa e potência em horas de ponta, daí ser bastante superior aos restantes períodos horários.

Partindo do pressuposto de não se ter acesso aos dados de consumo através de telecontagem, o perfil de consumos será apresentado de forma idêntica para todos os dias do mês em análise, conforme o período semanal. Este perfil de consumos terá por base os valores de presentes na Tabela 8, que consequentemente serão divididos pelos 4 períodos horários, de forma semanal e de fim-de-semana.

No que diz respeito à produção fotovoltaica, será também importante saber qual a energia horária produzida para um determinado dia de um determinado mês. Tendo-se somente dados relativos à produção fotovoltaica mensal (ver Tabela 13), irá ser assumido uma produção fotovoltaica diária idêntica do mês em análise. Evidentemente, e como só existe produção em horas diurnas, e sabendo que a produção varia ao longo dessas horas será importante saber qual a quantidade de energia produzida para uma determinada hora de um determinado mês, sendo que, como já referido anteriormente assume-se que todos os dias

são idênticos para o mês em questão. Sabendo-se que a produção fotovoltaica varia consoante a radiação incidente no local, será necessário ter acesso a esses mesmos dados. Para tal, e como já visto anteriormente o *PVGIS* permite a consulta dos registos de radiação. No exemplo dado a seguir na Figura 45 e nos restantes exemplos irá ser somente exposto o caso de dimensionamento para o mês de agosto, o qual apresenta menores consumos e maior produção fotovoltaica. Para os restantes meses a metodologia de dimensionamento é idêntica, estando os resultados presentes no Anexo E.

Horário	Intervalo de tempo	Radiação (Wm <sup>2</sup> )	Percentagem	Produção Diária (kWh)
05:37	05-06	48	0,43%	5,41
05:52		63		
06:07		92		
06:22	06-07	133	2,41%	30,54
06:37		178		
06:52		224		
07:07	07-08	270	5,23%	66,24
07:22		317		
07:37		364		
07:52	08-09	409	7,90%	100,14
08:07		453		
08:22		495		
08:37	08-09	535	7,90%	100,14
08:52		573		
09:07		609		
09:22	09-10	641	10,07%	127,61
09:37		671		
09:52		699		
10:07	10-11	723	11,57%	146,61
10:22		745		
10:37		763		
10:52	10-11	779	11,57%	146,61
11:07		791		
11:22		800		
11:37	11-12	806	12,32%	156,15
11:52		809		
12:07		809		
12:22	12-13	806	12,32%	156,15
12:37		800		
12:52		791		
13:07	13-14	779	11,57%	146,61
13:22		763		
13:37		745		
13:52	13-14	723	11,57%	146,61
14:07		699		
14:22		671		
14:37	14-15	641	10,07%	127,61
14:52		609		
15:07		573		
15:22	15-16	535	7,90%	100,14
15:37		495		
15:52		453		
16:07	16-17	409	5,23%	66,24
16:22		364		
16:37		317		
16:52	16-17	270	5,23%	66,24
17:07		224		
17:22		178		
17:37	17-18	133	2,41%	30,54
17:52		92		
18:07		63		
18:22	18-19	48	0,53%	7,01
18:37		33		
	19-20			
	20-21			
	21-22			
<b>Total</b>		26013	100,00%	1267,00

**Figura 45:** Metodologia de cálculo da produção fotovoltaica diária para o mês de Agosto.

Verifica-se que existe radiação entre o período das 5h da manhã e as 19h da tarde, sendo que diretamente a produção fotovoltaica será feita durante este período. Dividiu-se então a radiação em intervalos de tempo de 1h a fim de saber a percentagem correspondente face ao total. Esta percentagem horária será então aplicada à produção média diária do mês de agosto (ver Tabela 13) a fim de se obter a produção para cada intervalo de tempo de 1h, tal como mostra a última coluna da tabela presente na Figura 45. Para o mês de Agosto verifica-se que o intervalo de tempo com maior produção é entre as 11h e as 13h. Se para a produção fotovoltaica os valores horários e diários são idênticos o mesmo não se verifica

no que aos consumos diz respeito. Como já referido os 4 períodos diferem de Inverno para Verão e do dia da semana em questão, havendo ainda a necessidade de dividir tanto os consumos como a produção em períodos de meia hora para se poder fazer a distribuição de ambos pelos 4 períodos horários.

A receita de eventuais excedentes de produção é obtida através da equação (17) (ver secção 4.1.1.), sendo que para a determinação do valor do  $OMIE_m$ , serão consultados os registos do Mercado Ibérico de Eletricidade (MIBEL) referentes aos anos de 2012 e 2013. A tarifa de venda mensal de eventuais excedentes de energia em €/kWh será obtida, e posteriormente usada, através da média entre estes 2 anos, tal como mostra a Tabela 5.

**Tabela 15:** Tarifa de venda de energia excedente [19].

Mês	2012		2013		2012 para 2013	
	€/MWh	€/kWh	€/MWh	€/kWh	Média €/kWh	Variação
<b>Janeiro</b>	51,95	0,05195	48,53	0,0485	0,0502	-6,58%
<b>Fevereiro</b>	55,26	0,05526	43,74	0,0437	0,0495	-20,85%
<b>Março</b>	49,12	0,04912	41,70	0,0417	0,0454	-15,11%
<b>Abril</b>	43,98	0,04398	16,08	0,0161	0,0300	-63,44%
<b>Mai</b>	44,52	0,04452	43,25	0,0433	0,0439	-2,85%
<b>Junho</b>	53,53	0,05353	41,70	0,0417	0,0476	-22,10%
<b>Julho</b>	50,35	0,05035	51,40	0,0514	0,0509	2,09%
<b>Agosto</b>	49,34	0,04934	48,12	0,0481	0,0487	-2,47%
<b>Setembro</b>	48,49	0,04849	50,68	0,0507	0,0496	4,52%
<b>Outubro</b>	46,11	0,04611	51,59	0,0516	0,0489	11,88%
<b>Novembro</b>	42,39	0,04239	42,10	0,0421	0,0422	-0,68%
<b>Dezembro</b>	42,18	0,04218	62,99	0,0630	0,0526	49,34%
<b>Média</b>	<b>48,10</b>	<b>0,0481</b>	<b>45,16</b>	<b>0,0452</b>	<b>0,0466</b>	<b>-5,52%</b>

Tendo por base o mês de agosto, apresenta-se na Figura 46 a distribuição de consumos e produção para período de segunda-feira a sexta-feira. Será também possível verificar os custos com o consumo de energia, o balanço entre os consumos e a produção de forma a se obter eventuais excedentes de produção, assim como a poupança/saldo em termos de custos com a energia. Para determinar este saldo será necessário saber a receita proveniente de eventuais excedentes de produção bem como a receita da poupança com o consumo da energia produzida pelo sistema fotovoltaico.

Horário	Segunda a Sexta							
	Período	Consumo (kWh)	Consumo (€)	Produção (kWh)	Produção (€)	Balanco (kWh)	Excedente (€)	Saldo
00.00-00.30	Cheias	64,16	6,20	0,00	0,00	-64,16	0,00	0,00
00.30-01.00	Vazio normal	122,37	7,78	0,00	0,00	-122,37	0,00	0,00
01.00-01.30		122,37	7,78	0,00	0,00	-122,37	0,00	0,00
01.30-02.00		122,37	7,78	0,00	0,00	-122,37	0,00	0,00
02.00-02.30	Super vazio	49,31	2,92	0,00	0,00	-49,31	0,00	0,00
02.30-03.00		49,31	2,92	0,00	0,00	-49,31	0,00	0,00
03.00-03.30		49,31	2,92	0,00	0,00	-49,31	0,00	0,00
03.30-04.00		49,31	2,92	0,00	0,00	-49,31	0,00	0,00
04.00-04.30		49,31	2,92	0,00	0,00	-49,31	0,00	0,00
04.30-05.00		49,31	2,92	0,00	0,00	-49,31	0,00	0,00
05.00-05.30		49,31	2,92	2,70	0,16	-46,61	0,00	0,16
05.30-06.00		49,31	2,92	2,70	0,16	-46,61	0,00	0,16
06.00-06.30	Vazio normal	122,37	7,78	15,27	0,97	-107,10	0,00	0,97
06.30-07.00		122,37	7,78	15,27	0,97	-107,10	0,00	0,97
07.00-07.30		122,37	7,78	33,12	2,10	-89,25	0,00	2,10
07.30-08.00	Cheias	64,16	6,20	33,12	3,20	-31,04	0,00	3,20
08.00-08.30		64,16	6,20	50,07	4,84	-14,09	0,00	4,84
08.30-09.00		64,16	6,20	50,07	4,84	-14,09	0,00	4,84
09.00-09.30		64,16	6,20	63,81	6,16	-0,35	0,00	6,16
09.30-10.00		64,16	6,20	63,81	6,16	-0,35	0,00	6,16
10.00-10.30		64,16	6,20	73,30	7,08	9,14	0,40	6,60
10.30-11.00		64,16	6,20	73,30	7,08	9,14	0,40	6,60
11.00-11.30		64,16	6,20	78,08	7,54	13,92	0,61	6,81
11.30-12.00		64,16	6,20	78,08	7,54	13,92	0,61	6,81
12.00-12.30		64,16	6,20	78,08	7,54	13,92	0,61	6,81
12.30-13.00	64,16	6,20	78,08	7,54	13,92	0,61	6,81	
13.00-13.30	64,16	6,20	73,30	7,08	9,14	0,40	6,60	
13.30-14.00	64,16	6,20	73,30	7,08	9,14	0,40	6,60	
14.00-14.30	Ponta	111,35	29,59	63,81	16,95	-47,55	0,00	16,95
14.30-15.00		111,35	29,59	63,81	16,95	-47,55	0,00	16,95
15.00-15.30		111,35	29,59	50,07	13,30	-61,28	0,00	13,30
15.30-16.00		111,35	29,59	50,07	13,30	-61,28	0,00	13,30
16.00-16.30		111,35	29,59	33,12	8,80	-78,23	0,00	8,80
16.30-17.00		111,35	29,59	33,12	8,80	-78,23	0,00	8,80
17.00-17.30	Cheias	64,16	6,20	15,27	1,48	-48,89	0,00	1,48
17.30-18.00		64,16	6,20	15,27	1,48	-48,89	0,00	1,48
18.00-18.30		64,16	6,20	3,51	0,34	-60,65	0,00	0,34
18.30-19.00		64,16	6,20	3,51	0,34	-60,65	0,00	0,34
19.00-19.30		64,16	6,20	0,00	0,00	-64,16	0,00	0,00
19.30-20.00		64,16	6,20	0,00	0,00	-64,16	0,00	0,00
20.00-20.30		64,16	6,20	0,00	0,00	-64,16	0,00	0,00
20.30-21.00		64,16	6,20	0,00	0,00	-64,16	0,00	0,00
21.00-21.30		64,16	6,20	0,00	0,00	-64,16	0,00	0,00
21.30-22.00		64,16	6,20	0,00	0,00	-64,16	0,00	0,00
22.00-22.30		64,16	6,20	0,00	0,00	-64,16	0,00	0,00
22.30-23.00		64,16	6,20	0,00	0,00	-64,16	0,00	0,00
23.00-23.30		64,16	6,20	0,00	0,00	-64,16	0,00	0,00
23.30-00.00		64,16	6,20	0,00	0,00	-64,16	0,00	0,00
<b>Total</b>		<b>3.593,31</b>	<b>421,09</b>	<b>1.267,00</b>	<b>169,81</b>	<b>-2.326,31</b>	<b>4,05</b>	<b>164,94</b>

**Figura 46:** Dimensionamento em autoconsumo de segunda a sexta em Agosto.

Estando o mês de agosto inserido no período de verão a distribuição horária pelos 4 períodos (cheias, ponta, vazio e super vazio), segue a ordem apresentada na Figura 40.

Relativamente à Figura 46 e começando por explicar a metodologia de cálculo para a coluna do consumo, que no fundo corresponde ao perfil de consumos de um dia da semana, pode-se dizer os valores foram obtidos segundo a metodologia do seguinte exemplo:

- Cheias (00:00 – 00:30) =  $(66.828,50 / (2/31/14)) * 0,8333 = 64,16$  kWh.

onde:

- 66.828,50 corresponde ao consumo de energia no período de cheias no mês de agosto em kWh (ver Tabela 8);
- 2 corresponde à divisão em períodos de meia hora;
- 31 corresponde ao nº total de dias no mês de agosto;
- 14 corresponde ao nº de horas de cheias num dia de semana de agosto (ver Tabela 5);
- 0,8333 corresponde a uma percentagem de 83,33% a que se refere os valores presentes na Tabela 6.

Relativamente à coluna de gastos com energia (consumo €), os valores são obtidos através da multiplicação dos valores de consumo em kWh pela tarifa de compra de energia correspondente em €/kWh (ver Tabela 14), como ilustra o exemplo seguinte:

- Cheias (00:00 – 00:30) =  $64,16 * 0,0966 = 6,20$  €.

As duas colunas seguintes relativas à produção têm metodologia de cálculo semelhante às de consumo, sendo que para o perfil de produção em kWh procedeu-se somente à distribuição dos valores presentes na Figura 45 em períodos de meia hora.

A coluna correspondente ao balanço diz respeito ao saldo da produção fotovoltaica face ao consumo apresentado. Este balanço ao ter um valor negativo significa que a produção fotovoltaica não é capaz de corresponder às necessidades de consumo naquele período, acontecendo o inverso para quando hajam valores de balanço positivo. A este balanço positivo corresponde a quantidade de energia excedente produzida nesse período.

A seguinte coluna diz respeito à receita proveniente da venda de energia excedente, sendo os valores calculados através da multiplicação dos valores de balanço (kWh) pela tarifa de venda de energia excedente para o mês de agosto (ver Tabela 15). Naturalmente que para valores de balanço negativo a receita proveniente terá um valor de 0.

A última coluna diz respeito à poupança/saldo que se obtém com a produção fotovoltaica. É evidente que esta poupança só se verificará nos períodos onde haja produção de energia por parte do sistema fotovoltaico. Nos períodos onde haja excesso de produção essa receita

proveniente irá ser incrementada aos valores da coluna de consumo (€), para efeitos de cálculo da poupança/saldo, como por exemplo:

- Saldo (13:00 – 113:30) = 6,20 + 0,40 = 6,60 €.

A partir da Figura 46 é possível verificar que para um dia de semana no mês de agosto tem-se um consumo de energia de 3.593,31 kWh o que corresponde a custo total de 421,09 €. No que diz respeito à produção, assumiu-se que todos os dias têm a mesma energia fotovoltaica produzida de 1.276,00 kWh, obtendo um balanço de energia negativo de 2.326,31 kWh. No final o saldo/poupança em termos monetários situa-se nos 164,94 €.

Na Figura 47 pode-se verificar de forma horária, alguns dos valores apresentados na Figura 46. Para além desses valores apresentam-se os valores relativos à energia fotovoltaica excedente, a energia fotovoltaica que é consumida bem como a quantidade de energia consumida da RESP e o preço a pagar por essa mesma energia.

Horário (h)	00 - 01	01 - 02	02 - 03	03 - 04	04 - 05	05 - 06	06 - 07	07 - 08	08 - 09	09 - 10	10 - 11	11 - 12	12 - 13
Produção PV (kWh/h)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	5,41	30,54	66,24	100,14	127,61	146,61	156,15	156,15
Consumo Médio de Energia (kWh/h)	186,53	244,74	98,63	98,63	98,63	98,63	244,74	186,53	128,32	128,32	128,32	128,32	128,32
Energia Excedente (kWh/h)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	18,29	27,83	27,83
Energia Autoconsumo (kWh/h)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	5,41	30,54	66,24	100,14	127,61	128,32	128,32	128,32
Consumo da Rede Após Autoconsumo (kWh/h)	186,53	244,74	98,63	98,63	98,63	93,22	214,20	120,29	28,18	0,71	0,00	0,00	0,00
Preço da Energia Após Autoconsumo (€)	13,97	15,55	5,84	5,84	5,84	5,52	13,61	8,67	2,72	0,07	0,00	0,00	0,00

13 - 14	14 - 15	15 - 16	16 - 17	17 - 18	18 - 19	19 - 20	20 - 21	21 - 22	22 - 23	23 - 24	Total
146,61	127,61	100,14	66,24	30,54	7,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1267,00
128,32	222,70	222,70	222,70	128,32	128,32	128,32	128,32	128,32	128,32	128,32	3593,31
18,29	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	92,24
128,32	127,61	100,14	66,24	30,54	7,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1174,76
0,00	95,09	122,56	156,46	97,78	121,31	128,32	128,32	128,32	128,32	128,32	2418,55
0,00	25,27	32,57	41,58	9,45	11,72	12,40	12,40	12,40	12,40	12,40	260,19

**Figura 47:** Balanço energético de um dia semanal em Agosto.

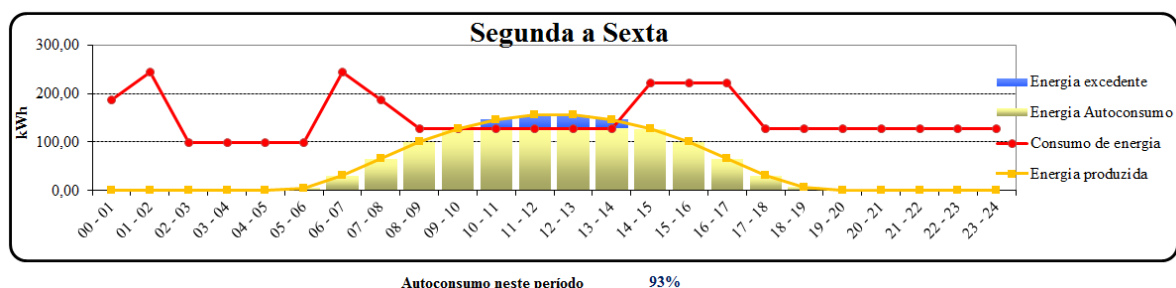
Os valores de energia excedente presentes na Figura 47 são calculados pela diferença entre a produção e o consumo. Quando a diferença é positiva, o valor correspondente é apresentado, mas quando o valor dessa diferença é negativo naturalmente que não se verifica energia excedente, tomando neste caso valor de 0.

No que diz respeito aos valores de energia de autoconsumo, torna-se claro que são obtidos pela diferença entra a produção fotovoltaica total e a energia fotovoltaica excedente.

O consumo de energia da rede após autoconsumo é obtido pela diferença entre os valores de consumo de energia total e a energia fotovoltaica que é autoconsumida.

Por fim o preço da energia após autoconsumo é obtido pela diferença entre os valores de custo de consumo e os valores de custo de produção presentes na Figura 46. Naturalmente que quando existe energia excedente não existe consumo da rede e consequentemente o preço da energia é 0.

A partir dos valores horários presentes na Figura 47 é possível obter o gráfico que relaciona todos os valores respeitantes com consumo e produção de energia. A Figura 48 relaciona esses mesmos valores.



**Figura 48:** Relação entre consumo e produção de um dia semanal em Agosto.

Na figura anterior é possível verificar uma taxa de autoconsumo de cerca de 93 %, para um dia semanal em agosto, sendo este valor obtido entre o quociente entre a energia que é autoconsumida e a energia total produzida, podendo-se considerar um valor bom devido ao facto de haver pouca energia excedente.

De forma a não haver repetição de conteúdos no que ao dimensionamento de sábado e domingo diz respeito, apresentam-se no Anexo F as figuras relativas ao dimensionamento e ao balanço energético destes dias. Também neste mesmo anexo encontram-se todos os dados de dimensionamento relativos aos restantes meses, sendo que os mesmos seguem a mesma metodologia de cálculo usada no exemplo do mês de agosto.

Como se pode verificar pelas figuras do Anexo F, agosto é o único mês que tem excedente de produção semanal, sendo que tanto ao sábado como ao domingo todos os meses têm excedente de produção.

Uma vez feito o dimensionamento mensal, apresenta-se na Figura 49 e na Figura 50, o balanço energético da UPAC sem e com autoconsumo, respetivamente.

Sem Autoconsumo						
Mês	nº dias	Produção Diária (kWh)	Produção Mensal (kWh)	Consumo Diário (kWh)	Consumo Mensal (kWh)	Produção vs Consumo
Janeiro	31	691,06	21.423	7.836,27	242.924,50	8,82%
Fevereiro	28	764,32	21.401	8.572,73	240.036,50	8,92%
Março	31	1061,39	32.903	6.860,39	212.672,00	15,47%
Abril	30	1096,83	32.905	6.707,18	201.215,50	16,35%
Mai	31	1221,19	37.857	6.143,53	190.449,50	19,88%
Junho	30	1267,37	38.021	7.137,10	214.113,00	17,76%
Julho	31	1243,74	38.556	6.724,82	208.469,50	18,49%
Agosto	31	1267,00	39.277	4.404,10	136.527,00	28,77%
Setembro	30	1168,73	35.062	6.555,98	196.679,50	17,83%
Outubro	31	940,97	29.170	6.021,27	186.659,50	15,63%
Novembro	30	664,70	19.941	8.493,73	254.812,00	7,83%
Dezembro	31	569,84	17.665	7.223,05	223.914,50	7,89%
<b>Total</b>	<b>365</b>	<b>996,43</b>	<b>364.181,00</b>	<b>82.680,17</b>	<b>2.508.473,00</b>	<b>14,52%</b>

Figura 49: Balanço energético do ISEP sem autoconsumo.

Com Autoconsumo							
Autosumo Diário (kWh)	Autosumo Mensal (kWh)	Excedente Diário (kWh)	Excedente Mensal (kWh)	Consumo Diário (kWh)	Consumo Mensal (kWh)	Autoconsumo (%)	Poupança (%)
553,10	17.146,21	137,96	4.276,79	7.283,17	225.778	80,04%	7,06%
612,50	17.150,04	151,82	4.250,96	7.960,23	222.886	80,14%	7,14%
818,63	25.377,58	242,76	7.525,42	6.041,76	187.294	77,13%	11,93%
865,91	25.977,20	230,93	6.927,80	5.841,28	175.238	78,95%	12,91%
954,15	29.578,74	267,04	8.278,26	5.189,38	160.871	78,13%	15,53%
984,38	29.531,54	282,98	8.489,46	6.152,72	184.581	77,67%	13,79%
976,85	30.282,23	266,90	8.273,77	5.747,98	178.187	78,54%	14,53%
899,97	27.899,14	367,03	11.377,86	3.504,12	108.628	71,03%	20,43%
912,22	27.366,68	256,51	7.695,32	5.643,76	169.313	78,05%	13,91%
738,23	22.885,21	202,74	6.284,79	5.283,04	163.774	78,45%	12,26%
537,05	16.111,52	127,65	3.829,48	7.956,68	238.700	80,80%	6,32%
457,25	14.174,72	112,59	3.490,28	6.765,80	209.740	80,24%	6,33%
<b>9.310,25</b>	<b>283.480,81</b>	<b>2.646,89</b>	<b>80.700,19</b>	<b>73.369,91</b>	<b>2.224.992,19</b>	<b>77,84%</b>	<b>11,30%</b>

Figura 50: Balanço energético do ISEP com autoconsumo.

Fazendo a análise das figuras 49 e 50, e no que diz respeito ao balanço sem autoconsumo, os valores dos consumos diários apresentados dizem respeito à média diária de consumo e são calculados através da soma dos valores totais de consumo dos períodos de segunda a sexta, sábado e domingo. Os valores de consumo mensal são calculados através da multiplicação entre os valores de consumo diário e o número total de dias mensal, e que coincidem com os valores da Tabela 8. Pode-se ainda verificar uma taxa anual de 14,52%, que corresponde ao quociente anual entre a energia fotovoltaica produzida e o consumo de energia.

Em relação ao balanço energético após autoconsumo pode-se dizer que os valores de autoconsumo diário dizem respeito à média diária da energia fotovoltaica que é consumida, sendo estes valores obtidos entre a soma dos valores totais de energia de autoconsumo nos períodos de segunda a sexta, sábado e domingo (ver exemplo da Figura 47). A estes valores totais de autoconsumo aplicam-se ainda as percentagens relativas a cada período de 71,43%, 14,29% e 14,29% respetivamente, de forma a ter a média diária mensal de autoconsumo.

Os valores de energia excedente diária são obtidos pela diferença entre a energia diária produzida e a energia diária de autoconsumo. Os valores de consumo diário dizem respeito à energia consumida proveniente da RESP após autoconsumo, e são obtidos pela diferença entre os valores de consumo diário sem autoconsumo e a energia diária de autoconsumo. Sendo assim o total anual de energia vinda da RESP é de cerca de 2.224.992,19 kWh.

Também numa base de análise anual tem-se uma taxa de 77,84% no que diz respeito à energia fotovoltaica consumida, sendo agosto o mês que apresenta a menor taxa de autoconsumo, contrastando com novembro que é o mês com maior taxa de energia autoconsumida. Sendo assim, e com o regime de exploração em autoconsumo consegue-se obter uma poupança no consumo de energia de cerca de 11,30%, sendo naturalmente o mês de agosto que apresenta maior taxa de poupança em contraste com o mês de novembro.

Na Figura 51 apresenta-se, de forma mensal, o gráfico que relaciona as parcelas relacionadas com produção fotovoltaica.

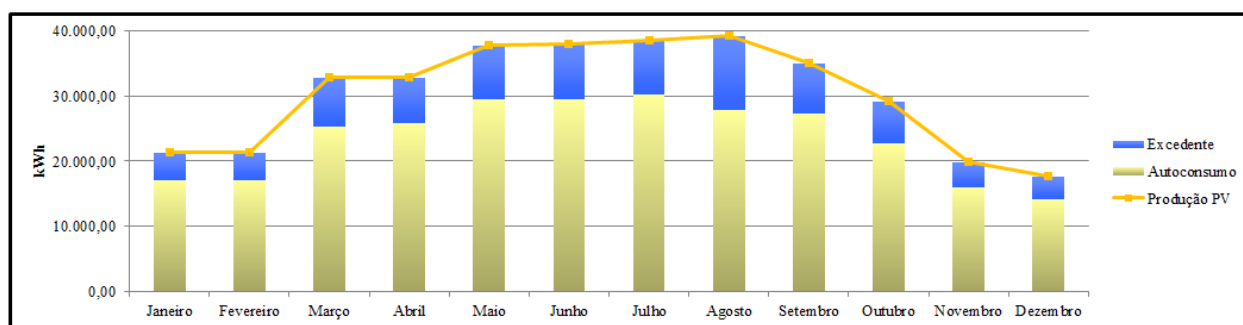


Figura 51: Balanço energético da energia fotovoltaica.

Um outro parâmetro também necessário verificar é o balanço económico da UPAC, fazendo para tal a análise às faturas elétricas a pagar com autoconsumo. A Figura 52 apresenta o balanço económico verificado com a UPAC.

Mês	nº dias	Energia Diária (€)	Energia Mensal (€)	Potência Contratada (€)	Termo Tarifário Fixo (€)	Custo Total s/IVA (€)
Janeiro	31	751,78 €	23.305,09 €	941,01 €	48,48 €	24.294,57 €
Fevereiro	28	825,89 €	23.124,80 €	849,94 €	43,79 €	24.018,53 €
Março	31	624,54 €	19.360,69 €	941,01 €	48,48 €	20.350,18 €
Abril	30	595,90 €	17.876,92 €	910,65 €	46,91 €	18.834,49 €
Mai	31	505,88 €	15.682,18 €	941,01 €	48,48 €	16.671,67 €
Junho	30	614,58 €	18.437,40 €	910,65 €	46,91 €	19.394,97 €
Julho	31	565,47 €	17.529,46 €	941,01 €	48,48 €	18.518,94 €
Agosto	31	290,24 €	8.997,49 €	941,01 €	48,48 €	9.986,97 €
Setembro	30	561,72 €	16.851,65 €	910,65 €	46,91 €	17.809,22 €
Outubro	31	483,45 €	14.986,84 €	941,01 €	48,48 €	15.976,32 €
Novembro	30	837,72 €	25.131,68 €	910,65 €	46,91 €	26.089,24 €
Dezembro	31	722,27 €	22.390,23 €	941,01 €	48,48 €	23.379,71 €
<b>Total</b>	<b>365</b>	<b>614,95 €</b>	<b>223.674,44 €</b>	<b>11.079,58 €</b>	<b>570,79 €</b>	<b>235.324,80 €</b>

Tarifa de Compra s/IVA (€/kWh)	Ganho com a Venda de Energia Excedente (€)	Custo Total Efetivo s/IVA (€)	Tarifa de Compra s/IVA (€/kWh)	Poupança (€)	Poupança (%)
0,1076 €	193,38 €	24.101,19 €	0,1067 €	3.170,6400 €	11,63%
0,1078 €	189,38 €	23.829,15 €	0,1069 €	3.194,5170 €	11,82%
0,1087 €	307,56 €	20.042,62 €	0,1070 €	4.440,1150 €	18,14%
0,1075 €	187,24 €	18.647,25 €	0,1064 €	6.062,2266 €	24,53%
0,1036 €	326,96 €	16.344,70 €	0,1016 €	6.800,5386 €	29,38%
0,1051 €	363,80 €	19.031,16 €	0,1031 €	7.043,8039 €	27,01%
0,1039 €	378,84 €	18.140,11 €	0,1018 €	7.120,9654 €	28,19%
0,0919 €	499,00 €	9.487,98 €	0,0873 €	6.529,7739 €	40,77%
0,1052 €	343,42 €	17.465,80 €	0,1032 €	6.408,5073 €	26,84%
0,0976 €	276,31 €	15.700,01 €	0,0959 €	6.861,8501 €	30,41%
0,1093 €	145,60 €	25.943,64 €	0,1087 €	2.980,4394 €	10,30%
0,1115 €	165,18 €	23.214,53 €	0,1107 €	2.702,8940 €	10,43%
<b>0,1058</b>	<b>3.376,66</b>	<b>231.948,14</b>	<b>0,1042</b>	<b>63.316,27</b>	<b>21,44%</b>

Figura 52: Balanço económico da UPAC do ISEP.

Os valores de energia diária em euros presentes na Figura 52 correspondem à média diária mensal do valor total a pagar pela energia consumida da RESP após autoconsumo. Para o cálculo das faturas elétricas, a estes valores de energia diária tem-se que adicionar os custos associados aos encargos com potência contratada e com o termo tarifário fixo. Para a determinação dos custos com potência contratada é usada a tarifa presente na Tabela 14 e a potência contratada do ISEP de 650 kVA. Considerando todos estes parâmetros tem-se uma despesa anual de 235.324,80 € com as faturas elétricas e uma tarifa média de compra de energia de 0,1058 €/kWh, tendo em conta a energia consumida da RESP após autoconsumo.

Os valores de ganho com a venda de energia excedente são obtidos segundo a equação (17), tendo por base os valores de energia excedente mensal presentes na Figura 49 e as tarifas médias mensais presentes na Tabela 15. Sendo assim e considerando um ganho total anual de 3.376,66 € com energia excedente, tem-se uma despesa anual de 231.948,14 € com faturas elétricas, correspondendo uma tarifa média de compra de energia de 0,1042 €/kWh. Em termos monetários tem-se uma poupança anual de 63.316,27 € com a UPAC, o que corresponde a um valor de 21,44% em relação à situação inicial apresentada na Tabela 10, sendo naturalmente no mês de agosto onde essa poupança é mais elevada em contraste com novembro.

### **6.3. DIMENSIONAMENTO EM PEQUENA PRODUÇÃO**

Uma vez concluído o dimensionamento em autoconsumo segue-se de seguida o dimensionamento em regime de UPP. Como referido anteriormente o sistema fotovoltaico a utilizar será idêntico tanto na UPP como na UPAC. Se por um lado o autoconsumo requer um dimensionamento mais rigoroso e exigente, e que por sua vez é considerado como um elemento de eficiência e poupança energética, por outro o regime em pequena produção, por se tratar somente de venda de energia, pode ser considerado como um negócio de cariz económico. Por este facto o dimensionamento em UPP requer somente conhecer as vantagens económicas que este regime traz ao ISEP, uma vez que o dimensionamento neste regime é idêntico ao dimensionamento em *PV<sub>sys</sub>* anteriormente efetuado. A viabilidade de um sistema fotovoltaico em regime de UPP está diretamente relacionada com o investimento inicial e a tarifa de venda de energia. A tarifa de venda de

energia assumida nesta dissertação será de 105 €/MWh, tal como descrito na secção 4.1.1., assumindo para tal que o ISEP irá instalar tomada para carregamento de veículo elétrico ou que seja já proprietário de um veículo com tais características. Nesta secção irá ser somente demonstrada a remuneração obtida para o primeiro ano, no regime de UPP, ficando o estudo de viabilidade económica para o capítulo seguinte.

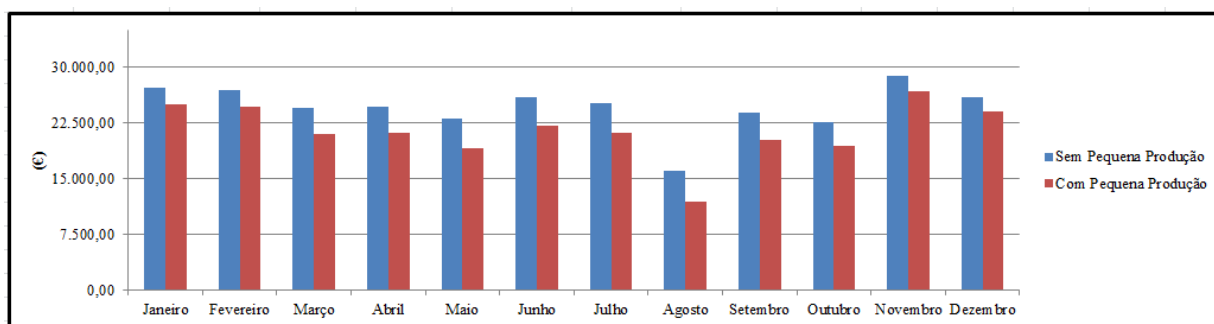
Assim sendo apresenta-se na Tabela 16 o proveito económico obtido com a instalação fotovoltaica do ISEP em regime de UPP.

**Tabela 16:** Balanço económico da UPP do ISEP.

<b>Mês</b>	<b>Energia Produzida (kWh)</b>	<b>Tarifa de Venda de Energia (€/kWh)</b>	<b>Remuneração/ Poupança (€)</b>	<b>Custo Total s/IVA (€)</b>	<b>Poupança (%)</b>
<b>Janeiro</b>	21.423,00	0,105 €	2.249,42 €	25.022,42	8,25%
<b>Fevereiro</b>	21.401,00	0,105 €	2.247,11 €	24.776,56	8,32%
<b>Março</b>	32.903,00	0,105 €	3.454,82 €	21.027,92	14,11%
<b>Abril</b>	32.905,00	0,105 €	3.455,03 €	21.254,45	13,98%
<b>Mai</b>	37.857,00	0,105 €	3.974,99 €	19.170,26	17,17%
<b>Junho</b>	38.021,00	0,105 €	3.992,21 €	22.082,76	15,31%
<b>Julho</b>	38.556,00	0,105 €	4.048,38 €	21.212,69	16,03%
<b>Agosto</b>	39.277,00	0,105 €	4.124,09 €	11.893,66	25,75%
<b>Setembro</b>	35.062,00	0,105 €	3.681,51 €	20.192,80	15,42%
<b>Outubro</b>	29.170,00	0,105 €	3.062,85 €	19.499,01	13,58%
<b>Novembro</b>	19.941,00	0,105 €	2.093,81 €	26.830,28	7,24%
<b>Dezembro</b>	17.665,00	0,105 €	1.854,83 €	24.062,60	7,16%
<b>Total</b>	<b>364.181,00</b>	<b>0,105 €</b>	<b>38.239,01 €</b>	<b>257.025,41 €</b>	<b>13,53%</b>

A partir da análise da Tabela 16 verifica-se que se obtém uma remuneração de 38.239,01 € para o primeiro ano de funcionamento da UPP, sendo Agosto o mês que mais remuneração fornece, devido ao facto de ser o mês com maior produção fotovoltaica. Descontando esta remuneração nos valores das faturas da Tabela 10, obtém-se uma despesa anual com faturas elétricas de 257.025,41 € o que corresponde a uma poupança de 13,53% face ao total inicial.

O gráfico da Figura 53 faz a comparação mensal desta diminuição nos valores das faturas elétricas do ISEP.



**Figura 53:** Faturas elétricas mensais sem e com UPP.

# 7. ESTUDO DE VIABILIDADE ECONÓMICA

Posteriormente ao dimensionamento em autoconsumo e em pequena produção efetuado no capítulo anterior, é imprescindível a elaboração de um estudo de viabilidade económica, com o objetivo de determinar a rentabilidade do sistema fotovoltaico em ambos os regimes de exploração. As conclusões que advêm deste estudo podem influenciar a realização ou não do projeto estudado. A viabilidade de um sistema fotovoltaico está diretamente relacionada com o investimento inicial, a tarifa de venda de energia e a poupança energética e económica. O valor do investimento tem vindo a diminuir ao longo do amadurecimento desta tecnologia e a tarifa de venda também acompanha essa tendência o que se evidencia a necessidade de realizar um estudo deste tipo.

O estudo é realizado com base em previsões de custos e de proveitos gerados pelo projeto através do cálculo de diversos indicadores de viabilidade, entre os quais se encontram o Valor Atual Líquido (VAL), Taxa Interna de Rentabilidade (TIR) e o Período de Recuperação do Investimento (PRI) ou *payback*, onde [20] [21]:

- VAL: corresponde à diferença entre os valores atualizados das entradas e saídas de dinheiro, *cash flow*, durante o período de vida útil do projeto, calculados para o ano zero;
- TIR: representa a taxa de juro que torna nulo o VAL de uma série de *cash flows*, exprimindo assim a taxa de rentabilidade periódica do capital investido;
- PRI: representa o tempo, em anos, de retorno do capital investido, ou seja, reflete o tempo necessário para que os fluxos gerados e acumulados pelo projeto cubram a totalidade do investimento.

A taxa de atualização (TA), também conhecida como custo de oportunidade de capital ou taxa mínima de rentabilidade do projeto, é a rentabilidade que o investidor exige para implementar um projeto e serve para atualizar os *cash flows* gerados pelo mesmo. Nesta dissertação assumiu-se uma TA de 4%, tanto para autoconsumo como para pequena produção, que corresponde a um valor típico para projetos deste tipo. Esta taxa tem influência direta sobre o valor do VAL, ou seja, quanto maior for a taxa de atualização, menor será o VAL e vice-versa [20] [21].

Foi utilizado o *software Microsoft Excel* para realizar todos os cálculos apresentados neste capítulo e para determinar os indicadores económicos anteriormente descritos.

De modo a determinar os indicadores económicos, o balanço energético e balanço económico, tanto na UPAC como na UPP, foram elaboradas as tabelas presentes nas secções seguintes, onde o tempo de vida útil considerado é 20 anos, sendo o ano 0 referente à instalação do sistema. Nessas mesmas tabelas estão presentes os valores da energia anual produzida, sendo que o valor para o primeiro ano é obtido no *software PVsyst* e os demais valores decrescem 1% em cada ano devido à redução do rendimento dos módulos fotovoltaicos. Também é considerada uma diminuição nos consumos de energia do ISEP de 0,93% conforme análise da Tabela 7. As despesas associadas a encargos com operação e manutenção (O&M) da instalação fotovoltaica foram assumidas constantes ao longo dos anos, com um valor de 1% do investimento inicial. Ao investimento inicial está associado um custo de instalação de 1,20 €/Wp no caso de autoconsumo e de 1,40 €/Wp no caso de pequena produção. Este valor foi assumido após contacto entre várias empresas no setor da energia fotovoltaica, com experiência na instalação de projetos deste tipo. A diferença de 0,20 €/Wp da UPP para a UPAC deve-se ao facto da necessidade de instalação de um posto de transformação para a entrega da energia produzida à RESP, tal como referido anteriormente.

## 7.1. ANÁLISE EM AUTOCONSUMO

Na análise económica em autoconsumo procedeu-se primeiramente à elaboração do balanço energético verificado com a instalação da UPAC, de modo a determinar as parcelas relacionadas com a energia fotovoltaica. A Tabela 17 é ilustrativa desse mesmo balanço energético para um período de 20 anos.

**Tabela 17:** Balanço energético da UPAC a 20 anos.

Ano	Consumo (kWh)	Energia Produzida (kWh)	Energia Autoconsumida (kWh)	Energia da Rede (kWh)	Energia Excedente (kWh)
1	2.508.473,00	364.181,00	283.480,81	2.224.992,19	80.700,19
2	2.485.044,92	360.539,19	280.646,01	2.204.398,91	79.893,18
3	2.461.835,64	356.933,80	277.839,55	2.183.996,10	79.094,25
4	2.438.843,13	353.364,46	275.061,15	2.163.781,98	78.303,31
5	2.416.065,37	349.830,82	272.310,54	2.143.754,83	77.520,28
6	2.393.500,33	346.332,51	269.587,43	2.123.912,90	76.745,07
7	2.371.146,05	342.869,18	266.891,56	2.104.254,49	75.977,62
8	2.349.000,54	339.440,49	264.222,64	2.084.777,89	75.217,85
9	2.327.061,86	336.046,09	261.580,42	2.065.481,44	74.465,67
10	2.305.328,08	332.685,62	258.964,61	2.046.363,47	73.721,01
11	2.283.797,29	329.358,77	256.374,97	2.027.422,32	72.983,80
12	2.262.467,58	326.065,18	253.811,22	2.008.656,36	72.253,96
13	2.241.337,09	322.804,53	251.273,11	1.990.063,98	71.531,42
14	2.220.403,94	319.576,48	248.760,37	1.971.643,57	70.816,11
15	2.199.666,30	316.380,72	246.272,77	1.953.393,53	70.107,95
16	2.179.122,35	313.216,91	243.810,04	1.935.312,30	69.406,87
17	2.158.770,26	310.084,74	241.371,94	1.917.398,32	68.712,80
18	2.138.608,25	306.983,90	238.958,22	1.899.650,03	68.025,67
19	2.118.634,55	303.914,06	236.568,64	1.882.065,91	67.345,41
20	2.098.847,40	300.874,92	234.202,95	1.864.644,44	66.671,96
<b>Total</b>	<b>45.957.953,93</b>	<b>6.631.483</b>	<b>5.161.989</b>	<b>40.795.965</b>	<b>1.469.494,38</b>

Analisando os valores totais da tabela anterior conclui-se que a 20 anos, 77,84% da energia fotovoltaica produzida é consumida pela instalação de consumo, neste caso o ISEP. Esta energia autoconsumida para o mesmo período de tempo cobre as necessidades de consumo do ISEP em cerca de 11,23%, correspondendo este valor à poupança em termos percentuais no que ao consumo de energia proveniente da RESP diz respeito.

Seguidamente ao estudo do balanço energético é apresentado o balanço económico da UPAC para os mesmos 20 anos de exploração.

Sem Auto consumo			Com Autoconsumo							
Ano	Média da Tarifa de Compra s/ IVA (€/kWh)	Custo Total s/IVA (€)	Média da Tarifa de Compra s/ IVA (€/kWh)	Custo Total s/IVA (€)	Tarifa Média de Venda de Energia Excedente (€/kWh)	Ganho com a Venda de Energia Excedente (€)	Custo Total Efectivo (€)	Média da Tarifa de Compra s/ IVA (€/kWh)	Poupança (€)	Poupança (%)
0										
1	0,1177 €	295.264,41 €	0,1058 €	235.324,80 €	0,042 €	3.376,66 €	231.948,14 €	0,1042 €	63.316,27 €	21,44%
2	0,1201 €	298.468,70 €	0,1079 €	237.887,58 €	0,040 €	3.167,68 €	234.719,90 €	0,1064 €	63.748,81 €	21,36%
3	0,1225 €	301.693,52 €	0,1101 €	240.478,26 €	0,037 €	2.962,85 €	237.515,41 €	0,1085 €	64.178,11 €	21,27%
4	0,1250 €	304.953,18 €	0,1123 €	243.097,13 €	0,035 €	2.771,25 €	240.325,87 €	0,1107 €	64.627,31 €	21,19%
5	0,1276 €	308.248,06 €	0,1146 €	245.744,51 €	0,033 €	2.592,05 €	243.152,45 €	0,1130 €	65.095,61 €	21,12%
6	0,1302 €	311.578,54 €	0,1170 €	248.420,70 €	0,032 €	2.424,44 €	245.996,26 €	0,1153 €	65.582,28 €	21,05%
7	0,1328 €	314.945,00 €	0,1193 €	251.126,01 €	0,030 €	2.267,66 €	248.858,35 €	0,1176 €	66.086,65 €	20,98%
8	0,1355 €	318.347,84 €	0,1218 €	253.860,78 €	0,028 €	2.121,02 €	251.739,76 €	0,1200 €	66.608,08 €	20,92%
9	0,1383 €	321.787,44 €	0,1242 €	256.625,31 €	0,027 €	1.983,87 €	254.641,44 €	0,1225 €	67.146,00 €	20,87%
10	0,1411 €	325.264,20 €	0,1268 €	259.419,93 €	0,025 €	1.855,58 €	257.564,35 €	0,1250 €	67.699,86 €	20,81%
11	0,1440 €	328.778,53 €	0,1293 €	262.244,96 €	0,024 €	1.735,59 €	260.509,37 €	0,1275 €	68.269,16 €	20,76%
12	0,1469 €	332.330,83 €	0,1320 €	265.100,74 €	0,022 €	1.623,36 €	263.477,39 €	0,1301 €	68.853,45 €	20,72%
13	0,1499 €	335.921,51 €	0,1347 €	267.987,61 €	0,021 €	1.518,38 €	266.469,22 €	0,1327 €	69.452,29 €	20,68%
14	0,1529 €	339.550,99 €	0,1374 €	270.905,89 €	0,020 €	1.420,20 €	269.485,69 €	0,1354 €	70.065,30 €	20,63%
15	0,1560 €	343.219,68 €	0,1402 €	273.855,94 €	0,019 €	1.328,36 €	272.527,58 €	0,1382 €	70.692,11 €	20,60%
16	0,1592 €	346.928,01 €	0,1430 €	276.838,09 €	0,018 €	1.242,46 €	275.595,63 €	0,1410 €	71.332,39 €	20,56%
17	0,1624 €	350.676,41 €	0,1460 €	279.852,70 €	0,017 €	1.162,12 €	278.690,58 €	0,1439 €	71.985,83 €	20,53%
18	0,1657 €	354.465,31 €	0,1489 €	282.900,12 €	0,016 €	1.086,97 €	281.813,15 €	0,1468 €	72.652,16 €	20,50%
19	0,1691 €	358.295,14 €	0,1520 €	285.980,70 €	0,015 €	1.016,68 €	284.964,02 €	0,1498 €	73.331,12 €	20,47%
20	0,1726 €	362.166,35 €	0,1550 €	289.094,81 €	0,014 €	950,94 €	288.143,88 €	0,1528 €	74.022,48 €	20,44%
<b>Total</b>	<b>0,1435 €</b>	<b>6.552.883,66 €</b>	<b>0,1289 €</b>	<b>5.226.746,55 €</b>	<b>0,026 €</b>	<b>38.608,12 €</b>	<b>5.188.138,44 €</b>	<b>0,1271 €</b>	<b>1.364.745,23 €</b>	<b>20,85%</b>

**Figura 54:** Balanço económico da UPAC a 20 anos.

Como se pode verificar pela Figura 54, para a elaboração do balanço económico, foram analisadas anualmente o total de despesas com faturas elétricas sem e com autoconsumo de modo a calcular a poupança económica total. Nas colunas correspondentes à análise sem autoconsumo a tarifa de compra considerada para o ano 1, corresponde à análise da Figura 43, sendo que sofre um aumento anual de 2,03%. A tarifa de compra de 0,1058 €/kWh e o custo total de 235.324,80 € com autoconsumo para o ano 1 são obtidos através da tabela da Figura 52, sendo que o valor da tarifa sofre o mesmo aumento anual de 2,03%. Os valores do custo total s/IVA sem e com autoconsumo são determinados tendo por base a tarifa de compra anual e os valores de consumo da RESP da Tabela 17, sem e com autoconsumo. A tarifa de venda de energia excedente é obtida tendo por base o valor médio da Tabela 15 e a equação (17), tendo-se assumido uma diminuição anual de 5,52% no valor dessa mesma tarifa, conforme ilustra a Tabela 15. Assim a coluna correspondente ao custo total efetivo engloba a amortização deste ganho com energia excedente no custo total a pagar pela energia. No final dos 20 anos obtém-se um gasto total com energia na ordem dos 5.188.138,44 € o que corresponde a uma poupança de 1.364.745,23 € relativamente ao

valor de custo total a pagar caso não fosse instalada a UPAC. Em termos percentuais esta poupança económica corresponde a uma média anual de 20,85%.

Por fim e tendo-se já feito a análise ao balanço energético e económico, resta somente elaborar o estudo de viabilidade económica da UPAC.

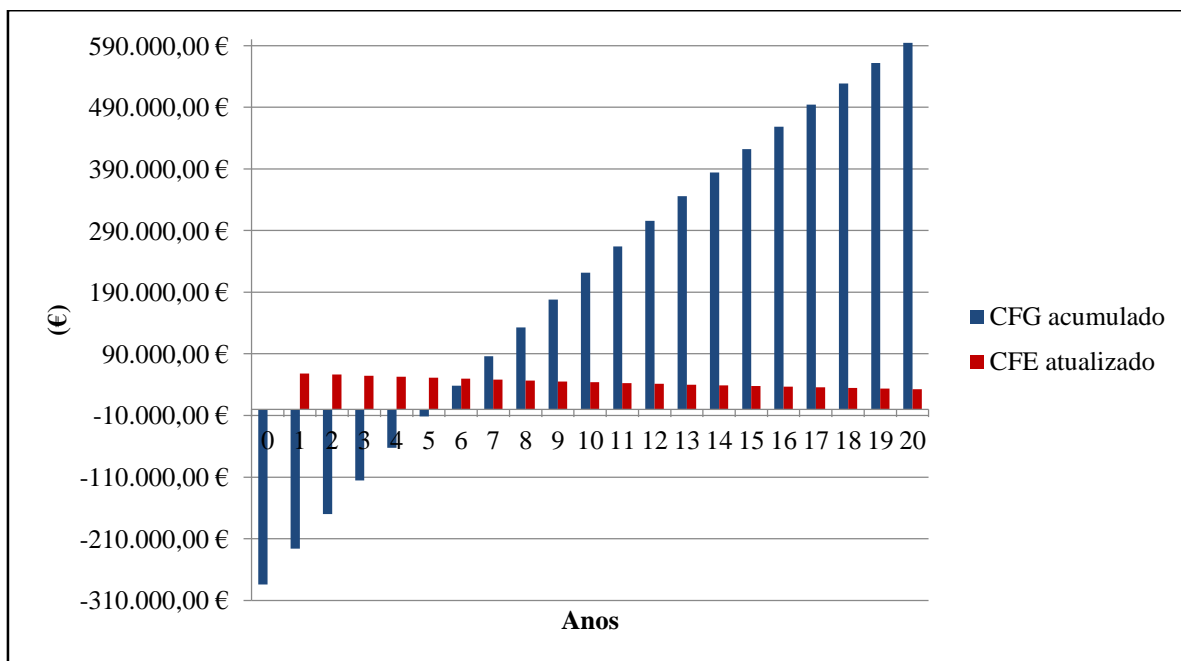
Na Tabela 18 pode-se verificar as despesas anuais com operação e manutenção da UPAC, o *cash flow* de exploração (CFE) que corresponde ao saldo entre a poupança da Figura 54 e as despesas de O&M. A Tabela 18 apresenta também o *cash flow* global acumulado (CFG acumulado) e o *cash flow* de exploração atualizado (CFE atualizado) em função do ano da instalação da UPAC. Através da mesma tabela é possível retirar informações relevantes da UPAC, como o *payback*, o *Cash-Flow* de investimento (CFI) que corresponde ao valor do investimento inicial representado no ano 0 e o CFG acumulado. O valor final do CFG acumulado, apresentado no ano 20, corresponde ao valor do VAL. Os resultados são atualizados a uma TA de 4%.

Para além de todos os indicadores económicos analisados anteriormente existe um outro parâmetro, também ele determinante em qualquer projeto de produção de energia elétrica, que corresponde ao custo da energia elétrica por kWh, designado por *Levelised Cost of Energy* (LCOE) e que é obtido pelo quociente entre o total de custos e a energia fotovoltaica total produzida no final dos 20 anos. O total de custos corresponde à soma entre o investimento inicial e o total de despesas com O&M nos 20 anos, atualizadas anualmente a uma TA de 4% (O&M atualizada). Para o cálculo do LCOE também a energia fotovoltaica total é atualizada anualmente com a mesma TA (Energia fotovoltaica atualizada) [10].

**Tabela 18:** Estudo de viabilidade económica da UPAC.

Ano	O&M (€)	CFE (€)	CFE atualizado (€)	CFG acumulado (€)	O&M atualizada (€)	Energia fotovoltaica atualizada (kWh)
<b>0</b>				-284.400,00 €		
<b>1</b>	2.844,00 €	60.472,27 €	58.146,41 €	-226.253,59 €	2.734,62 €	350.174,04
<b>2</b>	2.844,00 €	60.904,81 €	56.309,92 €	-169.943,67 €	2.629,44 €	333.338,75
<b>3</b>	2.844,00 €	61.334,11 €	54.525,80 €	-115.417,87 €	2.528,31 €	317.312,85
<b>4</b>	2.844,00 €	61.783,31 €	52.812,63 €	-62.605,24 €	2.431,06 €	302.057,42
<b>5</b>	2.844,00 €	62.251,61 €	51.166,28 €	-11.438,96 €	2.337,56 €	287.535,43
<b>6</b>	2.844,00 €	62.738,28 €	49.582,97 €	38.144,01 €	2.247,65 €	273.711,61
<b>7</b>	2.844,00 €	63.242,65 €	48.059,21 €	86.203,23 €	2.161,21 €	260.552,40
<b>8</b>	2.844,00 €	63.764,08 €	46.591,79 €	132.795,01 €	2.078,08 €	248.025,84
<b>9</b>	2.844,00 €	64.302,00 €	45.177,73 €	177.972,74 €	1.998,16 €	236.101,52
<b>10</b>	2.844,00 €	64.855,86 €	43.814,29 €	221.787,04 €	1.921,30 €	224.750,49
<b>11</b>	2.844,00 €	65.425,16 €	42.498,94 €	264.285,97 €	1.847,41 €	213.945,18
<b>12</b>	2.844,00 €	66.009,45 €	41.229,31 €	305.515,28 €	1.776,35 €	203.659,35
<b>13</b>	2.844,00 €	66.608,29 €	40.003,21 €	345.518,49 €	1.708,03 €	193.868,03
<b>14</b>	2.844,00 €	67.221,30 €	38.818,62 €	384.337,11 €	1.642,34 €	184.547,46
<b>15</b>	2.844,00 €	67.848,11 €	37.673,65 €	422.010,76 €	1.579,17 €	175.674,98
<b>16</b>	2.844,00 €	68.488,39 €	36.566,51 €	458.577,27 €	1.518,43 €	167.229,07
<b>17</b>	2.844,00 €	69.141,83 €	35.495,57 €	494.072,84 €	1.460,03 €	159.189,21
<b>18</b>	2.844,00 €	69.808,16 €	34.459,27 €	528.532,11 €	1.403,88 €	151.535,88
<b>19</b>	2.844,00 €	70.487,12 €	33.456,18 €	561.988,28 €	1.349,88 €	144.250,50
<b>20</b>	2.844,00 €	71.178,48 €	32.484,93 €	594.473,21 €	1.297,96 €	137.315,38
<b>Total</b>	<b>56.880,00 €</b>	<b>1.307.865,23 €</b>	<b>32.484,93 €</b>	<b>594.473,21 €</b>	<b>38.650,89 €</b>	<b>4.564.775,40</b>

Na Figura 55 está representada a evolução do CFE atualizado e do CFG acumulado ao longo dos 20 anos de exploração da UPAC.



**Figura 55:** Evolução do CFG acumulado e do CFE atualizado.

Assim sendo, e com a informação da Tabela 18 é possível determinar todos os indicadores anteriormente descritos. De referir que os valores da Tabela 18 foram calculados tendo por base um investimento inicial com um custo associado de 1,20 €/Wp. A Tabela 19 apresenta os valores de todos os indicadores económicos para custos de instalação de 1,20 €/Wp.

**Tabela 19:** Indicadores económicos da UPAC.

TA	VAL	TIR	PRI	LCOE
4%	594.473,21 €	21,54%	5,23 anos	0,0708 €/kWh

Tal como referido anteriormente o valor do VAL corresponde ao valor final do CFG acumulado, neste caso no ano 20.

O valor da TIR é calculado recorrendo à função financeira “TIR” do programa *Microsoft Excel*, inserindo na função o valor do CFI e o somatório dos CFE.

O valor exato do PRI é obtido pelo ano correspondente com a soma do quociente entre o último CFG acumulado com valor negativo em módulo e o valor do CFE atualizado do ano seguinte, conforme comprova a seguinte equação:

$$PRI = 5 + \left[ \frac{-(-11.438,96)}{49.582,97} \right] = 5,23 \text{ anos} \quad (22)$$

Por fim, o valor do LCOE é calculado através da metodologia anteriormente descrita como comprova a equação seguinte:

$$\text{LCOE} = \frac{(284.400,00 + 38.650,89)}{4.564.775,40} = 0,0708 \text{ €/kWh} \quad (23)$$

Ao analisar todos os indicadores económicos para o sistema dimensionado em regime de autoconsumo, pode-se verificar que o investimento é altamente. Esta conclusão é sustentada pelo facto do valor do PRI ser bastante inferior ao período de tempo de exploração considerado, e pelo facto de o valor do VAL ser positivo. Outro fator que indica que o projeto é viável do ponto de vista económico é a TIR apresentar um valor bem superior ao da taxa de atualização considerada.

## **7.2. ANÁLISE EM PEQUENA PRODUÇÃO**

O estudo de viabilidade económica em regime de pequena produção apresenta metodologia idêntica ao estudo anteriormente efetuado em autoconsumo. Por esta razão e para não existir repetição de conteúdos apresenta-se de seguida na Figura 56 e na Tabela 20 o balanço económico e o estudo de viabilidade económica para este regime de exploração. Por ser considerado um regime apenas com benefícios económicos, o ponto mais importante será verificar a poupança obtida em termos de custos com faturas elétricas.

Como mencionado anteriormente a tarifa de venda de energia considerada foi de 0,105 €/kWh durante um período de 15 anos. Após esse período a tarifa de venda foi considerada igual à tarifa de compra, considerando também neste caso um aumento anual no preço de energia de 2,03% e uma diminuição anual nos consumos de 0,93%.

Sem Pequena Produção				Com Pequena Produção				
Ano	Consumo (kWh)	Média da Tarifa de Compra s/ IVA (€/kWh)	Custo Total s/IVA (€)	Energia PV Produzida (kWh)	Tarifa de Venda de Energia (€/kWh)	Remuneração/Poupança (€)	Custo Compra s/IVA(€)	Poupança (%)
0								
1	2.508.473,00	0,1177 €	295.278,36 €	364.181,00	0,105	38.239,01 €	257.039,35 €	12,95%
2	2.485.044,92	0,1201 €	298.468,70 €	360.539,19	0,105	37.856,61 €	260.612,09 €	12,68%
3	2.461.835,64	0,1225 €	301.693,52 €	356.933,80	0,105	37.478,05 €	264.215,47 €	12,42%
4	2.438.843,13	0,1250 €	304.953,18 €	353.364,46	0,105	37.103,27 €	267.849,91 €	12,17%
5	2.416.065,37	0,1276 €	308.248,06 €	349.830,82	0,105	36.732,24 €	271.515,82 €	11,92%
6	2.393.500,33	0,1302 €	311.578,54 €	346.332,51	0,105	36.364,91 €	275.213,62 €	11,67%
7	2.371.146,05	0,1328 €	314.945,00 €	342.869,18	0,105	36.001,26 €	278.943,74 €	11,43%
8	2.349.000,54	0,1355 €	318.347,84 €	339.440,49	0,105	35.641,25 €	282.706,58 €	11,20%
9	2.327.061,86	0,1383 €	321.787,44 €	336.046,09	0,105	35.284,84 €	286.502,60 €	10,97%
10	2.305.328,08	0,1411 €	325.264,20 €	332.685,62	0,105	34.931,99 €	290.332,21 €	10,74%
11	2.283.797,29	0,1440 €	328.778,53 €	329.358,77	0,105	34.582,67 €	294.195,86 €	10,52%
12	2.262.467,58	0,1469 €	332.330,83 €	326.065,18	0,105	34.236,84 €	298.093,99 €	10,30%
13	2.241.337,09	0,1499 €	335.921,51 €	322.804,53	0,105	33.894,48 €	302.027,04 €	10,09%
14	2.220.403,94	0,1529 €	339.550,99 €	319.576,48	0,105	33.555,53 €	305.995,46 €	9,88%
15	2.199.666,30	0,1560 €	343.219,68 €	316.380,72	0,105	33.219,98 €	309.999,71 €	9,68%
16	2.179.122,35	0,1592 €	346.928,01 €	313.216,91	0,159	49.865,82 €	297.062,19 €	14,37%
17	2.158.770,26	0,1624 €	350.676,41 €	310.084,74	0,162	50.370,99 €	300.305,42 €	14,36%
18	2.138.608,25	0,1657 €	354.465,31 €	306.983,90	0,166	50.881,29 €	303.584,02 €	14,35%
19	2.118.634,55	0,1691 €	358.295,14 €	303.914,06	0,169	51.396,75 €	306.898,39 €	14,34%
20	2.098.847,40	0,1726 €	362.166,35 €	300.874,92	0,173	51.917,43 €	310.248,92 €	14,34%
<b>Total</b>	<b>45.957.953,93</b>	<b>0,1435 €</b>	<b>6.552.897,61 €</b>	<b>6.631.483,36</b>	<b>0,1202 €</b>	<b>789.555,21 €</b>	<b>5.763.342,40 €</b>	<b>12,02%</b>

**Figura 56:** Balanço económico da UPP.

No final dos 20 anos obtém-se um gasto total com energia na ordem dos 5.763.342,40 € o que corresponde a uma poupança de 798.555,21 € relativamente ao valor de custo total a pagar caso não fosse instalada a UPP. Em termos percentuais esta poupança económica corresponde a uma média anual de 12,02%. Sem a UPP e considerando o período de 20 anos, a média da tarifa de compra de energia situa-se nos 0,1435 €/kWh, enquanto que com a instalação da UPP e para período homólogo, a tarifa de compra diminui para 0,1254 €/kWh. Este último valor é obtido pelo quociente entre o custo total de compra de energia e o consumo total, para o período de 20 anos.

De seguida apresenta-se na Tabela 20 o estudo de viabilidade económica da UPP, considerando um custo de instalação de 1,40 €/Wp.

**Tabela 20:** Estudo de viabilidade económica da UPP.

Ano	O&M (€)	CFE (€)	CFE atualizado (€)	CFG acumulado (€)	O&M atualizada (€)	Energia fotovoltaica atualizada (kWh)
<b>0</b>				-331.800,00 €		
<b>1</b>	3.318,00 €	34.921,01 €	33.577,89 €	-298.222,11 €	3.190,38 €	350.174,04
<b>2</b>	3.318,00 €	34.538,61 €	31.932,89 €	-266.289,22 €	3.067,68 €	333.338,75
<b>3</b>	3.318,00 €	34.160,05 €	30.368,16 €	-235.921,06 €	2.949,69 €	317.312,85
<b>4</b>	3.318,00 €	33.785,27 €	28.879,79 €	-207.041,27 €	2.836,24 €	302.057,42
<b>5</b>	3.318,00 €	33.414,24 €	27.464,07 €	-179.577,21 €	2.727,15 €	287.535,43
<b>6</b>	3.318,00 €	33.046,91 €	26.117,46 €	-153.459,75 €	2.622,26 €	273.711,61
<b>7</b>	3.318,00 €	32.683,26 €	24.836,59 €	-128.623,16 €	2.521,41 €	260.552,40
<b>8</b>	3.318,00 €	32.323,25 €	23.618,28 €	-105.004,87 €	2.424,43 €	248.025,84
<b>9</b>	3.318,00 €	31.966,84 €	22.459,48 €	-82.545,40 €	2.331,18 €	236.101,52
<b>10</b>	3.318,00 €	31.613,99 €	21.357,28 €	-61.188,12 €	2.241,52 €	224.750,49
<b>11</b>	3.318,00 €	31.264,67 €	20.308,93 €	-40.879,18 €	2.155,31 €	213.945,18
<b>12</b>	3.318,00 €	30.918,84 €	19.311,82 €	-21.567,36 €	2.072,41 €	203.659,35
<b>13</b>	3.318,00 €	30.576,48 €	18.363,44 €	-3.203,92 €	1.992,70 €	193.868,03
<b>14</b>	3.318,00 €	30.237,53 €	17.461,42 €	14.257,50 €	1.916,06 €	184.547,46
<b>15</b>	3.318,00 €	29.901,98 €	16.603,51 €	30.861,00 €	1.842,37 €	175.674,98
<b>16</b>	3.318,00 €	46.547,82 €	24.852,26 €	55.713,26 €	1.771,51 €	167.229,07
<b>17</b>	3.318,00 €	47.052,99 €	24.155,75 €	79.869,01 €	1.703,37 €	159.189,21
<b>18</b>	3.318,00 €	47.563,29 €	23.478,58 €	103.347,59 €	1.637,86 €	151.535,88
<b>19</b>	3.318,00 €	48.078,75 €	22.820,21 €	126.167,80 €	1.574,86 €	144.250,50
<b>20</b>	3.318,00 €	48.599,43 €	22.180,15 €	148.347,95 €	1.514,29 €	137.315,38
<b>Total</b>	<b>66.360,00 €</b>	<b>723.195,21 €</b>	<b>480.147,95 €</b>	<b>148.347,95 €</b>	<b>45.092,70 €</b>	<b>4.564.775,40</b>

A determinação dos indicadores económicos para este caso, segue a mesma metodologia que o caso em autoconsumo. A Tabela 21 seguinte apresenta esses mesmos indicadores.

**Tabela 21:** Indicadores económicos da UPP.

TA	VAL	TIR	PRI	LCOE
4%	148.347,95 €	8,36%	13,18 anos	0,0826 €/kWh

Ao analisar todos os indicadores económicos para o sistema dimensionado em regime de pequena produção, pode-se verificar que o investimento é também favorável, mesmo com a obrigatoriedade da instalação de um PT. Em comparação com o regime de autoconsumo pode-se concluir o valor do PRI é mais do dobro, e que os valores do VAL e da TIR são bastantes inferiores.

Apesar do *payback* do investimento da UPP ser bastante superior ao da UPAC, pode-se ainda considerar como um valor aceitável tendo em conta que a durabilidade dos sistemas fotovoltaicos ronda os 25 anos e também por se encontrar dentro do período de tempo de 15 anos onde a venda de energia se efetua a tarifa constante.



## 8. CONCLUSÕES

Com a realização desta dissertação pretendia-se principalmente abordar a temática da produção fotovoltaica no âmbito do Decreto-Lei n.º 153/2014, efetuando a simulação de um sistema fotovoltaico adaptado aos regimes de autoconsumo e pequena produção e posteriormente elaborar um estudo de viabilidade económica referente ao sistema fotovoltaico dimensionado para ambos os regimes.

Antes de qualquer conclusão acerca desta dissertação, é importante esclarecer que neste estudo optou-se pelo dimensionamento de uma única central fotovoltaica com características idênticas, para que análise de viabilidade nos dois regimes fosse o mais coerente possível a fim de determinar qual dos dois é mais favorável para o ISEP. Através deste estudo comprova-se que é possível implementar um sistema de produção fotovoltaica no ISEP com uma potência instalada de 237 kWp. Esta solução adotada torna-se a melhor opção pois os consumos do ISEP são elevados e também pelo facto de existir uma limitação de área disponível, e tendo em conta que o sistema fotovoltaico foi dimensionado de forma a se adaptar aos consumos do mês de agosto.

O sistema fotovoltaico foi então distribuído e instalado nos edifícios B, G, H, I e J mediante área disponível de cada um. Para os edifícios G e I, voltados a sul, assumiu-se uma inclinação de telhado de 34°, enquanto para os restantes edifícios o dimensionamento

foi efetuado com a necessidade de distância entre módulos de modo a não haver sombreamento.

O sistema fotovoltaico totaliza 1559,12 m<sup>2</sup> de área usada, 969 módulos fotovoltaicos e 15 inversores, apresentando uma potência instalada de 237 kWp, uma potência nominal de 225 kW e uma produção de energia elétrica para o primeiro ano de 364.181,00 kWh.

No dimensionamento e análise em autoconsumo, e tendo em conta um período de exploração de 20 anos, obtém-se uma taxa de autoconsumo de energia de 77,84% o que corresponde a uma poupança energética de cerca de 11,23%. No que ao balanço económico diz respeito tem-se uma poupança de 1.364.745,23 € relativamente ao valor de custo total a pagar caso não fosse instalada a UPAC. Em termos percentuais esta poupança económica corresponde a uma média anual de 20,85%.

Na análise em regime de pequena produção, e tratando-se exclusivamente de venda de energia, a poupança económica é de 798.555,21 € relativamente ao valor de custo total a pagar caso não fosse instalada a UPP. Em termos percentuais esta poupança económica corresponde a uma média anual de 12,02%.

Analisando única e exclusivamente estes indicadores, é nítido que o regime de autoconsumo é bastante mais benéfico que o regime de pequena produção, apresentando vantagens económicas praticamente com o dobro do valor.

Com a elaboração de um estudo de viabilidade económica pode-se concluir se um determinado projeto de investimento é favorável ou não, sendo para isso necessário conhecer o valor dos principais indicadores económicos, que são, o VAL, a TIR, o PRI e o LCOE.

A análise efetuada tanto para a UPAC como para a UPP corresponde a um período de 20 anos, embora o tempo de exploração de um sistema fotovoltaico ronde os 25 anos. Assim, este estudo representa um menor risco para o produtor, neste caso o ISEP, pois o preço da energia tende a aumentar, tal como considerado nesta dissertação.

No estudo em regime de autoconsumo tem-se um VAL de 594.473,21 €, uma TIR de 21,54%, um PRI de 5,23 anos e um LCOE de 0,0708 €/kWh.

Em regime de pequena produção tem-se um VAL de 148.347,95 €, uma TIR de 8,36%, um PRI de 13,18 anos e um LCOE idêntico de 0,0826 €/kWh.

Estes indicadores económicos seguem a mesma tendência do balanço económico, onde a instalação do sistema fotovoltaico em regime de autoconsumo é bastante mais compensatória e aliciante.

Considera-se então que caso o investimento num sistema fotovoltaico por parte do ISEP seja efetuado, o mesmo deverá ser feito em regime de autoconsumo.

Conclui-se assim que todos os objetivos iniciais desta dissertação foram alcançados com êxito.

## **8.1. TRABALHOS FUTUROS**

Como trabalho futuro sugere-se o aperfeiçoamento do dimensionamento em autoconsumo assim que os dados de consumos do ISEP, obtidos através de telecontagem, estejam disponíveis para futuros trabalhos e dissertações neste âmbito.

Também é sugerido um novo estudo de viabilidade económica, com estes dados consumo, a fim de se comparar com o cenário apresentado nesta dissertação.



## *Referências Documentais*

- [1] DIREÇÃO GERAL DE ENERGIA E GEOLOGIA – Energia em Portugal: Principais números [em linha]. Portugal: DGEG, 2014. [Consult. Agosto 2014]. Disponível em WWW: <URL: <http://www.dgeg.pt>>.
- [2] DIREÇÃO GERAL DE ENERGIA E GEOLOGIA – Renováveis: Estatísticas rápidas [em linha]. Portugal: DGEG, 2014. [Consult. Agosto 2014]. Disponível em WWW: <URL: <http://www.dgeg.pt>>.
- [3] LIMA, Pedro Manuel – Impacto das opções de conceção em edifícios zero energy: o caso dos grandes edifícios de serviços. Departamento de Engenharia Eletrotécnica do ISEP, Outubro de 2013. Dissertação de mestrado.
- [4] REDE ELÉTRICA NACIONAL – Caracterização da rede elétrica nacional de transporte para efeitos de acesso à rede: Situação a 31 de Dezembro de 2013 [em linha]. Portugal: REN, Março de 2014. [Consult. Agosto 2014]. Disponível em WWW: <URL: <http://www.centrodeinformacao.ren.pt/PT/publicacoes/Paginas/CaracterizacaoREN.aspx>>.
- [5] O espectro eletromagnético Disponível em WWW: <URL: <http://tinyurl.com/pcsvl2j>>.
- [6] PINHO, João Tavares; GALDINO, Marco António – Manual de engenharia para sistemas fotovoltaicos [em linha]. Rio de Janeiro: CEPEL – CRESESB, Março de 2014. [Consult. Agosto 2014]. Disponível em WWW: <URL: <http://www.cresesb.cepel.br>>.
- [7] PORTAL ENERGIA – ENERGIAS RENOVÁVEIS – Energia fotovoltaica: manual sobre tecnologias, projeto e instalação [em linha]. Portugal: PORTAL ENERGIA, Janeiro de 2004. [Consult. Agosto 2014]. Disponível em WWW: <URL: <http://www.portal-energia.com>>.
- [8] CASTRO, Rui – Energias renováveis e produção descentralizada: Introdução à energia fotovoltaica [em linha]. Edição 2.2. Lisboa: Universidade Técnica de Lisboa, Instituto Superior Técnico, Maio de 2008. [Consult. Agosto 2014].
- [9] FREITAS, Susana Sofia – Dimensionamento de sistemas fotovoltaicos [em linha]. Bragança: Instituto Politécnico de Bragança, Novembro de 2008. [Consult. Setembro 2014]. Disponível em WWW: <URL: [https://bibliotecadigital.ipb.pt/bitstream/10198/2098/1/Susana\\_Freitas\\_MEI\\_2008.pdf](https://bibliotecadigital.ipb.pt/bitstream/10198/2098/1/Susana_Freitas_MEI_2008.pdf)>.
- [10] OLIVEIRA, Flávio Gil – Dimensionamento de uma central de miniprodução fotovoltaica para uma exploração agrícola direcionada à indústria de laticínios [em linha].

Porto: Departamento de Engenharia Mecânica do ISEP, Novembro de 2013. [Consult. Setembro 2014]. Disponível em WWW: <URL: <http://recipp.ipp.pt/handle/10400.22/4674>>.

[11] COSTA, Márcio José – A minigeração fotovoltaica em edifícios escolares: Um caso de estudo [em linha]. Vila Real: Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro, 2013. [Consult. Setembro 2014]. Disponível em WWW: <URL: [http://repositorio.utad.pt/bitstream/10348/3014/1/msc\\_mjacosta.pdf](http://repositorio.utad.pt/bitstream/10348/3014/1/msc_mjacosta.pdf)>.

[12] MONTEIRO, José Alberto – Produção Fotovoltaica: Legislação, tarifas, tecnologia necessária e viabilidade económica para a produção numa perspetiva de chave na mão [em linha]. Porto: Departamento de Engenharia Eletrotécnica e de Computadores da FEUP, Abril de 2014. [Consult. Outubro 2014]. Disponível em WWW: <URL: [http://sigarra.up.pt/feup/pt/publs\\_pesquisa.show\\_publ\\_file?pct\\_gdoc\\_id=367395](http://sigarra.up.pt/feup/pt/publs_pesquisa.show_publ_file?pct_gdoc_id=367395)>.

[13] MORAIS, Josué – *Sistemas fotovoltaicos: da teoria à prática*. Portugal: [S.n.], 2009. ISBN 978-989-96101-0-1.

[14] GARCÍA, David – Poupar com o autoconsumo [em linha]. Portugal: SMA Solar Technology. [Consult. Outubro 2014]. Disponível em WWW: <URL: <http://www.prestenergia.com/ficheiros/conteudos/files/Autoconsumo.pdf>>.

[15] PEREIRA, Filipe – Renováveis em casa (RM10): Sistemas de autoconsumo com e sem baterias - 1ª parte. Renováveis Magazine. Porto. Maio 2014, p. 94-97. [Consult. Outubro 2014]. Disponível em WWW: <URL: <https://cld.pt/dl/download/59952da1-6d39-49db-94b2-b6d3fееe0613/renovaveismagazine%2014.pdf>>.

[16] MINISTÉRIO DO AMBIENTE, ORDENAMENTO DO TERRITÓRIO E ENERGIA – Enquadramento do novo regime de produção distribuída [em linha]. Portugal: Governo de Portugal, Setembro de 2014. [Consult. Outubro 2014]. Disponível em WWW: <URL: <http://www.lusosol.com/pdf/EnquadProdDistri.pdf>>.

[17] Photovoltaic Geographical Information System – Interactive Maps [Consult. Novembro 2014]. Disponível em WWW: <URL: <http://re.jrc.ec.europa.eu/pvgis/apps4/pvest.php>>.

[18] ENTIDADE REGULADORA DOS SERVIÇOS ENERGÉTICOS – Ciclo semanal opcional para os consumidores em MAT, AT e MT em Portugal Continental. [Consult. Novembro 2014]. Disponível em WWW: <URL: <http://www.erse.pt/>>.

[19] MERCADO IBÉRICO DE ELETRICIDADE – Informação mensal do MIBEL. [Consult. Novembro 2014]. Disponível em WWW: <URL: <http://www.mibel.com/>>.

- [20] DUARTE, João - Viabilidade do investimento em miniprodução fotovoltaica nas obras de requalificação dos edifícios escolares públicos: contributo para NZEB (*Nearly Zero Energy Building*) [em linha]. Lisboa: Universidade Técnica de Lisboa, 2012. [Consult. Novembro 2014]. Disponível em WWW: <URL: <http://www.repository.utl.pt/handle/10400.5/5130>>.
- [21] SOUSA, Ana Rita - Autoconsumo fotovoltaico, um elemento de eficiência energética. Caso de estudo: ISEP [em linha]. Porto: Departamento de Engenharia Mecânica do ISEP, Janeiro de 2015. [Consult. Fevereiro 2015]. Disponível em WWW: <URL: <http://recipp.ipp.pt/handle/10400.22/5579>>.

## *Legislação Consultada*

Decreto-Lei n.º 153/2014 – Diário da República n.º 202/2014, Série I de 2014-10-20

Decreto-Lei n.º 25/2013 – Diário da República n.º 35/2013, Série I de 2013-02-19

Decreto-Lei n.º 34/2011 – Diário da República n.º 47/2011, Série I de 2011-03-08

Decreto-Lei n.º 118-A/2010 – Diário da República n.º 207/2010, 1º Suplemento, Série I de 2010-10-25

Decreto-Lei n.º 363/2007 – Diário da República n.º 211/2007, Série I de 2007-11-02

Portaria n.º 15/2015 – Diário da República n.º 16/2015, Série I de 2015-01-23

Portaria n.º 14/2015 – Diário da República n.º 16/2015, Série I de 2015-01-23

## Anexo A. Tarifas de venda a clientes em média tensão

TARIFA TRANSITÓRIA DE VENDA A CLIENTES FINAIS EM MT		PREÇOS	
<b>Termo tarifário fixo</b>		<b>(EUR/mês)</b>	<b>(EUR/dia)*</b>
		48,06	1,5759
<b>Potência</b>		<b>(EUR/kW.mês)</b>	<b>(EUR/kW.dia)*</b>
Tarifa de longas utilizações	Horas de ponta	8,983	0,2945
	Contratada	1,397	0,0458
Tarifa de médias utilizações	Horas de ponta	9,064	0,2972
	Contratada	1,271	0,0417
Tarifa de curtas utilizações	Horas de ponta	13,977	0,4582
	Contratada	0,495	0,0162
<b>Energia ativa</b>		<b>(EUR/kWh)</b>	
Tarifa de longas utilizações	Períodos I, IV	Horas de ponta	0,1191
		Horas cheias	0,0911
		Horas de vazio normal	0,0579
		Horas de super vazio	0,0541
	Períodos II, III	Horas de ponta	0,1229
		Horas cheias	0,0937
		Horas de vazio normal	0,0602
		Horas de super vazio	0,0560

Figura 57: Tarifas de venda de 2012.


TARIFA TRANSITÓRIA DE VENDA A CLIENTES FINAIS EM MT		PREÇOS	
<b>Termo tarifário fixo</b>		<b>(EUR/mês)</b>	<b>(EUR/dia)*</b>
		47,20	1,5517
<b>Potência</b>		<b>(EUR/kW.mês)</b>	<b>(EUR/kW.dia)*</b>
Tarifa de longas utilizações	Horas de ponta	9,289	0,3054
	Contratada	1,448	0,0476
Tarifa de médias utilizações	Horas de ponta	9,368	0,3080
	Contratada	1,357	0,0446
Tarifa de curtas utilizações	Horas de ponta	14,179	0,4662
	Contratada	0,528	0,0174
<b>Energia ativa</b>		<b>(EUR/kWh)</b>	
Tarifa de longas utilizações	Períodos I, IV	Horas de ponta	0,1252
		Horas cheias	0,0969
		Horas de vazio normal	0,0644
		Horas de super vazio	0,0586
	Períodos II, III	Horas de ponta	0,1286
		Horas cheias	0,0995
		Horas de vazio normal	0,0669
		Horas de super vazio	0,0624

Figura 58: Tarifas de venda de 2013.

TARIFA TRANSITÓRIA DE VENDA A CLIENTES FINAIS EM MT		PREÇOS	
<b>Termo tarifário fixo</b>		<b>(EUR/mês)</b>	<b>(EUR/dia)*</b>
		45,19	1,4856
<b>Potência</b>		<b>(EUR/kW.mês)</b>	<b>(EUR/kW.dia)*</b>
Tarifa de longas utilizações	Horas de ponta	9,595	0,3155
	Contratada	1,468	0,0483
Tarifa de médias utilizações	Horas de ponta	9,671	0,3179
	Contratada	1,381	0,0454
Tarifa de curtas utilizações	Horas de ponta	14,259	0,4688
	Contratada	0,580	0,0191
<b>Energia activa</b>		<b>(EUR/kWh)</b>	
Tarifa de longas utilizações	Períodos I, IV	Horas de ponta	0,1287
		Horas cheias	0,1004
		Horas de vazio normal	0,0708
		Horas de super vazio	0,0604
	Períodos II, III	Horas de ponta	0,1316
		Horas cheias	0,1030
		Horas de vazio normal	0,0735
		Horas de super vazio	0,0677


**Figura 59:** Tarifas de venda de 2014.

## Anexo B. Ficha técnica do módulo fotovoltaico



# PV MODULES

## M 215-245 | 2R



### THE COMPANY

Specialized in the distribution of PV modules, kits and components, MPrime focuses on flexibility, excellence in service and continuous technological innovation, in order to provide our clients all over the world with the best portfolio, service and warranties. Part of Martifer Solar, MPrime benefits from a wide international experience in solar photovoltaic installations.

### MPRIME MODULE STRENGTHS

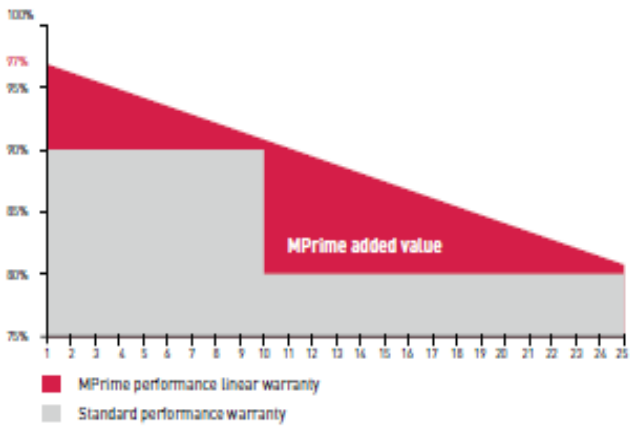
- Efficiency and life performance incremented with the linear warranty.
- Positive power up to 4.99 Watts.
- Its 4 mm glass is suitable for hail and snow climates, and its internal textured surface increases the solar radiation absorption.
- Suitable under extreme mechanical loading pressure of 7000 Pa.
- Produced in a fully automated and robotized PV production line with a yearly installed capacity of 50 MW, extendable to 100 MW, with highly controlled processes and environment, allowing the production of a module with the highest level of quality.
- Manufacturing facility included by the certifications ISO 9001, ISO 14001 and OSHAS 18001.

### WARRANTY

MPrime ensures its modules with a first-class warranty:

- 25 years performance linear warranty: maximum annual decrease of 0.68% after year number two. Year 25: 80.7%. In accordance with the applicable MPrime Guarantee Conditions in force at the time of purchase and available in MPrime module's warranty certificate.
- Product warranty: 10 years.

### BENEFITS OF THE LINEAR WARRANTY



Year	Standard performance warranty (%)	MPrime performance linear warranty (%)
1	~75.5	~77.5
2	~75.5	~76.8
3	~75.5	~76.1
4	~75.5	~75.4
5	~75.5	~74.7
6	~75.5	~74.0
7	~75.5	~73.3
8	~75.5	~72.6
9	~75.5	~71.9
10	~75.5	~71.2
11	~75.5	~70.5
12	~75.5	~69.8
13	~75.5	~69.1
14	~75.5	~68.4
15	~75.5	~67.7
16	~75.5	~67.0
17	~75.5	~66.3
18	~75.5	~65.6
19	~75.5	~64.9
20	~75.5	~64.2
21	~75.5	~63.5
22	~75.5	~62.8
23	~75.5	~62.1
24	~75.5	~61.4
25	~75.5	~60.7

### CERTIFICATION

- TÜV Factory Inspection
- IEC 61215, IEC 61730.1, IEC 61730.2
- Kitemark® licence (KM 566314)
- UL 1703
- Conformity to CE
- Safety class II
- IEC 61701 (Salt Mist Corrosion)
- IEC 62716 (Ammonia resistance test)
- Heavy Snow Load tested 5400 Pa
- Mechanical load tested 7000 Pa
- Product rated by Inmetro with energy efficiency A, in accordance with the Brazilian Labeling Program. \*

\*Applies for power classes 220, 230, 235 and 240W

Figura 60: Características técnicas do módulo MPrime Solar - M245

**ELECTRICAL SPECIFICATIONS \***

		215	220	225	230	235	240	245
Nominal Power (Wp)	$P_{MPP}$	215	220	225	230	235	240	245
Positive Power Tolerance	$P_{Max}$	[ $P_{Max}=0$ ; $P_{Max}=+4.99W$ ]						
MPP Current (A)	$I_{MPP}$	7.72	7.88	7.98	8.12	8.15	8.21	8.23
MPP Voltage (V)	$V_{MPP}$	27.84	27.91	28.20	28.33	28.82	29.24	29.77
Open Circuit Voltage (V)	$V_{OC}$	36.28	36.55	36.95	37.19	37.44	37.80	37.83
Short Circuit Current (A)	$I_{SC}$	8.17	8.23	8.37	8.39	8.41	8.58	8.60
Module Efficiency	$\eta$ (%)	13.4	13.7	14.0	14.3	14.6	14.9	15.2
Maximum System Voltage	$V_{MCR}$	+ 1000V **						
Maximum Series Fuse Rating		12 A						
NOCT		47.3 °C						
Temperature Coefficients:								
Power	$\gamma(P_{MPP})$	-0.45%/°C						
Voltage	$\beta(V_{OC})$	-0.324%/°C						
Current	$\alpha(I_{SC})$	0.076%/°C						

\* Values at Standard Test Conditions STC (air mass AM 1.5, irradiance 1000 W/m², cell temperature 25°C)

Tolerance of measured maximum power: ±3%

\*\* Positive voltage

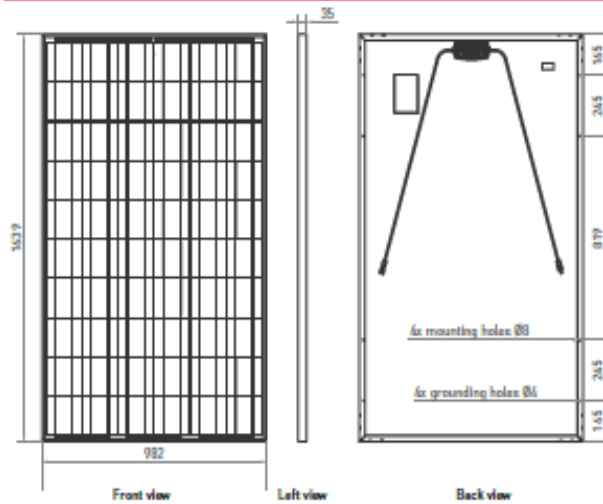
**MECHANICAL SPECIFICATIONS**

Dimensions	1639 x 982 x 35 mm
Weight	20 kg
Solar Cells	60 Multicrystalline 6 inch cells
Front Cover	Tempered and Textured 4 mm Glass
Encapsulant	EVA (Ethylene Vinyl Acetate)
Back Cover	PPE (Polyester Polyester Primer)
Frame	Silver anodized aluminium
Diodes	3 Bypass Diodes (10.5A)
Junction Box	IP 65 W/ 3 Bypass Diodes
Cable	2 Cables of 0.8 m
Connectors	Weldmüller connector (MC4 compatible) or optional w/ Tyco connector

**PACKAGING**


Modules per pallet	40 modules
Modules per 40 ft container	600 modules

**DIMENSIONS (All figures are in mm.)**



**Figura 61:** Características técnicas do módulo MPrime Solar - M245

## Anexo C. Ficha técnica do inversor



Model	Kaco Powador 12.0 TL3	Kaco Powador 14.0 TL3	Kaco Powador 18.0 TL3	Kaco Powador 20.0 TL3
MPP voltage range *	200 - 800 V	200 - 800 V	200 - 800 V	200 - 800 V
Open circuit voltage	1000 V	1000 V	1000 V	1000 V
Max. input current	2 x 18.6 A	2 x 18.6 A	2 x 18.6 A	2 x 18.6 A
Nominal output	10000 W	12500 W	15000 W	17000 W
Max. DC power	12000 W	14000 W	18000 W	20000 W
MPP tracker	2 pc.	2 pc.	2 pc.	2 pc.
Output voltage	400 / 230 V	400 / 230 V	400 / 230 V	400 / 230 V
Power factor cos phi	0.8 inductive, 0.8 capacitive	0.8 inductive, 0.8 capacitive	0.8 inductive, 0.8 capacitive	0.8 inductive, 0.8 capacitive
Frequency	50 Hz	50 Hz	50 Hz	50 Hz
Harmonic distortion	< 3 %	< 3 %	< 3 %	< 3 %
Max. efficiency	98.0 %	98.0 %	98.0 %	97.5 %
Euro efficiency	97.5 %	97.6 %	97.7 %	97.4 %
Night-time consumption	1.5 W	1.5 W	1.5 W	1.5 W
Ambient temperature	-25 to +60 °C	-25 to +60 °C	-25 to +60 °C	-25 to +60 °C
Heat dissipation	Temperature-controlled fan	Temperature-controlled fan	Temperature-controlled fan	Temperature-controlled fan
Protection mode	IP65	IP65	IP65	IP65
Circuit type	Transformerless, three-phased	Transformerless, three-phased	Transformerless, three-phased	Transformerless, three-phased
DC load disconnect	Integrated	Integrated	Integrated	Integrated
Grid monitoring	DIN VDE 0126-1-1:2006-02	DIN VDE 0126-1-1:2006-02	DIN VDE 0126-1-1:2006-02	DIN VDE 0126-1-1:2006-02
Display	Graphic display & LED	Graphic display & LED	Graphic display & LED	Graphic display & LED
Connection	MC4, AC screw connection M40 and terminal	MC4, AC screw connection M40 and terminal	MC4, AC screw connection M40 and terminal	MC4, AC screw connection M40 and terminal
Casing	Aluminium	Aluminium	Aluminium	Aluminium
Dimensions (W / H / D)	690 mm / 420 mm / 200 mm	690 mm / 420 mm / 200 mm	690 mm / 420 mm / 200 mm	690 mm / 420 mm / 200 mm
Weight	40 kg (approx.)	40 kg (approx.)	40 kg (approx.)	44 kg (approx.)
Warranty **	7 years	7 years	7 years	7 years
Norms	DIN VDE V 0126-1-1:2006+E A1:2011, VDE-AR-N 4105, BDEW-MSR-compliant, CEI 0-21, C10/11 06.2012, G59/2, G83/1, EN 50438	DIN VDE V 0126-1-1:2006+E A1:2011, VDE-AR-N 4105, BDEW-MSR-compliant, CEI 0-21, C10/11 06.2012, G59/2, G83/1, EN 50438	DIN VDE V 0126-1-1:2006+E A1:2011, VDE-AR-N 4105, BDEW-MSR-compliant, CEI 0-21, C10/11 06.2012, G59/2, G83/1, EN 50438	DIN VDE V 0126-1-1:2006+E A1:2011, VDE-AR-N 4105, BDEW-MSR-compliant, CEI 0-21, C10/11 06.2012, G59/2, G83/1, EN 50438

**Figura 62:** Características técnicas do inversor Kaco – Powador 18.0 TL3

## Anexo D. Resultados da simulação em PVsyst

PVSYST V6.32		10/02/15	Page 1/4
<b>Grid-Connected System: Simulation parameters</b>			
<b>Project :</b>	<b>ISEP</b>		
<b>Geographical Site</b>	<b>Porto</b>	<b>Country</b>	<b>Portugal</b>
<b>Situation</b>	Latitude 41.1°N	Longitude	8.6°W
Time defined as	Legal Time Time zone UT	Altitude	54 m
<b>Meteo data:</b>	<b>Porto</b>	Synthetic - Meteonorm 6.1	
<b>Simulation variant :</b>	<b>New simulation variant</b>		
	Simulation date	10/02/15 17h24	
<b>Simulation parameters</b>			
<b>Collector Plane Orientation</b>	Tilt 34°	Azimuth	0°
<b>Models used</b>	Transposition Perez	Diffuse	Erbs, Meteonorm
<b>Horizon</b>	Free Horizon		
<b>Near Shadings</b>	No Shadings		
<b>PV Arrays Characteristics (7 kinds of array defined)</b>			
<b>PV module</b>	Si-poly	Model <b>M 245P</b>	
	Manufacturer	MPRIME Solar Solutions SA	
<b>Sub-array "Edifício B"</b>	In series	17 modules	In parallel 11 strings
Total number of PV modules	Nb. modules	187	Unit Nom. Power 245 Wp
Array global power	Nominal (STC)	<b>45.8 kWp</b>	At operating cond. 40.8 kWp (50°C)
Array operating characteristics (50°C)	U mpp	456 V	I mpp 89 A
<b>Sub-array "Edifício G"</b>	In series	17 modules	In parallel 11 strings
Total number of PV modules	Nb. modules	187	Unit Nom. Power 245 Wp
Array global power	Nominal (STC)	<b>45.8 kWp</b>	At operating cond. 40.8 kWp (50°C)
Array operating characteristics (50°C)	U mpp	456 V	I mpp 89 A
<b>Sub-array "Edifício I"</b>	In series	17 modules	In parallel 11 strings
Total number of PV modules	Nb. modules	187	Unit Nom. Power 245 Wp
Array global power	Nominal (STC)	<b>45.8 kWp</b>	At operating cond. 40.8 kWp (50°C)
Array operating characteristics (50°C)	U mpp	456 V	I mpp 89 A
<b>Sub-array "Edifício H telhado nascente"</b>	In series	17 modules	In parallel 8 strings
Total number of PV modules	Nb. modules	136	Unit Nom. Power 245 Wp
Array global power	Nominal (STC)	<b>33.3 kWp</b>	At operating cond. 29.70 kWp (50°C)
Array operating characteristics (50°C)	U mpp	456 V	I mpp 65 A
<b>Sub-array "Edifício H telhado poente"</b>	In series	17 modules	In parallel 8 strings
Total number of PV modules	Nb. modules	136	Unit Nom. Power 245 Wp
Array global power	Nominal (STC)	<b>33.3 kWp</b>	At operating cond. 29.70 kWp (50°C)
Array operating characteristics (50°C)	U mpp	456 V	I mpp 65 A
<b>Sub-array "Edifício J telhado nascente"</b>	In series	17 modules	In parallel 4 strings
Total number of PV modules	Nb. modules	68	Unit Nom. Power 245 Wp
Array global power	Nominal (STC)	<b>16.66 kWp</b>	At operating cond. 14.85 kWp (50°C)
Array operating characteristics (50°C)	U mpp	456 V	I mpp 33 A
<b>Sub-array "Edifício J telhado poente"</b>	In series	17 modules	In parallel 4 strings
Total number of PV modules	Nb. modules	68	Unit Nom. Power 245 Wp
Array global power	Nominal (STC)	<b>16.66 kWp</b>	At operating cond. 14.85 kWp (50°C)
Array operating characteristics (50°C)	U mpp	456 V	I mpp 33 A

**Figura 63:** Parâmetros de simulação do sistema fotovoltaico para os vários edifícios.



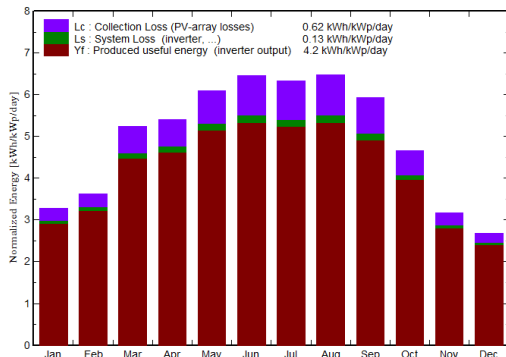
### Grid-Connected System: Main results

**Project :** ISEP  
**Simulation variant :** New simulation variant

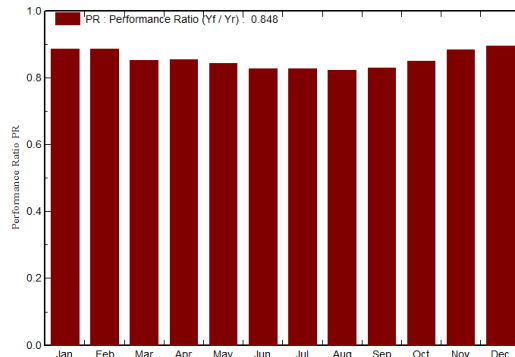
<b>Main system parameters</b>		System type	<b>Grid-Connected</b>
PV Field Orientation		tilt	34°
PV modules		Model	M 245P
PV Array		Nb. of modules	969
Inverter		Model	Powador 18.0 TL3
Inverter pack		Nb. of units	15.0
User's needs		Unlimited load (grid)	
		azimuth	0°
		Pnom	245 Wp
		Pnom total	<b>237 kWp</b>
		Pnom	15.00 kW ac
		Pnom total	<b>225 kW ac</b>

**Main simulation results**  
 System Production **Produced Energy 364.2 MWh/year** Specific prod. 1534 kWh/kWp/year  
 Performance Ratio PR **84.8 %**

**Normalized productions (per installed kWp): Nominal power 237 kWp**



**Performance Ratio PR**



**New simulation variant  
Balances and main results**

	GlobHor kWh/m <sup>2</sup>	T Amb °C	GlobInc kWh/m <sup>2</sup>	GlobEff kWh/m <sup>2</sup>	EArray MWh	E_Grid MWh	EffArrR %	EffSysR %
January	59.5	10.21	101.6	100.9	22.07	21.42	13.92	13.52
February	71.2	10.61	101.7	100.8	22.03	21.40	13.89	13.49
March	126.5	13.01	162.6	161.0	33.94	32.90	13.38	12.98
April	151.2	13.62	162.1	160.2	33.93	32.90	13.42	13.01
May	192.7	15.63	189.1	186.7	39.06	37.86	13.24	12.83
June	208.1	18.64	193.6	191.1	39.26	38.02	13.00	12.59
July	206.1	19.44	196.4	193.8	39.80	38.56	13.00	12.59
August	192.0	19.63	201.0	198.7	40.55	39.28	12.93	12.53
September	145.4	18.62	177.9	176.2	36.19	35.06	13.04	12.63
October	101.2	16.11	144.4	143.2	30.07	29.17	13.35	12.95
November	60.5	12.41	95.1	94.3	20.53	19.94	13.85	13.45
December	47.6	10.71	83.0	82.4	18.19	17.67	14.04	13.64
<b>Year</b>	<b>1562.0</b>	<b>14.91</b>	<b>1808.7</b>	<b>1789.0</b>	<b>375.62</b>	<b>364.18</b>	<b>13.32</b>	<b>12.91</b>

Legends: GlobHor Horizontal global irradiation  
 T Amb Ambient Temperature  
 GlobInc Global incident in coll. plane  
 GlobEff Effective Global, corr. for IAM and shadings  
 EArray Effective energy at the output of the array  
 E\_Grid Energy injected into grid  
 EffArrR Effic. Eout array / rough area  
 EffSysR Effic. Eout system / rough area

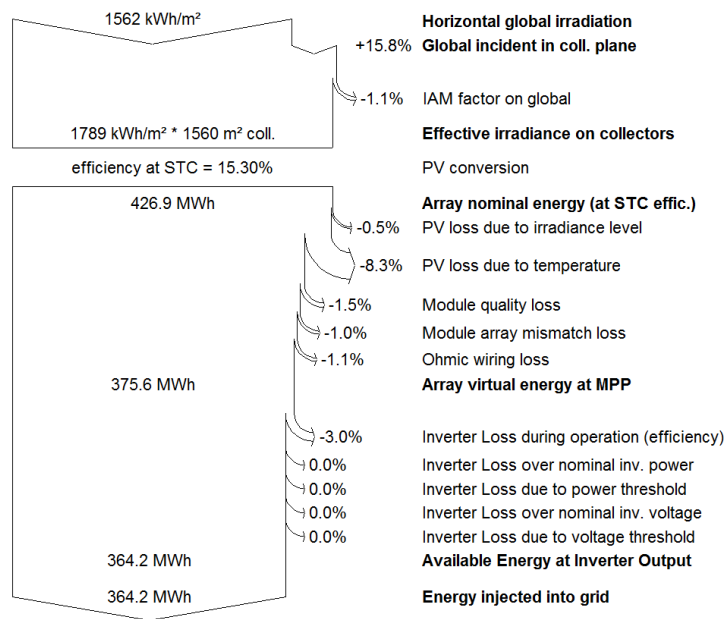
**Figura 65: Principais resultados da simulação.**

### Grid-Connected System: Loss diagram

**Project :** ISEP  
**Simulation variant :** New simulation variant

<b>Main system parameters</b>	System type <b>Grid-Connected</b>	
PV Field Orientation	tilt 34°	azimuth 0°
PV modules	Model M 245P	Pnom 245 Wp
PV Array	Nb. of modules 969	Pnom total <b>237 kWp</b>
Inverter	Model Powador 18.0 TL3	Pnom 15.00 kW ac
Inverter pack	Nb. of units 15.0	Pnom total <b>225 kW ac</b>
User's needs	Unlimited load (grid)	

#### Loss diagram over the whole year



**Figura 66:** Diagrama de perdas do sistema fotovoltaico.

## Anexo E. Resultados da produção fotovoltaica diária

Janeiro					Fevereiro																																																																																																																																																																																																																																																																																													
Horário	Intervalo de tempo	Radiação (W/m <sup>2</sup> )	Porcentagem	Produção Diária (kWh)	Horário	Intervalo de tempo	Radiação (W/m <sup>2</sup> )	Porcentagem	Produção Diária (kWh)																																																																																																																																																																																																																																																																																									
	05-06					05-06																																																																																																																																																																																																																																																																																												
	06-07					06-07																																																																																																																																																																																																																																																																																												
07:37	07-08	104	1,96%	13,53	07:07	07-08	81	3,93%	30,03																																																																																																																																																																																																																																																																																									
07:52		149			08:07		08-09			194	7,64%	52,78	07:22	125	08:22	231	07:37	163	08:37	265	07:52	199	08:52	297	08:07	235	09:07	09-10	327	11,34%	78,34	08:22	08-09	269	7,86%	60,06	09:22	355	08:37	301	09:37	380	08:52	331	09:52	403	09:07	359	10:07	10-11	423	13,85%	95,72	09:22	09-10	385	10,95%	83,70	10:22	441	09:37	409	10:37	457	09:52	430	10:52	469	10:07	449	11:07	11-12	480	15,12%	104,49	10:22	10-11	466	13,05%	99,77	11:22	487	10:37	480	11:37	492	10:52	492	11:52	495	11:07	502	12:07	12-13	495	15,12%	104,49	11:22	11-12	509	14,12%	107,91	12:22	492	11:37	514	12:37	487	11:52	516	12:52	480	12:07	516	13:07	13-14	469	13,85%	95,72	12:22	12-13	514	14,12%	107,91	13:22	457	12:37	509	13:37	441	12:52	502	13:52	423	13:07	492	14:07	14-15	403	11,34%	78,34	13:22	13-14	480	13,05%	99,77	14:22	380	13:37	466	14:37	355	13:52	449	14:52	327	14:07	430	15:07	15-16	297	7,64%	52,78	14:22	14-15	409	10,95%	83,70	15:22	265	14:37	385	15:37	231	14:52	359	15:52	194	15:07	331	16:07	16-17	149	2,15%	14,87	15:22	15-16	301	7,86%	60,06	16:22	104	15:37	269	16:37	25	15:52	235			16:07	199		17-18				16:22	16-17	163	3,93%	30,03		18-19				16:37	125		19-20				16:52	81		20-21				17:07	26		21-22					17-18		0,18%	1,37							18-19										19-20										20-21										21-22				<b>Total</b>		12923	100,00%	691,06	<b>Total</b>	
08:07	08-09	194	7,64%	52,78	07:22					125																																																																																																																																																																																																																																																																																								
08:22		231			07:37					163																																																																																																																																																																																																																																																																																								
08:37		265			07:52	199																																																																																																																																																																																																																																																																																												
08:52		297			08:07	235																																																																																																																																																																																																																																																																																												
09:07	09-10	327	11,34%	78,34	08:22	08-09	269	7,86%	60,06																																																																																																																																																																																																																																																																																									
09:22		355			08:37		301																																																																																																																																																																																																																																																																																											
09:37		380			08:52		331																																																																																																																																																																																																																																																																																											
09:52		403			09:07		359																																																																																																																																																																																																																																																																																											
10:07	10-11	423	13,85%	95,72	09:22	09-10	385	10,95%	83,70																																																																																																																																																																																																																																																																																									
10:22		441			09:37		409																																																																																																																																																																																																																																																																																											
10:37		457			09:52		430																																																																																																																																																																																																																																																																																											
10:52		469			10:07		449																																																																																																																																																																																																																																																																																											
11:07	11-12	480	15,12%	104,49	10:22	10-11	466	13,05%	99,77																																																																																																																																																																																																																																																																																									
11:22		487			10:37		480																																																																																																																																																																																																																																																																																											
11:37		492			10:52		492																																																																																																																																																																																																																																																																																											
11:52		495			11:07		502																																																																																																																																																																																																																																																																																											
12:07	12-13	495	15,12%	104,49	11:22	11-12	509	14,12%	107,91																																																																																																																																																																																																																																																																																									
12:22		492			11:37		514																																																																																																																																																																																																																																																																																											
12:37		487			11:52		516																																																																																																																																																																																																																																																																																											
12:52		480			12:07		516																																																																																																																																																																																																																																																																																											
13:07	13-14	469	13,85%	95,72	12:22	12-13	514	14,12%	107,91																																																																																																																																																																																																																																																																																									
13:22		457			12:37		509																																																																																																																																																																																																																																																																																											
13:37		441			12:52		502																																																																																																																																																																																																																																																																																											
13:52		423			13:07		492																																																																																																																																																																																																																																																																																											
14:07	14-15	403	11,34%	78,34	13:22	13-14	480	13,05%	99,77																																																																																																																																																																																																																																																																																									
14:22		380			13:37		466																																																																																																																																																																																																																																																																																											
14:37		355			13:52		449																																																																																																																																																																																																																																																																																											
14:52		327			14:07		430																																																																																																																																																																																																																																																																																											
15:07	15-16	297	7,64%	52,78	14:22	14-15	409	10,95%	83,70																																																																																																																																																																																																																																																																																									
15:22		265			14:37		385																																																																																																																																																																																																																																																																																											
15:37		231			14:52		359																																																																																																																																																																																																																																																																																											
15:52		194			15:07		331																																																																																																																																																																																																																																																																																											
16:07	16-17	149	2,15%	14,87	15:22	15-16	301	7,86%	60,06																																																																																																																																																																																																																																																																																									
16:22		104			15:37		269																																																																																																																																																																																																																																																																																											
16:37		25			15:52		235																																																																																																																																																																																																																																																																																											
					16:07		199																																																																																																																																																																																																																																																																																											
	17-18				16:22	16-17	163	3,93%	30,03																																																																																																																																																																																																																																																																																									
	18-19				16:37		125																																																																																																																																																																																																																																																																																											
	19-20				16:52		81																																																																																																																																																																																																																																																																																											
	20-21				17:07		26																																																																																																																																																																																																																																																																																											
	21-22					17-18		0,18%	1,37																																																																																																																																																																																																																																																																																									
						18-19																																																																																																																																																																																																																																																																																												
						19-20																																																																																																																																																																																																																																																																																												
						20-21																																																																																																																																																																																																																																																																																												
						21-22																																																																																																																																																																																																																																																																																												
<b>Total</b>		12923	100,00%	691,06	<b>Total</b>		14456	100,00%	764,32																																																																																																																																																																																																																																																																																									

Figura 67: Metodologia de cálculo da produção fotovoltaica diária para os meses de Janeiro e Fevereiro.

Março				
Horário	Intervalo de tempo	Radiação (W/m <sup>2</sup> )	Porcentagem	Produção Diária (kWh)
	05-06			
06:22	06-07	53	1,38%	14,69
06:37		96		
06:52		138		
07:07	07-08	182	4,77%	50,66
07:22		226		
07:37		270		
07:52		312		
08:07	08-09	354	7,94%	84,28
08:22		394		
08:37		432		
08:52		467		
09:07	09-10	500	10,49%	111,30
09:22		531		
09:37		559		
09:52		585		
10:07	10-11	608	12,24%	129,92
10:22		627		
10:37		645		
10:52		659		
11:07	11-12	670	13,12%	139,29
11:22		679		
11:37		685		
11:52		688		
12:07	12-13	688	13,12%	139,29
12:22		685		
12:37		679		
12:52		670		
13:07	13-14	659	12,24%	129,92
13:22		645		
13:37		627		
13:52		608		
14:07	14-15	585	10,49%	111,30
14:22		559		
14:37		531		
14:52		500		
15:07	15-16	467	7,94%	84,28
15:22		432		
15:37		394		
15:52		354		
16:07	16-17	312	4,77%	50,66
16:22		270		
16:37		226		
16:52		182		
17:07	17-18	138	1,49%	15,81
17:22		96		
17:37		53		
17:52		22		
	18-19			
	19-20			
	20-21			
	21-22			
<b>Total</b>		20742	100,00%	1061,39

Abril				
Horário	Intervalo de tempo	Radiação (W/m <sup>2</sup> )	Porcentagem	Produção Diária (kWh)
05:52	05-06	56	0,27%	2,93
06:07	06-07	82	2,61%	28,67
06:22		118		
06:37		155		
06:52		193		
07:07	07-08	231	5,47%	59,96
07:22		269		
07:37		305		
07:52		341		
08:07	08-09	375	8,04%	88,21
08:22		407		
08:37		438		
08:52		466		
09:07	09-10	493	10,05%	110,28
09:22		517		
09:37		539		
09:52		559		
10:07	10-11	576	11,40%	124,99
10:22		592		
10:37		605		
10:52		616		
11:07	11-12	625	12,07%	132,36
11:22		631		
11:37		636		
11:52		638		
12:07	12-13	638	12,07%	132,36
12:22		636		
12:37		631		
12:52		625		
13:07	13-14	616	11,40%	124,99
13:22		605		
13:37		592		
13:52		576		
14:07	14-15	559	10,05%	110,28
14:22		539		
14:37		517		
14:52		493		
15:07	15-16	466	8,04%	88,21
15:22		438		
15:37		407		
15:52		375		
16:07	16-17	341	5,47%	59,96
16:22		305		
16:37		269		
16:52		231		
17:07	17-18	193	2,61%	28,67
17:22		155		
17:37		118		
17:52		82		
18:07	18-19	56	0,45%	4,97
18:22		39		
	19-20			
	20-21			
	21-22			
<b>Total</b>		20965	100,00%	1096,83

Figura 68: Metodologia de cálculo da produção fotovoltaica diária para os meses de Março e Abril.

Maio				
Horário	Intervalo de tempo	Radiação (W/m <sup>2</sup> )	Percentagem	Produção Diária (kWh)
05:07	05-06	42	1,10%	13,45
05:22		58		
05:37		74		
05:52		84		
06:07	06-07	118	2,97%	36,28
06:22		155		
06:37		192		
06:52		231		
07:07	07-08	269	5,55%	67,82
07:22		307		
07:37		344		
07:52		381		
08:07	08-09	415	7,91%	96,54
08:22		448		
08:37		480		
08:52		509		
09:07	09-10	536	9,76%	119,17
09:22		561		
09:37		584		
09:52		605		
10:07	10-11	623	11,01%	134,49
10:22		639		
10:37		653		
10:52		665		
11:07	11-12	674	11,65%	142,21
11:22		681		
11:37		685		
11:52		688		
12:07	12-13	688	11,65%	142,21
12:22		685		
12:37		681		
12:52		674		
13:07	13-14	665	11,01%	134,49
13:22		653		
13:37		639		
13:52		623		
14:07	14-15	605	9,76%	119,17
14:22		584		
14:37		561		
14:52		536		
15:07	15-16	509	7,91%	96,54
15:22		480		
15:37		448		
15:52		415		
16:07	16-17	381	5,55%	67,82
16:22		344		
16:37		307		
16:52		269		
17:07	17-18	231	2,97%	36,28
17:22		192		
17:37		155		
17:52		118		
18:07	18-19	84	1,10%	13,45
18:22		74		
18:37		58		
18:52		42		
19:07	19-20	24	0,10%	1,25
	20-21			
	21-22			
<b>Total</b>		23426	100,00%	1221,19

Junho				
Horário	Intervalo de tempo	Radiação (W/m <sup>2</sup> )	Percentagem	Produção Diária (kWh)
04:52	04-05	43	0,17%	2,15
05:07	05-06	58	1,24%	15,73
05:22		73		
05:37		88		
05:52		95		
06:07	06-07	131	3,00%	38,08
06:22		170		
06:37		209		
06:52		250		
07:07	07-08	290	5,53%	70,04
07:22		330		
07:37		370		
07:52		408		
08:07	08-09	445	7,83%	99,30
08:22		480		
08:37		513		
08:52		544		
09:07	09-10	574	9,68%	122,64
09:22		601		
09:37		625		
09:52		648		
10:07	10-11	667	10,93%	138,47
10:22		685		
10:37		700		
10:52		712		
11:07	11-12	723	11,57%	146,59
11:22		730		
11:37		735		
11:52		738		
12:07	12-13	738	11,57%	146,59
12:22		735		
12:37		730		
12:52		723		
13:07	13-14	712	10,93%	138,47
13:22		700		
13:37		685		
13:52		667		
14:07	14-15	648	9,68%	122,64
14:22		625		
14:37		601		
14:52		574		
15:07	15-16	544	7,83%	99,30
15:22		513		
15:37		480		
15:52		445		
16:07	16-17	408	5,53%	70,04
16:22		370		
16:37		330		
16:52		290		
17:07	17-18	250	3,00%	38,08
17:22		209		
17:37		170		
17:52		131		
18:07	18-19	95	1,24%	15,73
18:22		88		
18:37		73		
18:52		58		
19:07	19-20	43	0,28%	3,51
19:22		27		
	20-21			
	21-22			
<b>Total</b>		25297	100,00%	1267,37

Figura 69: Metodologia de cálculo da produção fotovoltaica diária para os meses de Maio e Junho.

Julho				
Horário	Intervalo de tempo	Radiação (W/m <sup>2</sup> )	Porcentagem	Produção Diária (kWh)
05:07	05-06	47	1,07%	13,32
05:22		62		
05:37		77		
05:52		85		
06:07	06-07	121	2,84%	35,35
06:22		159		
06:37		199		
06:52		240		
07:07	07-08	282	5,43%	67,51
07:22		323		
07:37		364		
07:52		404		
08:07	08-09	442	7,84%	97,50
08:22		479		
08:37		514		
08:52		548		
09:07	09-10	579	9,80%	121,84
09:22		607		
09:37		634		
09:52		658		
10:07	10-11	679	11,14%	138,56
10:22		698		
10:37		714		
10:52		727		
11:07	11-12	738	11,82%	147,02
11:22		746		
11:37		752		
11:52		754		
12:07	12-13	754	11,82%	147,02
12:22		752		
12:37		746		
12:52		738		
13:07	13-14	727	11,14%	138,56
13:22		714		
13:37		698		
13:52		679		
14:07	14-15	658	9,80%	121,84
14:22		634		
14:37		607		
14:52		579		
15:07	15-16	548	7,84%	97,50
15:22		514		
15:37		479		
15:52		442		
16:07	16-17	404	5,43%	67,51
16:22		364		
16:37		323		
16:52		282		
17:07	17-18	240	2,84%	35,35
17:22		199		
17:37		159		
17:52		121		
18:07	18-19	85	1,07%	13,32
18:22		77		
18:37		62		
18:52		47		
19:07	19-20	31	0,12%	1,52
	20-21			
	21-22			
<b>Total</b>		25295	100,00%	1243,74

Setembro				
Horário	Intervalo de tempo	Radiação (W/m <sup>2</sup> )	Porcentagem	Produção Diária (kWh)
	05-06			
06:07	06-07	39	1,68%	19,68
06:22		75		
06:37		114		
06:52		157		
07:07	07-08	203	4,77%	55,72
07:22		249		
07:37		296		
07:52		342		
08:07	08-09	386	7,86%	91,81
08:22		429		
08:37		471		
08:52		510		
09:07	09-10	546	10,40%	121,56
09:22		580		
09:37		612		
09:52		640		
10:07	10-11	665	12,17%	142,26
10:22		688		
10:37		707		
10:52		723		
11:07	11-12	736	13,08%	152,85
11:22		746		
11:37		752		
11:52		756		
12:07	12-13	756	13,08%	152,85
12:22		752		
12:37		746		
12:52		736		
13:07	13-14	723	12,17%	142,26
13:22		707		
13:37		688		
13:52		665		
14:07	14-15	640	10,40%	121,56
14:22		612		
14:37		580		
14:52		546		
15:07	15-16	510	7,86%	91,81
15:22		471		
15:37		429		
15:52		386		
16:07	16-17	342	4,77%	55,72
16:22		296		
16:37		249		
16:52		203		
17:07	17-18	157	1,68%	19,68
17:22		114		
17:37		75		
17:52		39		
18:07	18-19	19	0,08%	0,97
	19-20			
	20-21			
	21-22			
<b>Total</b>		22863	100,00%	1168,73

**Figura 70:** Metodologia de cálculo da produção fotovoltaica diária para os meses de Julho e Setembro.

Outubro				
Horário	Intervalo de tempo	Radiação (W/m <sup>2</sup> )	Porcentagem	Produção Diária (kWh)
	05-06			
06:52	06-07	76	0,42%	3,97
07:07	07-08	123	4,18%	39,29
07:22		167		
07:37		210		
07:52		253		
08:07	08-09	294	7,81%	73,47
08:22		334		
08:37		372		
08:52		408		
09:07	09-10	442	10,79%	101,49
09:22		473		
09:37		502		
09:52		528		
10:07	10-11	551	12,84%	120,85
10:22		572		
10:37		589		
10:52		604		
11:07	11-12	616	13,90%	130,76
11:22		625		
11:37		631		
11:52		634		
12:07	12-13	634	13,90%	130,76
12:22		631		
12:37		625		
12:52		616		
13:07	13-14	604	12,84%	120,85
13:22		589		
13:37		572		
13:52		551		
14:07	14-15	528	10,79%	101,49
14:22		502		
14:37		473		
14:52		442		
15:07	15-16	408	7,81%	73,47
15:22		372		
15:37		334		
15:52		294		
16:07	16-17	253	4,18%	39,29
16:22		210		
16:37		167		
16:52		123		
17:07	17-18	76	0,56%	5,27
17:22		25		
	18-19			
	19-20			
	20-21			
	21-22			
<b>Total</b>		18033	100,00%	940,97

Novembro				
Horário	Intervalo de tempo	Radiação (W/m <sup>2</sup> )	Porcentagem	Produção Diária (kWh)
	05-06			
	06-07			
07:37	07-08	116	2,17%	14,42
07:52		160		
08:07	08-09	196	7,72%	51,34
08:22		231		
08:37		263		
08:52		293		
09:07	09-10	322	11,27%	74,90
09:22		348		
09:37		371		
09:52		393		
10:07	10-11	412	13,66%	90,83
10:22		429		
10:37		443		
10:52		455		
11:07	11-12	465	14,88%	98,87
11:22		472		
11:37		477		
11:52		479		
12:07	12-13	479	14,88%	98,87
12:22		477		
12:37		472		
12:52		465		
13:07	13-14	455	13,66%	90,83
13:22		443		
13:37		429		
13:52		412		
14:07	14-15	393	11,27%	74,90
14:22		371		
14:37		348		
14:52		322		
15:07	15-16	293	7,72%	51,34
15:22		263		
15:37		231		
15:52		196		
16:07	16-17	160	2,77%	18,39
16:22		116		
16:37		76		
	17-18			
	18-19			
	19-20			
	20-21			
	21-22			
<b>Total</b>		12726	100,00%	664,70

Figura 71: Metodologia de cálculo da produção fotovoltaica diária para os meses de Outubro e Novembro.

Dezembro				
Horário	Intervalo de tempo	Radiação (W/m <sup>2</sup> )	Porcentagem	Produção Diária (kWh)
	05-06			
	06-07			
07:52	07-08	106	1,03%	5,87
08:07	08-09	148	7,54%	42,94
08:22		180		
08:37		210		
08:52		237		
09:07	09-10	263	11,53%	65,72
09:22		287		
09:37		308		
09:52		328		
10:07	10-11	345	14,22%	81,01
10:22		360		
10:37		373		
10:52		384		
11:07	11-12	392	15,55%	88,60
11:22		399		
11:37		403		
11:52		405		
12:07	12-13	405	15,55%	88,60
12:22		403		
12:37		399		
12:52		392		
13:07	13-14	384	14,22%	81,01
13:22		373		
13:37		360		
13:52		345		
14:07	14-15	328	11,53%	65,72
14:22		308		
14:37		287		
14:52		263		
15:07	15-16	237	7,54%	42,94
15:22		210		
15:37		180		
15:52		148		
16:07	16-17	106	1,30%	7,42
16:22		28		
	17-18			
	18-19			
	19-20			
	20-21			
	21-22			
<b>Total</b>		10284	100,00%	569,84

Figura 72: Metodologia de cálculo da produção fotovoltaica diária para os mês de Dezembro.

## Anexo F. Resultados do dimensionamento em autoconsumo

Horário	Agosto																
	Sábado								Domingo								
	Período	Consumo (kWh)	Consumo (€)	Produção (kWh)	Produção (€)	Balanco (kWh)	Excedente (€)	Saldo	Período	Consumo (kWh)	Consumo (€)	Produção (kWh)	Produção (€)	Balanco (kWh)	Excedente (€)	Saldo	
00.00-00.30	Vazio normal	5,65	0,36	0,00	0,00	-5,65	0,00	0,00	Vazio normal	3,67	0,23	0,00	0,00	-3,67	0,00	0,00	
00.30-01.00		5,65	0,36	0,00	0,00	-5,65	0,00	0,00		3,67	0,23	0,00	0,00	0,00	-3,67	0,00	0,00
01.00-01.30		5,65	0,36	0,00	0,00	-5,65	0,00	0,00		3,67	0,23	0,00	0,00	0,00	-3,67	0,00	0,00
01.30-02.00		5,65	0,36	0,00	0,00	-5,65	0,00	0,00		3,67	0,23	0,00	0,00	0,00	-3,67	0,00	0,00
02.00-02.30		5,65	0,36	0,00	0,00	-5,65	0,00	0,00		3,67	0,23	0,00	0,00	0,00	-3,67	0,00	0,00
02.30-03.00		5,65	0,36	0,00	0,00	-5,65	0,00	0,00		3,67	0,23	0,00	0,00	0,00	-3,67	0,00	0,00
03.00-03.30		5,65	0,36	0,00	0,00	-5,65	0,00	0,00		3,67	0,23	0,00	0,00	0,00	-3,67	0,00	0,00
03.30-04.00		9,86	0,58	0,00	0,00	-9,86	0,00	0,00		3,67	0,23	0,00	0,00	0,00	-3,67	0,00	0,00
04.00-04.30		9,86	0,58	0,00	0,00	-9,86	0,00	0,00		9,86	0,58	0,00	0,00	0,00	-9,86	0,00	0,00
04.30-05.00		9,86	0,58	0,00	0,00	-9,86	0,00	0,00		9,86	0,58	0,00	0,00	0,00	-9,86	0,00	0,00
05.00-05.30		9,86	0,58	2,70	0,16	-7,16	0,00	0,16		9,86	0,58	2,70	0,16	0,16	-7,16	0,00	0,16
05.30-06.00		9,86	0,58	2,70	0,16	-7,16	0,00	0,16		9,86	0,58	2,70	0,16	0,16	-7,16	0,00	0,16
06.00-06.30	Super vazio	9,86	0,58	15,27	0,90	5,41	0,24	0,82	Super Vazio	9,86	0,58	15,27	0,90	5,41	0,24	0,82	
06.30-07.00		9,86	0,58	15,27	0,90	5,41	0,24	0,82		9,86	0,58	15,27	0,90	5,41	0,24	0,82	
07.00-07.30		9,86	0,58	33,12	1,96	23,26	1,02	1,60		9,86	0,58	33,12	1,96	23,26	1,02	1,60	
07.30-08.00		5,65	0,36	33,12	2,10	27,47	1,20	1,56		9,86	0,58	33,12	1,96	23,26	1,02	1,60	
08.00-08.30		5,65	0,36	50,07	3,18	44,42	1,95	2,31		3,67	0,23	50,07	3,18	46,40	2,03	2,27	
08.30-09.00		5,65	0,36	50,07	3,18	44,42	1,95	2,31		3,67	0,23	50,07	3,18	46,40	2,03	2,27	
09.00-09.30		5,65	0,36	63,81	4,05	58,16	2,55	2,91		3,67	0,23	63,81	4,05	60,13	2,64	2,87	
09.30-10.00		5,65	0,36	63,81	4,05	58,16	2,55	2,91		3,67	0,23	63,81	4,05	60,13	2,64	2,87	
10.00-10.30		25,66	2,48	73,30	7,08	47,64	2,09	4,57		3,67	0,23	73,30	4,66	69,63	3,05	3,29	
10.30-11.00		25,66	2,48	73,30	7,08	47,64	2,09	4,57		3,67	0,23	73,30	4,66	69,63	3,05	3,29	
11.00-11.30		25,66	2,48	78,08	7,54	52,41	2,30	4,78		3,67	0,23	78,08	4,96	74,41	3,26	3,50	
11.30-12.00		25,66	2,48	78,08	7,54	52,41	2,30	4,78		3,67	0,23	78,08	4,96	74,41	3,26	3,50	
12.00-12.30	25,66	2,48	78,08	7,54	52,41	2,30	4,78	3,67	0,23	78,08	4,96	74,41	3,26	3,50			
12.30-13.00	25,66	2,48	78,08	7,54	52,41	2,30	4,78	3,67	0,23	78,08	4,96	74,41	3,26	3,50			
13.00-13.30	25,66	2,48	73,30	7,08	47,64	2,09	4,57	3,67	0,23	73,30	4,66	69,63	3,05	3,29			
13.30-14.00	Vazio normal	5,65	0,36	73,30	4,66	67,66	2,97	3,33	Vazio normal	3,67	0,23	73,30	4,66	69,63	3,05	3,29	
14.00-14.30		5,65	0,36	63,81	4,05	58,16	2,55	2,91		3,67	0,23	63,81	4,05	60,13	2,64	2,87	
14.30-15.00		5,65	0,36	63,81	4,05	58,16	2,55	2,91		3,67	0,23	63,81	4,05	60,13	2,64	2,87	
15.00-15.30		5,65	0,36	50,07	3,18	44,42	1,95	2,31		3,67	0,23	50,07	3,18	46,40	2,03	2,27	
15.30-16.00		5,65	0,36	50,07	3,18	44,42	1,95	2,31		3,67	0,23	50,07	3,18	46,40	2,03	2,27	
16.00-16.30		5,65	0,36	33,12	2,10	27,47	1,20	1,56		3,67	0,23	33,12	2,10	29,45	1,29	1,52	
16.30-17.00		5,65	0,36	33,12	2,10	27,47	1,20	1,56		3,67	0,23	33,12	2,10	29,45	1,29	1,52	
17.00-17.30		5,65	0,36	15,27	0,97	9,62	0,42	0,78		3,67	0,23	15,27	0,97	11,60	0,51	0,74	
17.30-18.00		5,65	0,36	15,27	0,97	9,62	0,42	0,78		3,67	0,23	15,27	0,97	11,60	0,51	0,74	
18.00-18.30		5,65	0,36	3,51	0,22	-2,14	0,00	0,22		3,67	0,23	3,51	0,22	-0,16	0,00	0,22	
18.30-19.00		5,65	0,36	3,51	0,22	-2,14	0,00	0,22		3,67	0,23	3,51	0,22	-0,16	0,00	0,22	
19.00-19.30		5,65	0,36	0,00	0,00	-5,65	0,00	0,00		3,67	0,23	0,00	0,00	-3,67	0,00	0,00	
19.30-20.00	Cheias	25,66	2,48	0,00	0,00	-25,66	0,00	0,00	3,67	0,23	0,00	0,00	-3,67	0,00	0,00		
20.00-20.30		25,66	2,48	0,00	0,00	-25,66	0,00	0,00	3,67	0,23	0,00	0,00	-3,67	0,00	0,00		
20.30-21.00		25,66	2,48	0,00	0,00	-25,66	0,00	0,00	3,67	0,23	0,00	0,00	-3,67	0,00	0,00		
21.00-21.30		25,66	2,48	0,00	0,00	-25,66	0,00	0,00	3,67	0,23	0,00	0,00	-3,67	0,00	0,00		
21.30-22.00		25,66	2,48	0,00	0,00	-25,66	0,00	0,00	3,67	0,23	0,00	0,00	-3,67	0,00	0,00		
22.00-22.30		25,66	2,48	0,00	0,00	-25,66	0,00	0,00	3,67	0,23	0,00	0,00	-3,67	0,00	0,00		
22.30-23.00		25,66	2,48	0,00	0,00	-25,66	0,00	0,00	3,67	0,23	0,00	0,00	-3,67	0,00	0,00		
23.00-23.30		5,65	0,36	0,00	0,00	-5,65	0,00	0,00	3,67	0,23	0,00	0,00	-3,67	0,00	0,00		
23.30-00.00	5,65	0,36	0,00	0,00	-5,65	0,00	0,00	3,67	0,23	0,00	0,00	-3,67	0,00	0,00			
<b>Total</b>		<b>585,04</b>	<b>48,71</b>	<b>1.267,00</b>	<b>97,81</b>	<b>681,96</b>	<b>42,38</b>	<b>67,27</b>		<b>225,75</b>	<b>14,00</b>	<b>1.267,00</b>	<b>80,07</b>	<b>1.041,25</b>	<b>50,07</b>	<b>57,84</b>	

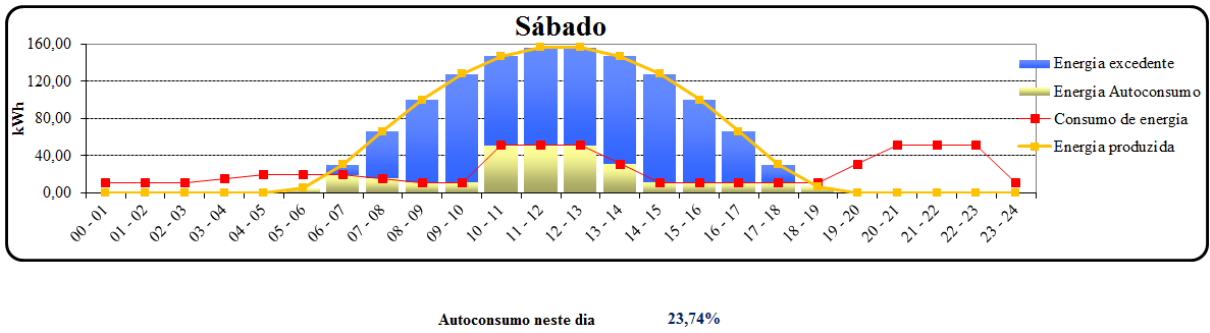
Figura 73: Dimensionamento em autoconsumo de Sábado e Domingo em Agosto.

Horário (h)	00 - 01	01 - 02	02 - 03	03 - 04	04 - 05	05 - 06	06 - 07	07 - 08	08 - 09	09 - 10	10 - 11	11 - 12	12 - 13	13 - 14	14 - 15	15 - 16	16 - 17	17 - 18	18 - 19	19 - 20	20 - 21	21 - 22	22 - 23	23 - 24	Total	
Produção PV (kWh/h)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	5,41	30,54	66,24	100,14	127,61	146,61	156,15	156,15	146,61	127,61	100,14	66,24	30,54	7,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1267,00
Consumo Médio de Energia (kWh/h)	11,30	11,30	11,30	15,51	19,73	19,73	19,73	15,51	11,30	11,30	51,33	51,33	51,33	31,31	11,30	11,30	11,30	11,30	31,31	51,33	51,33	51,33	51,33	11,30	585,04	
Energia Excedente (kWh/h)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	10,81	50,73	88,84	116,32	95,28	104,83	104,83	115,29	116,32	88,84	54,95	19,24	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	966,28	
Energia Autoconsumo (kWh/h)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	5,41	19,73	15,51	11,30	11,30	51,33	51,33	51,33	31,31	11,30	11,30	11,30	11,30	7,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	300,72	
Consumo da Rede Após Autoconsumo (kWh/h)	11,30	11,30	11,30	15,51	19,73	14,32	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	4,28	31,31	51,33	51,33	51,33	11,30	284,31	
Preço da Energia Após Autoconsumo (€)	0,72	0,72	0,72	0,94	1,17	0,85	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,27	2,84	4,96	4,96	4,96	0,72	23,81	

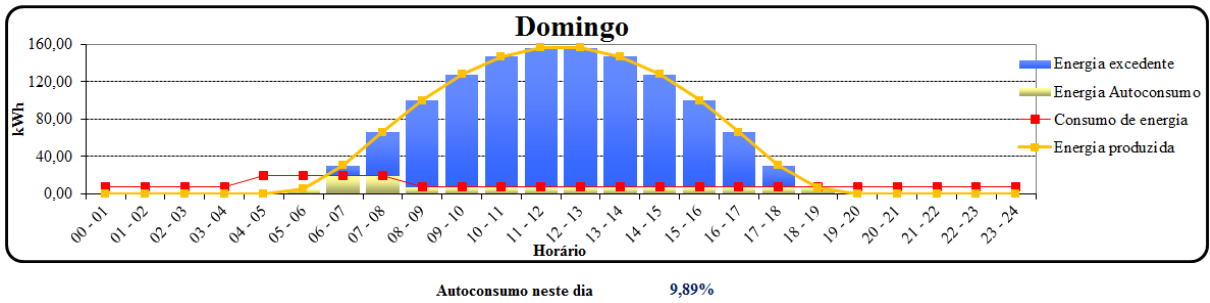
**Figura 74:** Balanço energético de um Sábado em Agosto.

Horário (h)	00 - 01	01 - 02	02 - 03	03 - 04	04 - 05	05 - 06	06 - 07	07 - 08	08 - 09	09 - 10	10 - 11	11 - 12	12 - 13	13 - 14	14 - 15	15 - 16	16 - 17	17 - 18	18 - 19	19 - 20	20 - 21	21 - 22	22 - 23	23 - 24	Total	
Produção PV (kWh/h)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	5,41	30,54	66,24	100,14	127,61	146,61	156,15	156,15	146,61	127,61	100,14	66,24	30,54	7,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1267,00
Consumo Médio de Energia (kWh/h)	7,34	7,34	7,34	7,34	19,73	19,73	19,73	19,73	7,34	7,34	7,34	7,34	7,34	7,34	7,34	7,34	7,34	7,34	7,34	7,34	7,34	7,34	7,34	7,34	7,34	225,75
Energia Excedente (kWh/h)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	10,81	46,51	92,80	120,27	139,26	148,81	148,81	139,26	120,27	92,80	58,90	23,20	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1141,71	
Energia Autoconsumo (kWh/h)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	5,41	19,73	19,73	7,34	7,34	7,34	7,34	7,34	7,34	7,34	7,34	7,34	7,34	7,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	125,29	
Consumo da Rede Após Autoconsumo (kWh/h)	7,34	7,34	7,34	7,34	19,73	14,32	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,33	7,34	7,34	7,34	7,34	7,34	100,45	
Preço da Energia Após Autoconsumo (€)	0,47	0,47	0,47	0,47	1,17	0,85	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,47	0,47	0,47	0,47	0,47	6,24	

**Figura 75:** Balanço energético de um Domingo em Agosto.



**Figura 76:** Relação entre consumo e produção de um Sábado em Agosto.



**Figura 77:** Relação entre consumo e produção de um Domingo em Agosto.

Horário	Janeiro																							
	Segunda a Sexta								Sábado								Domingo							
	Período	Consumo (kWh)	Consumo (€)	Produção (kWh)	Produção (€)	Balanco (kWh)	Excedente (€)	Saldo	Período	Consumo (kWh)	Consumo (€)	Produção (kWh)	Produção (€)	Balanco (kWh)	Excedente (€)	Saldo	Período	Consumo (kWh)	Consumo (€)	Produção (kWh)	Produção (€)	Balanco (kWh)	Excedente (€)	Saldo
00.00-00.30	Cheias	139,91	13,15	0,00	0,00	-139,91	0,00	0,00		7,70	0,47	0,00	0,00	-7,70	0,00	0,00		5,01	0,31	0,00	0,00	-5,01	0,00	0,00
00.30-01.00		166,93	10,21	0,00	0,00	-166,93	0,00	0,00		7,70	0,47	0,00	0,00	-7,70	0,00	0,00		5,01	0,31	0,00	0,00	-5,01	0,00	0,00
01.00-01.30	Vazio normal	166,93	10,21	0,00	0,00	-166,93	0,00	0,00		7,70	0,47	0,00	0,00	-7,70	0,00	0,00		5,01	0,31	0,00	0,00	-5,01	0,00	0,00
01.30-02.00		166,93	10,21	0,00	0,00	-166,93	0,00	0,00	Vazio normal	7,70	0,47	0,00	0,00	-7,70	0,00	0,00		5,01	0,31	0,00	0,00	-5,01	0,00	0,00
02.00-02.30		66,77	3,76	0,00	0,00	-66,77	0,00	0,00		7,70	0,47	0,00	0,00	-7,70	0,00	0,00		5,01	0,31	0,00	0,00	-5,01	0,00	0,00
02.30-03.00		66,77	3,76	0,00	0,00	-66,77	0,00	0,00		7,70	0,47	0,00	0,00	-7,70	0,00	0,00		5,01	0,31	0,00	0,00	-5,01	0,00	0,00
03.00-03.30		66,77	3,76	0,00	0,00	-66,77	0,00	0,00		7,70	0,47	0,00	0,00	-7,70	0,00	0,00		5,01	0,31	0,00	0,00	-5,01	0,00	0,00
03.30-04.00		66,77	3,76	0,00	0,00	-66,77	0,00	0,00		13,35	0,75	0,00	0,00	-13,35	0,00	0,00		5,01	0,31	0,00	0,00	-5,01	0,00	0,00
04.00-04.30	Super vazio	66,77	3,76	0,00	0,00	-66,77	0,00	0,00		13,35	0,75	0,00	0,00	-13,35	0,00	0,00		13,35	0,75	0,00	0,00	-13,35	0,00	0,00
04.30-05.00		66,77	3,76	0,00	0,00	-66,77	0,00	0,00		13,35	0,75	0,00	0,00	-13,35	0,00	0,00		13,35	0,75	0,00	0,00	-13,35	0,00	0,00
05.00-05.30		66,77	3,76	0,00	0,00	-66,77	0,00	0,00		13,35	0,75	0,00	0,00	-13,35	0,00	0,00		13,35	0,75	0,00	0,00	-13,35	0,00	0,00
05.30-06.00		66,77	3,76	0,00	0,00	-66,77	0,00	0,00	Super vazio	13,35	0,75	0,00	0,00	-13,35	0,00	0,00		13,35	0,75	0,00	0,00	-13,35	0,00	0,00
06.00-06.30		166,93	10,21	0,00	0,00	-166,93	0,00	0,00		13,35	0,75	0,00	0,00	-13,35	0,00	0,00		13,35	0,75	0,00	0,00	-13,35	0,00	0,00
06.30-07.00	Vazio normal	166,93	10,21	0,00	0,00	-166,93	0,00	0,00		13,35	0,75	0,00	0,00	-13,35	0,00	0,00		13,35	0,75	0,00	0,00	-13,35	0,00	0,00
07.00-07.30		166,93	10,21	6,76	0,41	-160,17	0,00	0,41		13,35	0,75	6,76	0,38	-6,59	0,00	0,38		13,35	0,75	6,76	0,38	-6,59	0,00	0,38
07.30-08.00		139,91	13,15	6,76	0,64	-133,15	0,00	0,64		7,70	0,47	6,76	0,41	-0,94	0,00	0,41		13,35	0,75	6,76	0,38	-6,59	0,00	0,38
08.00-08.30		139,91	13,15	26,39	2,48	-113,52	0,00	2,48		7,70	0,47	26,39	1,61	18,69	0,84	1,32		5,01	0,31	26,39	1,61	21,38	0,97	1,27
08.30-09.00		139,91	13,15	26,39	2,48	-113,52	0,00	2,48	Vazio normal	7,70	0,47	26,39	1,61	18,69	0,84	1,32		5,01	0,31	26,39	1,61	21,38	0,97	1,27
09.00-09.30		139,91	13,15	39,17	3,68	-100,74	0,00	3,68		7,70	0,47	39,17	2,40	31,47	1,42	1,89		5,01	0,31	39,17	2,40	34,16	1,54	1,85
09.30-10.00		139,91	13,15	39,17	3,68	-100,74	0,00	3,68		7,70	0,47	39,17	2,40	31,47	1,42	1,89		5,01	0,31	39,17	2,40	34,16	1,54	1,85
10.00-10.30		139,91	13,15	47,86	4,50	-92,05	0,00	4,50		7,70	0,47	47,86	2,93	40,16	1,82	2,29		5,01	0,31	47,86	2,93	42,85	1,94	2,24
10.30-11.00		139,91	13,15	47,86	4,50	-92,05	0,00	4,50		47,97	4,51	47,86	4,50	-0,11	0,00	4,50		5,01	0,31	47,86	2,93	42,85	1,94	2,24
11.00-11.30		139,91	13,15	52,25	4,91	-87,66	0,00	4,91	Cheias	47,97	4,51	52,25	4,91	4,28	0,19	4,70		5,01	0,31	52,25	3,19	47,24	2,14	2,44
11.30-12.00		139,91	13,15	52,25	4,91	-87,66	0,00	4,91		47,97	4,51	52,25	4,91	4,28	0,19	4,70		5,01	0,31	52,25	3,19	47,24	2,14	2,44
12.00-12.30	Cheias	139,91	13,15	52,25	4,91	-87,66	0,00	4,91		47,97	4,51	52,25	4,91	4,28	0,19	4,70		5,01	0,31	52,25	3,19	47,24	2,14	2,44
12.30-13.00		139,91	13,15	52,25	4,91	-87,66	0,00	4,91		7,70	0,47	52,25	3,19	44,54	2,01	2,49		5,01	0,31	52,25	3,19	47,24	2,14	2,44
13.00-13.30		139,91	13,15	47,86	4,50	-92,05	0,00	4,50		7,70	0,47	47,86	2,93	40,16	1,82	2,29		5,01	0,31	47,86	2,93	42,85	1,94	2,24
13.30-14.00		139,91	13,15	47,86	4,50	-92,05	0,00	4,50		7,70	0,47	47,86	2,93	40,16	1,82	2,29		5,01	0,31	47,86	2,93	42,85	1,94	2,24
14.00-14.30		139,91	13,15	39,17	3,68	-100,74	0,00	3,68		7,70	0,47	39,17	2,40	31,47	1,42	1,89		5,01	0,31	39,17	2,40	34,16	1,54	1,85
14.30-15.00		139,91	13,15	39,17	3,68	-100,74	0,00	3,68		7,70	0,47	39,17	2,40	31,47	1,42	1,89		5,01	0,31	39,17	2,40	34,16	1,54	1,85
15.00-15.30		139,91	13,15	26,39	2,48	-113,52	0,00	2,48	Vazio normal	7,70	0,47	26,39	1,61	18,69	0,84	1,32		5,01	0,31	26,39	1,61	21,38	0,97	1,27
15.30-16.00		139,91	13,15	26,39	2,48	-113,52	0,00	2,48		7,70	0,47	26,39	1,61	18,69	0,84	1,32		5,01	0,31	26,39	1,61	21,38	0,97	1,27
16.00-16.30		139,91	13,15	7,43	0,70	-132,48	0,00	0,70		7,70	0,47	7,43	0,45	-0,27	0,00	0,45		5,01	0,31	7,43	0,45	2,43	0,11	0,42
16.30-17.00		139,91	13,15	7,43	0,70	-132,48	0,00	0,70		7,70	0,47	7,43	0,45	-0,27	0,00	0,45		5,01	0,31	7,43	0,45	2,43	0,11	0,42
17.00-17.30		165,68	34,15	0,00	0,00	-165,68	0,00	0,00		7,70	0,47	0,00	0,00	-7,70	0,00	0,00		5,01	0,31	0,00	0,00	-5,01	0,00	0,00
17.30-18.00		165,68	34,15	0,00	0,00	-165,68	0,00	0,00		47,97	4,51	0,00	0,00	-47,97	0,00	0,00		5,01	0,31	0,00	0,00	-5,01	0,00	0,00
18.00-18.30		165,68	34,15	0,00	0,00	-165,68	0,00	0,00		47,97	4,51	0,00	0,00	-47,97	0,00	0,00		5,01	0,31	0,00	0,00	-5,01	0,00	0,00
18.30-19.00		165,68	34,15	0,00	0,00	-165,68	0,00	0,00		47,97	4,51	0,00	0,00	-47,97	0,00	0,00		5,01	0,31	0,00	0,00	-5,01	0,00	0,00
19.00-19.30		165,68	34,15	0,00	0,00	-165,68	0,00	0,00		47,97	4,51	0,00	0,00	-47,97	0,00	0,00		5,01	0,31	0,00	0,00	-5,01	0,00	0,00
19.30-20.00		165,68	34,15	0,00	0,00	-165,68	0,00	0,00		47,97	4,51	0,00	0,00	-47,97	0,00	0,00		5,01	0,31	0,00	0,00	-5,01	0,00	0,00
20.00-20.30		165,68	34,15	0,00	0,00	-165,68	0,00	0,00	Cheias	47,97	4,51	0,00	0,00	-47,97	0,00	0,00		5,01	0,31	0,00	0,00	-5,01	0,00	0,00
20.30-21.00		165,68	34,15	0,00	0,00	-165,68	0,00	0,00		47,97	4,51	0,00	0,00	-47,97	0,00	0,00		5,01	0,31	0,00	0,00	-5,01	0,00	0,00
21.00-21.30		165,68	34,15	0,00	0,00	-165,68	0,00	0,00		47,97	4,51	0,00	0,00	-47,97	0,00	0,00		5,01	0,31	0,00	0,00	-5,01	0,00	0,00
21.30-22.00		165,68	34,15	0,00	0,00	-165,68	0,00	0,00		47,97	4,51	0,00	0,00	-47,97	0,00	0,00		5,01	0,31	0,00	0,00	-5,01	0,00	0,00
22.00-22.30		139,91	13,15	0,00	0,00	-139,91	0,00	0,00		47,97	4,51	0,00	0,00	-47,97	0,00	0,00		5,01	0,31	0,00	0,00	-5,01	0,00	0,00
22.30-23.00	Cheias	139,91	13,15	0,00	0,00	-139,91	0,00	0,00		7,70	0,47	0,00	0,00	-7,70	0,00	0,00		5,01	0,31	0,00	0,00	-5,01	0,00	0,00
23.00-23.30		139,91	13,15	0,00	0,00	-139,91	0,00	0,00	Vazio normal	7,70	0,47	0,00	0,00	-7,70	0,00	0,00		5,01	0,31	0,00	0,00	-5,01	0,00	0,00
23.30-00.00		139,91	13,15	0,00	0,00	-139,91	0,00	0,00		7,70	0,47	0,00	0,00	-7,70	0,00	0,00		5,01	0,31	0,00	0,00	-5,01	0,00	0,00
Total		6.550,41	748,52	691,06	64,74	-5.859,35	0,00	64,74		978,72	81,40	691,06	48,95	-287,65	17,11	42,50		307,15	18,27	691,06	42,19	383,92	26,56	32,83

Figura 78: Dimensionamento em autoconsumo em Janeiro.

Horário (h)	00 - 01	01 - 02	02 - 03	03 - 04	04 - 05	05 - 06	06 - 07	07 - 08	08 - 09	09 - 10	10 - 11	11 - 12	12 - 13	13 - 14	14 - 15	15 - 16	16 - 17	17 - 18	18 - 19	19 - 20	20 - 21	21 - 22	22 - 23	23 - 24	Total	
Produção PV (kWh/h)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	13,53	52,78	78,34	95,72	104,49	104,49	95,72	78,34	52,78	14,87	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	691,06
Consumo Médio de Energia (kWh/h)	306,84	333,87	133,53	133,53	133,53	133,53	333,87	306,84	279,82	279,82	279,82	279,82	279,82	279,82	279,82	279,82	331,37	331,37	331,37	331,37	331,37	331,37	279,82	279,82	6550,41	
Energia Excedente (kWh/h)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Energia Autoconsumo (kWh/h)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	13,53	52,78	78,34	95,72	104,49	104,49	95,72	78,34	52,78	14,87	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	691,06
Consumo da Rede Após Autoconsumo (kWh/h)	306,84	333,87	133,53	133,53	133,53	133,53	333,87	293,31	227,04	201,48	184,10	175,33	175,33	184,10	201,48	227,04	264,95	331,37	331,37	331,37	331,37	331,37	279,82	279,82	5859,35	
Preço da Energia Após Autoconsumo (€)	23,36	20,42	7,52	7,52	7,52	7,52	20,42	22,31	21,34	18,94	17,31	16,48	16,48	17,31	18,94	21,34	24,91	68,31	68,31	68,31	68,31	68,31	68,31	26,30	26,30	683,78

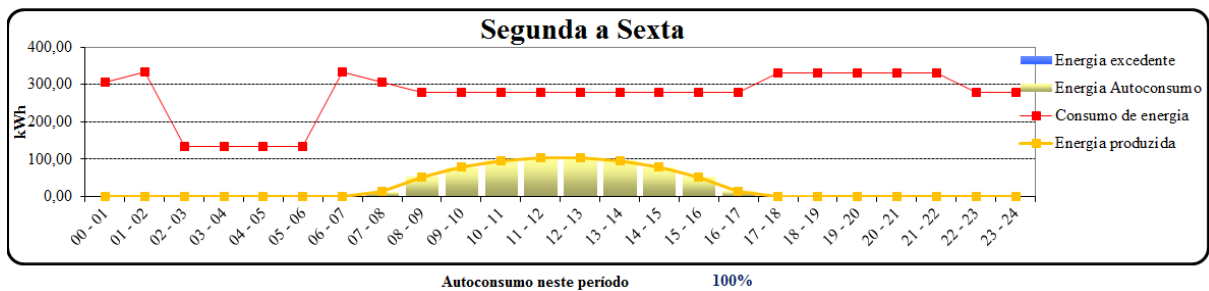
Figura 79: Balanço energético de um dia semanal em Janeiro.

Horário (h)	00 - 01	01 - 02	02 - 03	03 - 04	04 - 05	05 - 06	06 - 07	07 - 08	08 - 09	09 - 10	10 - 11	11 - 12	12 - 13	13 - 14	14 - 15	15 - 16	16 - 17	17 - 18	18 - 19	19 - 20	20 - 21	21 - 22	22 - 23	23 - 24	Total	
Produção PV (kWh/h)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	13,53	52,78	78,34	95,72	104,49	104,49	95,72	78,34	52,78	14,87	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	691,06
Consumo Médio de Energia (kWh/h)	15,41	15,41	15,41	21,06	26,71	26,71	26,71	21,06	15,41	15,41	55,67	95,94	55,67	15,41	15,41	15,41	15,41	55,67	95,94	95,94	95,94	95,94	95,94	55,67	15,41	978,72
Energia Excedente (kWh/h)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	37,37	62,93	40,05	8,55	48,82	80,31	62,93	37,37	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	378,34
Energia Autoconsumo (kWh/h)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	13,53	15,41	15,41	55,67	95,94	55,67	15,41	15,41	15,41	14,87	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	312,73
Consumo da Rede Após Autoconsumo (kWh/h)	15,41	15,41	15,41	21,06	26,71	26,71	26,71	7,53	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,54	55,67	95,94	95,94	95,94	95,94	95,94	55,67	15,41	665,99
Preço da Energia Após Autoconsumo (€)	0,94	0,94	0,94	1,22	1,50	1,50	1,50	0,43	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,03	4,98	9,02	9,02	9,02	9,02	9,02	4,98	0,94	56,00

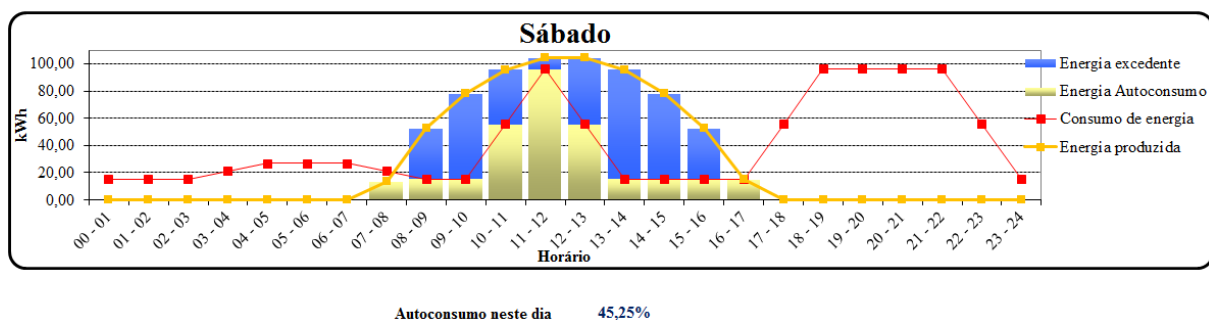
Figura 80: Balanço energético de um Sábado em Janeiro.

Horário (h)	00 - 01	01 - 02	02 - 03	03 - 04	04 - 05	05 - 06	06 - 07	07 - 08	08 - 09	09 - 10	10 - 11	11 - 12	12 - 13	13 - 14	14 - 15	15 - 16	16 - 17	17 - 18	18 - 19	19 - 20	20 - 21	21 - 22	22 - 23	23 - 24	Total	
Produção PV (kWh/h)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	13,53	52,78	78,34	95,72	104,49	104,49	95,72	78,34	52,78	14,87	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	691,06
Consumo Médio de Energia (kWh/h)	10,02	10,02	10,02	10,02	26,71	26,71	26,71	26,71	10,02	10,02	10,02	10,02	10,02	10,02	10,02	10,02	10,02	10,02	10,02	10,02	10,02	10,02	10,02	10,02	10,02	307,15
Energia Excedente (kWh/h)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	42,76	68,33	85,71	94,48	94,48	85,71	68,33	42,76	4,85	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	587,39
Energia Autoconsumo (kWh/h)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	13,53	10,02	10,02	10,02	10,02	10,02	10,02	10,02	10,02	10,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	103,67
Consumo da Rede Após Autoconsumo (kWh/h)	10,02	10,02	10,02	10,02	26,71	26,71	26,71	13,18	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	10,02	10,02	10,02	10,02	10,02	10,02	10,02	203,47	
Preço da Energia Após Autoconsumo (€)	0,61	0,61	0,61	0,61	1,50	1,50	1,50	0,74	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,61	0,61	0,61	0,61	0,61	0,61	0,61	0,61	11,99

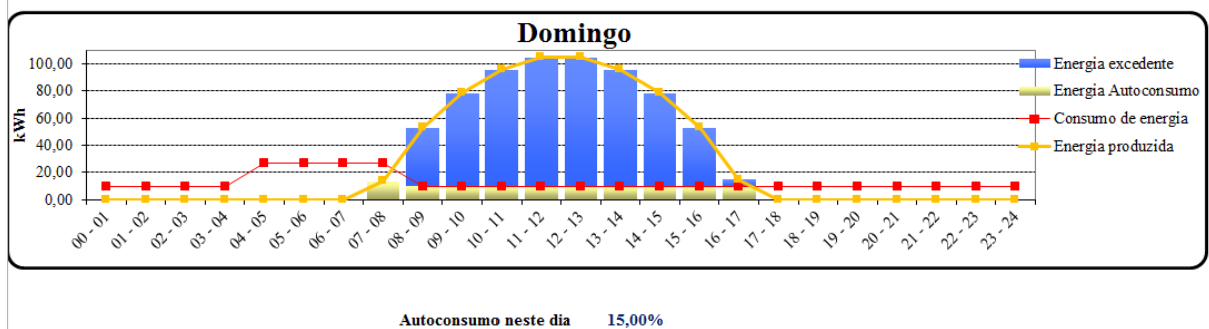
Figura 81: Balanço energético de um Domingo em Janeiro.



**Figura 82:** Relação entre consumo e produção de um dia semanal em Janeiro.



**Figura 83:** Relação entre consumo e produção de um Sábado em Janeiro.



**Figura 84:** Relação entre consumo e produção de um Domingo em Janeiro.

Horário	Fevereiro																										
	Segunda a Sexta								Sábado								Domingo										
	Período	Consumo (kWh)	Consumo (€)	Produção (kWh)	Produção (€)	Balanco (kWh)	Excedente (€)	Saldo	Período	Consumo (kWh)	Consumo (€)	Produção (kWh)	Produção (€)	Balanco (kWh)	Excedente (€)	Saldo	Período	Consumo (kWh)	Consumo (€)	Produção (kWh)	Produção (€)	Balanco (kWh)	Excedente (€)	Saldo			
00.00-00.30	Cheias	153,64	14,44	0,00	0,00	-153,64	0,00	0,00	Vazio normal	8,18	0,50	0,00	0,00	-8,18	0,00	0,00	Vazio normal	5,32	0,33	0,00	0,00	-5,32	0,00	0,00			
00.30-01.00		177,31	10,84	0,00	0,00	-177,31	0,00	0,00		8,18	0,50	0,00	0,00	-8,18	0,00	0,00		5,32	0,33	0,00	0,00	-5,32	0,00	0,00			
01.00-01.30	Vazio normal	177,31	10,84	0,00	0,00	-177,31	0,00	0,00	Vazio normal	8,18	0,50	0,00	0,00	-8,18	0,00	0,00	Vazio normal	5,32	0,33	0,00	0,00	-5,32	0,00	0,00			
01.30-02.00		177,31	10,84	0,00	0,00	-177,31	0,00	0,00		8,18	0,50	0,00	0,00	-8,18	0,00	0,00		5,32	0,33	0,00	0,00	-5,32	0,00	0,00			
02.00-02.30	Super vazio	72,61	4,09	0,00	0,00	-72,61	0,00	0,00	Super vazio	8,18	0,50	0,00	0,00	-8,18	0,00	0,00	Super Vazio	14,52	0,82	0,00	0,00	-14,52	0,00	0,00			
02.30-03.00		72,61	4,09	0,00	0,00	-72,61	0,00	0,00		8,18	0,50	0,00	0,00	-8,18	0,00	0,00		14,52	0,82	0,00	0,00	-14,52	0,00	0,00			
03.00-03.30		72,61	4,09	0,00	0,00	-72,61	0,00	0,00		8,18	0,50	0,00	0,00	-8,18	0,00	0,00		14,52	0,82	0,00	0,00	-14,52	0,00	0,00			
03.30-04.00		72,61	4,09	0,00	0,00	-72,61	0,00	0,00		14,52	0,82	0,00	0,00	-14,52	0,00	0,00		14,52	0,82	0,00	0,00	-14,52	0,00	0,00			
04.00-04.30		72,61	4,09	0,00	0,00	-72,61	0,00	0,00		14,52	0,82	0,00	0,00	-14,52	0,00	0,00		14,52	0,82	0,00	0,00	-14,52	0,00	0,00			
04.30-05.00		72,61	4,09	0,00	0,00	-72,61	0,00	0,00		14,52	0,82	0,00	0,00	-14,52	0,00	0,00		14,52	0,82	0,00	0,00	-14,52	0,00	0,00			
05.00-05.30		72,61	4,09	0,00	0,00	-72,61	0,00	0,00		14,52	0,82	0,00	0,00	-14,52	0,00	0,00		14,52	0,82	0,00	0,00	-14,52	0,00	0,00			
05.30-06.00		72,61	4,09	0,00	0,00	-72,61	0,00	0,00		14,52	0,82	0,00	0,00	-14,52	0,00	0,00		14,52	0,82	0,00	0,00	-14,52	0,00	0,00			
06.00-06.30	Vazio normal	177,31	10,84	0,00	0,00	-177,31	0,00	0,00	Vazio normal	14,52	0,82	0,00	0,00	-14,52	0,00	0,00	Vazio normal	14,52	0,82	0,00	0,00	-14,52	0,00	0,00			
06.30-07.00		177,31	10,84	0,00	0,00	-177,31	0,00	0,00		14,52	0,82	0,00	0,00	-14,52	0,00	0,00		14,52	0,82	0,00	0,00	-14,52	0,00	0,00			
07.00-07.30		177,31	10,84	15,02	0,92	-162,30	0,00	0,92	Vazio normal	14,52	0,82	15,02	0,85	0,49	0,02	0,84	Vazio normal	14,52	0,82	15,02	0,85	0,49	0,02	0,84			
07.30-08.00		153,64	14,44	15,02	1,41	-138,63	0,00	1,41		8,18	0,50	15,02	0,92	6,83	0,30	0,80		14,52	0,82	15,02	0,85	0,49	0,02	0,84			
08.00-08.30	Cheias	153,64	14,44	30,03	2,82	-123,61	0,00	2,82	Cheias	8,18	0,50	30,03	1,84	21,85	0,97	1,47	Cheias	5,32	0,33	30,03	1,84	24,71	1,10	1,43			
08.30-09.00		153,64	14,44	30,03	2,82	-123,61	0,00	2,82		8,18	0,50	30,03	1,84	21,85	0,97	1,47		5,32	0,33	30,03	1,84	24,71	1,10	1,43			
09.00-09.30		153,64	14,44	41,85	3,93	-111,79	0,00	3,93		8,18	0,50	41,85	2,56	33,66	1,50	2,00		5,32	0,33	41,85	2,56	36,53	1,63	1,95			
09.30-10.00		153,64	14,44	41,85	3,93	-111,79	0,00	3,93		8,18	0,50	41,85	2,56	33,66	1,50	2,00		5,32	0,33	41,85	2,56	36,53	1,63	1,95			
10.00-10.30		153,64	14,44	49,88	4,69	-103,76	0,00	4,69		8,18	0,50	49,88	3,05	41,70	1,86	2,36		5,32	0,33	49,88	3,05	44,57	1,99	2,31			
10.30-11.00		153,64	14,44	49,88	4,69	-103,76	0,00	4,69		52,68	4,95	49,88	4,69	-2,79	0,00	4,69		5,32	0,33	49,88	3,05	44,57	1,99	2,31			
11.00-11.30		153,64	14,44	53,96	5,07	-99,69	0,00	5,07		52,68	4,95	53,96	5,07	1,28	0,06	5,01		5,32	0,33	53,96	3,30	48,64	2,17	2,49			
11.30-12.00		153,64	14,44	53,96	5,07	-99,69	0,00	5,07		52,68	4,95	53,96	5,07	1,28	0,06	5,01		5,32	0,33	53,96	3,30	48,64	2,17	2,49			
12.00-12.30		153,64	14,44	53,96	5,07	-99,69	0,00	5,07		8,18	0,50	53,96	3,30	45,77	2,04	2,54		5,32	0,33	53,96	3,30	48,64	2,17	2,49			
12.30-13.00		153,64	14,44	49,88	4,69	-103,76	0,00	4,69		8,18	0,50	49,88	3,05	41,70	1,86	2,36		5,32	0,33	49,88	3,05	44,57	1,99	2,31			
13.00-13.30		153,64	14,44	49,88	4,69	-103,76	0,00	4,69		8,18	0,50	49,88	3,05	41,70	1,86	2,36		5,32	0,33	49,88	3,05	44,57	1,99	2,31			
13.30-14.00		153,64	14,44	41,85	3,93	-111,79	0,00	3,93		8,18	0,50	41,85	2,56	33,66	1,50	2,00		5,32	0,33	41,85	2,56	36,53	1,63	1,95			
14.00-14.30		153,64	14,44	41,85	3,93	-111,79	0,00	3,93		8,18	0,50	41,85	2,56	33,66	1,50	2,00		5,32	0,33	41,85	2,56	36,53	1,63	1,95			
14.30-15.00		153,64	14,44	30,03	2,82	-123,61	0,00	2,82		8,18	0,50	30,03	1,84	21,85	0,97	1,47		5,32	0,33	30,03	1,84	24,71	1,10	1,43			
15.00-15.30		153,64	14,44	30,03	2,82	-123,61	0,00	2,82		8,18	0,50	30,03	1,84	21,85	0,97	1,47		5,32	0,33	30,03	1,84	24,71	1,10	1,43			
15.30-16.00		153,64	14,44	30,03	2,82	-123,61	0,00	2,82		8,18	0,50	30,03	1,84	21,85	0,97	1,47		5,32	0,33	30,03	1,84	24,71	1,10	1,43			
16.00-16.30	153,64	14,44	15,02	1,41	-138,63	0,00	1,41	8,18	0,50	15,02	0,92	6,83	0,30	0,80	5,32	0,33	15,02	0,92	9,70	0,43	0,76						
16.30-17.00	153,64	14,44	15,02	1,41	-138,63	0,00	1,41	8,18	0,50	15,02	0,92	6,83	0,30	0,80	5,32	0,33	15,02	0,92	9,70	0,43	0,76						
17.00-17.30	184,52	38,04	0,69	0,14	-183,83	0,00	0,14	8,18	0,50	0,69	0,04	-7,50	0,00	0,04	5,32	0,33	0,69	0,04	-4,63	0,00	0,04						
17.30-18.00	184,52	38,04	0,69	0,14	-183,83	0,00	0,14	52,68	4,95	0,69	0,06	-51,99	0,00	0,06	5,32	0,33	0,69	0,04	-4,63	0,00	0,04						
18.00-18.30	184,52	38,04	0,00	0,00	-184,52	0,00	0,00	52,68	4,95	0,00	0,00	-52,68	0,00	0,00	5,32	0,33	0,00	0,00	-5,32	0,00	0,00						
18.30-19.00	184,52	38,04	0,00	0,00	-184,52	0,00	0,00	52,68	4,95	0,00	0,00	-52,68	0,00	0,00	5,32	0,33	0,00	0,00	-5,32	0,00	0,00						
19.00-19.30	184,52	38,04	0,00	0,00	-184,52	0,00	0,00	52,68	4,95	0,00	0,00	-52,68	0,00	0,00	5,32	0,33	0,00	0,00	-5,32	0,00	0,00						
19.30-20.00	184,52	38,04	0,00	0,00	-184,52	0,00	0,00	52,68	4,95	0,00	0,00	-52,68	0,00	0,00	5,32	0,33	0,00	0,00	-5,32	0,00	0,00						
20.00-20.30	184,52	38,04	0,00	0,00	-184,52	0,00	0,00	52,68	4,95	0,00	0,00	-52,68	0,00	0,00	5,32	0,33	0,00	0,00	-5,32	0,00	0,00						
20.30-21.00	184,52	38,04	0,00	0,00	-184,52	0,00	0,00	52,68	4,95	0,00	0,00	-52,68	0,00	0,00	5,32	0,33	0,00	0,00	-5,32	0,00	0,00						
21.00-21.30	184,52	38,04	0,00	0,00	-184,52	0,00	0,00	52,68	4,95	0,00	0,00	-52,68	0,00	0,00	5,32	0,33	0,00	0,00	-5,32	0,00	0,00						
21.30-22.00	184,52	38,04	0,00	0,00	-184,52	0,00	0,00	52,68	4,95	0,00	0,00	-52,68	0,00	0,00	5,32	0,33	0,00	0,00	-5,32	0,00	0,00						
22.00-22.30	153,64	14,44	0,00	0,00	-153,64	0,00	0,00	52,68	4,95	0,00	0,00	-52,68	0,00	0,00	5,32	0,33	0,00	0,00	-5,32	0,00	0,00						
22.30-23.00	Cheias	153,64	14,44	0,00	0,00	-153,64	0,00	0,00	Vazio normal	8,18	0,50	0,00	0,00	-8,18	0,00	0,00	Vazio normal	5,32	0,33	0,00	0,00	-5,32	0,00	0,00			
23.00-23.30		153,64	14,44	0,00	0,00	-153,64	0,00	0,00		8,18	0,50	0,00	0,00	-8,18	0,00	0,00		5,32	0,33	0,00	0,00	-5,32	0,00	0,00			
23.30-00.00		153,64	14,44	0,00	0,00	-153,64	0,00	0,00		8,18	0,50	0,00	0,00	-8,18	0,00	0,00		5,32	0,33	0,00	0,00	-5,32	0,00	0,00			
<b>Total</b>		<b>7.177,36</b>	<b>824,77</b>	<b>764,32</b>	<b>71,51</b>	<b>-6.413,03</b>	<b>0,00</b>	<b>71,51</b>		<b>1.066,43</b>	<b>88,8</b>																

Horário (h)	00 - 01	01 - 02	02 - 03	03 - 04	04 - 05	05 - 06	06 - 07	07 - 08	08 - 09	09 - 10	10 - 11	11 - 12	12 - 13	13 - 14	14 - 15	15 - 16	16 - 17	17 - 18	18 - 19	19 - 20	20 - 21	21 - 22	22 - 23	23 - 24	Total	
Produção PV (kWh/h)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	30,03	60,06	83,70	99,77	107,91	107,91	99,77	83,70	60,06	30,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	762,95
Consumo Médio de Energia (kWh/h)	330,95	354,63	145,22	145,22	145,22	145,22	354,63	330,95	307,28	307,28	307,28	307,28	307,28	307,28	307,28	307,28	369,04	369,04	369,04	369,04	369,04	307,28	307,28	307,28	307,28	7177,36
Energia Excedente (kWh/h)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Energia Autoconsumo (kWh/h)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	30,03	60,06	83,70	99,77	107,91	107,91	99,77	83,70	60,06	30,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	762,95
Consumo da Rede Após Autoconsumo (kWh/h)	330,95	354,63	145,22	145,22	145,22	145,22	354,63	300,92	247,22	223,59	207,51	199,37	199,37	207,51	223,59	247,22	277,25	369,04	369,04	369,04	369,04	369,04	307,28	307,28	307,28	6414,41
Preço da Energia Após Autoconsumo (€)	25,28	21,69	8,18	8,18	8,18	8,18	21,69	22,96	23,24	21,02	19,51	18,74	18,74	19,51	21,02	23,24	26,06	75,79	76,07	76,07	76,07	76,07	28,88	28,88	28,88	753,26

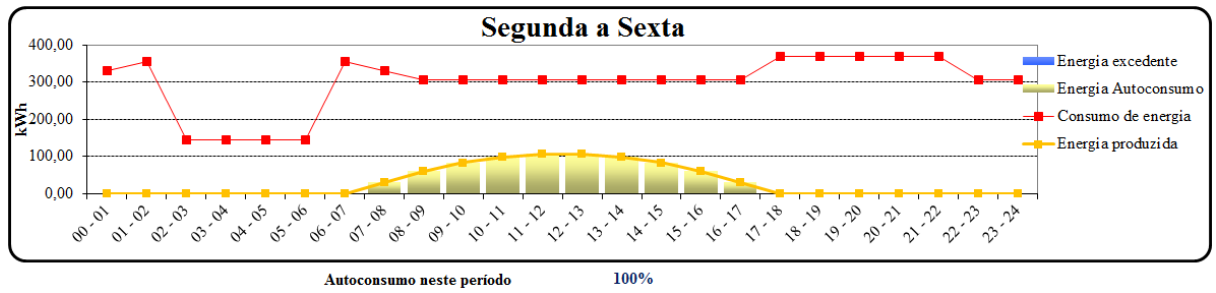
Figura 86: Balanço energético de um dia semanal em Fevereiro.

Horário (h)	00 - 01	01 - 02	02 - 03	03 - 04	04 - 05	05 - 06	06 - 07	07 - 08	08 - 09	09 - 10	10 - 11	11 - 12	12 - 13	13 - 14	14 - 15	15 - 16	16 - 17	17 - 18	18 - 19	19 - 20	20 - 21	21 - 22	22 - 23	23 - 24	Total	
Produção PV (kWh/h)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	30,03	60,06	83,70	99,77	107,91	107,91	99,77	83,70	60,06	30,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	762,95
Consumo Médio de Energia (kWh/h)	16,37	16,37	16,37	16,37	29,04	29,04	29,04	22,71	16,37	16,37	60,86	105,35	60,86	16,37	16,37	16,37	16,37	60,86	105,35	105,35	105,35	105,35	60,86	16,37	1060,09	
Energia Excedente (kWh/h)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	7,33	43,70	67,33	38,91	2,56	47,05	83,40	67,33	43,70	13,66	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	414,96
Energia Autoconsumo (kWh/h)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	22,71	16,37	16,37	60,86	105,35	60,86	16,37	16,37	16,37	16,37	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	347,99
Consumo da Rede Após Autoconsumo (kWh/h)	16,37	16,37	16,37	16,37	29,04	29,04	29,04	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	60,86	105,35	105,35	105,35	105,35	60,86	16,37	712,11	
Preço da Energia Após Autoconsumo (€)	1,00	1,00	1,00	1,32	1,64	1,64	1,64	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	5,35	9,90	9,90	9,90	9,90	5,45	1,00	60,64	

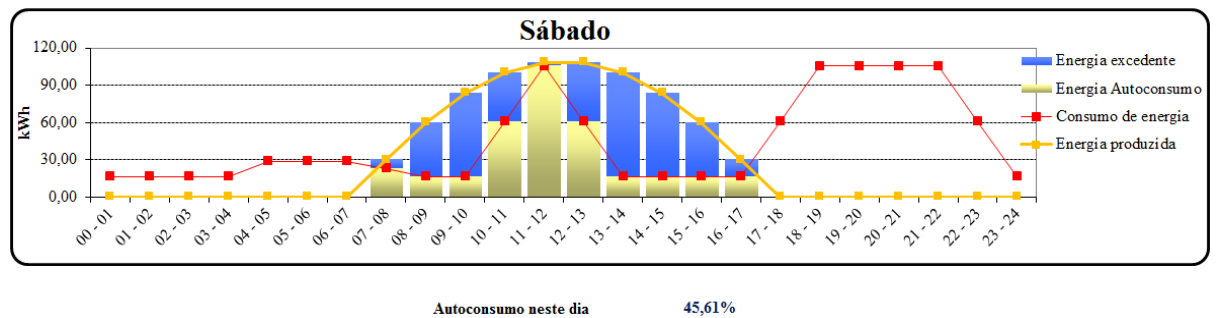
Figura 87: Balanço energético de um Sábado em Fevereiro.

Horário (h)	00 - 01	01 - 02	02 - 03	03 - 04	04 - 05	05 - 06	06 - 07	07 - 08	08 - 09	09 - 10	10 - 11	11 - 12	12 - 13	13 - 14	14 - 15	15 - 16	16 - 17	17 - 18	18 - 19	19 - 20	20 - 21	21 - 22	22 - 23	23 - 24	Total	
Produção PV (kWh/h)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	30,03	60,06	83,70	99,77	107,91	107,91	99,77	83,70	60,06	30,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	762,95
Consumo Médio de Energia (kWh/h)	10,64	10,64	10,64	16,37	29,04	29,04	29,04	29,04	10,64	10,64	10,64	10,64	10,64	10,64	10,64	10,64	10,64	10,64	10,64	10,64	10,64	10,64	10,64	10,64	10,64	334,68
Energia Excedente (kWh/h)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,99	49,42	73,06	89,13	97,27	97,27	89,13	73,06	49,42	19,39	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	638,15
Energia Autoconsumo (kWh/h)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	29,04	10,64	10,64	10,64	10,64	10,64	10,64	10,64	10,64	10,64	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	124,79
Consumo da Rede Após Autoconsumo (kWh/h)	10,64	10,64	10,64	16,37	29,04	29,04	29,04	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	10,64	10,64	10,64	10,64	10,64	10,64	10,64	209,89	
Preço da Energia Após Autoconsumo (€)	0,65	0,65	0,65	0,65	1,64	1,64	1,64	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,57	0,65	0,65	0,65	0,65	0,65	0,65	0,65	11,98

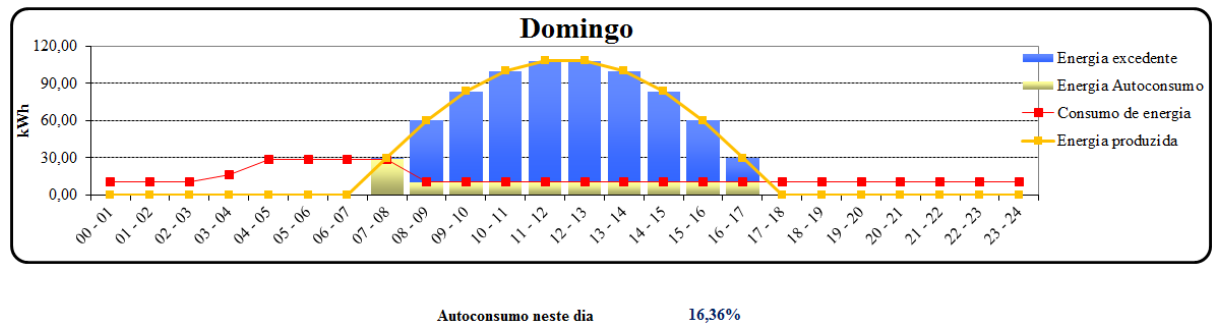
Figura 88: Balanço energético de um Domingo em Fevereiro.



**Figura 89:** Relação entre consumo e produção de um dia semanal em Fevereiro.



**Figura 90:** Relação entre consumo e produção de um Sábado em Fevereiro.



**Figura 91:** Relação entre consumo e produção de um Domingo em Fevereiro.

Horário	Março																							
	Segunda a Sexta								Sábado								Domingo							
	Período	Consumo (kWh)	Consumo (€)	Produção (kWh)	Produção (€)	Balanco (kWh)	Excedente (€)	Saldo	Período	Consumo (kWh)	Consumo (€)	Produção (kWh)	Produção (€)	Balanco (kWh)	Excedente (€)	Saldo	Período	Consumo (kWh)	Consumo (€)	Produção (kWh)	Produção (€)	Balanco (kWh)	Excedente (€)	Saldo
00.00-00.30	Cheias	123,68	11,63	0,00	0,00	-123,68	0,00	0,00		6,26	0,38	0,00	0,00	-6,26	0,00	0,00		4,07	0,25	0,00	0,00	-4,07	0,00	0,00
00.30-01.00		135,65	8,29	0,00	0,00	-135,65	0,00	0,00		6,26	0,38	0,00	0,00	-6,26	0,00	0,00		4,07	0,25	0,00	0,00	-4,07	0,00	0,00
01.00-01.30	Vazio normal	135,65	8,29	0,00	0,00	-135,65	0,00	0,00		6,26	0,38	0,00	0,00	-6,26	0,00	0,00		4,07	0,25	0,00	0,00	-4,07	0,00	0,00
01.30-02.00		135,65	8,29	0,00	0,00	-135,65	0,00	0,00		6,26	0,38	0,00	0,00	-6,26	0,00	0,00		4,07	0,25	0,00	0,00	-4,07	0,00	0,00
02.00-02.30		55,65	3,14	0,00	0,00	-55,65	0,00	0,00		6,26	0,38	0,00	0,00	-6,26	0,00	0,00		4,07	0,25	0,00	0,00	-4,07	0,00	0,00
02.30-03.00		55,65	3,14	0,00	0,00	-55,65	0,00	0,00		6,26	0,38	0,00	0,00	-6,26	0,00	0,00		4,07	0,25	0,00	0,00	-4,07	0,00	0,00
03.00-03.30		55,65	3,14	0,00	0,00	-55,65	0,00	0,00		6,26	0,38	0,00	0,00	-6,26	0,00	0,00		4,07	0,25	0,00	0,00	-4,07	0,00	0,00
03.30-04.00	Super vazio	55,65	3,14	0,00	0,00	-55,65	0,00	0,00		11,13	0,63	0,00	0,00	-11,13	0,00	0,00		4,07	0,25	0,00	0,00	-4,07	0,00	0,00
04.00-04.30		55,65	3,14	0,00	0,00	-55,65	0,00	0,00		11,13	0,63	0,00	0,00	-11,13	0,00	0,00		11,13	0,63	0,00	0,00	-11,13	0,00	0,00
04.30-05.00		55,65	3,14	0,00	0,00	-55,65	0,00	0,00		11,13	0,63	0,00	0,00	-11,13	0,00	0,00		11,13	0,63	0,00	0,00	-11,13	0,00	0,00
05.00-05.30		55,65	3,14	0,00	0,00	-55,65	0,00	0,00		11,13	0,63	0,00	0,00	-11,13	0,00	0,00		11,13	0,63	0,00	0,00	-11,13	0,00	0,00
05.30-06.00		55,65	3,14	0,00	0,00	-55,65	0,00	0,00		11,13	0,63	0,00	0,00	-11,13	0,00	0,00		11,13	0,63	0,00	0,00	-11,13	0,00	0,00
06.00-06.30		135,65	8,29	7,34	0,45	-128,30	0,00	0,45		11,13	0,63	7,34	0,41	-3,79	0,00	0,41		11,13	0,63	7,34	0,41	-3,79	0,00	0,41
06.30-07.00	Vazio normal	135,65	8,29	7,34	0,45	-128,30	0,00	0,45		11,13	0,63	7,34	0,41	-3,79	0,00	0,41		11,13	0,63	7,34	0,41	-3,79	0,00	0,41
07.00-07.30		135,65	8,29	25,33	1,55	-110,32	0,00	1,55		11,13	0,63	25,33	1,43	14,20	0,58	1,21		11,13	0,63	25,33	1,43	14,20	0,58	1,21
07.30-08.00		123,68	11,63	25,33	2,38	-98,35	0,00	2,38		6,26	0,38	25,33	1,55	19,07	0,78	1,16		11,13	0,63	25,33	1,43	14,20	0,58	1,21
08.00-08.30		123,68	11,63	42,14	3,96	-81,54	0,00	3,96		6,26	0,38	42,14	2,58	35,88	1,47	1,85		4,07	0,25	42,14	2,58	38,07	1,56	1,80
08.30-09.00		123,68	11,63	42,14	3,96	-81,54	0,00	3,96		6,26	0,38	42,14	2,58	35,88	1,47	1,85		4,07	0,25	42,14	2,58	38,07	1,56	1,80
09.00-09.30		123,68	11,63	55,65	5,23	-68,03	0,00	5,23		6,26	0,38	55,65	3,40	49,39	2,02	2,40		4,07	0,25	55,65	3,40	51,58	2,11	2,36
09.30-10.00		123,68	11,63	55,65	5,23	-68,03	0,00	5,23		6,26	0,38	55,65	3,40	49,39	2,02	2,40		4,07	0,25	55,65	3,40	51,58	2,11	2,36
10.00-10.30		123,68	11,63	64,96	6,11	-58,72	0,00	6,11		6,26	0,38	64,96	3,97	58,70	2,40	2,78		4,07	0,25	64,96	3,97	60,89	2,49	2,74
10.30-11.00		123,68	11,63	64,96	6,11	-58,72	0,00	6,11		42,40	3,99	64,96	6,11	22,56	0,92	4,91		4,07	0,25	64,96	3,97	60,89	2,49	2,74
11.00-11.30		123,68	11,63	69,64	6,55	-54,03	0,00	6,55		42,40	3,99	69,64	6,55	27,24	1,11	5,10		4,07	0,25	69,64	4,26	65,57	2,68	2,93
11.30-12.00	Cheias	123,68	11,63	69,64	6,55	-54,03	0,00	6,55		42,40	3,99	69,64	6,55	27,24	1,11	5,10		4,07	0,25	69,64	4,26	65,57	2,68	2,93
12.00-12.30		123,68	11,63	69,64	6,55	-54,03	0,00	6,55		42,40	3,99	69,64	6,55	27,24	1,11	5,10		4,07	0,25	69,64	4,26	65,57	2,68	2,93
12.30-13.00		123,68	11,63	69,64	6,55	-54,03	0,00	6,55		6,26	0,38	69,64	4,26	63,38	2,59	2,97		4,07	0,25	69,64	4,26	65,57	2,68	2,93
13.00-13.30		123,68	11,63	64,96	6,11	-58,72	0,00	6,11		6,26	0,38	64,96	3,97	58,70	2,40	2,78		4,07	0,25	64,96	3,97	60,89	2,49	2,74
13.30-14.00		123,68	11,63	64,96	6,11	-58,72	0,00	6,11		6,26	0,38	64,96	3,97	58,70	2,40	2,78		4,07	0,25	64,96	3,97	60,89	2,49	2,74
14.00-14.30		123,68	11,63	55,65	5,23	-68,03	0,00	5,23		6,26	0,38	55,65	3,40	49,39	2,02	2,40		4,07	0,25	55,65	3,40	51,58	2,11	2,36
14.30-15.00		123,68	11,63	55,65	5,23	-68,03	0,00	5,23		6,26	0,38	55,65	3,40	49,39	2,02	2,40		4,07	0,25	55,65	3,40	51,58	2,11	2,36
15.00-15.30		123,68	11,63	42,14	3,96	-81,54	0,00	3,96		6,26	0,38	42,14	2,58	35,88	1,47	1,85		4,07	0,25	42,14	2,58	38,07	1,56	1,80
15.30-16.00		123,68	11,63	42,14	3,96	-81,54	0,00	3,96		6,26	0,38	42,14	2,58	35,88	1,47	1,85		4,07	0,25	42,14	2,58	38,07	1,56	1,80
16.00-16.30		123,68	11,63	25,33	2,38	-98,35	0,00	2,38		6,26	0,38	25,33	1,55	19,07	0,78	1,16		4,07	0,25	25,33	1,55	21,26	0,87	1,12
16.30-17.00		123,68	11,63	25,33	2,38	-98,35	0,00	2,38		6,26	0,38	25,33	1,55	19,07	0,78	1,16		4,07	0,25	25,33	1,55	21,26	0,87	1,12
17.00-17.30		153,58	31,66	7,91	1,63	-145,67	0,00	1,63		6,26	0,38	7,91	0,48	1,65	0,07	0,45		4,07	0,25	7,91	0,48	3,84	0,16	0,41
17.30-18.00		153,58	31,66	7,91	1,63	-145,67	0,00	1,63		42,40	3,99	7,91	0,74	-34,50	0,00	0,74		4,07	0,25	7,91	0,48	3,84	0,16	0,41
18.00-18.30		153,58	31,66	0,00	0,00	-153,58	0,00	0,00		42,40	3,99	0,00	0,00	-42,40	0,00	0,00		4,07	0,25	0,00	0,00	-4,07	0,00	0,00
18.30-19.00		153,58	31,66	0,00	0,00	-153,58	0,00	0,00		42,40	3,99	0,00	0,00	-42,40	0,00	0,00		4,07	0,25	0,00	0,00	-4,07	0,00	0,00
19.00-19.30		153,58	31,66	0,00	0,00	-153,58	0,00	0,00		42,40	3,99	0,00	0,00	-42,40	0,00	0,00		4,07	0,25	0,00	0,00	-4,07	0,00	0,00
19.30-20.00	Ponta	153,58	31,66	0,00	0,00	-153,58	0,00	0,00		42,40	3,99	0,00	0,00	-42,40	0,00	0,00		4,07	0,25	0,00	0,00	-4,07	0,00	0,00
20.00-20.30		153,58	31,66	0,00	0,00	-153,58	0,00	0,00		42,40	3,99	0,00	0,00	-42,40	0,00	0,00		4,07	0,25	0,00	0,00	-4,07	0,00	0,00
20.30-21.00		153,58	31,66	0,00	0,00	-153,58	0,00	0,00		42,40	3,99	0,00	0,00	-42,40	0,00	0,00		4,07	0,25	0,00	0,00	-4,07	0,00	0,00
21.00-21.30		153,58	31,66	0,00	0,00	-153,58	0,00	0,00		42,40	3,99	0,00	0,00	-42,40	0,00	0,00		4,07	0,25	0,00	0,00	-4,07	0,00	0,00
21.30-22.00		153,58	31,66	0,00	0,00	-153,58	0,00	0,00		42,40	3,99	0,00	0,00	-42,40	0,00	0,00		4,07	0,25	0,00	0,00	-4,07	0,00	0,00
22.00-22.30		123,68	11,63	0,00	0,00	-123,68	0,00	0,00		42,40	3,99	0,00	0,00	-42,40	0,00	0,00		4,07	0,25	0,00	0,00	-4,07	0,00	0,00
22.30-23.00	Cheias	123,68	11,63	0,00	0,00	-123,68	0,00	0,00		6,26	0,38	0,00	0,00	-6,26	0,00	0,00		4,07	0,25	0,00	0,00	-4,07	0,00	0,00
23.00-23.30		123,68	11,63	0,00	0,00	-123,68	0,00	0,00		6,26	0,38	0,00	0,00	-6,26	0,00	0,00		4,07	0,25	0,00				

Horário (h)	00 - 01	01 - 02	02 - 03	03 - 04	04 - 05	05 - 06	06 - 07	07 - 08	08 - 09	09 - 10	10 - 11	11 - 12	12 - 13	13 - 14	14 - 15	15 - 16	16 - 17	17 - 18	18 - 19	19 - 20	20 - 21	21 - 22	22 - 23	23 - 24	Total	
Produção PV (kWh/h)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	14,69	50,66	84,28	111,30	129,92	139,29	139,29	129,92	111,30	84,28	50,66	15,81	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1061,39
Consumo Médio de Energia (kWh/h)	259,33	271,29	111,30	111,30	111,30	111,30	271,29	259,33	247,36	247,36	247,36	247,36	247,36	247,36	247,36	247,36	247,36	307,15	307,15	307,15	307,15	307,15	247,36	247,36	5763,10	
Energia Excedente (kWh/h)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
Energia Autoconsumo (kWh/h)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	14,69	50,66	84,28	111,30	129,92	139,29	139,29	129,92	111,30	84,28	50,66	15,81	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1061,39
Consumo da Rede Após Autoconsumo (kWh/h)	259,33	271,29	111,30	111,30	111,30	111,30	256,61	208,67	163,08	136,06	117,43	108,07	108,07	117,43	136,06	163,08	196,70	291,34	307,15	307,15	307,15	307,15	247,36	247,36	4701,72	
Preço da Energia Após Autoconsumo (€)	19,92	16,59	6,27	6,27	6,27	6,27	15,69	15,99	15,33	12,79	11,04	10,16	10,16	11,04	12,79	15,33	18,49	60,06	63,32	63,32	63,32	63,32	23,25	23,25	570,22	

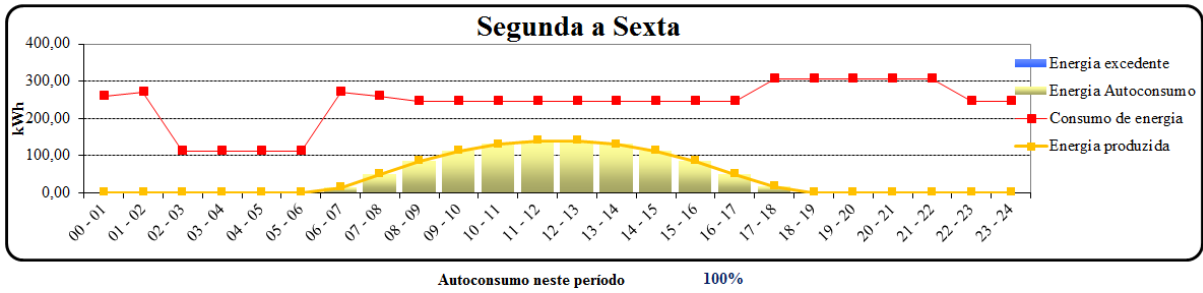
Figura 93: Balanço energético de um dia semanal em Março.

Horário (h)	00 - 01	01 - 02	02 - 03	03 - 04	04 - 05	05 - 06	06 - 07	07 - 08	08 - 09	09 - 10	10 - 11	11 - 12	12 - 13	13 - 14	14 - 15	15 - 16	16 - 17	17 - 18	18 - 19	19 - 20	20 - 21	21 - 22	22 - 23	23 - 24	Total
Produção PV (kWh/h)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	14,69	50,66	84,28	111,30	129,92	139,29	139,29	129,92	111,30	84,28	50,66	15,81	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1061,39
Consumo Médio de Energia (kWh/h)	12,52	12,52	12,52	17,39	22,26	22,26	22,26	17,39	12,52	12,52	48,66	84,81	48,66	12,52	12,52	12,52	12,52	48,66	84,81	84,81	84,81	84,81	48,66	12,52	845,47
Energia Excedente (kWh/h)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	33,27	71,76	98,78	81,26	54,48	90,62	117,40	98,78	71,76	38,14	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	756,23
Energia Autoconsumo (kWh/h)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	14,69	17,39	12,52	12,52	48,66	84,81	48,66	12,52	12,52	12,52	12,52	15,81	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	305,15
Consumo da Rede Após Autoconsumo (kWh/h)	12,52	12,52	12,52	17,39	22,26	22,26	7,57	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	32,85	84,81	84,81	84,81	84,81	48,66	12,52	540,32
Preço da Energia Após Autoconsumo (€)	0,77	0,77	0,77	1,01	1,25	1,25	0,43	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	3,14	7,97	7,97	7,97	7,97	4,37	0,77	46,41

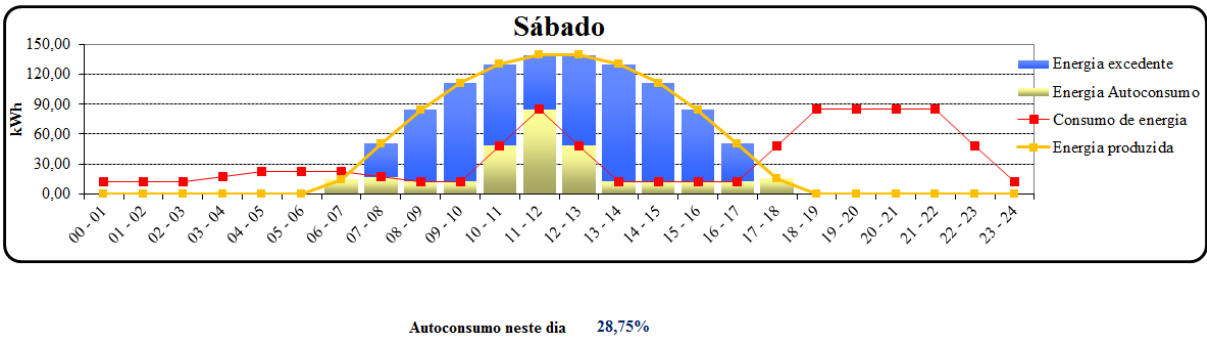
Figura 94: Balanço energético de um dia Sábado em Março.

Horário (h)	00 - 01	01 - 02	02 - 03	03 - 04	04 - 05	05 - 06	06 - 07	07 - 08	08 - 09	09 - 10	10 - 11	11 - 12	12 - 13	13 - 14	14 - 15	15 - 16	16 - 17	17 - 18	18 - 19	19 - 20	20 - 21	21 - 22	22 - 23	23 - 24	Total
Produção PV (kWh/h)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	14,69	50,66	84,28	111,30	129,92	139,29	139,29	129,92	111,30	84,28	50,66	15,81	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1061,39
Consumo Médio de Energia (kWh/h)	8,14	8,14	8,14	8,14	22,26	22,26	22,26	22,26	8,14	8,14	8,14	8,14	8,14	8,14	8,14	8,14	8,14	8,14	8,14	8,14	8,14	8,14	8,14	8,14	251,81
Energia Excedente (kWh/h)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	28,40	76,14	103,16	121,78	131,15	131,15	121,78	103,16	76,14	42,52	7,67	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	943,05
Energia Autoconsumo (kWh/h)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	14,69	22,26	8,14	8,14	8,14	8,14	8,14	8,14	8,14	8,14	8,14	8,14	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	118,33
Consumo da Rede Após Autoconsumo (kWh/h)	8,14	8,14	8,14	8,14	22,26	22,26	7,57	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	8,14	8,14	8,14	8,14	8,14	8,14	133,48
Preço da Energia Após Autoconsumo (€)	0,50	0,50	0,50	0,50	1,25	1,25	0,43	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	7,91

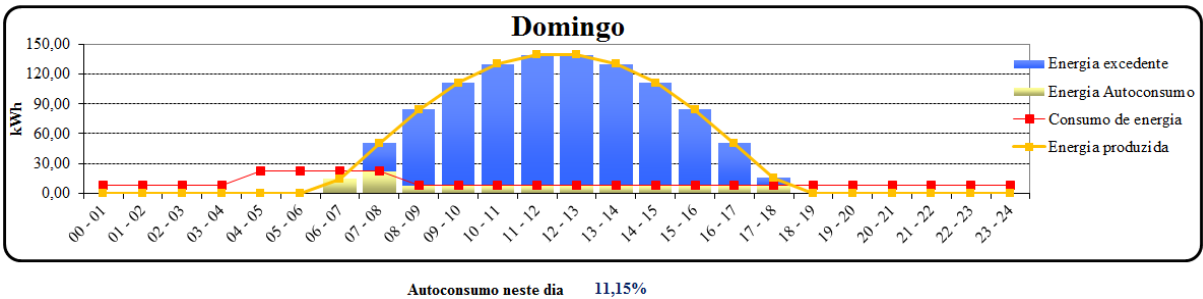
Figura 95: Balanço energético de um Domingo em Março.



**Figura 96:** Relação entre consumo e produção de um dia semanal em Março.



**Figura 97:** Relação entre consumo e produção de um Sábado em Março.



**Figura 98:** Relação entre consumo e produção de um Domingo em Março.

Horário	Abril																							
	Segunda a Sexta								Sábado								Domingo							
	Período	Consumo (kWh)	Consumo (€)	Produção (kWh)	Produção (€)	Balanco (kWh)	Excedente (€)	Saldo	Período	Consumo (kWh)	Consumo (€)	Produção (kWh)	Produção (€)	Balanco (kWh)	Excedente (€)	Saldo	Período	Consumo (kWh)	Consumo (€)	Produção (kWh)	Produção (€)	Balanco (kWh)	Excedente (€)	Saldo
00.00-00.30	Cheias	109,65	10,59	0,00	0,00	-109,65	0,00	0,00	6,53	0,42	0,00	0,00	-6,53	0,00	0,00	0,00	4,25	0,27	0,00	0,00	-4,25	0,00	0,00	0,00
00.30-01.00		141,57	9,00	0,00	0,00	-141,57	0,00	0,00	6,53	0,42	0,00	0,00	-6,53	0,00	0,00	0,00	4,25	0,27	0,00	0,00	-4,25	0,00	0,00	0,00
01.00-01.30	Vazio normal	141,57	9,00	0,00	0,00	-141,57	0,00	0,00	6,53	0,42	0,00	0,00	-6,53	0,00	0,00	0,00	4,25	0,27	0,00	0,00	-4,25	0,00	0,00	0,00
01.30-02.00		141,57	9,00	0,00	0,00	-141,57	0,00	0,00	6,53	0,42	0,00	0,00	-6,53	0,00	0,00	0,00	4,25	0,27	0,00	0,00	-4,25	0,00	0,00	0,00
02.00-02.30		55,68	3,30	0,00	0,00	-55,68	0,00	0,00	6,53	0,42	0,00	0,00	-6,53	0,00	0,00	0,00	4,25	0,27	0,00	0,00	-4,25	0,00	0,00	0,00
02.30-03.00		55,68	3,30	0,00	0,00	-55,68	0,00	0,00	6,53	0,42	0,00	0,00	-6,53	0,00	0,00	0,00	4,25	0,27	0,00	0,00	-4,25	0,00	0,00	0,00
03.00-03.30		55,68	3,30	0,00	0,00	-55,68	0,00	0,00	6,53	0,42	0,00	0,00	-6,53	0,00	0,00	0,00	4,25	0,27	0,00	0,00	-4,25	0,00	0,00	0,00
03.30-04.00	Super vazio	55,68	3,30	0,00	0,00	-55,68	0,00	0,00	11,14	0,66	0,00	0,00	-11,14	0,00	0,00	0,00	4,25	0,27	0,00	0,00	-4,25	0,00	0,00	0,00
04.00-04.30		55,68	3,30	0,00	0,00	-55,68	0,00	0,00	11,14	0,66	0,00	0,00	-11,14	0,00	0,00	0,00	11,14	0,66	0,00	0,00	-11,14	0,00	0,00	0,00
04.30-05.00		55,68	3,30	0,00	0,00	-55,68	0,00	0,00	11,14	0,66	0,00	0,00	-11,14	0,00	0,00	0,00	11,14	0,66	0,00	0,00	-11,14	0,00	0,00	0,00
05.00-05.30		55,68	3,30	1,46	0,09	-54,22	0,00	0,09	11,14	0,66	1,46	0,09	-9,67	0,00	0,09	0,09	11,14	0,66	1,46	0,09	-9,67	0,00	0,09	0,09
05.30-06.00		55,68	3,30	1,46	0,09	-54,22	0,00	0,09	11,14	0,66	1,46	0,09	-9,67	0,00	0,09	0,09	11,14	0,66	1,46	0,09	-9,67	0,00	0,09	0,09
06.00-06.30		141,57	9,00	14,33	0,91	-127,23	0,00	0,91	11,14	0,66	14,33	0,85	3,20	0,09	0,75	0,75	11,14	0,66	14,33	0,85	3,20	0,09	0,75	0,75
06.30-07.00	Vazio normal	141,57	9,00	14,33	0,91	-127,23	0,00	0,91	11,14	0,66	14,33	0,85	3,20	0,09	0,75	0,75	11,14	0,66	14,33	0,85	3,20	0,09	0,75	0,75
07.00-07.30		141,57	9,00	29,98	1,91	-111,59	0,00	1,91	11,14	0,66	29,98	1,77	18,84	0,51	1,17	1,17	11,14	0,66	29,98	1,77	18,84	0,51	1,17	1,17
07.30-08.00		109,65	10,59	29,98	2,90	-79,67	0,00	2,90	6,53	0,42	29,98	1,91	23,44	0,63	1,05	1,05	11,14	0,66	29,98	1,77	18,84	0,51	1,17	1,17
08.00-08.30		109,65	10,59	44,10	4,26	-65,54	0,00	4,26	6,53	0,42	44,10	2,80	37,57	1,02	1,43	1,43	4,25	0,27	44,10	2,80	39,86	1,08	1,35	1,35
08.30-09.00		109,65	10,59	44,10	4,26	-65,54	0,00	4,26	6,53	0,42	44,10	2,80	37,57	1,02	1,43	1,43	4,25	0,27	44,10	2,80	39,86	1,08	1,35	1,35
09.00-09.30		109,65	10,59	55,14	5,33	-54,50	0,00	5,33	6,53	0,42	55,14	3,50	48,61	1,31	1,73	1,73	4,25	0,27	55,14	3,50	50,90	1,38	1,65	1,65
09.30-10.00		109,65	10,59	55,14	5,33	-54,50	0,00	5,33	6,53	0,42	55,14	3,50	48,61	1,31	1,73	1,73	4,25	0,27	55,14	3,50	50,90	1,38	1,65	1,65
10.00-10.30		109,65	10,59	62,49	6,04	-47,15	0,00	6,04	43,86	4,24	62,49	6,04	18,63	0,50	4,74	4,74	4,25	0,27	62,49	3,97	58,25	1,57	1,84	1,84
10.30-11.00	Cheias	109,65	10,59	62,49	6,04	-47,15	0,00	6,04	43,86	4,24	62,49	6,04	18,63	0,50	4,74	4,74	4,25	0,27	62,49	3,97	58,25	1,57	1,84	1,84
11.00-11.30		109,65	10,59	66,18	6,39	-43,46	0,00	6,39	43,86	4,24	66,18	6,39	22,32	0,60	4,84	4,84	4,25	0,27	66,18	4,21	61,93	1,67	1,94	1,94
11.30-12.00		109,65	10,59	66,18	6,39	-43,46	0,00	6,39	43,86	4,24	66,18	6,39	22,32	0,60	4,84	4,84	4,25	0,27	66,18	4,21	61,93	1,67	1,94	1,94
12.00-12.30		109,65	10,59	66,18	6,39	-43,46	0,00	6,39	43,86	4,24	66,18	6,39	22,32	0,60	4,84	4,84	4,25	0,27	66,18	4,21	61,93	1,67	1,94	1,94
12.30-13.00		109,65	10,59	66,18	6,39	-43,46	0,00	6,39	43,86	4,24	66,18	6,39	22,32	0,60	4,84	4,84	4,25	0,27	66,18	4,21	61,93	1,67	1,94	1,94
13.00-13.30		109,65	10,59	62,49	6,04	-47,15	0,00	6,04	43,86	4,24	62,49	6,04	18,63	0,50	4,74	4,74	4,25	0,27	62,49	3,97	58,25	1,57	1,84	1,84
13.30-14.00		109,65	10,59	62,49	6,04	-47,15	0,00	6,04	6,53	0,42	62,49	3,97	55,96	1,51	1,93	1,93	4,25	0,27	62,49	3,97	58,25	1,57	1,84	1,84
14.00-14.30		201,71	53,60	55,14	14,65	-146,57	0,00	14,65	6,53	0,42	55,14	3,50	48,61	1,31	1,73	1,73	4,25	0,27	55,14	3,50	50,90	1,38	1,65	1,65
14.30-15.00		201,71	53,60	55,14	14,65	-146,57	0,00	14,65	6,53	0,42	55,14	3,50	48,61	1,31	1,73	1,73	4,25	0,27	55,14	3,50	50,90	1,38	1,65	1,65
15.00-15.30		201,71	53,60	44,10	11,72	-157,61	0,00	11,72	6,53	0,42	44,10	2,80	37,57	1,02	1,43	1,43	4,25	0,27	44,10	2,80	39,86	1,08	1,35	1,35
15.30-16.00	Ponta	201,71	53,60	44,10	11,72	-157,61	0,00	11,72	6,53	0,42	44,10	2,80	37,57	1,02	1,43	1,43	4,25	0,27	44,10	2,80	39,86	1,08	1,35	1,35
16.00-16.30		201,71	53,60	29,98	7,97	-171,73	0,00	7,97	6,53	0,42	29,98	1,91	23,44	0,63	1,05	1,05	4,25	0,27	29,98	1,91	25,73	0,70	0,97	0,97
16.30-17.00		201,71	53,60	29,98	7,97	-171,73	0,00	7,97	6,53	0,42	29,98	1,91	23,44	0,63	1,05	1,05	4,25	0,27	29,98	1,91	25,73	0,70	0,97	0,97
17.00-17.30		109,65	10,59	14,33	1,38	-95,31	0,00	1,38	6,53	0,42	14,33	0,91	7,80	0,21	0,63	0,63	4,25	0,27	14,33	0,91	10,09	0,27	0,54	0,54
17.30-18.00		109,65	10,59	14,33	1,38	-95,31	0,00	1,38	6,53	0,42	14,33	0,91	7,80	0,21	0,63	0,63	4,25	0,27	14,33	0,91	10,09	0,27	0,54	0,54
18.00-18.30		109,65	10,59	2,49	0,24	-107,16	0,00	0,24	6,53	0,42	2,49	0,16	-4,05	0,00	0,16	0,16	4,25	0,27	2,49	0,16	-1,76	0,00	0,16	0,16
18.30-19.00		109,65	10,59	2,49	0,24	-107,16	0,00	0,24	6,53	0,42	2,49	0,16	-4,05	0,00	0,16	0,16	4,25	0,27	2,49	0,16	-1,76	0,00	0,16	0,16
19.00-19.30		109,65	10,59	0,00	0,00	-109,65	0,00	0,00	6,53	0,42	0,00	0,00	-6,53	0,00	0,00	0,00	4,25	0,27	0,00	0,00	-4,25	0,00	0,00	0,00
19.30-20.00		109,65	10,59	0,00	0,00	-109,65	0,00	0,00	43,86	4,24	0,00	0,00	-43,86	0,00	0,00	0,00	4,25	0,27	0,00	0,00	-4,25	0,00	0,00	0,00
20.00-20.30		109,65	10,59	0,00	0,00	-109,65	0,00	0,00	43,86	4,24	0,00	0,00	-43,86	0,00	0,00	0,00	4,25	0,27	0,00	0,00	-4,25	0,00	0,00	0,00
20.30-21.00		109,65	10,59	0,00	0,00	-109,65	0,00	0,00	43,86	4,24	0,00	0,00	-43,86	0,00	0,00	0,00	4,25	0,27	0,00	0,00	-4,25	0,00	0,00	0,00
21.00-21.30		109,65	10,59	0,00	0,00	-109,65	0,00	0,00	43,86	4,24	0,00	0,00	-43,86	0,00	0,00	0,00	4,25	0,27	0,00	0,00	-4,25	0,00	0,00	0,00
21.30-22.00		109,65	10,59	0,00	0,00	-109,65	0,00	0,00	43,86	4,24	0,00	0,00	-43,86	0,00	0,00	0,00	4,25	0,27	0,00	0,00	-4,25	0,00	0,00	0,00
22.00-22.30		109,65	10,59	0,00	0,00	-109,65	0,00	0,00	43,86	4,24	0,00	0,00	-43,86	0,00	0,00	0,00	4,25	0,27	0,00	0,00	-4,25	0,00	0,00	0,00

Horário (h)	00 - 01	01 - 02	02 - 03	03 - 04	04 - 05	05 - 06	06 - 07	07 - 08	08 - 09	09 - 10	10 - 11	11 - 12	12 - 13	13 - 14	14 - 15	15 - 16	16 - 17	17 - 18	18 - 19	19 - 20	20 - 21	21 - 22	22 - 23	23 - 24	Total	
Produção PV (kWh/h)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,93	28,67	59,96	88,21	110,28	124,99	132,36	132,36	124,99	110,28	88,21	59,96	28,67	4,97	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1096,83	
Consumo Médio de Energia (kWh/h)	251,22	283,14	111,36	111,36	111,36	111,36	283,14	251,22	219,29	219,29	219,29	219,29	219,29	219,29	403,42	403,42	403,42	219,29	219,29	219,29	219,29	219,29	219,29	219,29	219,29	5575,22
Energia Excedente (kWh/h)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Energia Autoconsumo (kWh/h)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,93	28,67	59,96	88,21	110,28	124,99	132,36	132,36	124,99	110,28	88,21	59,96	28,67	4,97	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1096,83
Consumo da Rede Após Autoconsumo (kWh/h)	251,22	283,14	111,36	111,36	111,36	108,43	254,47	191,26	131,08	109,01	94,31	86,93	86,93	94,31	293,14	315,22	343,47	190,62	214,32	219,29	219,29	219,29	219,29	219,29	219,29	4478,39
Preço da Energia Após Autoconsumo (€)	19,59	17,99	6,59	6,59	6,59	6,42	16,17	14,79	12,66	10,53	9,11	8,40	8,40	9,11	77,89	83,76	91,27	18,41	20,70	21,18	21,18	21,18	21,18	21,18	21,18	550,90

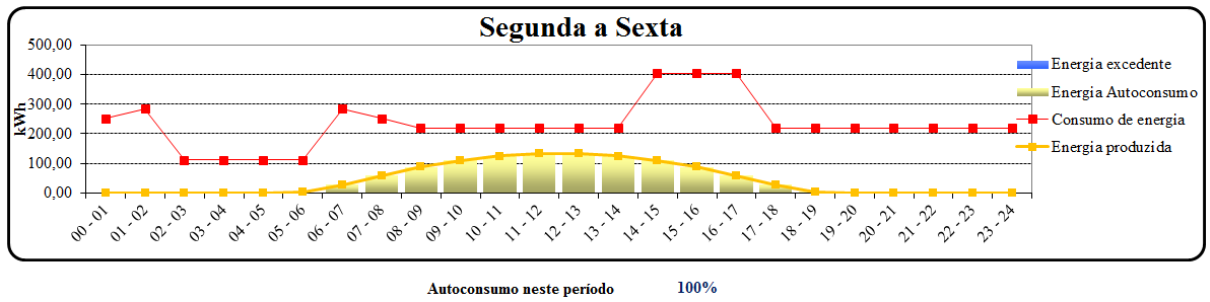
Figura 100: Balanço energético de um dia semanal em Abril.

Horário (h)	00 - 01	01 - 02	02 - 03	03 - 04	04 - 05	05 - 06	06 - 07	07 - 08	08 - 09	09 - 10	10 - 11	11 - 12	12 - 13	13 - 14	14 - 15	15 - 16	16 - 17	17 - 18	18 - 19	19 - 20	20 - 21	21 - 22	22 - 23	23 - 24	Total
Produção PV (kWh/h)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,93	28,67	59,96	88,21	110,28	124,99	132,36	132,36	124,99	110,28	88,21	59,96	28,67	4,97	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1096,83
Consumo Médio de Energia (kWh/h)	13,07	13,07	13,07	17,67	22,27	22,27	22,27	17,67	13,07	13,07	87,72	87,72	87,72	50,39	13,07	13,07	13,07	13,07	13,07	50,39	87,72	87,72	87,72	13,07	872,99
Energia Excedente (kWh/h)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	6,40	42,29	75,14	97,22	37,27	44,65	44,65	74,59	97,22	75,14	46,89	15,60	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	657,04
Energia Autoconsumo (kWh/h)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,93	22,27	17,67	13,07	13,07	87,72	87,72	87,72	50,39	13,07	13,07	13,07	13,07	4,97	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	439,79
Consumo da Rede Após Autoconsumo (kWh/h)	13,07	13,07	13,07	17,67	22,27	19,34	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	8,10	50,39	87,72	87,72	87,72	13,07	433,20
Preço da Energia Após Autoconsumo (€)	0,83	0,83	0,83	1,07	1,32	1,15	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,51	4,65	8,47	8,47	8,47	0,83	37,45

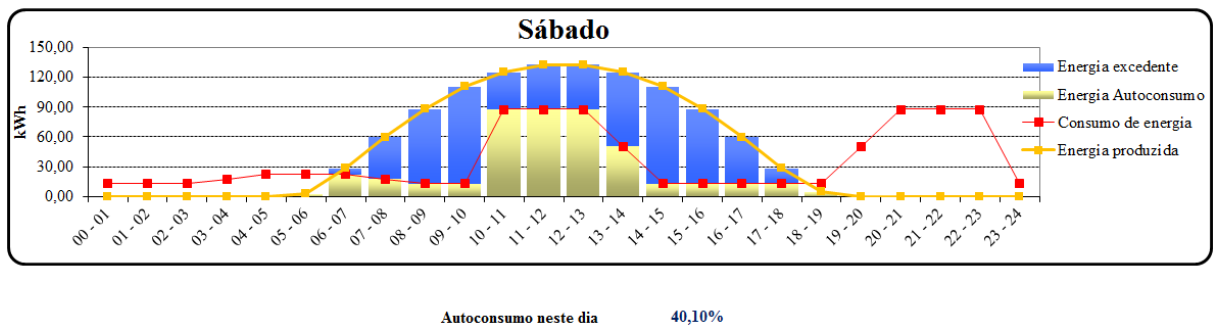
Figura 101: Balanço energético de um Sábado em Abril.

Horário (h)	00 - 01	01 - 02	02 - 03	03 - 04	04 - 05	05 - 06	06 - 07	07 - 08	08 - 09	09 - 10	10 - 11	11 - 12	12 - 13	13 - 14	14 - 15	15 - 16	16 - 17	17 - 18	18 - 19	19 - 20	20 - 21	21 - 22	22 - 23	23 - 24	Total
Produção PV (kWh/h)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,93	28,67	59,96	88,21	110,28	124,99	132,36	132,36	124,99	110,28	88,21	59,96	28,67	4,97	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1096,83
Consumo Médio de Energia (kWh/h)	8,49	8,49	8,49	8,49	22,27	22,27	22,27	22,27	8,49	8,49	8,49	8,49	8,49	8,49	8,49	8,49	8,49	8,49	8,49	8,49	8,49	8,49	8,49	8,49	258,97
Energia Excedente (kWh/h)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	6,40	37,68	79,71	101,79	116,49	123,87	123,87	116,49	101,79	79,71	51,46	20,18	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	959,45
Energia Autoconsumo (kWh/h)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,93	22,27	22,27	8,49	8,49	8,49	8,49	8,49	8,49	8,49	8,49	8,49	8,49	4,97	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	137,39
Consumo da Rede Após Autoconsumo (kWh/h)	8,49	8,49	8,49	8,49	22,27	19,34	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	3,52	8,49	8,49	8,49	8,49	8,49	121,59
Preço da Energia Após Autoconsumo (€)	0,54	0,54	0,54	0,54	1,32	1,15	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,22	0,54	0,54	0,54	0,54	0,54	7,55

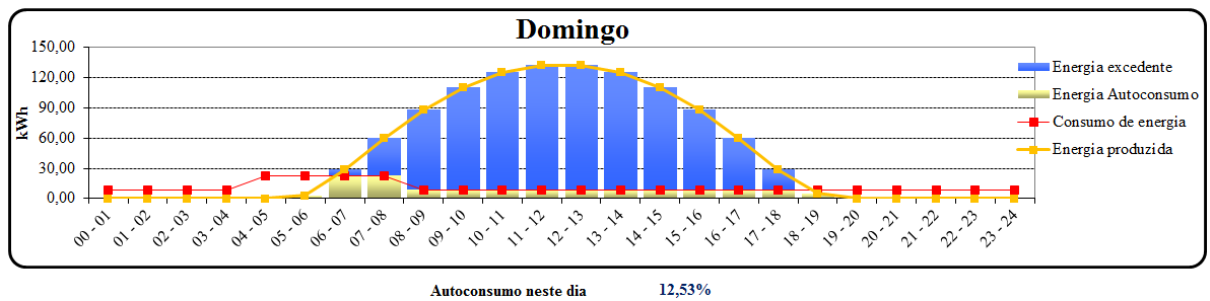
Figura 102: Balanço energético de um Domingo em Abril.



**Figura 103:** Relação entre consumo e produção de um dia semanal em Abril.



**Figura 104:** Relação entre consumo e produção de um Sábado em Abril.



**Figura 105:** Relação entre consumo e produção de um Domingo em Abril.

Horário	Maio																							
	Segunda a Sexta							Sábado							Domingo									
	Período	Consumo (kWh)	Consumo (€)	Produção (kWh)	Produção (€)	Balanco (kWh)	Excedente (€)	Saldo	Período	Consumo (kWh)	Consumo (€)	Produção (kWh)	Produção (€)	Balanco (kWh)	Excedente (€)	Saldo	Período	Consumo (kWh)	Consumo (€)	Produção (kWh)	Produção (€)	Balanco (kWh)	Excedente (€)	Saldo
00.00-00.30	Cheias	99,08	9,57	0,00	0,00	-99,08	0,00	0,00	Vazio normal	6,38	0,41	0,00	0,00	-6,38	0,00	0,00	Vazio normal	4,15	0,26	0,00	0,00	-4,15	0,00	0,00
00.30-01.00	Vazio normal	138,22	8,78	0,00	0,00	-138,22	0,00	0,00		6,38	0,41	0,00	0,00	-6,38	0,00	0,00		4,15	0,26	0,00	0,00	-4,15	0,00	0,00
01.00-01.30		138,22	8,78	0,00	0,00	-138,22	0,00	0,00	6,38	0,41	0,00	0,00	-6,38	0,00	0,00	4,15	0,26	0,00	0,00	-4,15	0,00	0,00		
01.30-02.00	Super vazio	138,22	8,78	0,00	0,00	-138,22	0,00	0,00	6,38	0,41	0,00	0,00	-6,38	0,00	0,00	4,15	0,26	0,00	0,00	-4,15	0,00	0,00		
02.00-02.30		52,13	3,09	0,00	0,00	-52,13	0,00	0,00	6,38	0,41	0,00	0,00	-6,38	0,00	0,00	4,15	0,26	0,00	0,00	-4,15	0,00	0,00		
02.30-03.00	Super vazio	52,13	3,09	0,00	0,00	-52,13	0,00	0,00	6,38	0,41	0,00	0,00	-6,38	0,00	0,00	4,15	0,26	0,00	0,00	-4,15	0,00	0,00		
03.00-03.30		52,13	3,09	0,00	0,00	-52,13	0,00	0,00	6,38	0,41	0,00	0,00	-6,38	0,00	0,00	4,15	0,26	0,00	0,00	-4,15	0,00	0,00		
03.30-04.00	Super vazio	52,13	3,09	0,00	0,00	-52,13	0,00	0,00	10,43	0,62	0,00	0,00	-10,43	0,00	0,00	4,15	0,26	0,00	0,00	-4,15	0,00	0,00		
04.00-04.30		52,13	3,09	0,00	0,00	-52,13	0,00	0,00	10,43	0,62	0,00	0,00	-10,43	0,00	0,00	10,43	0,62	0,00	0,00	-10,43	0,00	0,00		
04.30-05.00	Super vazio	52,13	3,09	0,00	0,00	-52,13	0,00	0,00	10,43	0,62	0,00	0,00	-10,43	0,00	0,00	10,43	0,62	0,00	0,00	-10,43	0,00	0,00		
05.00-05.30		52,13	3,09	6,72	0,40	-45,41	0,00	0,40	10,43	0,62	6,72	0,40	-3,70	0,00	0,40	10,43	0,62	6,72	0,40	-3,70	0,00	0,40		
05.30-06.00	Vazio normal	52,13	3,09	6,72	0,40	-45,41	0,00	0,40	10,43	0,62	6,72	0,40	-3,70	0,00	0,40	10,43	0,62	6,72	0,40	-3,70	0,00	0,40		
06.00-06.30		138,22	8,78	18,14	1,15	-120,08	0,00	1,15	10,43	0,62	18,14	1,07	7,72	0,30	0,92	10,43	0,62	18,14	1,07	7,72	0,30	0,92		
06.30-07.00	Vazio normal	138,22	8,78	18,14	1,15	-120,08	0,00	1,15	10,43	0,62	18,14	1,07	7,72	0,30	0,92	10,43	0,62	18,14	1,07	7,72	0,30	0,92		
07.00-07.30		138,22	8,78	33,91	2,16	-104,31	0,00	2,16	10,43	0,62	33,91	2,01	23,48	0,93	1,54	10,43	0,62	33,91	2,01	23,48	0,93	1,54		
07.30-08.00	Vazio normal	99,08	9,57	33,91	3,28	-65,17	0,00	3,28	6,38	0,41	33,91	2,16	27,53	1,09	1,49	6,38	0,41	33,91	2,16	27,53	1,09	1,49		
08.00-08.30		99,08	9,57	48,27	4,66	-50,81	0,00	4,66	6,38	0,41	48,27	3,07	41,89	1,65	2,06	6,38	0,41	48,27	3,07	41,89	1,65	2,06		
08.30-09.00	Vazio normal	99,08	9,57	48,27	4,66	-50,81	0,00	4,66	6,38	0,41	48,27	3,07	41,89	1,65	2,06	6,38	0,41	48,27	3,07	41,89	1,65	2,06		
09.00-09.30		99,08	9,57	59,58	5,76	-39,49	0,00	5,76	6,38	0,41	59,58	3,79	53,20	2,10	2,51	6,38	0,41	59,58	3,79	53,20	2,10	2,51		
09.30-10.00	Cheias	99,08	9,57	59,58	5,76	-39,49	0,00	5,76	39,63	3,83	67,25	6,50	27,62	1,09	4,92	39,63	3,83	67,25	6,50	27,62	1,09	4,92		
10.00-10.30		99,08	9,57	67,25	6,50	-31,83	0,00	6,50	39,63	3,83	67,25	6,50	27,62	1,09	4,92	39,63	3,83	67,25	6,50	27,62	1,09	4,92		
10.30-11.00	Cheias	99,08	9,57	67,25	6,50	-31,83	0,00	6,50	39,63	3,83	71,11	6,87	31,47	1,24	5,07	39,63	3,83	71,11	6,87	31,47	1,24	5,07		
11.00-11.30		99,08	9,57	71,11	6,87	-27,97	0,00	6,87	39,63	3,83	71,11	6,87	31,47	1,24	5,07	39,63	3,83	71,11	6,87	31,47	1,24	5,07		
11.30-12.00	Vazio normal	99,08	9,57	71,11	6,87	-27,97	0,00	6,87	39,63	3,83	71,11	6,87	31,47	1,24	5,07	39,63	3,83	71,11	6,87	31,47	1,24	5,07		
12.00-12.30		99,08	9,57	71,11	6,87	-27,97	0,00	6,87	39,63	3,83	71,11	6,87	31,47	1,24	5,07	39,63	3,83	71,11	6,87	31,47	1,24	5,07		
12.30-13.00	Ponta	99,08	9,57	67,25	6,50	-31,83	0,00	6,50	6,38	0,41	67,25	6,50	27,62	1,09	4,92	6,38	0,41	67,25	6,50	27,62	1,09	4,92		
13.00-13.30		99,08	9,57	67,25	6,50	-31,83	0,00	6,50	6,38	0,41	67,25	6,50	27,62	1,09	4,92	6,38	0,41	67,25	6,50	27,62	1,09	4,92		
13.30-14.00	Vazio normal	99,08	9,57	67,25	6,50	-31,83	0,00	6,50	6,38	0,41	59,58	3,79	53,20	2,10	2,51	6,38	0,41	59,58	3,79	53,20	2,10	2,51		
14.00-14.30		178,26	47,37	59,58	5,76	-118,68	0,00	5,76	6,38	0,41	59,58	3,79	53,20	2,10	2,51	6,38	0,41	59,58	3,79	53,20	2,10	2,51		
14.30-15.00	Ponta	178,26	47,37	59,58	5,76	-118,68	0,00	5,76	6,38	0,41	48,27	3,07	41,89	1,65	2,06	6,38	0,41	48,27	3,07	41,89	1,65	2,06		
15.00-15.30		178,26	47,37	48,27	4,66	-129,99	0,00	4,66	6,38	0,41	48,27	3,07	41,89	1,65	2,06	6,38	0,41	48,27	3,07	41,89	1,65	2,06		
15.30-16.00	Vazio normal	178,26	47,37	48,27	4,66	-129,99	0,00	4,66	6,38	0,41	48,27	3,07	41,89	1,65	2,06	6,38	0,41	48,27	3,07	41,89	1,65	2,06		
16.00-16.30		178,26	47,37	33,91	3,28	-144,35	0,00	3,28	6,38	0,41	33,91	2,16	27,53	1,09	1,49	6,38	0,41	33,91	2,16	27,53	1,09	1,49		
16.30-17.00	Cheias	178,26	47,37	33,91	3,28	-144,35	0,00	3,28	6,38	0,41	18,14	1,15	11,76	0,46	0,87	6,38	0,41	18,14	1,15	11,76	0,46	0,87		
17.00-17.30		99,08	9,57	18,14	1,75	-80,94	0,00	1,75	6,38	0,41	18,14	1,15	11,76	0,46	0,87	6,38	0,41	18,14	1,15	11,76	0,46	0,87		
17.30-18.00	Vazio normal	99,08	9,57	18,14	1,75	-80,94	0,00	1,75	6,38	0,41	6,72	0,43	0,35	0,01	0,42	6,38	0,41	6,72	0,43	0,35	0,01	0,42		
18.00-18.30		99,08	9,57	6,72	0,65	-92,35	0,00	0,65	6,38	0,41	6,72	0,43	0,35	0,01	0,42	6,38	0,41	6,72	0,43	0,35	0,01	0,42		
18.30-19.00	Cheias	99,08	9,57	6,72	0,65	-92,35	0,00	0,65	6,38	0,41	6,72	0,43	0,35	0,01	0,42	6,38	0,41	6,72	0,43	0,35	0,01	0,42		
19.00-19.30		99,08	9,57	0,63	0,06	-98,45	0,00	0,06	6,38	0,41	0,63	0,06	-5,75	0,00	0,04	6,38	0,41	0,63	0,06	-5,75	0,00	0,04		
19.30-20.00	Vazio normal	99,08	9,57	0,63	0,06	-98,45	0,00	0,06	39,63	3,83	0,63	0,06	-39,01	0,00	0,06	39,63	3,83	0,63	0,06	-39,01	0,00	0,06		
20.00-20.30		99,08	9,57	0,00	0,00	-99,08	0,00	0,00	39,63	3,83	0,00	0,00	-39,63	0,00	0,00	39,63	3,83	0,00	0,00	-39,63	0,00	0,00		
20.30-21.00	Cheias	99,08	9,57	0,00	0,00	-99,08	0,00	0,00	39,63	3,83	0,00	0,00	-39,63	0,00	0,00	39,63	3,83	0,00	0,00	-39,63	0,00	0,00		
21.00-21.30		99,08	9,57	0,00	0,00	-99,08	0,00	0,00	39,63	3,83	0,00	0,00	-39,63	0,00	0,00	39,63	3,83	0,00	0,00	-39,63	0,00	0,00		
21.30-22.00	Vazio normal	99,08	9,57	0,00	0,00	-99,08	0,00	0,00	39,63	3,83	0,00	0,00	-39,63	0,00	0,00	39,63	3,83	0,00	0,00	-39,63	0,00	0,00		
22.00-22.30		99,08	9,57	0,00	0,00	-99,08	0,00	0,00	39,63	3,83	0,00	0,00	-39,63	0,00	0,00	39,63	3,83	0,00	0,00	-39,63	0,00	0,00		
22.30-23.00	Cheias	99,08	9,57	0,00	0,00	-99,08	0,00	0,00	39,63	3,83	0,00	0,00	-39,63	0,00	0,00	39,63	3,83	0,00	0,00	-39,63	0,00	0,00		
23.00-23.30		99,08	9,57	0,00	0,00	-99,08	0,00	0,00	6,38	0,41	0,00	0,00	-6,38	0,00	0,00	6,38	0,41	0,00	0,00	-6,38	0,00	0,00		
23.30-00.00	Vazio normal	99,08	9,57	0,00	0,00	-99,08	0,00	0,00	6,38	0,41	0,00	0,00	-6,38	0,00	0,00	6,38	0,41	0,00	0,00	-6,38	0,00	0,00		
Total			5.090,14	629,60	1.221,19	163,10	-3.868,95	0,00	163,10	804,11	69,08	1.221,19	93,33	417,08	31,43									

Horário (h)	00 - 01	01 - 02	02 - 03	03 - 04	04 - 05	05 - 06	06 - 07	07 - 08	08 - 09	09 - 10	10 - 11	11 - 12	12 - 13	13 - 14	14 - 15	15 - 16	16 - 17	17 - 18	18 - 19	19 - 20	20 - 21	21 - 22	22 - 23	23 - 24	Total
Produção PV (kWh/h)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	13,45	36,28	67,82	96,54	119,17	134,49	142,21	142,21	134,49	119,17	96,54	67,82	36,28	13,45	1,25	0,00	0,00	0,00	0,00	1221,19
Consumo Médio de Energia (kWh/h)	237,30	276,45	104,26	104,26	104,26	104,26	276,45	237,30	198,16	198,16	198,16	198,16	198,16	198,16	356,53	356,53	356,53	198,16	198,16	198,16	198,16	198,16	198,16	198,16	5090,14
Energia Excedente (kWh/h)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Energia Autoconsumo (kWh/h)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	13,45	36,28	67,82	96,54	119,17	134,49	142,21	142,21	134,49	119,17	96,54	67,82	36,28	13,45	1,25	0,00	0,00	0,00	0,00	1221,19
Consumo da Rede Após Autoconsumo (kWh/h)	237,30	276,45	104,26	104,26	104,26	90,81	240,17	169,48	101,61	78,99	63,66	55,95	55,95	63,66	237,36	259,98	288,71	161,87	184,71	196,90	198,16	198,16	198,16	198,16	3868,95
Preço da Energia Após Autoconsumo (€)	18,36	17,57	6,17	6,17	6,17	5,38	15,26	12,92	9,82	7,63	6,15	5,40	5,40	6,15	63,07	69,08	76,72	15,64	17,84	19,02	19,14	19,14	19,14	19,14	466,50

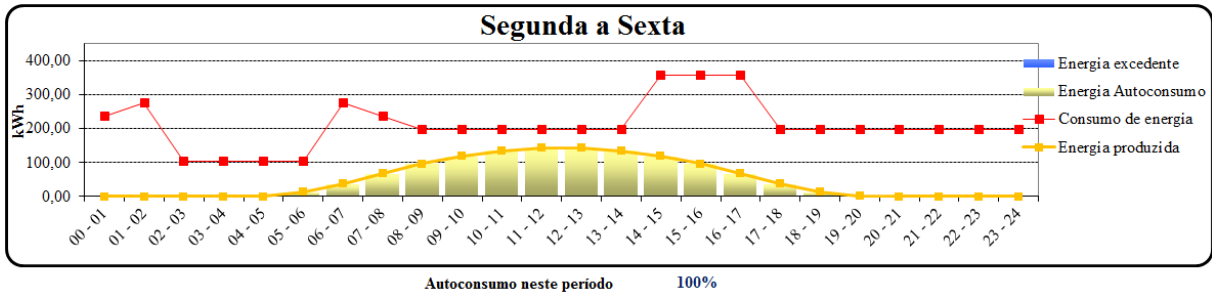
Figura 107: Balanço energético de um dia semanal em Maio.

Horário (h)	00 - 01	01 - 02	02 - 03	03 - 04	04 - 05	05 - 06	06 - 07	07 - 08	08 - 09	09 - 10	10 - 11	11 - 12	12 - 13	13 - 14	14 - 15	15 - 16	16 - 17	17 - 18	18 - 19	19 - 20	20 - 21	21 - 22	22 - 23	23 - 24	Total
Produção PV (kWh/h)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	13,45	36,28	67,82	96,54	119,17	134,49	142,21	142,21	134,49	119,17	96,54	67,82	36,28	13,45	1,25	0,00	0,00	0,00	0,00	1221,19
Consumo Médio de Energia (kWh/h)	12,76	12,76	12,76	16,81	20,85	20,85	20,85	16,81	12,76	12,76	79,26	79,26	79,26	46,01	12,76	12,76	12,76	12,76	12,76	46,01	79,26	79,26	79,26	12,76	804,11
Energia Excedente (kWh/h)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	15,43	51,02	83,79	106,41	55,23	62,95	62,95	88,48	106,41	83,79	55,06	23,52	0,69	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	795,72
Energia Autoconsumo (kWh/h)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	13,45	20,85	16,81	12,76	12,76	79,26	79,26	79,26	46,01	12,76	12,76	12,76	12,76	12,76	1,25	0,00	0,00	0,00	0,00	425,47
Consumo da Rede Após Autoconsumo (kWh/h)	12,76	12,76	12,76	16,81	20,85	7,40	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	44,76	79,26	79,26	79,26	12,76	378,64
Preço da Energia Após Autoconsumo (€)	0,81	0,81	0,81	1,02	1,23	0,44	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	4,13	7,66	7,66	7,66	0,81	33,04

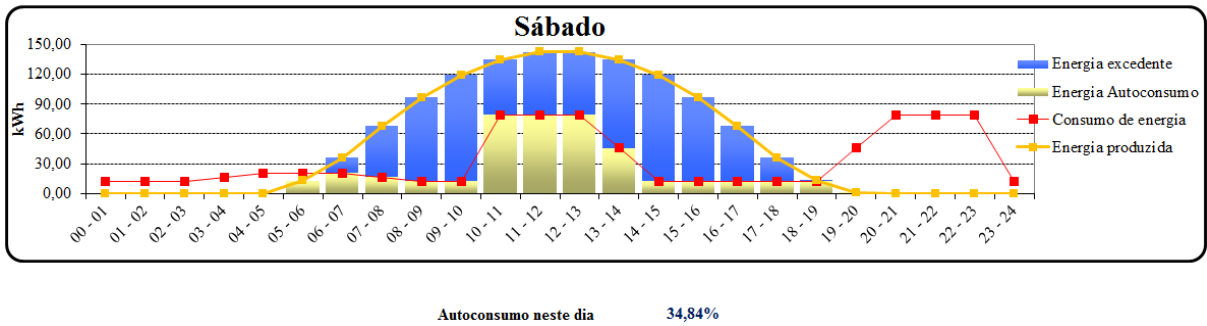
Figura 108: Balanço energético de um Sábado em Maio.

Horário (h)	00 - 01	01 - 02	02 - 03	03 - 04	04 - 05	05 - 06	06 - 07	07 - 08	08 - 09	09 - 10	10 - 11	11 - 12	12 - 13	13 - 14	14 - 15	15 - 16	16 - 17	17 - 18	18 - 19	19 - 20	20 - 21	21 - 22	22 - 23	23 - 24	Total
Produção PV (kWh/h)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	13,45	36,28	67,82	96,54	119,17	134,49	142,21	142,21	134,49	119,17	96,54	67,82	36,28	13,45	1,25	0,00	0,00	0,00	0,00	1221,19
Consumo Médio de Energia (kWh/h)	8,29	8,29	8,29	8,29	20,85	20,85	20,85	20,85	8,29	8,29	8,29	8,29	8,29	8,29	8,29	8,29	8,29	8,29	8,29	8,29	8,29	8,29	8,29	8,29	249,28
Energia Excedente (kWh/h)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	15,43	46,97	88,25	110,88	126,20	133,92	133,92	126,20	110,88	88,25	59,53	27,99	5,16	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1073,56
Energia Autoconsumo (kWh/h)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	13,45	20,85	20,85	8,29	8,29	8,29	8,29	8,29	8,29	8,29	8,29	8,29	8,29	8,29	1,25	0,00	0,00	0,00	0,00	147,63
Consumo da Rede Após Autoconsumo (kWh/h)	8,29	8,29	8,29	8,29	20,85	7,40	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	7,04	8,29	8,29	8,29	8,29	101,64
Preço da Energia Após Autoconsumo (€)	0,53	0,53	0,53	0,53	1,23	0,44	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,45	0,53	0,53	0,53	0,53	6,34

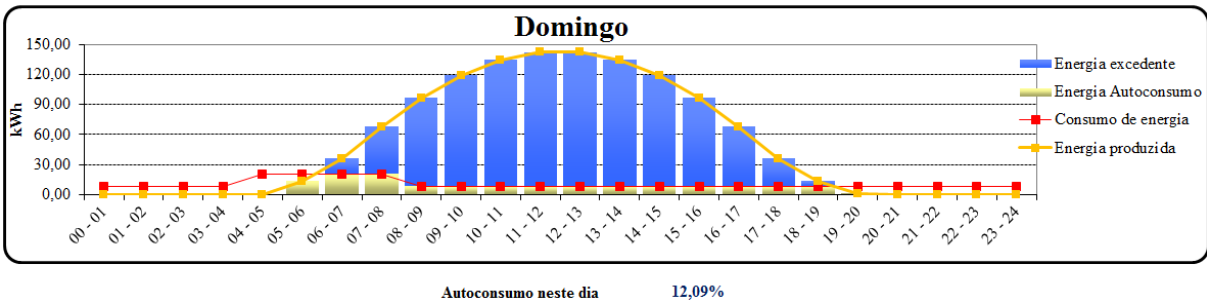
Figura 109: Balanço energético de um Domingo em Maio.



**Figura 110:** Relação entre consumo e produção de um dia semanal em Maio.



**Figura 111:** Relação entre consumo e produção de um Sábado em Maio.



**Figura 112:** Relação entre consumo e produção de um Domingo em Maio.

Horário	Junho																							
	Segunda a Sexta							Sábado						Domingo										
	Período	Consumo (kWh)	Consumo (€)	Produção (kWh)	Produção (€)	Balanco (kWh)	Excedente (€)	Saldo	Período	Consumo (kWh)	Consumo (€)	Produção (kWh)	Produção (€)	Balanco (kWh)	Excedente (€)	Saldo	Período	Consumo (kWh)	Consumo (€)	Produção (kWh)	Produção (€)	Balanco (kWh)	Excedente (€)	Saldo
00.00-00.30	Cheias	118,39	11,44	0,00	0,00	-118,39	0,00	0,00	Vazio normal	6,85	0,44	0,00	0,00	-6,85	0,00	0,00	Vazio normal	4,45	0,28	0,00	0,00	-4,45	0,00	0,00
00.30-01.00	Vazio normal	148,46	9,43	0,00	0,00	-148,46	0,00	0,00		6,85	0,44	0,00	0,00	-6,85	0,00	0,00		4,45	0,28	0,00	0,00	-4,45	0,00	0,00
01.00-01.30	Vazio normal	148,46	9,43	0,00	0,00	-148,46	0,00	0,00	6,85	0,44	0,00	0,00	-6,85	0,00	0,00	4,45	0,28	0,00	0,00	-4,45	0,00	0,00	0,00	
01.30-02.00	Vazio normal	148,46	9,43	0,00	0,00	-148,46	0,00	0,00	6,85	0,44	0,00	0,00	-6,85	0,00	0,00	4,45	0,28	0,00	0,00	-4,45	0,00	0,00	0,00	
02.00-02.30	Super vazio	58,63	3,47	0,00	0,00	-58,63	0,00	0,00	Super vazio	6,85	0,44	0,00	0,00	-6,85	0,00	0,00	Super Vazio	4,45	0,28	0,00	0,00	-4,45	0,00	0,00
02.30-03.00		58,63	3,47	0,00	0,00	-58,63	0,00	0,00		6,85	0,44	0,00	0,00	-6,85	0,00	0,00		4,45	0,28	0,00	0,00	-4,45	0,00	0,00
03.00-03.30	Super vazio	58,63	3,47	0,00	0,00	-58,63	0,00	0,00	Super vazio	6,85	0,44	0,00	0,00	-6,85	0,00	0,00	Super Vazio	4,45	0,28	0,00	0,00	-4,45	0,00	0,00
03.30-04.00		58,63	3,47	0,00	0,00	-58,63	0,00	0,00		11,73	0,69	0,00	0,00	-11,73	0,00	0,00		4,45	0,28	0,00	0,00	-4,45	0,00	0,00
04.00-04.30	Super vazio	58,63	3,47	1,08	0,06	-57,55	0,00	0,06	Super vazio	11,73	0,69	1,08	0,06	-10,65	0,00	0,06	Super Vazio	11,73	0,69	1,08	0,06	-10,65	0,00	0,06
04.30-05.00		58,63	3,47	1,08	0,06	-57,55	0,00	0,06		11,73	0,69	1,08	0,06	-10,65	0,00	0,06		11,73	0,69	1,08	0,06	-10,65	0,00	0,06
05.00-05.30	Super vazio	58,63	3,47	7,87	0,47	-50,76	0,00	0,47	Super vazio	11,73	0,69	7,87	0,47	-3,86	0,00	0,47	Super Vazio	11,73	0,69	7,87	0,47	-3,86	0,00	0,47
05.30-06.00		58,63	3,47	7,87	0,47	-50,76	0,00	0,47		11,73	0,69	7,87	0,47	-3,86	0,00	0,47		11,73	0,69	7,87	0,47	-3,86	0,00	0,47
06.00-06.30	Vazio normal	148,46	9,43	19,04	1,21	-129,43	0,00	1,21	Vazio normal	11,73	0,69	19,04	1,13	7,31	0,31	1,01	Super Vazio	11,73	0,69	19,04	1,13	7,31	0,31	1,01
06.30-07.00		148,46	9,43	19,04	1,21	-129,43	0,00	1,21		11,73	0,69	19,04	1,13	7,31	0,31	1,01		11,73	0,69	19,04	1,13	7,31	0,31	1,01
07.00-07.30	Vazio normal	148,46	9,43	35,02	2,23	-113,44	0,00	2,23	Vazio normal	11,73	0,69	35,02	2,07	23,29	1,00	1,69	Super Vazio	11,73	0,69	35,02	2,07	23,29	1,00	1,69
07.30-08.00		118,39	11,44	35,02	3,38	-83,37	0,00	3,38		6,85	0,44	35,02	2,23	28,17	1,21	1,64		11,73	0,69	35,02	2,07	23,29	1,00	1,69
08.00-08.30	Vazio normal	118,39	11,44	49,65	4,80	-68,74	0,00	4,80	Vazio normal	6,85	0,44	49,65	3,16	42,80	1,83	2,27	Super Vazio	4,45	0,28	49,65	3,16	45,19	1,94	2,22
08.30-09.00		118,39	11,44	49,65	4,80	-68,74	0,00	4,80		6,85	0,44	49,65	3,16	42,80	1,83	2,27		4,45	0,28	49,65	3,16	45,19	1,94	2,22
09.00-09.30	Vazio normal	118,39	11,44	61,32	5,92	-57,07	0,00	5,92	Vazio normal	6,85	0,44	61,32	3,90	54,47	2,33	2,77	Super Vazio	4,45	0,28	61,32	3,90	56,87	2,44	2,72
09.30-10.00		118,39	11,44	61,32	5,92	-57,07	0,00	5,92		6,85	0,44	61,32	3,90	54,47	2,33	2,77		4,45	0,28	61,32	3,90	56,87	2,44	2,72
10.00-10.30	Cheias	118,39	11,44	69,24	6,69	-49,15	0,00	6,69	Cheias	47,36	4,57	69,24	6,69	21,88	0,94	5,51	Super Vazio	4,45	0,28	69,24	4,40	64,78	2,78	3,06
10.30-11.00		118,39	11,44	69,24	6,69	-49,15	0,00	6,69		47,36	4,57	69,24	6,69	21,88	0,94	5,51		4,45	0,28	69,24	4,40	64,78	2,78	3,06
11.00-11.30	Cheias	118,39	11,44	73,30	7,08	-45,09	0,00	7,08	Cheias	47,36	4,57	73,30	7,08	25,94	1,11	5,69	Super Vazio	4,45	0,28	73,30	4,66	68,84	2,95	3,23
11.30-12.00		118,39	11,44	73,30	7,08	-45,09	0,00	7,08		47,36	4,57	73,30	7,08	25,94	1,11	5,69		4,45	0,28	73,30	4,66	68,84	2,95	3,23
12.00-12.30	Cheias	118,39	11,44	73,30	7,08	-45,09	0,00	7,08	Cheias	47,36	4,57	73,30	7,08	25,94	1,11	5,69	Super Vazio	4,45	0,28	73,30	4,66	68,84	2,95	3,23
12.30-13.00		118,39	11,44	73,30	7,08	-45,09	0,00	7,08		47,36	4,57	73,30	7,08	25,94	1,11	5,69		4,45	0,28	73,30	4,66	68,84	2,95	3,23
13.00-13.30	Cheias	118,39	11,44	69,24	6,69	-49,15	0,00	6,69	Cheias	47,36	4,57	69,24	6,69	21,88	0,94	5,51	Super Vazio	4,45	0,28	69,24	4,40	64,78	2,78	3,06
13.30-14.00		118,39	11,44	69,24	6,69	-49,15	0,00	6,69		6,85	0,44	69,24	4,40	62,39	2,67	3,11		4,45	0,28	69,24	4,40	64,78	2,78	3,06
14.00-14.30	Ponta	209,24	55,60	61,32	16,29	-147,92	0,00	16,29	Vazio normal	6,85	0,44	61,32	3,90	54,47	2,33	2,77	Vazio normal	4,45	0,28	61,32	3,90	56,87	2,44	2,72
14.30-15.00		209,24	55,60	61,32	16,29	-147,92	0,00	16,29		6,85	0,44	61,32	3,90	54,47	2,33	2,77		4,45	0,28	61,32	3,90	56,87	2,44	2,72
15.00-15.30	Ponta	209,24	55,60	49,65	13,19	-159,60	0,00	13,19	Vazio normal	6,85	0,44	49,65	3,16	42,80	1,83	2,27	Vazio normal	4,45	0,28	49,65	3,16	45,19	1,94	2,22
15.30-16.00		209,24	55,60	49,65	13,19	-159,60	0,00	13,19		6,85	0,44	49,65	3,16	42,80	1,83	2,27		4,45	0,28	49,65	3,16	45,19	1,94	2,22
16.00-16.30	Ponta	209,24	55,60	35,02	9,31	-174,22	0,00	9,31	Vazio normal	6,85	0,44	35,02	2,23	28,17	1,21	1,64	Vazio normal	4,45	0,28	35,02	2,23	30,57	1,31	1,59
16.30-17.00		209,24	55,60	35,02	9,31	-174,22	0,00	9,31		6,85	0,44	35,02	2,23	28,17	1,21	1,64		4,45	0,28	35,02	2,23	30,57	1,31	1,59
17.00-17.30	Cheias	118,39	11,44	19,04	1,84	-99,35	0,00	1,84	Cheias	6,85	0,44	19,04	1,21	12,19	0,52	0,96	Vazio normal	4,45	0,28	19,04	1,21	14,58	0,62	0,91
17.30-18.00		118,39	11,44	19,04	1,84	-99,35	0,00	1,84		6,85	0,44	19,04	1,21	12,19	0,52	0,96		4,45	0,28	19,04	1,21	14,58	0,62	0,91
18.00-18.30	Cheias	118,39	11,44	7,87	0,76	-110,52	0,00	0,76	Cheias	6,85	0,44	7,87	0,50	1,01	0,04	0,48	Vazio normal	4,45	0,28	7,87	0,50	3,41	0,15	0,43
18.30-19.00		118,39	11,44	7,87	0,76	-110,52	0,00	0,76		6,85	0,44	7,87	0,50	1,01	0,04	0,48		4,45	0,28	7,87	0,50	3,41	0,15	0,43
19.00-19.30	Cheias	118,39	11,44	1,75	0,17	-116,64	0,00	0,17	Cheias	6,85	0,44	1,75	0,11	-5,10	0,00	0,11	Vazio normal	4,45	0,28	1,75	0,11	-2,70	0,00	0,11
19.30-20.00		118,39	11,44	1,75	0,17	-116,64	0,00	0,17		47,36	4,57	1,75	0,17	-45,60	0,00	0,17		4,45	0,28	1,75	0,11	-2,70	0,00	0,11
20.00-20.30	Cheias	118,39	11,44	0,00	0,00	-118,39	0,00	0,00	Cheias	47,36	4,57	0,00	0,00	-47,36	0,00	0,00	Vazio normal	4,45	0,28	0,00	0,00	-4,45	0,00	0,00
20.30-21.00		118,39	11,44	0,00	0,00	-118,39	0,00	0,00		47,36	4,57	0,00	0,00	-47,36	0,00	0,00		4,45	0,28	0,00	0,00	-4,45	0,00	0,00
21.00-21.30	Cheias	118,39	11,44	0,00	0,00	-118,39	0,00	0,00	Cheias	47,36	4,57	0,00	0,00	-47,36	0,00	0,00	Vazio normal	4,45	0,28	0,00	0,00	-4,45	0,00	0,00
21.30-22.00		118,39	11,44	0,00	0,00	-118,39	0,00	0,00		47,36	4,57	0,00	0,00	-47,36	0,00	0,00		4,45	0,28	0,00	0,00	-4,45	0,00	0,00
22.00-22.30	Cheias	118,39	11,44	0,00	0,00	-118,39	0,00	0,00	Cheias	47,36	4,57	0,00	0,00	-47,36	0,00	0,00	Vazio normal	4,45	0,28	0,00	0,00	-4,45	0,00	0,00
22.30-23.00		118,39	11,44	0,00	0,00	-118,39	0,00	0,00		47,36	4,57	0,00	0,00	-47,36	0,00	0,00		4,45	0,28	0,00	0,00	-4,45	0,00	0,00
23.00-23.30	Cheias	118,39	11,44	0,00	0,00	-118,																		

Horário (h)	00 - 01	01 - 02	02 - 03	03 - 04	04 - 05	05 - 06	06 - 07	07 - 08	08 - 09	09 - 10	10 - 11	11 - 12	12 - 13	13 - 14	14 - 15	15 - 16	16 - 17	17 - 18	18 - 19	19 - 20	20 - 21	21 - 22	22 - 23	23 - 24	Total
Produção PV (kWh/h)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,15	38,08	70,04	99,30	122,64	138,47	146,59	146,59	138,47	122,64	99,30	70,04	38,08	15,73	3,51	0,00	0,00	0,00	0,00	1251,64
Consumo Médio de Energia (kWh/h)	266,85	296,93	117,26	117,26	117,26	117,26	296,93	266,85	236,78	236,78	236,78	236,78	236,78	418,49	418,49	418,49	236,78	236,78	236,78	236,78	236,78	236,78	236,78	236,78	5930,19
Energia Excedente (kWh/h)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Energia Autoconsumo (kWh/h)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,15	38,08	70,04	99,30	122,64	138,47	146,59	146,59	138,47	122,64	99,30	70,04	38,08	15,73	3,51	0,00	0,00	0,00	0,00	1251,64
Consumo da Rede Após Autoconsumo (kWh/h)	266,85	296,93	117,26	117,26	117,26	115,10	258,85	196,81	137,48	114,14	98,30	90,19	90,19	98,30	295,85	319,19	348,45	198,70	221,05	233,27	236,78	236,78	236,78	236,78	4678,56
Preço da Energia Após Autoconsumo (€)	20,87	18,87	6,94	6,94	6,81	6,01	16,45	15,26	13,28	11,03	9,50	8,71	8,71	9,50	78,61	84,82	92,59	19,19	21,35	22,53	22,87	22,87	22,87	22,87	569,48

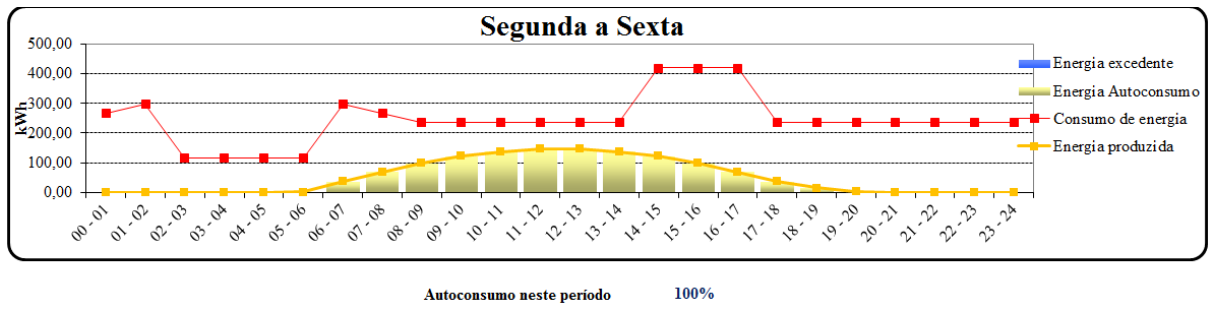
Figura 114: Balanço energético de um dia semanal em Junho.

Horário (h)	00 - 01	01 - 02	02 - 03	03 - 04	04 - 05	05 - 06	06 - 07	07 - 08	08 - 09	09 - 10	10 - 11	11 - 12	12 - 13	13 - 14	14 - 15	15 - 16	16 - 17	17 - 18	18 - 19	19 - 20	20 - 21	21 - 22	22 - 23	23 - 24	Total
Produção PV (kWh/h)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,15	38,08	70,04	99,30	122,64	138,47	146,59	146,59	138,47	122,64	99,30	70,04	38,08	15,73	3,51	0,00	0,00	0,00	0,00	1251,64
Consumo Médio de Energia (kWh/h)	13,70	13,70	13,70	18,58	23,45	23,45	23,45	18,58	13,70	13,70	94,71	94,71	94,71	54,21	13,70	13,70	13,70	13,70	13,70	54,21	94,71	94,71	94,71	13,70	934,94
Energia Excedente (kWh/h)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	14,62	51,46	85,59	108,94	43,76	51,88	51,88	84,27	108,94	85,59	56,33	24,37	2,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	769,67
Energia Autoconsumo (kWh/h)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,15	23,45	18,58	13,70	13,70	94,71	94,71	94,71	54,21	13,70	13,70	13,70	13,70	13,70	3,51	0,00	0,00	0,00	0,00	481,96
Consumo da Rede Após Autoconsumo (kWh/h)	13,70	13,70	13,70	18,58	23,45	21,30	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	50,70	94,71	94,71	94,71	13,70	452,98
Preço da Energia Após Autoconsumo (€)	0,87	0,87	0,87	1,13	1,26	0,46	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	4,73	9,15	9,15	9,15	0,87	38,51

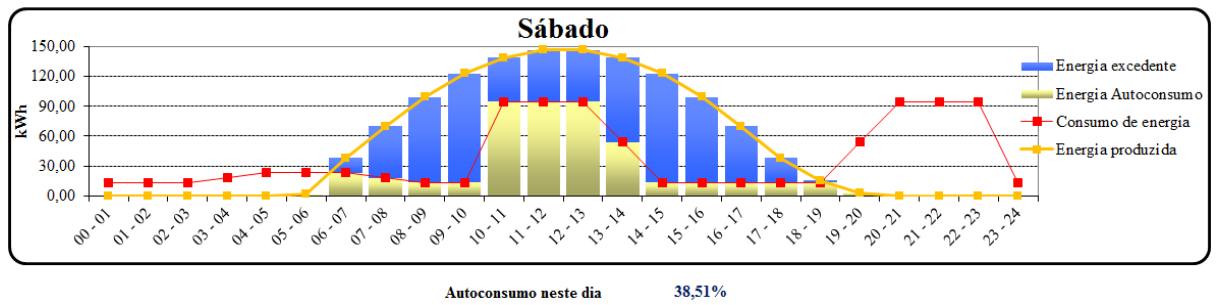
Figura 115: Balanço energético de um Sábado em Junho.

Horário (h)	00 - 01	01 - 02	02 - 03	03 - 04	04 - 05	05 - 06	06 - 07	07 - 08	08 - 09	09 - 10	10 - 11	11 - 12	12 - 13	13 - 14	14 - 15	15 - 16	16 - 17	17 - 18	18 - 19	19 - 20	20 - 21	21 - 22	22 - 23	23 - 24	Total
Produção PV (kWh/h)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,15	38,08	70,04	99,30	122,64	138,47	146,59	146,59	138,47	122,64	99,30	70,04	38,08	15,73	3,51	0,00	0,00	0,00	0,00	1251,64
Consumo Médio de Energia (kWh/h)	8,91	8,91	8,91	8,91	23,45	23,45	23,45	23,45	8,91	8,91	8,91	8,91	8,91	8,91	8,91	8,91	8,91	8,91	8,91	8,91	8,91	8,91	8,91	8,91	271,96
Energia Excedente (kWh/h)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	14,62	46,59	90,39	113,74	129,57	137,68	137,68	129,57	113,74	90,39	61,13	29,17	6,82	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1101,08
Energia Autoconsumo (kWh/h)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,15	23,45	23,45	8,91	8,91	8,91	8,91	8,91	8,91	8,91	8,91	8,91	8,91	8,91	3,51	0,00	0,00	0,00	0,00	150,55
Consumo da Rede Após Autoconsumo (kWh/h)	8,91	8,91	8,91	8,91	23,45	21,30	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	5,40	8,91	8,91	8,91	8,91	121,41
Preço da Energia Após Autoconsumo (€)	0,57	0,57	0,57	0,57	1,26	0,46	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,34	0,57	0,57	0,57	0,57	6,59

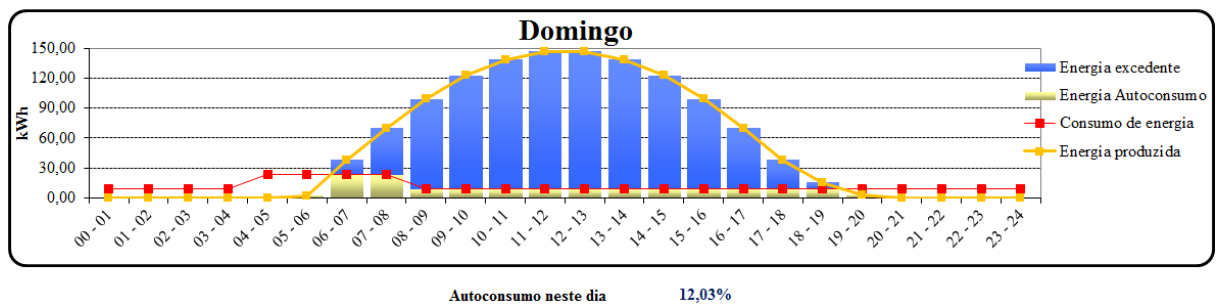
Figura 116: Balanço energético de um Domingo em Junho.



**Figura 117:** Relação entre consumo e produção de um dia semanal em Junho.



**Figura 118:** Relação entre consumo e produção de um Sábado em Junho.



**Figura 119:** Relação entre consumo e produção de um Domingo em Junho.

Horário	Julho																							
	Segunda a Sexta							Sábado						Domingo										
	Período	Consumo (kWh)	Consumo (€)	Produção (kWh)	Produção (€)	Balanco (kWh)	Excedente (€)	Saldo	Período	Consumo (kWh)	Consumo (€)	Produção (kWh)	Produção (€)	Balanco (kWh)	Excedente (€)	Saldo	Período	Consumo (kWh)	Consumo (€)	Produção (kWh)	Produção (€)	Balanco (kWh)	Excedente (€)	Saldo
00.00-00.30	Cheias	111,72	10,79	0,00	0,00	-111,72	0,00	0,00	Vazio normal	6,46	0,41	0,00	0,00	-6,46	0,00	0,00	Vazio normal	4,20	0,27	0,00	0,00	-4,20	0,00	0,00
00.30-01.00	Vazio normal	139,91	8,89	0,00	0,00	-139,91	0,00	0,00		6,46	0,41	0,00	0,00	-6,46	0,00	0,00		4,20	0,27	0,00	0,00	-4,20	0,00	0,00
01.00-01.30		139,91	8,89	0,00	0,00	-139,91	0,00	0,00	6,46	0,41	0,00	0,00	-6,46	0,00	0,00	4,20	0,27	0,00	0,00	-4,20	0,00	0,00	0,00	
01.30-02.00	Super vazio	57,88	3,43	0,00	0,00	-57,88	0,00	0,00	6,46	0,41	0,00	0,00	-6,46	0,00	0,00	4,20	0,27	0,00	0,00	-4,20	0,00	0,00	0,00	
02.00-02.30		57,88	3,43	0,00	0,00	-57,88	0,00	0,00	6,46	0,41	0,00	0,00	-6,46	0,00	0,00	4,20	0,27	0,00	0,00	-4,20	0,00	0,00	0,00	
02.30-03.00	Super vazio	57,88	3,43	0,00	0,00	-57,88	0,00	0,00	6,46	0,41	0,00	0,00	-6,46	0,00	0,00	4,20	0,27	0,00	0,00	-4,20	0,00	0,00	0,00	
03.00-03.30		57,88	3,43	0,00	0,00	-57,88	0,00	0,00	11,58	0,69	0,00	0,00	-11,58	0,00	0,00	4,20	0,27	0,00	0,00	-4,20	0,00	0,00	0,00	
03.30-04.00	Super vazio	57,88	3,43	0,00	0,00	-57,88	0,00	0,00	11,58	0,69	0,00	0,00	-11,58	0,00	0,00	11,58	0,69	0,00	0,00	-11,58	0,00	0,00	0,00	
04.00-04.30		57,88	3,43	0,00	0,00	-57,88	0,00	0,00	11,58	0,69	0,00	0,00	-11,58	0,00	0,00	11,58	0,69	0,00	0,00	-11,58	0,00	0,00	0,00	
04.30-05.00	Super vazio	57,88	3,43	0,00	0,00	-57,88	0,00	0,00	11,58	0,69	0,00	0,00	-11,58	0,00	0,00	11,58	0,69	0,00	0,00	-11,58	0,00	0,00	0,00	
05.00-05.30		57,88	3,43	6,66	0,39	-51,22	0,00	0,39	11,58	0,69	6,66	0,39	-4,91	0,00	0,39	11,58	0,69	6,66	0,39	-4,91	0,00	0,39	0,39	
05.30-06.00	Vazio normal	57,88	3,43	6,66	0,39	-51,22	0,00	0,39	11,58	0,69	6,66	0,39	-4,91	0,00	0,39	11,58	0,69	6,66	0,39	-4,91	0,00	0,39	0,39	
06.00-06.30		139,91	8,89	17,68	1,12	-122,23	0,00	1,12	11,58	0,69	17,68	1,05	6,10	0,28	0,96	11,58	0,69	17,68	1,05	6,10	0,28	0,96	0,96	
06.30-07.00	Vazio normal	139,91	8,89	17,68	1,12	-122,23	0,00	1,12	11,58	0,69	17,68	1,05	6,10	0,28	0,96	11,58	0,69	17,68	1,05	6,10	0,28	0,96	0,96	
07.00-07.30		139,91	8,89	33,75	2,15	-106,15	0,00	2,15	11,58	0,69	33,75	2,00	22,18	1,02	1,70	11,58	0,69	33,75	2,00	22,18	1,02	1,70	1,70	
07.30-08.00	Vazio normal	111,72	10,79	33,75	3,26	-77,97	0,00	3,26	6,46	0,41	33,75	2,15	27,30	1,25	1,66	11,58	0,69	33,75	2,00	22,18	1,02	1,70	1,70	
08.00-08.30		111,72	10,79	48,75	4,71	-62,97	0,00	4,71	6,46	0,41	48,75	3,10	42,29	1,94	2,35	4,20	0,27	48,75	3,10	44,55	2,04	2,31	2,31	
08.30-09.00	Vazio normal	111,72	10,79	48,75	4,71	-62,97	0,00	4,71	6,46	0,41	48,75	3,10	42,29	1,94	2,35	4,20	0,27	48,75	3,10	44,55	2,04	2,31	2,31	
09.00-09.30		111,72	10,79	60,92	5,88	-50,80	0,00	5,88	6,46	0,41	60,92	3,87	54,46	2,49	2,90	4,20	0,27	60,92	3,87	56,72	2,60	2,86	2,86	
09.30-10.00	Cheias	111,72	10,79	60,92	5,88	-50,80	0,00	5,88	6,46	0,41	60,92	3,87	54,46	2,49	2,90	4,20	0,27	60,92	3,87	56,72	2,60	2,86	2,86	
10.00-10.30		111,72	10,79	69,28	6,69	-42,44	0,00	6,69	44,69	4,32	69,28	6,69	24,59	1,13	5,44	4,20	0,27	69,28	4,40	65,08	2,98	3,25	3,25	
10.30-11.00	Cheias	111,72	10,79	69,28	6,69	-42,44	0,00	6,69	44,69	4,32	69,28	6,69	24,59	1,13	5,44	4,20	0,27	69,28	4,40	65,08	2,98	3,25	3,25	
11.00-11.30		111,72	10,79	73,51	7,10	-38,22	0,00	7,10	44,69	4,32	73,51	7,10	28,82	1,32	5,64	4,20	0,27	73,51	4,67	69,31	3,17	3,44	3,44	
11.30-12.00	Cheias	111,72	10,79	73,51	7,10	-38,22	0,00	7,10	44,69	4,32	73,51	7,10	28,82	1,32	5,64	4,20	0,27	73,51	4,67	69,31	3,17	3,44	3,44	
12.00-12.30		111,72	10,79	73,51	7,10	-38,22	0,00	7,10	44,69	4,32	73,51	7,10	28,82	1,32	5,64	4,20	0,27	73,51	4,67	69,31	3,17	3,44	3,44	
12.30-13.00	Vazio normal	111,72	10,79	73,51	7,10	-38,22	0,00	7,10	44,69	4,32	73,51	7,10	28,82	1,32	5,64	4,20	0,27	69,28	4,40	65,08	2,98	3,25	3,25	
13.00-13.30		111,72	10,79	69,28	6,69	-42,44	0,00	6,69	44,69	4,32	69,28	6,69	24,59	1,13	5,44	4,20	0,27	69,28	4,40	65,08	2,98	3,25	3,25	
13.30-14.00	Ponta	111,72	10,79	69,28	6,69	-42,44	0,00	6,69	6,46	0,41	69,28	4,40	62,82	2,88	3,29	4,20	0,27	69,28	4,40	65,08	2,98	3,25	3,25	
14.00-14.30		191,24	50,82	60,92	16,19	-130,32	0,00	16,19	6,46	0,41	60,92	3,87	54,46	2,49	2,90	4,20	0,27	60,92	3,87	56,72	2,60	2,86	2,86	
14.30-15.00	Ponta	191,24	50,82	60,92	16,19	-130,32	0,00	16,19	6,46	0,41	60,92	3,87	54,46	2,49	2,90	4,20	0,27	60,92	3,87	56,72	2,60	2,86	2,86	
15.00-15.30		191,24	50,82	48,75	12,95	-142,49	0,00	12,95	6,46	0,41	48,75	3,10	42,29	1,94	2,35	4,20	0,27	48,75	3,10	44,55	2,04	2,31	2,31	
15.30-16.00	Vazio normal	191,24	50,82	48,75	12,95	-142,49	0,00	12,95	6,46	0,41	48,75	3,10	42,29	1,94	2,35	4,20	0,27	48,75	3,10	44,55	2,04	2,31	2,31	
16.00-16.30		191,24	50,82	33,75	8,97	-157,48	0,00	8,97	6,46	0,41	33,75	2,15	27,30	1,25	1,66	4,20	0,27	33,75	2,15	29,56	1,35	1,62	1,62	
16.30-17.00	Cheias	191,24	50,82	33,75	8,97	-157,48	0,00	8,97	6,46	0,41	33,75	2,15	27,30	1,25	1,66	4,20	0,27	33,75	2,15	29,56	1,35	1,62	1,62	
17.00-17.30		111,72	10,79	17,68	1,71	-94,05	0,00	1,71	6,46	0,41	17,68	1,12	11,22	0,51	0,92	4,20	0,27	17,68	1,12	13,48	0,62	0,88	0,88	
17.30-18.00	Cheias	111,72	10,79	17,68	1,71	-94,05	0,00	1,71	6,46	0,41	17,68	1,12	11,22	0,51	0,92	4,20	0,27	17,68	1,12	13,48	0,62	0,88	0,88	
18.00-18.30		111,72	10,79	6,66	0,64	-105,06	0,00	0,64	6,46	0,41	6,66	0,42	0,21	0,01	0,42	4,20	0,27	6,66	0,42	2,47	0,11	0,38	0,38	
18.30-19.00	Vazio normal	111,72	10,79	6,66	0,64	-105,06	0,00	0,64	6,46	0,41	6,66	0,42	0,21	0,01	0,42	4,20	0,27	6,66	0,42	2,47	0,11	0,38	0,38	
19.00-19.30		111,72	10,79	0,76	0,07	-110,96	0,00	0,07	6,46	0,41	0,76	0,05	-5,70	0,00	0,05	4,20	0,27	0,76	0,05	-3,44	0,00	0,05	0,05	
19.30-20.00	Cheias	111,72	10,79	0,76	0,07	-110,96	0,00	0,07	44,69	4,32	0,76	0,07	-43,93	0,00	0,07	4,20	0,27	0,76	0,05	-3,44	0,00	0,05	0,05	
20.00-20.30		111,72	10,79	0,00	0,00	-111,72	0,00	0,00	44,69	4,32	0,00	0,00	-44,69	0,00	0,00	4,20	0,27	0,00	0,00	-4,20	0,00	0,00	0,00	
20.30-21.00	Vazio normal	111,72	10,79	0,00	0,00	-111,72	0,00	0,00	44,69	4,32	0,00	0,00	-44,69	0,00	0,00	4,20	0,27	0,00	0,00	-4,20	0,00	0,00	0,00	
21.00-21.30		111,72	10,79	0,00	0,00	-111,72	0,00	0,00	44,69	4,32	0,00	0,00	-44,69	0,00	0,00	4,20	0,27	0,00	0,00	-4,20	0,00	0,00	0,00	
21.30-22.00	Cheias	111,72	10,79	0,00	0,00	-111,72	0,00	0,00	44,69	4,32	0,00	0,00	-44,69	0,00	0,00	4,20	0,27	0,00	0,00	-4,20	0,00	0,00	0,00	
22.00-22.30		111,72	10,79	0,00	0,00	-111,72	0,00	0,00	44,69	4,32	0,00	0,00	-44,69	0,00	0,00	4,20	0,27	0,00	0,00	-4,20	0,00	0,00	0,00	
22.30-23.00	Vazio normal	111,72	10,79	0,00	0,00	-111,72	0,00	0,00	44,69	4,32	0,00	0,00	-44,69	0,00	0,00	4,20	0,27	0,00	0,00	-4,20	0,00	0,00	0,00	
23.00-23.30		111,72	10,79	0,00	0,00	-111,72	0,00	0,00	6,46	0,41	0,00	0,00	-6,46	0,00	0,00	4,20	0,27	0,00	0,00	-4,20	0,00	0,00	0,00	
23.30-00.00	Total	111,72	10,79	0,00	0,00	-111,72	0,00	0,00	6,46	0,41	0,00	0,00	-6,46	0,00	0,00	4,20	0,27	0,00	0,00	-4,20	0,00	0,00	0,00	
		5.578,17	687,85	1.243,74	165,88	-4.334,43	0,00	165,88	886,15	76,59	1.243,74	95,29	357,59	35,62	75,38	260,50	16,15	1.243,74	78,53	983,24	49,92	59,41	59,41	

Figura 120: Dimensionamento em autoconsumo em Julho.

Horário (h)	00 - 01	01 - 02	02 - 03	03 - 04	04 - 05	05 - 06	06 - 07	07 - 08	08 - 09	09 - 10	10 - 11	11 - 12	12 - 13	13 - 14	14 - 15	15 - 16	16 - 17	17 - 18	18 - 19	19 - 20	20 - 21	21 - 22	22 - 23	23 - 24	Total
Produção PV (kWh/h)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	13,32	35,35	67,51	97,50	121,84	138,56	147,02	147,02	138,56	121,84	97,50	67,51	35,35	13,32	1,52	0,00	0,00	0,00	0,00	1243,74
Consumo Médio de Energia (kWh/h)	251,63	279,81	115,76	115,76	115,76	115,76	279,81	251,63	223,45	223,45	223,45	223,45	223,45	382,47	382,47	382,47	223,45	223,45	223,45	223,45	223,45	223,45	223,45	223,45	5578,17
Energia Excedente (kWh/h)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Energia Autoconsumo (kWh/h)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	13,32	35,35	67,51	97,50	121,84	138,56	147,02	147,02	138,56	121,84	97,50	67,51	35,35	13,32	1,52	0,00	0,00	0,00	0,00	1243,74
Consumo da Rede Após Autoconsumo (kWh/h)	251,63	279,81	115,76	115,76	115,76	102,44	244,46	184,12	125,94	101,61	84,89	76,43	76,43	84,89	260,63	284,97	314,96	188,09	210,12	221,92	223,45	223,45	223,45	223,45	4334,43
Preço da Energia Após Autoconsumo (€)	19,68	17,78	6,85	6,85	6,85	6,06	15,54	14,28	12,17	9,82	8,20	7,38	7,38	8,20	69,26	75,72	83,69	18,17	20,30	21,44	21,59	21,59	21,59	21,59	521,97

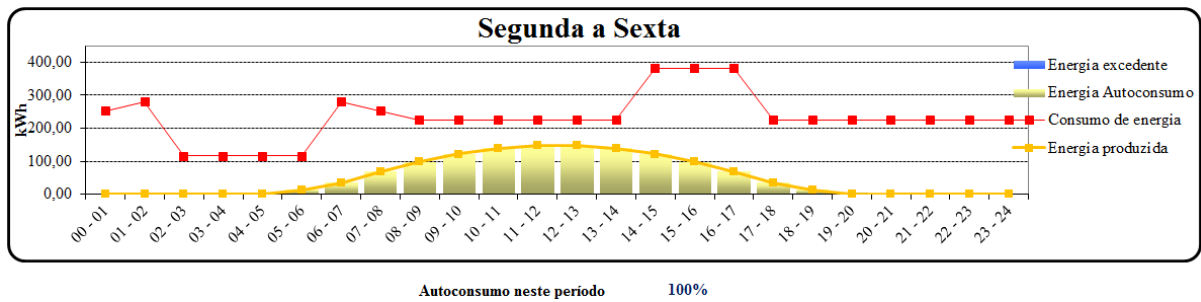
Figura 121: Balanço energético de um dia semanal em Julho.

Horário (h)	00 - 01	01 - 02	02 - 03	03 - 04	04 - 05	05 - 06	06 - 07	07 - 08	08 - 09	09 - 10	10 - 11	11 - 12	12 - 13	13 - 14	14 - 15	15 - 16	16 - 17	17 - 18	18 - 19	19 - 20	20 - 21	21 - 22	22 - 23	23 - 24	Total
Produção PV (kWh/h)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	13,32	35,35	67,51	97,50	121,84	138,56	147,02	147,02	138,56	121,84	97,50	67,51	35,35	13,32	1,52	0,00	0,00	0,00	0,00	1243,74
Consumo Médio de Energia (kWh/h)	12,91	12,91	12,91	18,03	23,15	23,15	23,15	18,03	12,91	12,91	89,38	89,38	89,38	51,15	12,91	12,91	12,91	12,91	12,91	51,15	89,38	89,38	89,38	12,91	886,15
Energia Excedente (kWh/h)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	12,20	49,48	84,59	108,93	49,18	57,64	57,64	87,41	108,93	84,59	54,60	22,44	0,41	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	778,02
Energia Autoconsumo (kWh/h)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	13,32	23,15	18,03	12,91	12,91	89,38	89,38	89,38	51,15	12,91	12,91	12,91	12,91	12,91	1,52	0,00	0,00	0,00	0,00	465,72
Consumo da Rede Após Autoconsumo (kWh/h)	12,91	12,91	12,91	18,03	23,15	9,83	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	49,62	89,38	89,38	89,38	12,91	420,43
Preço da Energia Após Autoconsumo (€)	0,82	0,82	0,82	1,10	1,37	0,58	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	4,61	8,63	8,63	8,63	0,82	36,84

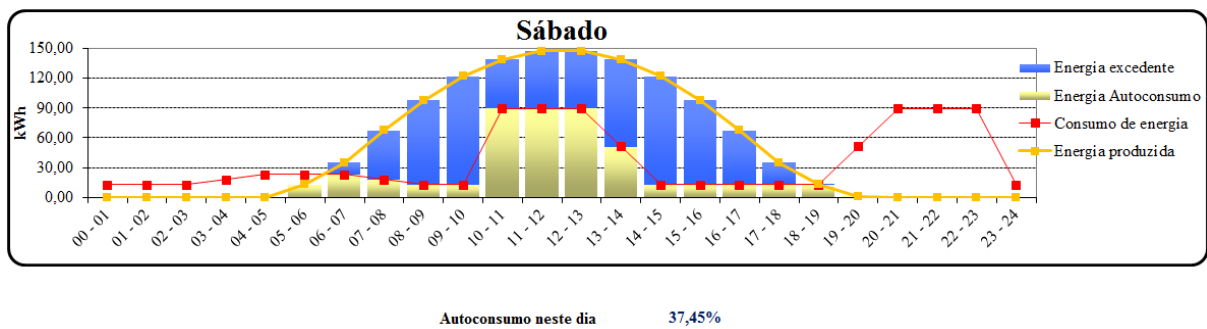
Figura 122: Balanço energético de um Sábado em Julho.

Horário (h)	00 - 01	01 - 02	02 - 03	03 - 04	04 - 05	05 - 06	06 - 07	07 - 08	08 - 09	09 - 10	10 - 11	11 - 12	12 - 13	13 - 14	14 - 15	15 - 16	16 - 17	17 - 18	18 - 19	19 - 20	20 - 21	21 - 22	22 - 23	23 - 24	Total
Produção PV (kWh/h)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	13,32	35,35	67,51	97,50	121,84	138,56	147,02	147,02	138,56	121,84	97,50	67,51	35,35	13,32	1,52	0,00	0,00	0,00	0,00	1243,74
Consumo Médio de Energia (kWh/h)	8,39	8,39	8,39	8,39	23,15	23,15	23,15	23,15	8,39	8,39	8,39	8,39	8,39	8,39	8,39	8,39	8,39	8,39	8,39	8,39	8,39	8,39	8,39	8,39	260,50
Energia Excedente (kWh/h)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	12,20	44,36	89,11	113,45	130,17	138,62	138,62	130,17	113,45	89,11	59,12	26,96	4,93	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1090,25
Energia Autoconsumo (kWh/h)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	13,32	23,15	23,15	8,39	8,39	8,39	8,39	8,39	8,39	8,39	8,39	8,39	8,39	8,39	1,52	0,00	0,00	0,00	0,00	153,49
Consumo da Rede Após Autoconsumo (kWh/h)	8,39	8,39	8,39	8,39	23,15	9,83	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	6,87	8,39	8,39	8,39	8,39	107,01
Preço da Energia Após Autoconsumo (€)	0,53	0,53	0,53	0,53	1,37	0,58	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,44	0,53	0,53	0,53	0,53	6,66

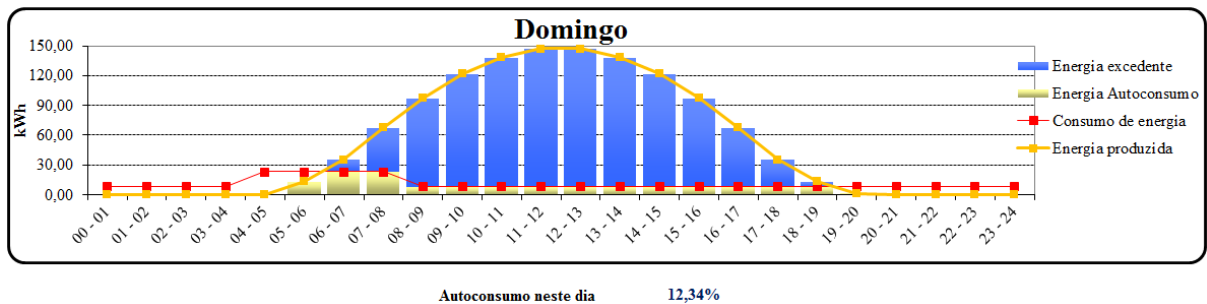
Figura 123: Balanço energético de um Domingo em Julho.



**Figura 124:** Relação entre consumo e produção de um dia semanal em Julho.



**Figura 125:** Relação entre consumo e produção de Sábado em Julho.



**Figura 126:** Relação entre consumo e produção de um Domingo em Julho.

Horário	Setembro																							
	Segunda a Sexta							Sábado							Domingo									
	Período	Consumo (kWh)	Consumo (€)	Produção (kWh)	Produção (€)	Balanco (kWh)	Excedente (€)	Saldo	Período	Consumo (kWh)	Consumo (€)	Produção (kWh)	Produção (€)	Balanco (kWh)	Excedente (€)	Saldo	Período	Consumo (kWh)	Consumo (€)	Produção (kWh)	Produção (€)	Balanco (kWh)	Excedente (€)	Saldo
00.00-00.30	Cheias	108,10	10,44	0,00	0,00	-108,10	0,00	0,00	Vazio normal	6,31	0,40	0,00	0,00	-6,31	0,00	0,00	Vazio normal	4,10	0,26	0,00	0,00	-4,10	0,00	0,00
00.30-01.00	Vazio normal	136,67	8,69	0,00	0,00	-136,67	0,00	0,00		6,31	0,40	0,00	0,00	-6,31	0,00	0,00		0,00	4,10	0,26	0,00	0,00	-4,10	0,00
01.00-01.30		136,67	8,69	0,00	0,00	-136,67	0,00	0,00	6,31	0,40	0,00	0,00	-6,31	0,00	0,00	0,00	4,10	0,26	0,00	0,00	-4,10	0,00	0,00	
01.30-02.00	Super vazio	136,67	8,69	0,00	0,00	-136,67	0,00	0,00	Super vazio	11,46	0,68	0,00	0,00	-11,46	0,00	0,00	Super Vazio	11,46	0,68	0,00	0,00	-11,46	0,00	0,00
02.00-02.30		57,31	3,39	0,00	0,00	-57,31	0,00	0,00		11,46	0,68	0,00	0,00	-11,46	0,00	0,00		0,00	11,46	0,68	0,00	0,00	-11,46	0,00
02.30-03.00	Super vazio	57,31	3,39	0,00	0,00	-57,31	0,00	0,00	Super vazio	11,46	0,68	0,00	0,00	-11,46	0,00	0,00	Super Vazio	11,46	0,68	0,00	0,00	-11,46	0,00	0,00
03.00-03.30		57,31	3,39	0,00	0,00	-57,31	0,00	0,00		11,46	0,68	0,00	0,00	-11,46	0,00	0,00		0,00	11,46	0,68	0,00	0,00	-11,46	0,00
03.30-04.00	Vazio normal	57,31	3,39	0,00	0,00	-57,31	0,00	0,00	Vazio normal	11,46	0,68	0,00	0,00	-11,46	0,00	0,00	Vazio normal	11,46	0,68	0,00	0,00	-11,46	0,00	0,00
04.00-04.30		57,31	3,39	0,00	0,00	-57,31	0,00	0,00		11,46	0,68	0,00	0,00	-11,46	0,00	0,00		0,00	11,46	0,68	0,00	0,00	-11,46	0,00
04.30-05.00	Vazio normal	57,31	3,39	0,00	0,00	-57,31	0,00	0,00	Vazio normal	11,46	0,68	0,00	0,00	-11,46	0,00	0,00	Super Vazio	11,46	0,68	0,00	0,00	-11,46	0,00	0,00
05.00-05.30		57,31	3,39	0,00	0,00	-57,31	0,00	0,00		11,46	0,68	0,00	0,00	-11,46	0,00	0,00		0,00	11,46	0,68	0,00	0,00	-11,46	0,00
05.30-06.00	Vazio normal	57,31	3,39	0,00	0,00	-57,31	0,00	0,00	Vazio normal	11,46	0,68	0,00	0,00	-11,46	0,00	0,00	Super Vazio	11,46	0,68	0,00	0,00	-11,46	0,00	0,00
06.00-06.30		136,67	8,69	9,84	0,63	-126,83	0,00	0,63		11,46	0,68	9,84	0,58	-1,62	0,00	0,58		0,00	11,46	0,68	9,84	0,58	-1,62	0,00
06.30-07.00	Vazio normal	136,67	8,69	9,84	0,63	-126,83	0,00	0,63	Vazio normal	11,46	0,68	9,84	0,58	-1,62	0,00	0,58	Super Vazio	11,46	0,68	9,84	0,58	-1,62	0,00	0,58
07.00-07.30		136,67	8,69	27,86	1,77	-108,81	0,00	1,77		11,46	0,68	27,86	1,65	16,40	0,73	1,41		0,00	11,46	0,68	27,86	1,65	16,40	0,73
07.30-08.00	Vazio normal	108,10	10,44	27,86	2,69	-80,24	0,00	2,69	Vazio normal	6,31	0,40	27,86	1,77	21,55	0,96	1,36	Vazio normal	11,46	0,68	27,86	1,65	16,40	0,73	1,41
08.00-08.30		108,10	10,44	45,90	4,43	-62,20	0,00	4,43		6,31	0,40	45,90	2,92	39,60	1,77	2,17		0,00	4,10	0,26	45,90	2,92	41,80	1,87
08.30-09.00	Vazio normal	108,10	10,44	45,90	4,43	-62,20	0,00	4,43	Vazio normal	6,31	0,40	45,90	2,92	39,60	1,77	2,17	Vazio normal	4,10	0,26	45,90	2,92	41,80	1,87	2,13
09.00-09.30		108,10	10,44	60,78	5,87	-47,32	0,00	5,87		6,31	0,40	60,78	3,86	54,47	2,43	2,83		0,00	4,10	0,26	60,78	3,86	56,68	2,53
09.30-10.00	Cheias	108,10	10,44	60,78	5,87	-47,32	0,00	5,87	Cheias	6,31	0,40	60,78	3,86	54,47	2,43	2,83	Cheias	4,10	0,26	60,78	3,86	56,68	2,53	2,79
10.00-10.30		108,10	10,44	71,13	6,87	-36,97	0,00	6,87		43,24	4,18	71,13	6,87	27,89	1,24	5,42		0,00	4,10	0,26	71,13	4,52	67,03	2,99
10.30-11.00	Cheias	108,10	10,44	71,13	6,87	-36,97	0,00	6,87	Cheias	43,24	4,18	71,13	6,87	27,89	1,24	5,42	Cheias	4,10	0,26	71,13	4,52	67,03	2,99	3,25
11.00-11.30		108,10	10,44	76,42	7,38	-31,68	0,00	7,38		43,24	4,18	76,42	7,38	33,18	1,48	5,66		0,00	4,10	0,26	76,42	4,86	72,32	3,23
11.30-12.00	Vazio normal	108,10	10,44	76,42	7,38	-31,68	0,00	7,38	Vazio normal	43,24	4,18	76,42	7,38	33,18	1,48	5,66	Vazio normal	4,10	0,26	76,42	4,86	72,32	3,23	3,49
12.00-12.30		108,10	10,44	76,42	7,38	-31,68	0,00	7,38		43,24	4,18	76,42	7,38	33,18	1,48	5,66		0,00	4,10	0,26	76,42	4,86	72,32	3,23
12.30-13.00	Vazio normal	108,10	10,44	71,13	6,87	-36,97	0,00	6,87	Vazio normal	43,24	4,18	71,13	6,87	27,89	1,24	5,42	Vazio normal	4,10	0,26	71,13	4,52	67,03	2,99	3,25
13.00-13.30		108,10	10,44	71,13	6,87	-36,97	0,00	6,87		43,24	4,18	71,13	6,87	27,89	1,24	5,42		0,00	4,10	0,26	71,13	4,52	67,03	2,99
13.30-14.00	Ponta	108,10	10,44	71,13	6,87	-36,97	0,00	6,87	Ponta	6,31	0,40	71,13	4,52	64,82	2,89	3,29	Ponta	4,10	0,26	71,13	4,52	67,03	2,99	3,25
14.00-14.30		188,96	50,21	60,78	16,15	-128,18	0,00	16,15		6,31	0,40	60,78	3,86	54,47	2,43	2,83		0,00	4,10	0,26	60,78	3,86	56,68	2,53
14.30-15.00	Ponta	188,96	50,21	60,78	16,15	-128,18	0,00	16,15	Ponta	6,31	0,40	60,78	3,86	54,47	2,43	2,83	Ponta	4,10	0,26	60,78	3,86	56,68	2,53	2,79
15.00-15.30		188,96	50,21	45,90	12,20	-143,06	0,00	12,20		6,31	0,40	45,90	2,92	39,60	1,77	2,17		0,00	4,10	0,26	45,90	2,92	41,80	1,87
15.30-16.00	Vazio normal	188,96	50,21	45,90	12,20	-143,06	0,00	12,20	Vazio normal	6,31	0,40	45,90	2,92	39,60	1,77	2,17	Vazio normal	4,10	0,26	45,90	2,92	41,80	1,87	2,13
16.00-16.30		188,96	50,21	27,86	7,40	-161,10	0,00	7,40		6,31	0,40	27,86	1,77	21,55	0,96	1,36		0,00	4,10	0,26	27,86	1,77	23,76	1,06
16.30-17.00	Vazio normal	188,96	50,21	27,86	7,40	-161,10	0,00	7,40	Vazio normal	6,31	0,40	27,86	1,77	21,55	0,96	1,36	Vazio normal	4,10	0,26	27,86	1,77	23,76	1,06	1,32
17.00-17.30		108,10	10,44	9,84	0,95	-98,26	0,00	0,95		6,31	0,40	9,84	0,63	3,53	0,16	0,56		0,00	4,10	0,26	9,84	0,63	5,74	0,26
17.30-18.00	Cheias	108,10	10,44	9,84	0,95	-98,26	0,00	0,95	Cheias	6,31	0,40	9,84	0,63	3,53	0,16	0,56	Cheias	4,10	0,26	9,84	0,63	5,74	0,26	0,52
18.00-18.30		108,10	10,44	0,49	0,05	-107,62	0,00	0,05		6,31	0,40	0,49	0,03	-5,82	0,00	0,03		0,00	4,10	0,26	0,49	0,03	-3,61	0,00
18.30-19.00	Vazio normal	108,10	10,44	0,49	0,05	-107,62	0,00	0,05	Vazio normal	6,31	0,40	0,49	0,03	-5,82	0,00	0,03	Vazio normal	4,10	0,26	0,49	0,03	-3,61	0,00	0,03
19.00-19.30		108,10	10,44	0,00	0,00	-108,10	0,00	0,00		6,31	0,40	0,00	0,00	-6,31	0,00	0,00		0,00	4,10	0,26	0,00	0,00	-4,10	0,00
19.30-20.00	Cheias	108,10	10,44	0,00	0,00	-108,10	0,00	0,00	Cheias	43,24	4,18	0,00	0,00	-43,24	0,00	0,00	Cheias	4,10	0,26	0,00	0,00	-4,10	0,00	0,00
20.00-20.30		108,10	10,44	0,00	0,00	-108,10	0,00	0,00		43,24	4,18	0,00	0,00	-43,24	0,00	0,00		0,00	4,10	0,26	0,00	0,00	-4,10	0,00
20.30-21.00	Vazio normal	108,10	10,44	0,00	0,00	-108,10	0,00	0,00	Vazio normal	43,24	4,18	0,00	0,00	-43,24	0,00	0,00	Vazio normal	4,10	0,26	0,00	0,00	-4,10	0,00	0,00
21.00-21.30		108,10	10,44	0,00	0,00	-108,10	0,00	0,00		43,24	4,18	0,00	0,00	-43,24	0,00	0,00		0,00	4,10	0,26	0,00	0,00	-4,10	0,00
21.30-22.00	Cheias	108,10	10,44	0,00	0,00	-108,10	0,00	0,00	Cheias	43,24	4,18	0,00	0,00	-43,24	0,00	0,00	Cheias	4,10	0,26	0,00	0,00	-4,10	0,00	0,00
22.00-22.30		108,10	10,44	0,00	0,00	-108,10	0,00	0,00		43,24	4,18	0,00	0,00	-43,24	0,00	0,00		0,00	4,10	0,26	0,00	0,00	-4,10	0,00
22.30-23.00	Vazio normal	108,10	10,44	0,00	0,00	-108,10	0,00	0,00	Vazio normal	43,2														

Horário (h)	00 - 01	01 - 02	02 - 03	03 - 04	04 - 05	05 - 06	06 - 07	07 - 08	08 - 09	09 - 10	10 - 11	11 - 12	12 - 13	13 - 14	14 - 15	15 - 16	16 - 17	17 - 18	18 - 19	19 - 20	20 - 21	21 - 22	22 - 23	23 - 24	Total	
Produção PV (kWh/h)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	19,68	55,72	91,81	121,56	142,26	152,85	152,85	142,26	121,56	91,81	55,72	19,68	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1167,76
Consumo Médio de Energia (kWh/h)	244,77	273,33	114,62	114,62	114,62	114,62	273,33	244,77	216,21	216,21	216,21	216,21	216,21	216,21	377,93	377,93	377,93	216,21	216,21	216,21	216,21	216,21	216,21	216,21	216,21	5439,20
Energia Excedente (kWh/h)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Energia Autoconsumo (kWh/h)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	19,68	55,72	91,81	121,56	142,26	152,85	152,85	142,26	121,56	91,81	55,72	19,68	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1167,76
Consumo da Rede Após Autoconsumo (kWh/h)	244,77	273,33	114,62	114,62	114,62	114,62	253,65	189,05	124,40	94,65	73,95	63,36	63,36	73,95	256,37	286,12	322,21	196,53	216,21	216,21	216,21	216,21	216,21	216,21	216,21	4271,44
Preço da Energia Após Autoconsumo (€)	19,13	17,37	6,79	6,79	6,79	6,79	16,12	14,67	12,02	9,14	7,14	6,12	6,12	7,14	68,12	76,03	85,62	18,98	20,79	20,89	20,89	20,89	20,89	20,89	20,89	516,09

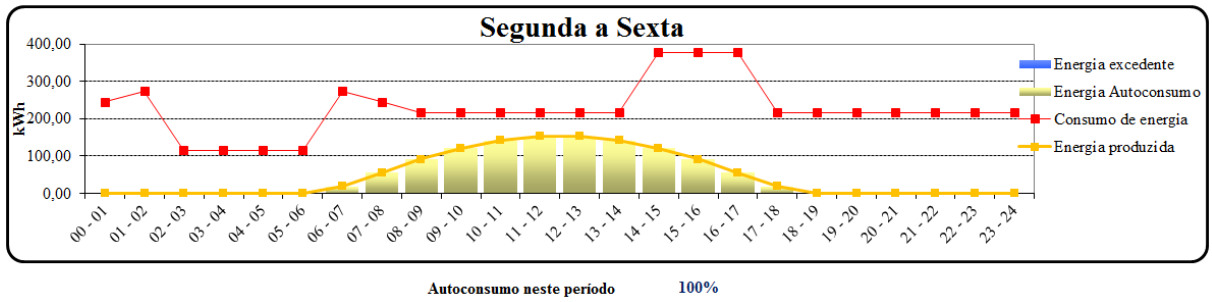
Figura 128: Balanço energético de um dia semanal em Setembro.

Horário (h)	00 - 01	01 - 02	02 - 03	03 - 04	04 - 05	05 - 06	06 - 07	07 - 08	08 - 09	09 - 10	10 - 11	11 - 12	12 - 13	13 - 14	14 - 15	15 - 16	16 - 17	17 - 18	18 - 19	19 - 20	20 - 21	21 - 22	22 - 23	23 - 24	Total	
Produção PV (kWh/h)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	19,68	55,72	91,81	121,56	142,26	152,85	152,85	142,26	121,56	91,81	55,72	19,68	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1167,76
Consumo Médio de Energia (kWh/h)	12,62	12,62	12,62	17,77	22,92	22,92	22,92	17,77	12,62	12,62	86,48	86,48	86,48	49,55	12,62	12,62	12,62	12,62	12,62	49,55	86,48	86,48	86,48	86,48	12,62	861,08
Energia Excedente (kWh/h)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	37,95	79,19	108,95	55,78	66,36	66,36	92,71	108,95	79,19	43,10	7,07	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	745,62
Energia Autoconsumo (kWh/h)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	19,68	17,77	12,62	12,62	86,48	86,48	86,48	49,55	12,62	12,62	12,62	12,62	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	422,14
Consumo da Rede Após Autoconsumo (kWh/h)	12,62	12,62	12,62	17,77	22,92	22,92	3,24	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	12,62	49,55	86,48	86,48	86,48	12,62	438,94	
Preço da Energia Após Autoconsumo (€)	0,80	0,80	0,80	1,08	1,36	1,36	0,19	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,74	4,58	8,35	8,35	8,35	0,80	37,57	

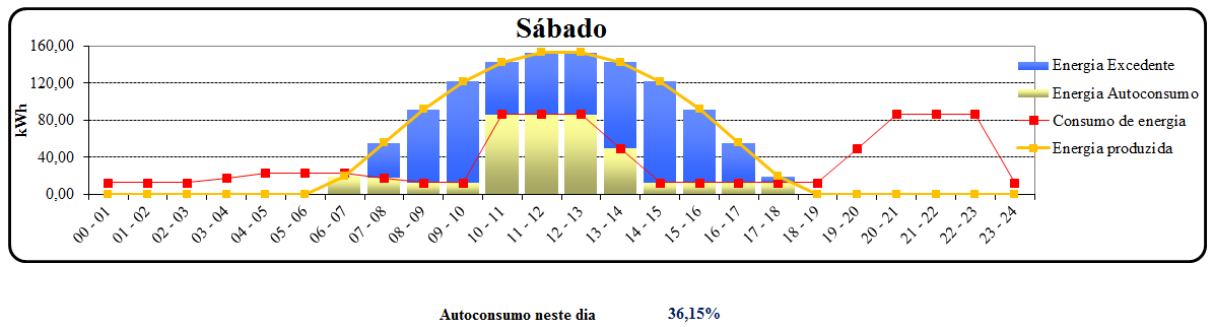
Figura 129: Balanço energético de um Sábado em Setembro.

Horário (h)	00 - 01	01 - 02	02 - 03	03 - 04	04 - 05	05 - 06	06 - 07	07 - 08	08 - 09	09 - 10	10 - 11	11 - 12	12 - 13	13 - 14	14 - 15	15 - 16	16 - 17	17 - 18	18 - 19	19 - 20	20 - 21	21 - 22	22 - 23	23 - 24	Total	
Produção PV (kWh/h)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	19,68	55,72	91,81	121,56	142,26	152,85	152,85	142,26	121,56	91,81	55,72	19,68	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1167,76
Consumo Médio de Energia (kWh/h)	8,20	8,20	8,20	8,20	22,92	22,92	22,92	22,92	8,20	8,20	8,20	8,20	8,20	8,20	8,20	8,20	8,20	8,20	8,20	8,20	8,20	8,20	8,20	8,20	8,20	255,70
Energia Excedente (kWh/h)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	32,80	83,61	113,36	134,06	144,65	144,65	134,06	113,36	83,61	47,52	11,48	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1043,16
Energia Autoconsumo (kWh/h)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	19,68	22,92	8,20	8,20	8,20	8,20	8,20	8,20	8,20	8,20	8,20	8,20	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	124,61
Consumo da Rede Após Autoconsumo (kWh/h)	8,20	8,20	8,20	8,20	22,92	22,92	3,24	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	8,20	8,20	8,20	8,20	8,20	8,20	131,09	
Preço da Energia Após Autoconsumo (€)	0,52	0,52	0,52	0,52	1,36	1,36	0,19	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,46	0,52	0,52	0,52	0,52	0,52	0,52	8,06

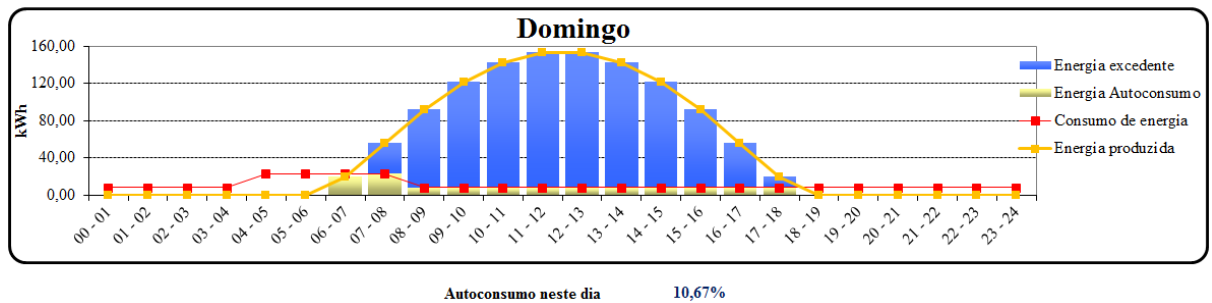
Figura 130: Balanço energético de um Domingo em Setembro.



**Figura 131:** Relação entre consumo e produção de um dia semanal em Setembro.



**Figura 132:** Relação entre consumo e produção de um Sábado em Setembro.



**Figura 133:** Relação entre consumo e produção de um Domingo em Setembro.

Horário	Outubro																								
	Segunda a Sexta								Sábado								Domingo								
	Período	Consumo (kWh)	Consumo (€)	Produção (kWh)	Produção (€)	Balanco (kWh)	Excedente (€)	Saldo	Período	Consumo (kWh)	Consumo (€)	Produção (kWh)	Produção (€)	Balanco (kWh)	Excedente (€)	Saldo	Período	Consumo (kWh)	Consumo (€)	Produção (kWh)	Produção (€)	Balanco (kWh)	Excedente (€)	Saldo	
00.00-00.30	Cheias	103,37	9,72	0,00	0,00	-103,37	0,00	0,00	Vazio normal	5,37	0,33	0,00	0,00	-5,37	0,00	0,00	Vazio normal	3,49	0,21	0,00	0,00	-3,49	0,00	0,00	
00.30-01.00		116,33	7,11	0,00	0,00	-116,33	0,00	0,00		5,37	0,33	0,00	0,00	-5,37	0,00	0,00		3,49	0,21	0,00	0,00	0,00	-3,49	0,00	0,00
01.00-01.30	Vazio normal	116,33	7,11	0,00	0,00	-116,33	0,00	0,00	Vazio normal	5,37	0,33	0,00	0,00	-5,37	0,00	0,00	Vazio normal	3,49	0,21	0,00	0,00	-3,49	0,00	0,00	
01.30-02.00		116,33	7,11	0,00	0,00	-116,33	0,00	0,00		5,37	0,33	0,00	0,00	-5,37	0,00	0,00		3,49	0,21	0,00	0,00	0,00	-3,49	0,00	0,00
02.00-02.30	Super vazio	46,06	2,60	0,00	0,00	-46,06	0,00	0,00	Super vazio	5,37	0,33	0,00	0,00	-5,37	0,00	0,00	Super Vazio	3,49	0,21	0,00	0,00	-3,49	0,00	0,00	
02.30-03.00		46,06	2,60	0,00	0,00	-46,06	0,00	0,00		5,37	0,33	0,00	0,00	-5,37	0,00	0,00		3,49	0,21	0,00	0,00	0,00	-3,49	0,00	0,00
03.00-03.30		46,06	2,60	0,00	0,00	-46,06	0,00	0,00		5,37	0,33	0,00	0,00	-5,37	0,00	0,00		3,49	0,21	0,00	0,00	0,00	-3,49	0,00	0,00
03.30-04.00		46,06	2,60	0,00	0,00	-46,06	0,00	0,00		9,21	0,52	0,00	0,00	-9,21	0,00	0,00		3,49	0,21	0,00	0,00	0,00	-3,49	0,00	0,00
04.00-04.30		46,06	2,60	0,00	0,00	-46,06	0,00	0,00		9,21	0,52	0,00	0,00	-9,21	0,00	0,00		9,21	0,52	0,00	0,00	0,00	-9,21	0,00	0,00
04.30-05.00		46,06	2,60	0,00	0,00	-46,06	0,00	0,00		9,21	0,52	0,00	0,00	-9,21	0,00	0,00		9,21	0,52	0,00	0,00	0,00	-9,21	0,00	0,00
05.00-05.30		46,06	2,60	0,00	0,00	-46,06	0,00	0,00		9,21	0,52	0,00	0,00	-9,21	0,00	0,00		9,21	0,52	0,00	0,00	0,00	-9,21	0,00	0,00
05.30-06.00		46,06	2,60	0,00	0,00	-46,06	0,00	0,00		9,21	0,52	0,00	0,00	-9,21	0,00	0,00		9,21	0,52	0,00	0,00	0,00	-9,21	0,00	0,00
06.00-06.30	Vazio normal	116,33	7,11	1,98	0,12	-114,35	0,00	0,12	Vazio normal	9,21	0,52	1,98	0,11	-7,23	0,00	0,11	Super Vazio	9,21	0,52	1,98	0,11	-7,23	0,00	0,11	
06.30-07.00		116,33	7,11	1,98	0,12	-114,35	0,00	0,12		9,21	0,52	1,98	0,11	-7,23	0,00	0,11		9,21	0,52	1,98	0,11	-7,23	0,00	0,11	
07.00-07.30	Cheias	116,33	7,11	19,65	1,20	-96,68	0,00	1,20	Cheias	9,21	0,52	19,65	1,11	10,43	0,46	0,98	Vazio normal	9,21	0,52	19,65	1,11	10,43	0,46	0,98	
07.30-08.00		103,37	9,72	19,65	1,85	-83,72	0,00	1,85		5,37	0,33	19,65	1,20	14,28	0,63	0,96		9,21	0,52	19,65	1,11	10,43	0,46	0,98	
08.00-08.30		103,37	9,72	36,73	3,45	-66,64	0,00	3,45		5,37	0,33	36,73	2,25	31,37	1,38	1,71		3,49	0,21	36,73	2,25	33,25	1,46	1,68	
08.30-09.00		103,37	9,72	36,73	3,45	-66,64	0,00	3,45		5,37	0,33	36,73	2,25	31,37	1,38	1,71		3,49	0,21	36,73	2,25	33,25	1,46	1,68	
09.00-09.30		103,37	9,72	50,75	4,77	-52,63	0,00	4,77		5,37	0,33	50,75	3,10	45,38	1,99	2,32		3,49	0,21	50,75	3,10	47,26	2,08	2,29	
09.30-10.00		103,37	9,72	50,75	4,77	-52,63	0,00	4,77		5,37	0,33	50,75	3,10	45,38	1,99	2,32		3,49	0,21	50,75	3,10	47,26	2,08	2,29	
10.00-10.30		103,37	9,72	60,42	5,68	-42,95	0,00	5,68		41,35	3,89	60,42	5,68	19,08	0,84	4,73		3,49	0,21	60,42	3,69	56,93	2,50	2,72	
10.30-11.00		103,37	9,72	60,42	5,68	-42,95	0,00	5,68		41,35	3,89	60,42	5,68	19,08	0,84	4,73		3,49	0,21	60,42	3,69	56,93	2,50	2,72	
11.00-11.30		103,37	9,72	65,38	6,15	-37,99	0,00	6,15		41,35	3,89	65,38	6,15	24,03	1,06	4,94		3,49	0,21	65,38	4,00	61,89	2,72	2,93	
11.30-12.00		103,37	9,72	65,38	6,15	-37,99	0,00	6,15		41,35	3,89	65,38	6,15	24,03	1,06	4,94		3,49	0,21	65,38	4,00	61,89	2,72	2,93	
12.00-12.30		103,37	9,72	65,38	6,15	-37,99	0,00	6,15		41,35	3,89	65,38	6,15	24,03	1,06	4,94		3,49	0,21	65,38	4,00	61,89	2,72	2,93	
12.30-13.00		103,37	9,72	65,38	6,15	-37,99	0,00	6,15		41,35	3,89	65,38	6,15	24,03	1,06	4,94		3,49	0,21	65,38	4,00	61,89	2,72	2,93	
13.00-13.30	103,37	9,72	60,42	5,68	-42,95	0,00	5,68	41,35	3,89	60,42	5,68	19,08	0,84	4,73	3,49	0,21	60,42	3,69	56,93	2,50	2,72				
13.30-14.00	103,37	9,72	60,42	5,68	-42,95	0,00	5,68	5,37	0,33	60,42	3,69	55,06	2,42	2,75	3,49	0,21	60,42	3,69	56,93	2,50	2,72				
14.00-14.30	Ponta	175,84	36,25	50,75	10,46	-125,09	0,00	10,46	5,37	0,33	50,75	3,10	45,38	1,99	2,32	3,49	0,21	50,75	3,10	47,26	2,08	2,29			
14.30-15.00		175,84	36,25	50,75	10,46	-125,09	0,00	10,46	5,37	0,33	50,75	3,10	45,38	1,99	2,32	3,49	0,21	50,75	3,10	47,26	2,08	2,29			
15.00-15.30		175,84	36,25	36,73	7,57	-139,10	0,00	7,57	5,37	0,33	36,73	2,25	31,37	1,38	1,71	3,49	0,21	36,73	2,25	33,25	1,46	1,68			
15.30-16.00		175,84	36,25	36,73	7,57	-139,10	0,00	7,57	5,37	0,33	36,73	2,25	31,37	1,38	1,71	3,49	0,21	36,73	2,25	33,25	1,46	1,68			
16.00-16.30		175,84	36,25	19,65	4,05	-156,19	0,00	4,05	5,37	0,33	19,65	1,20	14,28	0,63	0,96	3,49	0,21	19,65	1,20	16,16	0,71	0,92			
16.30-17.00		175,84	36,25	19,65	4,05	-156,19	0,00	4,05	5,37	0,33	19,65	1,20	14,28	0,63	0,96	3,49	0,21	19,65	1,20	16,16	0,71	0,92			
17.00-17.30		Cheias	103,37	9,72	2,64	0,25	-100,74	0,00	0,25	Vazio normal	5,37	0,33	2,64	0,16	-2,73	0,00	0,16	Vazio normal	3,49	0,21	2,64	0,16	-0,85	0,00	0,16
17.30-18.00			103,37	9,72	2,64	0,25	-100,74	0,00	0,25		5,37	0,33	2,64	0,16	-2,73	0,00	0,16		3,49	0,21	2,64	0,16	-0,85	0,00	0,16
18.00-18.30	103,37		9,72	0,00	0,00	-103,37	0,00	0,00	5,37		0,33	0,00	0,00	-5,37	0,00	0,00	3,49		0,21	0,00	0,00	-3,49	0,00	0,00	
18.30-19.00	103,37		9,72	0,00	0,00	-103,37	0,00	0,00	5,37		0,33	0,00	0,00	-5,37	0,00	0,00	3,49		0,21	0,00	0,00	-3,49	0,00	0,00	
19.00-19.30	103,37		9,72	0,00	0,00	-103,37	0,00	0,00	5,37		0,33	0,00	0,00	-5,37	0,00	0,00	3,49		0,21	0,00	0,00	-3,49	0,00	0,00	
19.30-20.00	103,37		9,72	0,00	0,00	-103,37	0,00	0,00	41,35		3,89	0,00	0,00	-41,35	0,00	0,00	3,49		0,21	0,00	0,00	-3,49	0,00	0,00	
20.00-20.30	103,37		9,72	0,00	0,00	-103,37	0,00	0,00	41,35		3,89	0,00	0,00	-41,35	0,00	0,00	3,49		0,21	0,00	0,00	-3,49	0,00	0,00	
20.30-21.00	103,37		9,72	0,00	0,00	-103,37	0,00	0,00	41,35		3,89	0,00	0,00	-41,35	0,00	0,00	3,49		0,21	0,00	0,00	-3,49	0,00	0,00	
21.00-21.30	103,37		9,72	0,00	0,00	-103,37	0,00	0,00	41,35		3,89	0,00	0,00	-41,35	0,00	0,00	3,49		0,21	0,00	0,00	-3,49	0,00	0,00	
21.30-22.00	103,37		9,72	0,00	0,00	-103,37	0,00	0,00	41,35		3,89	0,00	0,00	-41,35	0,00	0,00	3,49		0,21	0,00	0,00	-3,49	0,00	0,00	
22.00-22.30	103,37		9,72	0,00	0,00	-103,37	0,00	0,00	41,35		3,89	0,00	0,00	-41,35	0,00	0,00	3,49		0,21	0,00	0,00	-3,49	0,00	0,00	
22.30-23.00	103,37		9,72	0,00	0,00	-103,37	0,00	0,00	5,37		0,33	0,00	0,00	-5,37	0,00	0,00	3,49		0,21	0,00	0,00	-3,49	0,00	0,00	
23.00-23.30	103,37	9,72	0,00	0,00	-103,37	0,00	0,00	5,37	0,33	0,00	0,00	-5,37	0,00	0,00	3,49	0,21	0,00	0,00	-3,49	0,00	0,00				
23.30-00.00	103,37	9,72	0,00	0,00	-103,37	0,00	0,00	5,37	0,33	0,00	0,00	-5,37	0,00	0,00	3,49	0,21	0,00	0,00	-3,49	0,00	0,00				
<b>Total</b>		<b>5.015,83</b>	<b>552,99</b>	<b>940,97</b>	<b>111,70</b>	<b>-4.074,86</b>	<b>0,00</b>	<b>111,70</b>	<b>792,16</b>	<b>67,10</b>	<b>94</b>														

Horário (h)	00 - 01	01 - 02	02 - 03	03 - 04	04 - 05	05 - 06	06 - 07	07 - 08	08 - 09	09 - 10	10 - 11	11 - 12	12 - 13	13 - 14	14 - 15	15 - 16	16 - 17	17 - 18	18 - 19	19 - 20	20 - 21	21 - 22	22 - 23	23 - 24	Total	
Produção PV (kWh/h)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	3,97	39,29	73,47	101,49	120,85	130,76	130,76	120,85	101,49	73,47	39,29	5,27	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	940,97
Consumo Médio de Energia (kWh/h)	219,70	232,66	92,11	92,11	92,11	92,11	232,66	219,70	206,74	206,74	206,74	206,74	206,74	206,74	351,67	351,67	351,67	206,74	206,74	206,74	206,74	206,74	206,74	206,74	206,74	5015,83
Energia Excedente (kWh/h)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Energia Autoconsumo (kWh/h)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	3,97	39,29	73,47	101,49	120,85	130,76	130,76	120,85	101,49	73,47	39,29	5,27	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	940,97
Consumo da Rede Após Autoconsumo (kWh/h)	219,70	232,66	92,11	92,11	92,11	92,11	228,69	180,41	133,27	105,25	85,89	75,98	75,98	85,89	250,18	278,20	312,38	201,47	206,74	206,74	206,74	206,74	206,74	206,74	206,74	4074,86
Preço da Energia Após Autoconsumo (€)	16,83	14,23	5,19	5,19	5,19	5,19	13,98	13,78	12,53	9,89	8,07	7,14	7,14	8,07	51,57	57,35	64,39	18,94	19,43	19,43	19,43	19,43	19,43	19,43	19,43	441,29

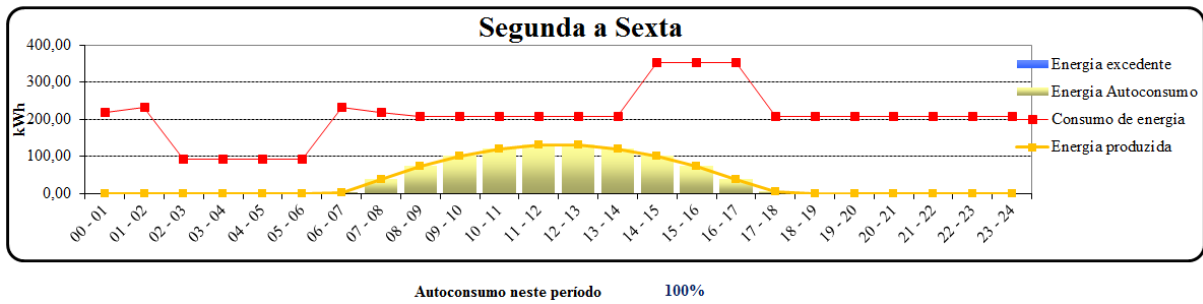
Figura 135: Balanço energético de um dia semanal em Outubro.

Horário (h)	00 - 01	01 - 02	02 - 03	03 - 04	04 - 05	05 - 06	06 - 07	07 - 08	08 - 09	09 - 10	10 - 11	11 - 12	12 - 13	13 - 14	14 - 15	15 - 16	16 - 17	17 - 18	18 - 19	19 - 20	20 - 21	21 - 22	22 - 23	23 - 24	Total	
Produção PV (kWh/h)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	3,97	39,29	73,47	101,49	120,85	130,76	130,76	120,85	101,49	73,47	39,29	5,27	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	940,97
Consumo Médio de Energia (kWh/h)	10,74	10,74	10,74	14,58	18,42	18,42	18,42	14,58	10,74	10,74	82,70	82,70	82,70	46,72	10,74	10,74	10,74	10,74	10,74	46,72	82,70	82,70	82,70	82,70	10,74	792,16
Energia Excedente (kWh/h)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	24,71	62,73	90,75	38,15	48,07	48,07	74,13	90,75	62,73	28,55	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	568,65
Energia Autoconsumo (kWh/h)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	3,97	14,58	10,74	10,74	82,70	82,70	82,70	46,72	10,74	10,74	10,74	5,27	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	372,31
Consumo da Rede Após Autoconsumo (kWh/h)	10,74	10,74	10,74	14,58	18,42	18,42	14,46	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	5,47	10,74	46,72	82,70	82,70	82,70	10,74	419,85	
Preço da Energia Após Autoconsumo (€)	0,66	0,66	0,66	0,85	1,04	1,04	0,81	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,33	0,66	4,22	7,77	7,77	7,77	0,66	34,89	

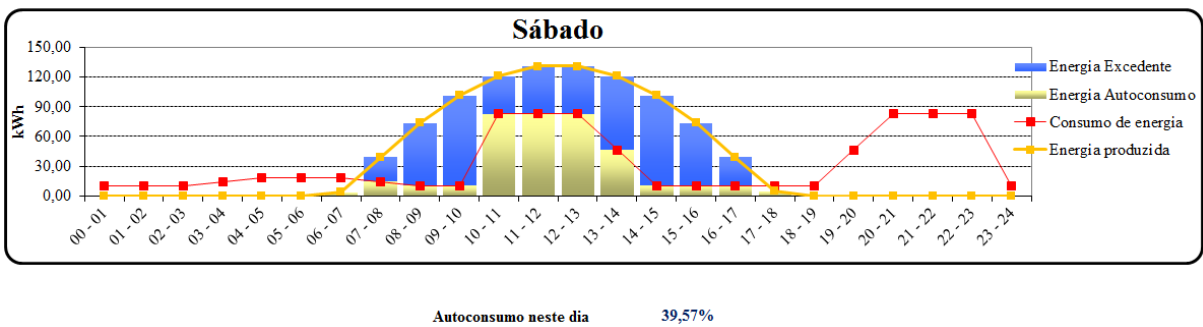
Figura 136: Balanço energético de um Sábado em Outubro.

Horário (h)	00 - 01	01 - 02	02 - 03	03 - 04	04 - 05	05 - 06	06 - 07	07 - 08	08 - 09	09 - 10	10 - 11	11 - 12	12 - 13	13 - 14	14 - 15	15 - 16	16 - 17	17 - 18	18 - 19	19 - 20	20 - 21	21 - 22	22 - 23	23 - 24	Total	
Produção PV (kWh/h)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	3,97	39,29	73,47	101,49	120,85	130,76	130,76	120,85	101,49	73,47	39,29	5,27	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	940,97
Consumo Médio de Energia (kWh/h)	6,98	6,98	6,98	6,98	18,42	18,42	18,42	18,42	6,98	6,98	6,98	6,98	6,98	6,98	6,98	6,98	6,98	6,98	6,98	6,98	6,98	6,98	6,98	6,98	6,98	213,29
Energia Excedente (kWh/h)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	20,87	66,49	94,51	113,87	123,78	123,78	113,87	94,51	66,49	32,31	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	850,49
Energia Autoconsumo (kWh/h)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	3,97	18,42	6,98	6,98	6,98	6,98	6,98	6,98	6,98	6,98	6,98	5,27	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	90,48
Consumo da Rede Após Autoconsumo (kWh/h)	6,98	6,98	6,98	6,98	18,42	18,42	14,46	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,71	6,98	6,98	6,98	6,98	6,98	6,98	122,81	
Preço da Energia Após Autoconsumo (€)	0,43	0,43	0,43	0,43	1,04	1,04	0,81	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,10	0,43	0,43	0,43	0,43	0,43	0,43	0,43	7,26

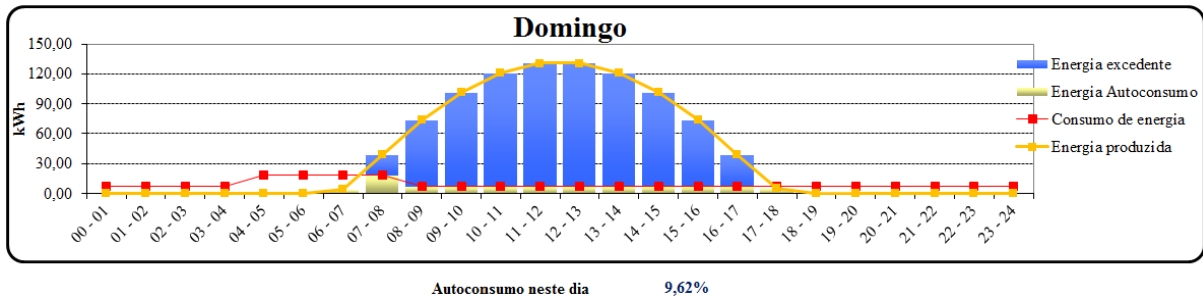
Figura 137: Balanço energético de um Domingo em Outubro.



**Figura 138:** Relação entre consumo e produção de um dia semanal em Outubro.



**Figura 139:** Relação entre consumo e produção de um Sábado em Outubro.



**Figura 140:** Relação entre consumo e produção de um Domingo em Outubro.

Horário	Novembro																							
	Segunda a Sexta								Sábado								Domingo							
	Período	Consumo (kWh)	Consumo (€)	Produção (kWh)	Produção (€)	Balanco (kWh)	Excedente (€)	Saldo	Período	Consumo (kWh)	Consumo (€)	Produção (kWh)	Produção (€)	Balanco (kWh)	Excedente (€)	Saldo	Período	Consumo (kWh)	Consumo (€)	Produção (kWh)	Produção (€)	Balanco (kWh)	Excedente (€)	Saldo
00.00-00.30	Cheias	154,12	14,49	0,00	0,00	-154,12	0,00	0,00	7,88	0,48	0,00	0,00	-7,88	0,00	0,00	0,00	5,12	0,31	0,00	0,00	-5,12	0,00	0,00	0,00
00.30-01.00		170,69	10,44	0,00	0,00	-170,69	0,00	0,00	7,88	0,48	0,00	0,00	-7,88	0,00	0,00	0,00	5,12	0,31	0,00	0,00	-5,12	0,00	0,00	0,00
01.00-01.30	Vazio normal	170,69	10,44	0,00	0,00	-170,69	0,00	0,00	7,88	0,48	0,00	0,00	-7,88	0,00	0,00	0,00	5,12	0,31	0,00	0,00	-5,12	0,00	0,00	0,00
01.30-02.00		170,69	10,44	0,00	0,00	-170,69	0,00	0,00	7,88	0,48	0,00	0,00	-7,88	0,00	0,00	0,00	5,12	0,31	0,00	0,00	-5,12	0,00	0,00	0,00
02.00-02.30		66,77	3,76	0,00	0,00	-66,77	0,00	0,00	7,88	0,48	0,00	0,00	-7,88	0,00	0,00	0,00	5,12	0,31	0,00	0,00	-5,12	0,00	0,00	0,00
02.30-03.00		66,77	3,76	0,00	0,00	-66,77	0,00	0,00	7,88	0,48	0,00	0,00	-7,88	0,00	0,00	0,00	5,12	0,31	0,00	0,00	-5,12	0,00	0,00	0,00
03.00-03.30		66,77	3,76	0,00	0,00	-66,77	0,00	0,00	7,88	0,48	0,00	0,00	-7,88	0,00	0,00	0,00	5,12	0,31	0,00	0,00	-5,12	0,00	0,00	0,00
03.30-04.00		66,77	3,76	0,00	0,00	-66,77	0,00	0,00	13,35	0,75	0,00	0,00	-13,35	0,00	0,00	0,00	5,12	0,31	0,00	0,00	-5,12	0,00	0,00	0,00
04.00-04.30	Super vazio	66,77	3,76	0,00	0,00	-66,77	0,00	0,00	13,35	0,75	0,00	0,00	-13,35	0,00	0,00	0,00	13,35	0,75	0,00	0,00	-13,35	0,00	0,00	0,00
04.30-05.00		66,77	3,76	0,00	0,00	-66,77	0,00	0,00	13,35	0,75	0,00	0,00	-13,35	0,00	0,00	0,00	13,35	0,75	0,00	0,00	-13,35	0,00	0,00	0,00
05.00-05.30		66,77	3,76	0,00	0,00	-66,77	0,00	0,00	13,35	0,75	0,00	0,00	-13,35	0,00	0,00	0,00	13,35	0,75	0,00	0,00	-13,35	0,00	0,00	0,00
05.30-06.00		66,77	3,76	0,00	0,00	-66,77	0,00	0,00	13,35	0,75	0,00	0,00	-13,35	0,00	0,00	0,00	13,35	0,75	0,00	0,00	-13,35	0,00	0,00	0,00
06.00-06.30		170,69	10,44	0,00	0,00	-170,69	0,00	0,00	13,35	0,75	0,00	0,00	-13,35	0,00	0,00	0,00	13,35	0,75	0,00	0,00	-13,35	0,00	0,00	0,00
06.30-07.00	Vazio normal	170,69	10,44	0,00	0,00	-170,69	0,00	0,00	13,35	0,75	0,00	0,00	-13,35	0,00	0,00	0,00	13,35	0,75	0,00	0,00	-13,35	0,00	0,00	0,00
07.00-07.30		170,69	10,44	7,21	0,44	-163,48	0,00	0,44	13,35	0,75	7,21	0,41	-6,15	0,00	0,41	0,41	13,35	0,75	7,21	0,41	-6,15	0,00	0,41	0,41
07.30-08.00		154,12	14,49	7,21	0,68	-146,91	0,00	0,68	7,88	0,48	7,21	0,44	-0,67	0,00	0,44	0,44	13,35	0,75	7,21	0,41	-6,15	0,00	0,41	0,41
08.00-08.30		154,12	14,49	25,67	2,41	-128,45	0,00	2,41	7,88	0,48	25,67	1,57	17,79	0,68	1,16	1,16	5,12	0,31	25,67	1,57	20,55	0,78	1,09	1,09
08.30-09.00		154,12	14,49	25,67	2,41	-128,45	0,00	2,41	7,88	0,48	25,67	1,57	17,79	0,68	1,16	1,16	5,12	0,31	25,67	1,57	20,55	0,78	1,09	1,09
09.00-09.30		154,12	14,49	37,45	3,52	-116,67	0,00	3,52	7,88	0,48	37,45	2,29	29,57	1,12	1,61	1,61	5,12	0,31	37,45	2,29	32,33	1,23	1,54	1,54
09.30-10.00		154,12	14,49	37,45	3,52	-116,67	0,00	3,52	7,88	0,48	37,45	2,29	29,57	1,12	1,61	1,61	5,12	0,31	37,45	2,29	32,33	1,23	1,54	1,54
10.00-10.30		154,12	14,49	45,42	4,27	-108,70	0,00	4,27	7,88	0,48	45,42	2,78	37,54	1,43	1,91	1,91	5,12	0,31	45,42	2,78	40,29	1,53	1,85	1,85
10.30-11.00		154,12	14,49	45,42	4,27	-108,70	0,00	4,27	52,84	4,97	45,42	4,27	-7,42	0,00	4,27	4,27	5,12	0,31	45,42	2,78	40,29	1,53	1,85	1,85
11.00-11.30		154,12	14,49	49,44	4,65	-104,68	0,00	4,65	52,84	4,97	49,44	4,65	-3,40	0,00	4,65	4,65	5,12	0,31	49,44	3,02	44,32	1,68	2,00	2,00
11.30-12.00		154,12	14,49	49,44	4,65	-104,68	0,00	4,65	52,84	4,97	49,44	4,65	-3,40	0,00	4,65	4,65	5,12	0,31	49,44	3,02	44,32	1,68	2,00	2,00
12.00-12.30	Cheias	154,12	14,49	49,44	4,65	-104,68	0,00	4,65	52,84	4,97	49,44	4,65	-3,40	0,00	4,65	4,65	5,12	0,31	49,44	3,02	44,32	1,68	2,00	2,00
12.30-13.00		154,12	14,49	49,44	4,65	-104,68	0,00	4,65	7,88	0,48	49,44	3,02	41,56	1,58	2,06	2,06	5,12	0,31	49,44	3,02	44,32	1,68	2,00	2,00
13.00-13.30		154,12	14,49	45,42	4,27	-108,70	0,00	4,27	7,88	0,48	45,42	2,78	37,54	1,43	1,91	1,91	5,12	0,31	45,42	2,78	40,29	1,53	1,85	1,85
13.30-14.00		154,12	14,49	45,42	4,27	-108,70	0,00	4,27	7,88	0,48	45,42	2,78	37,54	1,43	1,91	1,91	5,12	0,31	45,42	2,78	40,29	1,53	1,85	1,85
14.00-14.30		154,12	14,49	37,45	3,52	-116,67	0,00	3,52	7,88	0,48	37,45	2,29	29,57	1,12	1,61	1,61	5,12	0,31	37,45	2,29	32,33	1,23	1,54	1,54
14.30-15.00		154,12	14,49	37,45	3,52	-116,67	0,00	3,52	7,88	0,48	37,45	2,29	29,57	1,12	1,61	1,61	5,12	0,31	37,45	2,29	32,33	1,23	1,54	1,54
15.00-15.30		154,12	14,49	25,67	2,41	-128,45	0,00	2,41	7,88	0,48	25,67	1,57	17,79	0,68	1,16	1,16	5,12	0,31	25,67	1,57	20,55	0,78	1,09	1,09
15.30-16.00		154,12	14,49	25,67	2,41	-128,45	0,00	2,41	7,88	0,48	25,67	1,57	17,79	0,68	1,16	1,16	5,12	0,31	25,67	1,57	20,55	0,78	1,09	1,09
16.00-16.30		154,12	14,49	9,19	0,86	-144,92	0,00	0,86	7,88	0,48	9,19	0,56	1,31	0,05	0,53	0,53	5,12	0,31	9,19	0,56	4,07	0,15	0,47	0,47
16.30-17.00		154,12	14,49	9,19	0,86	-144,92	0,00	0,86	7,88	0,48	9,19	0,56	1,31	0,05	0,53	0,53	5,12	0,31	9,19	0,56	4,07	0,15	0,47	0,47
17.00-17.30		187,35	38,62	0,00	0,00	-187,35	0,00	0,00	7,88	0,48	0,00	0,00	-7,88	0,00	0,00	0,00	5,12	0,31	0,00	0,00	-5,12	0,00	0,00	0,00
17.30-18.00		187,35	38,62	0,00	0,00	-187,35	0,00	0,00	52,84	4,97	0,00	0,00	-52,84	0,00	0,00	0,00	5,12	0,31	0,00	0,00	-5,12	0,00	0,00	0,00
18.00-18.30		187,35	38,62	0,00	0,00	-187,35	0,00	0,00	52,84	4,97	0,00	0,00	-52,84	0,00	0,00	0,00	5,12	0,31	0,00	0,00	-5,12	0,00	0,00	0,00
18.30-19.00		187,35	38,62	0,00	0,00	-187,35	0,00	0,00	52,84	4,97	0,00	0,00	-52,84	0,00	0,00	0,00	5,12	0,31	0,00	0,00	-5,12	0,00	0,00	0,00
19.00-19.30	Ponta	187,35	38,62	0,00	0,00	-187,35	0,00	0,00	52,84	4,97	0,00	0,00	-52,84	0,00	0,00	0,00	5,12	0,31	0,00	0,00	-5,12	0,00	0,00	0,00
19.30-20.00		187,35	38,62	0,00	0,00	-187,35	0,00	0,00	52,84	4,97	0,00	0,00	-52,84	0,00	0,00	0,00	5,12	0,31	0,00	0,00	-5,12	0,00	0,00	0,00
20.00-20.30		187,35	38,62	0,00	0,00	-187,35	0,00	0,00	52,84	4,97	0,00	0,00	-52,84	0,00	0,00	0,00	5,12	0,31	0,00	0,00	-5,12	0,00	0,00	0,00
20.30-21.00		187,35	38,62	0,00	0,00	-187,35	0,00	0,00	52,84	4,97	0,00	0,00	-52,84	0,00	0,00	0,00	5,12	0,31	0,00	0,00	-5,12	0,00	0,00	0,00
21.00-21.30		187,35	38,62	0,00	0,00	-187,35	0,00	0,00	52,84	4,97	0,00	0,00	-52,84	0,00	0,00	0,00	5,12	0,31	0,00	0,00	-5,12	0,00	0,00	0,00
21.30-22.00		187,35	38,62	0,00	0,00	-187,35	0,00	0,00	52,84	4,97	0,00	0,00	-52,84	0,00	0,00	0,00	5,12	0,31	0,00	0,00	-5,12	0,00	0,00	0,00
22.00-22.30		154,12	14,49	0,00	0,00	-154,12	0,00	0,00	52,84	4,97	0,00	0,00	-52,84	0,00	0,00	0,00	5,12	0,31	0,00	0,00	-5,12	0,00	0,00	0,00
22.30-23.00	Cheias	154,12	14,49	0,00	0,00	-154,12	0,00	0,00	7,88	0,48	0,00	0,00	-7,88	0,00	0,00	0,00	5,12	0,31	0,00	0,00	-5,12	0,00	0,00	0,00
23.00-23.30		154,12	14,49	0,00	0,00	-154,12	0,00	0,00	7,88	0,48	0,00	0,00	-7,88	0,00	0,00	0,00	5,12	0,31	0,00	0,00	-5,12	0,00	0,00	0,00
23.30-00.00		154,12	14,49	0,00	0,00	-154,12	0,00	0,00	7,88	0,48	0,00	0,00	-7,88	0,00	0,00	0,00	5,12	0,31	0,00	0,00	-5,12	0,00	0,00	0,00
Total		7.130,63	826,61	664,70	62,25	-6.465,93	0,00	62,25	1.051,43	88,08	664,70	46,98	-386,73	13,17	38,97	38,97	311,67	18,55	664,70	40,58	353,03	21,22	27,67	27,67

Figura 141: Dimensionamento em autoconsumo em Novembro.

Horário (h)	00 - 01	01 - 02	02 - 03	03 - 04	04 - 05	05 - 06	06 - 07	07 - 08	08 - 09	09 - 10	10 - 11	11 - 12	12 - 13	13 - 14	14 - 15	15 - 16	16 - 17	17 - 18	18 - 19	19 - 20	20 - 21	21 - 22	22 - 23	23 - 24	Total	
Produção PV (kWh/h)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	14,42	51,34	74,90	90,83	98,87	98,87	90,83	74,90	51,34	18,39	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	664,70
Consumo Médio de Energia (kWh/h)	324,81	341,38	133,55	133,55	133,55	133,55	341,38	324,81	308,23	308,23	308,23	308,23	308,23	308,23	308,23	308,23	374,69	374,69	374,69	374,69	374,69	308,23	308,23	308,23	7130,63	
Energia Excedente (kWh/h)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
Energia Autoconsumo (kWh/h)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	14,42	51,34	74,90	90,83	98,87	98,87	90,83	74,90	51,34	18,39	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	664,70	
Consumo da Rede Após Autoconsumo (kWh/h)	324,81	341,38	133,55	133,55	133,55	133,55	341,38	310,39	256,89	233,33	217,40	209,36	209,36	217,40	233,33	256,89	289,85	374,69	374,69	374,69	374,69	374,69	308,23	308,23	6465,93	
Preço da Energia Após Autoconsumo (€)	24,92	20,88	7,53	7,53	7,53	7,53	20,88	23,81	24,15	21,93	20,44	19,68	19,68	20,44	21,93	24,15	27,25	77,24	77,24	77,24	77,24	77,24	28,97	28,97	764,36	

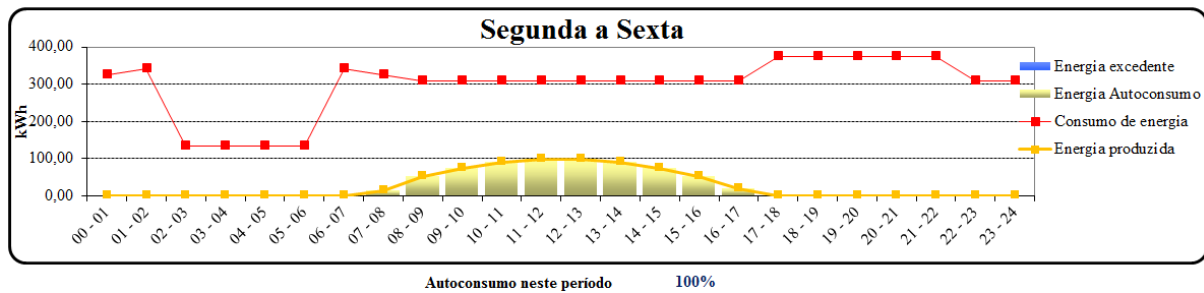
Figura 142: Balanço energético de um dia semanal em Novembro.

Horário (h)	00 - 01	01 - 02	02 - 03	03 - 04	04 - 05	05 - 06	06 - 07	07 - 08	08 - 09	09 - 10	10 - 11	11 - 12	12 - 13	13 - 14	14 - 15	15 - 16	16 - 17	17 - 18	18 - 19	19 - 20	20 - 21	21 - 22	22 - 23	23 - 24	Total
Produção PV (kWh/h)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	14,42	51,34	74,90	90,83	98,87	98,87	90,83	74,90	51,34	18,39	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	664,70
Consumo Médio de Energia (kWh/h)	15,76	15,76	15,76	21,23	26,71	26,71	26,71	21,23	15,76	15,76	60,72	105,68	60,72	15,76	15,76	15,76	15,76	60,72	105,68	105,68	105,68	105,68	60,72	15,76	1051,43
Energia Excedente (kWh/h)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	35,59	59,14	30,11	0,00	38,16	75,07	59,14	35,59	2,63	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	335,44
Energia Autoconsumo (kWh/h)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	14,42	15,76	15,76	60,72	98,87	60,72	15,76	15,76	15,76	15,76	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	329,26
Consumo da Rede Após Autoconsumo (kWh/h)	15,76	15,76	15,76	21,23	26,71	26,71	26,71	6,82	0,00	0,00	0,00	6,81	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	60,72	105,68	105,68	105,68	105,68	60,72	15,76	722,17
Preço da Energia Após Autoconsumo (€)	0,96	0,96	0,96	1,23	1,51	1,51	1,51	0,39	0,00	0,00	0,00	0,64	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	5,45	9,93	9,93	9,93	9,93	5,45	0,96	61,26

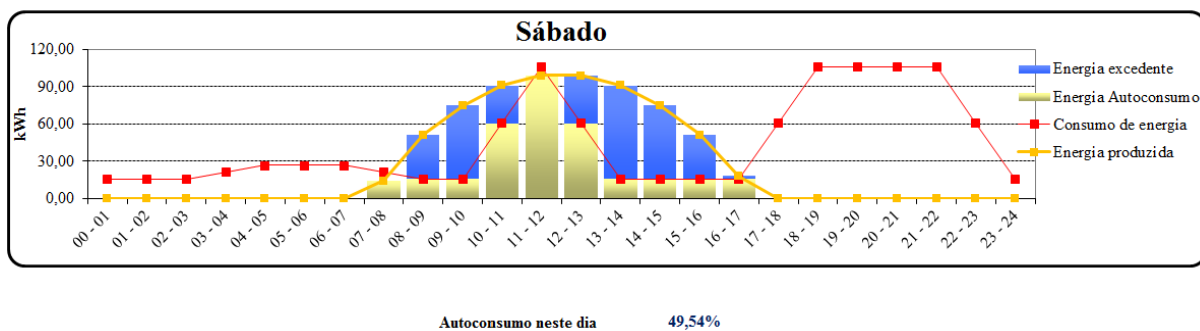
Figura 143: Balanço energético de um Sábado em Novembro.

Horário (h)	00 - 01	01 - 02	02 - 03	03 - 04	04 - 05	05 - 06	06 - 07	07 - 08	08 - 09	09 - 10	10 - 11	11 - 12	12 - 13	13 - 14	14 - 15	15 - 16	16 - 17	17 - 18	18 - 19	19 - 20	20 - 21	21 - 22	22 - 23	23 - 24	Total
Produção PV (kWh/h)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	14,42	51,34	74,90	90,83	98,87	98,87	90,83	74,90	51,34	18,39	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	664,70
Consumo Médio de Energia (kWh/h)	10,24	10,24	10,24	10,24	26,71	26,71	26,71	26,71	10,24	10,24	10,24	10,24	10,24	10,24	10,24	10,24	10,24	10,24	10,24	10,24	10,24	10,24	10,24	10,24	311,67
Energia Excedente (kWh/h)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	41,10	64,66	80,59	88,63	88,63	80,59	64,66	41,10	8,14	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	558,11
Energia Autoconsumo (kWh/h)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	14,42	10,24	10,24	10,24	10,24	10,24	10,24	10,24	10,24	10,24	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	106,59
Consumo da Rede Após Autoconsumo (kWh/h)	10,24	10,24	10,24	10,24	26,71	26,71	26,71	12,29	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	10,24	10,24	10,24	10,24	10,24	10,24	10,24	205,08
Preço da Energia Após Autoconsumo (€)	0,63	0,63	0,63	0,63	1,51	1,51	1,51	0,69	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,63	0,63	0,63	0,63	0,63	0,63	0,63	12,10

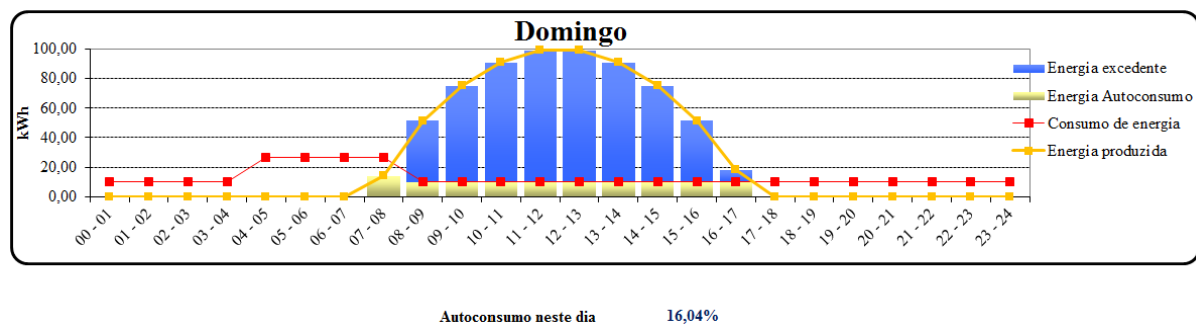
Figura 144: Balanço energético de um Domingo em Novembro.



**Figura 145:** Relação entre consumo e produção de um dia semanal em Novembro.



**Figura 146:** Relação entre consumo e produção de um Sábado em Novembro.



**Figura 147:** Relação entre consumo e produção de um Domingo em Novembro.

Horário	Dezembro																							
	Segunda a Sexta								Sábado								Domingo							
	Período	Consumo (kWh)	Consumo (€)	Produção (kWh)	Produção (€)	Balanco (kWh)	Excedente (€)	Saldo	Período	Consumo (kWh)	Consumo (€)	Produção (kWh)	Produção (€)	Balanco (kWh)	Excedente (€)	Saldo	Período	Consumo (kWh)	Consumo (€)	Produção (kWh)	Produção (€)	Balanco (kWh)	Excedente (€)	Saldo
00.00-00.30	Cheias	128,21	12,05	0,00	0,00	-128,21	0,00	0,00	6,66	0,41	0,00	0,00	-6,66	0,00	0,00	4,33	0,26	0,00	0,00	-4,33	0,00	0,00	0,00	0,00
00.30-01.00		144,24	8,82	0,00	0,00	-144,24	0,00	0,00	6,66	0,41	0,00	0,00	-6,66	0,00	0,00	4,33	0,26	0,00	0,00	-4,33	0,00	0,00	0,00	0,00
01.00-01.30	Vazio normal	144,24	8,82	0,00	0,00	-144,24	0,00	0,00	6,66	0,41	0,00	0,00	-6,66	0,00	0,00	4,33	0,26	0,00	0,00	-4,33	0,00	0,00	0,00	0,00
01.30-02.00		144,24	8,82	0,00	0,00	-144,24	0,00	0,00	6,66	0,41	0,00	0,00	-6,66	0,00	0,00	4,33	0,26	0,00	0,00	-4,33	0,00	0,00	0,00	0,00
02.00-02.30		57,37	3,23	0,00	0,00	-57,37	0,00	0,00	6,66	0,41	0,00	0,00	-6,66	0,00	0,00	4,33	0,26	0,00	0,00	-4,33	0,00	0,00	0,00	0,00
02.30-03.00		57,37	3,23	0,00	0,00	-57,37	0,00	0,00	6,66	0,41	0,00	0,00	-6,66	0,00	0,00	4,33	0,26	0,00	0,00	-4,33	0,00	0,00	0,00	0,00
03.00-03.30		57,37	3,23	0,00	0,00	-57,37	0,00	0,00	6,66	0,41	0,00	0,00	-6,66	0,00	0,00	4,33	0,26	0,00	0,00	-4,33	0,00	0,00	0,00	0,00
03.30-04.00	Super vazio	57,37	3,23	0,00	0,00	-57,37	0,00	0,00	11,47	0,65	0,00	0,00	-11,47	0,00	0,00	4,33	0,26	0,00	0,00	-4,33	0,00	0,00	0,00	0,00
04.00-04.30		57,37	3,23	0,00	0,00	-57,37	0,00	0,00	11,47	0,65	0,00	0,00	-11,47	0,00	0,00	11,47	0,65	0,00	0,00	-11,47	0,00	0,00	0,00	0,00
04.30-05.00		57,37	3,23	0,00	0,00	-57,37	0,00	0,00	11,47	0,65	0,00	0,00	-11,47	0,00	0,00	11,47	0,65	0,00	0,00	-11,47	0,00	0,00	0,00	0,00
05.00-05.30		57,37	3,23	0,00	0,00	-57,37	0,00	0,00	11,47	0,65	0,00	0,00	-11,47	0,00	0,00	11,47	0,65	0,00	0,00	-11,47	0,00	0,00	0,00	0,00
05.30-06.00		57,37	3,23	0,00	0,00	-57,37	0,00	0,00	11,47	0,65	0,00	0,00	-11,47	0,00	0,00	11,47	0,65	0,00	0,00	-11,47	0,00	0,00	0,00	0,00
06.00-06.30		144,24	8,82	0,00	0,00	-144,24	0,00	0,00	11,47	0,65	0,00	0,00	-11,47	0,00	0,00	11,47	0,65	0,00	0,00	-11,47	0,00	0,00	0,00	0,00
06.30-07.00	Vazio normal	144,24	8,82	0,00	0,00	-144,24	0,00	0,00	11,47	0,65	0,00	0,00	-11,47	0,00	0,00	11,47	0,65	0,00	0,00	-11,47	0,00	0,00	0,00	0,00
07.00-07.30		144,24	8,82	2,94	0,18	-141,30	0,00	0,18	11,47	0,65	2,94	0,17	-8,54	0,00	0,17	11,47	0,65	2,94	0,17	-8,54	0,00	0,17	0,00	0,17
07.30-08.00		128,21	12,05	2,94	0,28	-125,27	0,00	0,28	6,66	0,41	2,94	0,18	-3,72	0,00	0,18	11,47	0,65	2,94	0,17	-8,54	0,00	0,17	0,00	0,17
08.00-08.30		128,21	12,05	21,47	2,02	-106,74	0,00	2,02	6,66	0,41	21,47	1,31	14,81	0,70	1,11	4,33	0,26	21,47	1,31	17,14	0,81	1,08	0,00	1,08
08.30-09.00		128,21	12,05	21,47	2,02	-106,74	0,00	2,02	6,66	0,41	21,47	1,31	14,81	0,70	1,11	4,33	0,26	21,47	1,31	17,14	0,81	1,08	0,00	1,08
09.00-09.30		128,21	12,05	32,86	3,09	-95,35	0,00	3,09	6,66	0,41	32,86	2,01	26,20	1,24	1,65	4,33	0,26	32,86	2,01	28,53	1,35	1,61	0,00	1,61
09.30-10.00		128,21	12,05	32,86	3,09	-95,35	0,00	3,09	6,66	0,41	32,86	2,01	26,20	1,24	1,65	4,33	0,26	32,86	2,01	28,53	1,35	1,61	0,00	1,61
10.00-10.30		128,21	12,05	40,50	3,81	-87,71	0,00	3,81	6,66	0,41	40,50	2,48	33,85	1,60	2,01	4,33	0,26	40,50	2,48	36,18	1,71	1,98	0,00	1,98
10.30-11.00		128,21	12,05	40,50	3,81	-87,71	0,00	3,81	43,96	4,13	40,50	3,81	-3,45	0,00	3,81	4,33	0,26	40,50	2,48	36,18	1,71	1,98	0,00	1,98
11.00-11.30		128,21	12,05	44,30	4,16	-83,91	0,00	4,16	43,96	4,13	44,30	4,16	0,34	0,02	4,15	4,33	0,26	44,30	2,71	39,97	1,89	2,16	0,00	2,16
11.30-12.00	Cheias	128,21	12,05	44,30	4,16	-83,91	0,00	4,16	43,96	4,13	44,30	4,16	0,34	0,02	4,15	4,33	0,26	44,30	2,71	39,97	1,89	2,16	0,00	2,16
12.00-12.30		128,21	12,05	44,30	4,16	-83,91	0,00	4,16	43,96	4,13	44,30	4,16	0,34	0,02	4,15	4,33	0,26	44,30	2,71	39,97	1,89	2,16	0,00	2,16
12.30-13.00		128,21	12,05	44,30	4,16	-83,91	0,00	4,16	6,66	0,41	44,30	2,71	37,64	1,78	2,19	4,33	0,26	44,30	2,71	39,97	1,89	2,16	0,00	2,16
13.00-13.30		128,21	12,05	40,50	3,81	-87,71	0,00	3,81	6,66	0,41	40,50	2,48	33,85	1,60	2,01	4,33	0,26	40,50	2,48	36,18	1,71	1,98	0,00	1,98
13.30-14.00		128,21	12,05	40,50	3,81	-87,71	0,00	3,81	6,66	0,41	40,50	2,48	33,85	1,60	2,01	4,33	0,26	40,50	2,48	36,18	1,71	1,98	0,00	1,98
14.00-14.30		128,21	12,05	32,86	3,09	-95,35	0,00	3,09	6,66	0,41	32,86	2,01	26,20	1,24	1,65	4,33	0,26	32,86	2,01	28,53	1,35	1,61	0,00	1,61
14.30-15.00		128,21	12,05	32,86	3,09	-95,35	0,00	3,09	6,66	0,41	32,86	2,01	26,20	1,24	1,65	4,33	0,26	32,86	2,01	28,53	1,35	1,61	0,00	1,61
15.00-15.30		128,21	12,05	21,47	2,02	-106,74	0,00	2,02	6,66	0,41	21,47	1,31	14,81	0,70	1,11	4,33	0,26	21,47	1,31	17,14	0,81	1,08	0,00	1,08
15.30-16.00		128,21	12,05	21,47	2,02	-106,74	0,00	2,02	6,66	0,41	21,47	1,31	14,81	0,70	1,11	4,33	0,26	21,47	1,31	17,14	0,81	1,08	0,00	1,08
16.00-16.30		128,21	12,05	3,71	0,35	-124,50	0,00	0,35	6,66	0,41	3,71	0,23	-2,94	0,00	0,23	4,33	0,26	3,71	0,23	-0,61	0,00	0,23	0,00	0,23
16.30-17.00		128,21	12,05	3,71	0,35	-124,50	0,00	0,35	6,66	0,41	3,71	0,23	-2,94	0,00	0,23	4,33	0,26	3,71	0,23	-0,61	0,00	0,23	0,00	0,23
17.00-17.30		167,65	34,56	0,00	0,00	-167,65	0,00	0,00	6,66	0,41	0,00	0,00	-6,66	0,00	0,00	4,33	0,26	0,00	0,00	-4,33	0,00	0,00	0,00	0,00
17.30-18.00		167,65	34,56	0,00	0,00	-167,65	0,00	0,00	43,96	4,13	0,00	0,00	-43,96	0,00	0,00	4,33	0,26	0,00	0,00	-4,33	0,00	0,00	0,00	0,00
18.00-18.30		167,65	34,56	0,00	0,00	-167,65	0,00	0,00	43,96	4,13	0,00	0,00	-43,96	0,00	0,00	4,33	0,26	0,00	0,00	-4,33	0,00	0,00	0,00	0,00
18.30-19.00		167,65	34,56	0,00	0,00	-167,65	0,00	0,00	43,96	4,13	0,00	0,00	-43,96	0,00	0,00	4,33	0,26	0,00	0,00	-4,33	0,00	0,00	0,00	0,00
19.00-19.30	Ponta	167,65	34,56	0,00	0,00	-167,65	0,00	0,00	43,96	4,13	0,00	0,00	-43,96	0,00	0,00	4,33	0,26	0,00	0,00	-4,33	0,00	0,00	0,00	0,00
19.30-20.00		167,65	34,56	0,00	0,00	-167,65	0,00	0,00	43,96	4,13	0,00	0,00	-43,96	0,00	0,00	4,33	0,26	0,00	0,00	-4,33	0,00	0,00	0,00	0,00
20.00-20.30		167,65	34,56	0,00	0,00	-167,65	0,00	0,00	43,96	4,13	0,00	0,00	-43,96	0,00	0,00	4,33	0,26	0,00	0,00	-4,33	0,00	0,00	0,00	0,00
20.30-21.00		167,65	34,56	0,00	0,00	-167,65	0,00	0,00	43,96	4,13	0,00	0,00	-43,96	0,00	0,00	4,33	0,26	0,00	0,00	-4,33	0,00	0,00	0,00	0,00
21.00-21.30		167,65	34,56	0,00	0,00	-167,65	0,00	0,00	43,96	4,13	0,00	0,00	-43,96	0,00	0,00	4,33	0,26	0,00	0,00	-4,33	0,00	0,00	0,00	0,00
21.30-22.00		167,65	34,56	0,00	0,00	-167,65	0,00	0,00	43,96	4,13	0,00	0,00	-43,96	0,00	0,00	4,33	0,26	0,00	0,00	-4,33	0,00	0,00	0,00	0,00
22.00-22.30		128,21	12,05	0,00	0,00	-128,21	0,00	0,00	43,96	4,13	0,00	0,00	-43,96	0,00	0,00	4,33	0,26	0,00	0,00	-4,33	0,00	0,00	0,00	0,00
22.30-23.00	Cheias																							

Horário (h)	00 - 01	01 - 02	02 - 03	03 - 04	04 - 05	05 - 06	06 - 07	07 - 08	08 - 09	09 - 10	10 - 11	11 - 12	12 - 13	13 - 14	14 - 15	15 - 16	16 - 17	17 - 18	18 - 19	19 - 20	20 - 21	21 - 22	22 - 23	23 - 24	Total	
Produção PV (kWh/h)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	5,87	42,94	65,72	81,01	88,60	88,60	81,01	65,72	42,94	7,42	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	569,84
Consumo Médio de Energia (kWh/h)	272,45	288,48	114,74	114,74	114,74	114,74	288,48	272,45	256,42	256,42	256,42	256,42	256,42	256,42	256,42	256,42	256,42	335,29	335,29	335,29	335,29	335,29	256,42	256,42	6077,89	
Energia Excedente (kWh/h)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
Energia Autoconsumo (kWh/h)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	5,87	42,94	65,72	81,01	88,60	88,60	81,01	65,72	42,94	7,42	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	569,84	
Consumo da Rede Após Autoconsumo (kWh/h)	272,45	288,48	114,74	114,74	114,74	114,74	288,48	266,58	213,48	190,70	175,41	167,82	167,82	175,41	190,70	213,48	249,00	335,29	335,29	335,29	335,29	335,29	256,42	256,42	5508,05	
Preço da Energia Após Autoconsumo (€)	20,87	17,64	6,47	6,47	6,47	6,47	17,64	20,42	20,07	17,93	16,49	15,78	15,78	16,49	17,93	20,07	23,41	69,12	69,12	69,12	69,12	69,12	24,10	24,10	660,13	

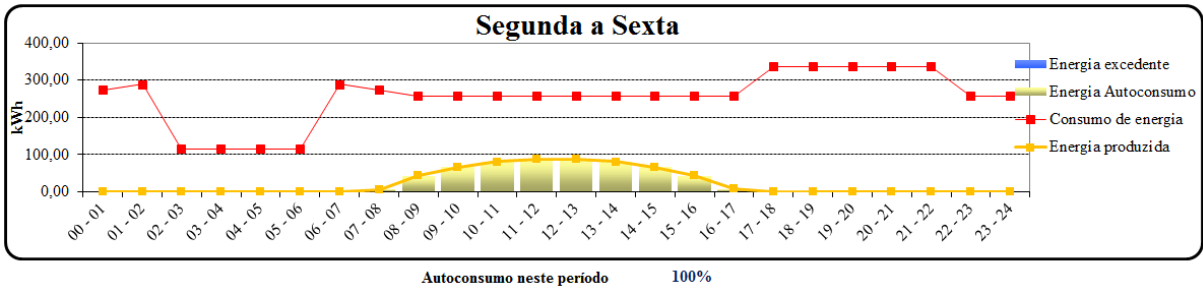
Figura 149: Balanço energético de um dia semanal em Dezembro.

Horário (h)	00 - 01	01 - 02	02 - 03	03 - 04	04 - 05	05 - 06	06 - 07	07 - 08	08 - 09	09 - 10	10 - 11	11 - 12	12 - 13	13 - 14	14 - 15	15 - 16	16 - 17	17 - 18	18 - 19	19 - 20	20 - 21	21 - 22	22 - 23	23 - 24	Total
Produção PV (kWh/h)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	5,87	42,94	65,72	81,01	88,60	88,60	81,01	65,72	42,94	7,42	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	569,84
Consumo Médio de Energia (kWh/h)	13,31	13,31	13,31	18,13	22,95	22,95	22,95	18,13	13,31	13,31	50,62	87,92	50,62	13,31	13,31	13,31	13,31	50,62	87,92	87,92	87,92	87,92	50,62	13,31	880,29
Energia Excedente (kWh/h)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	29,63	52,40	30,39	0,69	37,99	67,70	52,40	29,63	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	300,82
Energia Autoconsumo (kWh/h)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	5,87	13,31	13,31	50,62	87,92	50,62	13,31	13,31	13,31	7,42	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	269,02
Consumo da Rede Após Autoconsumo (kWh/h)	13,31	13,31	13,31	18,13	22,95	22,95	22,95	12,26	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	5,89	50,62	87,92	87,92	87,92	87,92	50,62	13,31	611,27
Preço da Energia Após Autoconsumo (€)	0,81	0,81	0,81	1,05	1,29	1,29	1,29	0,71	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,36	4,54	8,26	8,26	8,26	8,26	4,54	0,81	51,39

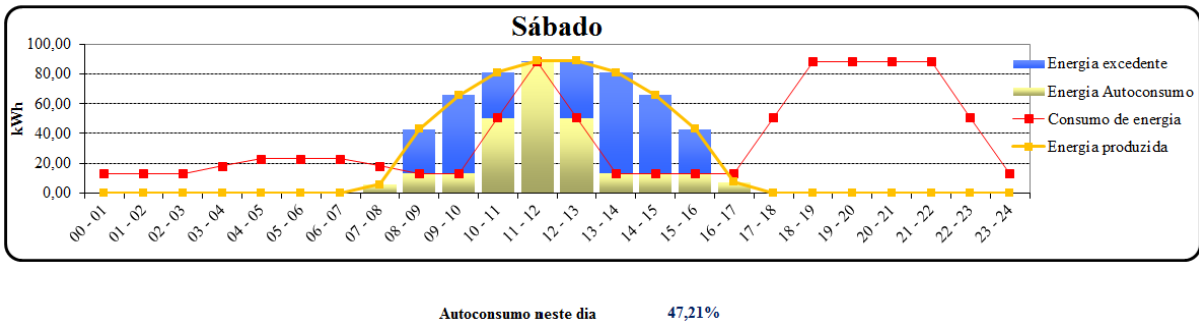
Figura 150: Balanço energético de um Sábado em Dezembro.

Horário (h)	00 - 01	01 - 02	02 - 03	03 - 04	04 - 05	05 - 06	06 - 07	07 - 08	08 - 09	09 - 10	10 - 11	11 - 12	12 - 13	13 - 14	14 - 15	15 - 16	16 - 17	17 - 18	18 - 19	19 - 20	20 - 21	21 - 22	22 - 23	23 - 24	Total
Produção PV (kWh/h)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	5,87	42,94	65,72	81,01	88,60	88,60	81,01	65,72	42,94	7,42	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	569,84
Consumo Médio de Energia (kWh/h)	8,65	8,65	8,65	8,65	22,95	22,95	22,95	22,95	8,65	8,65	8,65	8,65	8,65	8,65	8,65	8,65	8,65	8,65	8,65	8,65	8,65	8,65	8,65	8,65	264,88
Energia Excedente (kWh/h)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	34,29	57,06	72,36	79,95	79,95	72,36	57,06	34,29	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	487,31
Energia Autoconsumo (kWh/h)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	5,87	8,65	8,65	8,65	8,65	8,65	8,65	8,65	8,65	7,42	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	82,53
Consumo da Rede Após Autoconsumo (kWh/h)	8,65	8,65	8,65	8,65	22,95	22,95	22,95	17,07	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,23	8,65	8,65	8,65	8,65	8,65	8,65	8,65	182,34
Preço da Energia Após Autoconsumo (€)	0,53	0,53	0,53	0,53	1,29	1,29	1,29	0,96	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,08	0,53	0,53	0,53	0,53	0,53	0,53	0,53	10,74

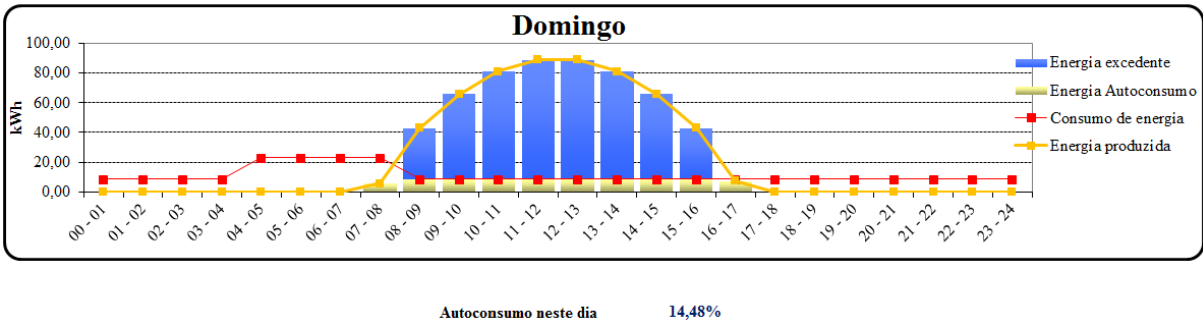
Figura 151: Balanço energético de um Domingo em Dezembro.



**Figura 152:** Relação entre consumo e produção de um dia semanal em Dezembro.



**Figura 153:** Relação entre consumo e produção de um Sábado em Dezembro.



**Figura 154:** Relação entre consumo e produção de um Domingo em Dezembro.