



INSTITUTO SUPERIOR DE ENGENHARIA DE LISBOA

Área Departamental de Engenharia Eletrotécnica e Sistemas de Automação

**Soluções técnicas e eficiência energética em *Bungalows*,
incorporando microprodução**

PEDRO MIGUEL RUIVO LOPES CINTRA

(Licenciatura em Engenharia Eletrotécnica e Computadores – ramo de Energias
Renováveis e Sistemas de Potência)

Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em Engenharia Eletrotécnica-ramo de Energia

Orientador:

Professor Francisco Alexandre Ganho da Silva Reis

Júri:

Presidente: Professor Jorge Alberto Mendes de Sousa

Vogais:

Professor Francisco Alexandre Ganho da Silva Reis

Professor Mário Ventim Neves

Setembro de 2012

Resumo

No presente trabalho apresenta-se um conceito de habitação, aplicado a uma casa do tipo *Bungalow* que alia a arquitetura, clima, e energias renováveis (Produção fotovoltaica e eólica), denominado *Green Bungalow*, para um agregado familiar de 3 pessoas.

Para o efeito foram analisados e estudados princípios de arquitetura bioclimática, considerando e potencializando as condições climáticas existentes no local onde o conceito foi aplicado. Foram igualmente otimizados os respetivos consumos energéticos e construídos os respetivos diagramas de carga.

São propostas soluções técnicas para a alimentação da carga dimensionada para o *Green Bungalow* para funcionamento em sistema isolado e ligado à rede elétrica de energia. Para averiguar a racionalidade económica do investimento teve-se em consideração os aspetos legislativos, tarifas e taxas em vigor (2011) respeitantes à microprodução. Efetuou-se uma análise de sensibilidade que, tendo por base uma solução técnica dimensionada para o consumo de 1890 kWh/ano, considerou os seguintes cenários:

- Sensibilidade a diferentes níveis de consumo – 4000 kWh/ano e 6000 kWh/ano;
- Sensibilidade a diferentes níveis de geração;
- Sensibilidade a valores de custo do equipamento considerado para cada solução técnica exequível.

Conclui-se que o conceito *Green Bungalow* é uma boa escolha do ponto de vista técnico e em termos ambientais. Da simulação da microprodução do caso de estudo comprovou-se que, para o atual enquadramento tarifário e custo de equipamento não existe viabilidade económica, sendo viável apenas para cenários de consumo muito elevados. Nesse cenário a tecnologia fotovoltaica de produção de energia apresentou-se a mais rentável em todas as simulações.

Palavras-chave

Eficiência energética, Arquitetura Bioclimática, Energias renováveis, *Bungalow*

Abstract

In this work a concept of housing is presented, applied to a Bungalow type dwelling that combines architecture, climate, and renewable energy (Photovoltaic production and wind power), named hereafter *Green Bungalow*, for a family of 3 people.

To accomplish this, bioclimatic architecture principles are presented and studied, considering and leveraging the existing climatic conditions where the concept was applied. The corresponding energy consumption of this was optimized together with an estimation of the load diagrams.

Several technical solutions are proposed for the *Green Bungalow*, dined to operate in an isolated mode and or connected to the main power grid. To ascertain the economic rationale of the investment, aspects such as legislation, tariffs and taxes (2011) relating to micro production were taken into account. A sensitivity analysis was performed, based on a technical solution dimensioned for a consumption of 1890 kWh / year, considering the following scenarios:

- Sensitivity to different levels of consumption - 4000 kWh / year and 6,000 kWh / year;
- Sensitivity to different levels of energy production;
- Sensitivity to cost of the equipment

It is showered that the *Green Bungalow* concept provides from both a technical and environmental point of view a viable solution. Bearing in mind the current tariff framework and existing cost of equipment, simulation of the case study, proved that it is not economically viable, except in very high consumption scenarios. In this case the photovoltaic solution was shown to be the most profitable in all simulations.

Keywords

Energy efficiency, Bioclimatic Architecture, Renewable Energy, Bungalow

Dedicatória

Dedico a ti, Pai.

Agradecimentos

Expressos aqui os meus reconhecimentos a todos que me ajudaram diretamente ou indiretamente na realização deste trabalho.

Quero expressar os meus agradecimentos ao meu orientador científico, Prof. Dr. Francisco Alexandre Ganho Da Silva Reis da Secção de Sistemas de Energia do Instituto Superior de Engenharia de Lisboa (ISEL), pela disponibilidade demonstrada, pelos conselhos técnico-científicos prestados, pelas suas valiosas indicações, sugestões, críticas e correções que contribuíram para o desenvolvimento e conclusão do trabalho.

À Professora Cristina Inês Camus da Secção de economia e gestão do ISEL, pelo apoio e meios prestados para a realização deste trabalho.

Agradeço aos meus amigos Sónia Viegas, Margarida Vicente e Orlando Gomes pelo apoio dado e a preciosa ajuda no que diz respeito à revisão e formatação da estrutura da dissertação escrita.

O meu muito obrigado ao meu colega de curso (MEE) Ricardo Santo, pelo apoio dado para elaboração deste trabalho.

Quero também agradecer o apoio prestado, à Eng^a. Patrícia Ribeiro (ENAT), Eng^a. Luísa Fontes (Aquaquímica), Eng^o. Bruno Gonçalves (Município de Lagoa), Sr^a. Helena Oliveira (Jular), Sr^a. Joana Silva (Astratec) e ao Sr^o. Adelino de Sousa (Vensol).

Lista de Figuras

Figura 1.1 – Cenário e Estrutura da Procura de Energia Primária em 2030 [39]	5
Figura 1.2 – Dependência energética da UE-27 a), Objetivos de emissões da UE -27 b) [38]	6
Figura 1.3 – Evolução do consumo de Energia Primária em Portugal (2000-2010).....	7
Figura 1.4 – Evolução da energia produzida a partir de fontes renováveis (TWh).	7
Figura 2.1 – Estratégias Bioclimáticas [19]	16
Figura 2.2 – Sistema de ganho direto [19]	18
Figura 2.3 – Funcionamento de uma Parede de Trombe Inverno (a), Outono (b) Verão (c) [19].....	18
Figura 2.4 – Sistema de ganho isolado [19].....	19
Figura 2.5 – Ventilação Transversal [19]	19
Figura 2.6 – Arrefecimento pelo Solo [19]	19
Figura 2.7 – Arrefecimento Evaporativo [19]	20
Figura 2.8 – Arrefecimento radiativo [19]	20
Figura 2.9 – Sistema solar térmico de termossifão a), Sistema solar térmico de circulação b).....	21
Figura 2.10 – Captação horizontal.....	22
Figura 2.11 – Sistema de recolha de águas pluviais [29].....	23
Figura 2.12 – Sistema de recolha de águas cinzentas [21].....	23
Figura 2.13 – Representação de um sistema domótico [20].....	24
Figura 2.14 – Representação de um sistema de gestão energética [18]	25
Figura 3.1 – Incidência solar na Terra [3]	27
Figura 3.2 – Espectro da radiação solar na Terra [3].....	28
Figura 3.3 – Comprimento de onda da radiação solar na Terra [3]	28
Figura 3.4 – Radiação solar incidente na Terra [3].....	29
Figura 3.5 – Campo magnético e a trajetória elíptica da Terra [3].....	29
Figura 3.6 – Valores médios de energia recebida em Portugal continental [3].....	30
Figura 3.7 – Modelo equivalente da célula fotovoltaica [3].....	31
Figura 3.8 – Curva característica I/U de uma Célula fotovoltaica [3].....	34
Figura 3.9 – Curva característica I/U Módulo fotovoltaico para diversas funções de radiação solar [3]	34
Figura 3.10 – Curva característica de potência de um Módulo fotovoltaico [3].....	35
Figura 3.11 – Curva característica de potência do Módulo fotovoltaico em função da Radiação [3]	35
Figura 3.12 – Célula, módulo e painel fotovoltaico [3]	35
Figura 3.13 – Ligação dos painéis fotovoltaico em série [5]	36
Figura 3.14 – Ligação dos painéis fotovoltaico em paralelo [5]	36
Figura 3.15 – Ligação dos painéis fotovoltaico em paralelo e série [5]	36
Figura 3.16 – Regulador MPP em sistema FV [3]	37
Figura 3.17 – Regulador MPP inserido em sistema FV [3]	37
Figura 3.18 – A profundidade de descarga e o número de ciclos de carga [3]	39
Figura 3.19 – Ligação em série (a), Ligação em paralelo (b), Ligação mista (c) [5]	40
Figura 3.20 – Algoritmo para dimensionamento de sistemas autónomos (a), e ligados à rede (b) [13].....	41

Figura 3.21 – Caixa de módulo FV e fichas de ligações Tyco (a), Caixa de ligação DC para FV (b) [3]	45
Figura 3.22 – Sistema Híbrido isolado com cargas AC [3]	48
Figura 3.23 – Sistema de microprodução ligado à rede [3].....	49
Figura 3.24 – Variação da função densidade de probabilidade de Weibull para vários valores de k [8]	50
Figura 3.25 – Variação da velocidade do vento dentro e fora da esteira [8]	52
Figura 3.26 – Turbina de eixo vertical (à esquerda) e horizontal (à direita) [11].....	54
Figura 3.27 – Aerogeradores de eixo vertical, (a) Savonius, (b) Darrieus [10]	54
Figura 3.28 – Microgeradores eólicos, (eixo horizontal) (a) (eixo vertical) (b) [11]	55
Figura 3.29 – Esquema de um sistema microeólico ligado à rede BT [9].....	55
Figura 3.30 – Aerogerador com GIP ligado a um retificador, conversor c.c./c.c. e a um inversor [10]	56
Figura 3.31 – Aerogerador com GIP ligado a um retificador controlador e a um inversor [10]	56
Figura 3.32 – Funcionamento da carga de derivação [9]	57
Figura 4.1 – Localização do local de estudo (Algarve - Lagoa)	59
Figura 4.2 – Radiação solar em Lagoa	60
Figura 4.3 – Precipitação meteorológica em Lagoa	60
Figura 4.4 – Distribuição de <i>Weibull</i> - Lagoa	61
Figura 4.5 – Interface (parcial) do PVSYST	61
Figura 4.6 – Planta da casa tipo	62
Figura 4.7 – Casa tipo – <i>Green Bungalow</i> $\approx 44 \text{ m}^2$	63
Figura 4.8 – Pack CARAT 3.750 Eco Plus	63
Figura 4.9 – Coletores solares para aquecimento auxiliar para piso radiante	64
Figura 4.10 – Sistema de arrefecimento pelo solo, permutador de tubos a ar [42]	65
Figura 4.11 – Planta de iluminação do <i>Green Bungalow</i>	69
Figura 4.12 – Diagrama de carga – Semanal – Máquina de roupa - Energia.....	71
Figura 4.13 – Diagrama de carga – Semanal – Máquina de roupa - Potência.....	71
Figura 4.14 – Diagrama de carga – Verão – Energia.....	72
Figura 4.15 – Diagrama de carga – Verão – Potência.....	72
Figura 4.16 – Diagrama de carga – Inverno – Energia.....	73
Figura 4.17 – Diagrama de carga – Inverno – Potência.....	73
Figura 4.18 – Interface (parcial) do PVSYST: Orientação dos painéis para o sistema fixo	74
Figura 4.19 – Constituição do sistema fotovoltaico isolado da RESP	75
Figura 4.20 – Sistema de microprodução ligado à rede [3]	76
Figura 4.21 – Curvas de potência dos aerogeradores selecionados	77
Figura 4.22 – Constituição de um sistema com aerogerador ligado à rede.....	78
Figura 4.23 – Constituição de um sistema com aerogerador isolado da rede.....	78
Figura 4.24 – Constituição do sistema híbrido isolado da RESP.....	79
Figura 4.25 – Constituição do sistema híbrido ligado à RESP.....	79
Figura 4.26 – Sistemas eólico/FV/híbrido isolados da rede (1890 kWh/ano).....	80
Figura 4.27 – Sistemas eólico/FV/híbrido ligado à rede (1890 kWh/ano)	82
Figura 4.28 – Sistemas eólico/FV/híbrido isolados da rede (4000 kWh/ano).....	84
Figura 4.29 – Sistemas eólico/FV/híbrido ligado à rede (4000 kWh/ano)	86
Figura 4.30 – Sistemas eólico/FV/híbrido isolados da rede (6000 kWh/ano).....	87
Figura 4.31 – Sistemas eólico/FV/híbrido ligado à rede (6000 kWh/ano)	89
Figura 4.32 – Sistemas eólico isolado da rede (Sensibilidade à geração)	91
Figura 4.33 – Sistemas FV isolados da rede (Sensibilidade à geração)	92

Figura 4.34 – Sistema híbrido isolado da rede (Sensibilidade à geração)	94
Figura 4.35 – Sistemas eólico ligado à rede (ligações praticáveis à RESP)	98
Figura 4.36 – Sistemas FV ligado à rede (ligações praticáveis à RESP).....	98
Figura 4.37 – Sistemas híbrido ligado à rede (ligações praticáveis à RESP)	99
Figura 4.38 – Sistemas eólico isolado da rede (Green Bungalow – Orçamento)	100
Figura 4.39 – Sistemas FV isolado da rede (Green Bungalow – Orçamento).....	101
Figura 4.40 – Sistemas híbrido isolado da rede (Green Bungalow – Orçamento)	101
Figura 4.41 – Sistemas eólico liado à rede (Green Bungalow – Bonificação).....	103
Figura 4.42 – Sistemas FV ligado à rede (Green Bungalow – Bonificação)	103
Figura 4.43 – Sistemas híbrido ligado à rede (Green Bungalow – Bonificação).....	104

Lista de Tabelas

Tabela 1.1 – Legislação aplicada à microprodução	9
Tabela 3.1 – Comparação de características de bateria [3]	39
Tabela 3.2 – Dimensões da Portinhola do tipo PC/P [9]	47
Tabela 3.3 – Valores típicos para a rugosidade do solo [8]	51
Tabela 4.1 - Sumário sobre o clima do Algarve baseado numa média dos últimos 30 anos	60
Tabela 4.2 - Orçamento do sistema FV para ligação à rede	63
Tabela 4.3 - Orçamento do sistema de aproveitamento de águas pluviais	64
Tabela 4.4 - <i>Payback</i> do sistema de aproveitamento de águas pluviais	64
Tabela 4.5 – Equipamentos domésticos selecionados pela classe energética.....	66
Tabela 4.6– Resumo das cargas na Cozinha	66
Tabela 4.7 – Resumo dos utensílios da Cozinha	67
Tabela 4.8 – Resumo dos equipamentos da sala	67
Tabela 4.9 – Resumo dos equipamentos do grupo Auxiliares Mídia	68
Tabela 4.10 – Resumo do grupo auxiliares de Informática	68
Tabela 4.11 - Resumo das cargas do quarto principal.....	68
Tabela 4.12 - Resumo das cargas do quarto opcional.....	68
Tabela 4.13 - Carga no local de circulação	68
Tabela 4.14 - Resumo das cargas nas instalações sanitárias.....	69
Tabela 4.15 - Resumo das cargas do conjunto Outros	69
Tabela 4.16 – Equipamentos de Iluminação	70
Tabela 4.17 – Diagrama de carga diária no período do Verão	72
Tabela 4.18 – Diagrama de carga diária no período do Verão	73
Tabela 4.19 – Consumos domésticos anuais.....	73
Tabela 4.20 – Orçamento total.....	74
Tabela 4.21 - Resumo das várias produções	76
Tabela 4.22 – Resumo do Sistema Eólico – <i>Green House</i> – Isolado	81
Tabela 4.23 – Resumo do Sistema Fotovoltaico – <i>Green House</i> – Isolado.....	81
Tabela 4.24 – Resumo do Sistema Híbrido – <i>Green House</i> – Isolado.....	81
Tabela 4.25 – Resumo do Sistema Eólico – <i>Green House</i> – Ligado	83
Tabela 4.26 – Resumo do Sistema Fotovoltaico – <i>Green House</i> – Ligado.....	83
Tabela 4.27 – Resumo do Sistema Híbrido – <i>Green House</i> – Ligado.....	83
Tabela 4.28 – Resumo do Sistema Fotovoltaico – Consumo 4000 kWh/ano – Isolado	85
Tabela 4.29 – Resumo do Sistema Híbrido – Consumo 4000 kWh/ano – Isolado	85
Tabela 4.30 – Resumo do Sistema Fotovoltaico – Consumo 4000 kWh/ano – Ligado	86
Tabela 4.31 – Resumo do Sistema Híbrido – Consumo 4000 kWh/ano – Ligado	87
Tabela 4.32 – Resumo do Sistema Fotovoltaico – Consumo 6000 kWh/ano – Isolado	88
Tabela 4.33 – Resumo do Sistema Híbrido – Consumo 6000 kWh/ano – Isolado	88
Tabela 4.34 – Resumo do Sistema Fotovoltaico – Consumo 6000 kWh/ano – Ligado	89
Tabela 4.35 – Resumo do Sistema Híbrido – Consumo 6000 kWh/ano – Ligado	90
Tabela 4.36 – Resumo do Sistema Eólico – Geração 1890 kWh/h – Isolado	91
Tabela 4.37 – Resumo do Sistema Fotovoltaico – Geração 1890 kWh/h – Isolado	92

Tabela 4.38 – Resumo do Sistema Fotovoltaico – Geração 4000 kWh/h – Isolado	93
Tabela 4.39 – Resumo do Sistema Fotovoltaico – Geração 6000 kWh/h – Isolado	93
Tabela 4.40 – Resumo do Sistema Híbrido – Geração 1890 kWh/h – Isolado	94
Tabela 4.41 – Resumo do Sistema Híbrido – Geração 1890 kWh/h – Isolado	94
Tabela 4.42 – Resumo do Sistema Híbrido – Geração 1890 kWh/h – Isolado	95
Tabela 4.43 – Resumo do Sistema Híbrido – Geração 4000 kWh/h – Isolado	95
Tabela 4.44 – Resumo do Sistema Híbrido – Geração 4000 kWh/h – Isolado	96
Tabela 4.45 – Resumo do Sistema Híbrido – Geração 4000 kWh/h – Isolado	96
Tabela 4.46 – Resumo do Sistema Híbrido – Geração 6000 kWh/h – Isolado	96
Tabela 4.47 – Resumo do Sistema Híbrido – Geração 6000 kWh/h – Isolado	97
Tabela 4.48 – Resumo do Sistema Híbrido – Geração 6000 kWh/h – Isolado	97
Tabela 4.49 – Resumo do Sistema Eólico – Ligação à RESP otimizada.....	98
Tabela 4.50 – Resumo do Sistema Fotovoltaico – Ligação à RESP otimizada	99
Tabela 4.51 – Resumo do Sistema Híbrido – Ligação à RESP otimizada	100
Tabela 4.52 – Resumo do Sistema Eólico – <i>Green House</i> – Orçamento.....	101
Tabela 4.53 – Resumo do Sistema Fotovoltaico – <i>Green House</i> – Orçamento	101
Tabela 4.54 – Resumo do Sistema Híbrido – <i>Green House</i> – Orçamento	102
Tabela 4.55 – Resumo do Sistema Eólico – <i>Green House</i> – Bonificação	103
Tabela 4.56 – Resumo do Sistema Fotovoltaico – <i>Green House</i> – Bonificação.....	103
Tabela 4.57 – Resumo do Sistema Híbrido – <i>Green House</i> – Bonificação.....	104

Lista de símbolos

C	Velocidade da luz no vázio	(m/s)
I_D	Corrente unidirecional	(A)
I_0	Corrente inversa máxima de saturação do diodo	(A)
U	Tensão aos terminais da célula	(V)
m	Fator de idealidade do diodo	(diodo ideal $m=1$, diodo real $m>1$)
K	Constante de <i>Boltzman</i>	($1,38 \times 10^{-23} \text{ J/}^\circ\text{K}$)
T	Temperatura absoluta da célula em Kelvin	($0 \text{ }^\circ\text{C} = 273,16 \text{ }^\circ\text{K}$)
q	Carga elétrica do eletrão	($1,6 \times 10^{-19} \text{ C}$)
I_{cc}	Corrente de curto-circuito	(A)
V_{ca}	Tensão em vázio	(V)
P_{max}^r	Potência máxima	(W)
G^r	Radiação incidente	(W/m ²)
A	Área da célula	(m ²)
$C_{Bateria}$	Capacidade da Bateria	(Ah)
I	Intensidade de descarga	(A)
t	Tempo de descarga	(h)
n	Número de módulos	
P_{pFV}	Potência de pico dos sistema FV a dimensionar	(W)
P_{max}	Potência máxima do módulo	(W)
$P_{INV DC}$	Potência do inversor	(W)
$U_{max (inversor)}$	Tensão DC no inversor	(V)
I_{max}	Corrente admissível na entrada do inversor	(A)
P_{Fi}	Potência da fileira	(W)
I_n	Corrente nominal	(A)
$P_{gerador}$	Potência do gerador fotovoltaico	(W)
I_{nAC}	Corrente nominal do Inversor	(A)
m	Massa de ar	(Kg)
u	Velocidade do ar	(m/s)
\dot{m}	Caudal mássico de ar	(Kg/s)
$u_{máx}$	Velocidade de <i>cut-out</i>	(m/s)
u_0	Velocidade de <i>cut-in</i>	(m/s)
ρ	Resistividade do ar	(Kg/m ³)
λ	Comprimento de onda	(m)
ϵ_0	Permitividade do vázio	(F/m)
μ_0	Permeabilidade do vázio	(H/m)
σ	Condutividade do material	(m/($\Omega \times \text{mm}^2$))

Abreviaturas

STC – *Standard Temperature Condition.*

ESS – *Electronic Solar Switch*

MMP – *Maximum Power Point*

CTS – *Condições de temperatura standard*

DOD – *Deep of Discharge*

TSR – *Tip speed Ratio*

Cp – *Coeficiente de potência*

GIP – *Gerador de ímãs Permanentes*

DC – *Direct Current*

AC – *Alternating Current*

MIBEL – *Mercado Ibérico de Eletricidade*

InCI – *Instituto da Construção e do Imobiliário*

AQS – *Aquecimento de águas sanitárias*

RESP – *Rede Elétrica de Serviço Público*

AIE – *Agência Internacional de Energia*

DGEG – *Direção Geral de Energia e Geologia*

INE – *Instituto Nacional de Estatística*

Índice

1.	Introdução.....	5
1.1	Objetivo do estudo.....	5
1.2	Perspetiva de evolução do mercado global de energia.....	5
1.3	Caracterização energética nacional	6
1.4	Promoção da eficiência energética	8
1.5	Enquadramento legislativo	8
1.5.1	Programa Certificação Energética de Edifícios.....	8
1.5.2	Microprodução	9
1.6	Estrutura da tese	12
2.	Arquitetura Bioclimática: Conceção de Edifícios Sustentáveis	15
2.1	Princípios de Arquitetura Bioclimática	15
2.2	Princípios de Construção e Gestão Sustentável.....	16
2.2.1	Conceção de Edifícios Sustentáveis	17
2.2.2	Sistema solar térmico	20
2.2.3	Atenuação Climática	21
2.2.4	Sistema Geotérmico / Sistema Passivos de Arrefecimento	21
2.2.5	Iluminação	22
2.2.6	Equipamentos Elétricos	22
2.2.7	Gestão da Água.....	22
2.3	Domótica	24
2.4	Sistemas de Gestão Energética.....	24
3.	Produção de energia a partir de fontes renováveis	27
3.1	Dimensionamento de sistemas Fotovoltaicos para microprodução de eletricidade	27
3.1.1	Introdução.....	27
3.1.2	Componentes de um sistema fotovoltaico	30
3.1.3	Dimensionamento de um sistema fotovoltaico.....	40
3.1.4	Programas de simulação e dimensionamento de sistemas fotovoltaicos.....	47
3.1.5	Sistemas Isolados e sistemas ligados à rede	48
3.2	Microgeradores Eólicos para microprodução de eletricidade	49
3.2.1	Recurso Eólico.....	49
3.2.2	A energia disponível do recurso e a conversão em energia elétrica	51

3.2.3	Cálculo da energia produzida anualmente	53
3.2.4	Classificação de Aerogeradores.....	54
3.2.5	Microgeradores Eólicos	55
4.	Apresentação e aplicação do conceito <i>Green Bungalow</i>	59
4.1	Introdução.....	59
4.2	Características associadas à da localização do caso de estudo	59
4.3	Caracterização da casa de estudo.....	61
4.4	Gestão da Água	63
4.5	Medidas “Passivas” para Arrefecimento e Aquecimento.....	64
4.6	Diagrama de Carga do Green Bungalow	65
4.7	Integração de Energias Renováveis no Green Bungalow	74
4.8	Simulações e Resultados da análise técnica	80
4.8.1	<i>Green Bungalow</i> - Análise técnica da solução para o consumo 1890 kWh/ano	80
Sistema Isolado.....		80
Sistema ligado à rede.....		82
4.8.2	Sensibilidade ao consumo	84
Sistema Isolado – Consumo 4000 kWh/ano.....		84
Sistema Ligado à RESP - Consumo 4000 kWh/ano.....		86
Sistema Isolado - Consumo 6000 kWh/ano		87
Sistema Ligado à RESP - Consumo 6000 kWh/ano.....		89
4.8.3	Sensibilidade à geração	91
Sistema Isolado.....		91
Sistema Ligado à RESP.....		98
4.9	Green Bungalow – Análise económica	100
Sistema Isolado.....		100
Sistema Ligado à RESP.....		102
4.10	Conclusões do conceito Green Bungalow	105
5.	Conclusões e perspetivas de desenvolvimento futuro	108
	Referências bibliográficas	110
	Anexo 1 - Ligação de unidade de microgeração à RESP	113
	Anexo 2 – Aquecimento de águas sanitárias (AQS)	115
	Anexo 3 – Estudo iluminotécnico, planta de iluminação e dados dos equipamentos	117
	Anexo 4 – Sistema de aproveitamento de recolha de água pluviais.....	127
	Apêndices 1 – Diagrama de carga diário (Verão e Inverno)	136

Apêndices 2 – Cálculo da energia anual produzida pelos modelos de aerogeradores.....	154
Apêndices 3 – Resumo dos vários cenários criados	158

Capítulo 1

Introdução

Resumo

Neste capítulo são apresentados os objetivos do estudo e efetuada uma introdução à temática endereçada pelo trabalho

1. Introdução

1.1 Objetivo do estudo

Pretende-se com este trabalho apresentar e estudar uma proposta de uma casa, *Bungalow*, no que concerne à sua racionalidade técnica e económica. Serão apresentadas as melhores soluções de integração tendo em vista a maximização da eficiência energética e minimização de consumos a partir da rede elétrica. Para o efeito comparou-se o consumo de uma casa *Business As Usual* e uma equivalente com os conceitos de eficiência que derivam do estudo desta solução para averiguar a racionalidade económica do investimento tendo em consideração o tarifário em vigor.

1.2 Perspetiva de evolução do mercado global de energia

As projeções feitas pela Agência Internacional de Energia (AIE) e pela ONG *Greenpeace* mostram que a contribuição das renováveis, em 2030, nunca ultrapassará os 3%, na satisfação das necessidades em energias primárias mundial, excluindo a hidroelectricidade [36] [37].

Na **figura 1.1** é descrito a previsão do cenário e estrutura da procura de energia primária em 2030, a previsão feita pela *Greenpeace* relata que em 2030 iremos consumir menos energia, isto é, seremos mais eficientes, desaparecerá a energia nuclear, consumiremos menos carvão e petróleo e aumentaremos o consumo de gás natural e energias renováveis. Comprova que estamos no caminho de consumidores de energia mais verde.

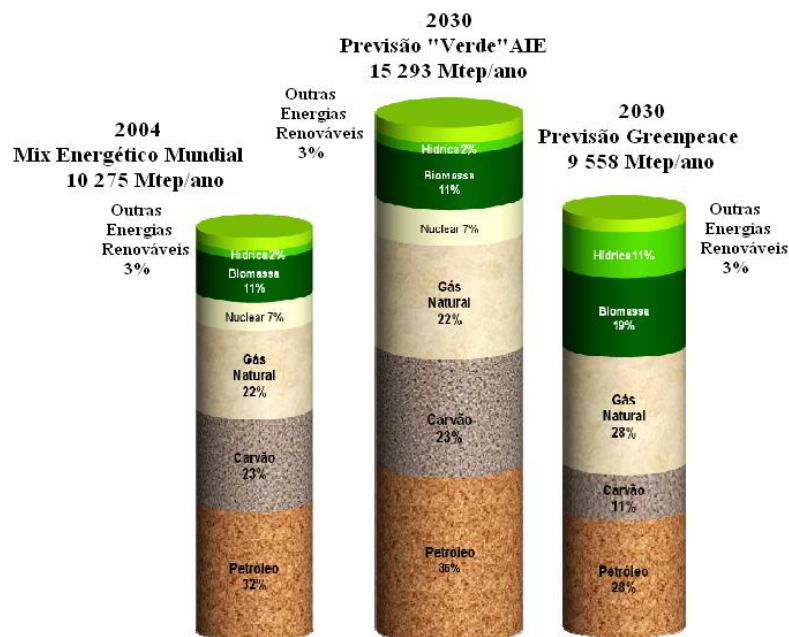


Figura 1.1 – Cenário e Estrutura da Procura de Energia Primária em 2030 [39]

A satisfação das necessidades energéticas da UE e ao mesmo tempo a redução de emissões de CO₂, durante as próximas décadas, será um grande desafio, numa região que atualmente importa

58,5% da sua energia, estando em vias de alcançar os 67,1% nos próximos 10 anos [38].

Na **figura 1.2** temos a previsão da dependência energética e os objetivos de emissões da UE - 27 para o ano 2020. É verificado que vai haver um aumento 17,6 % de consumo energético do período de 2000 a 2020, mas a par desse aumento vai haver uma política de reduzir as emissões, tendo como meta em 2020 a redução de 20% de emissão em relação a 1990. Caminhamos para consumidores mais eficientes.

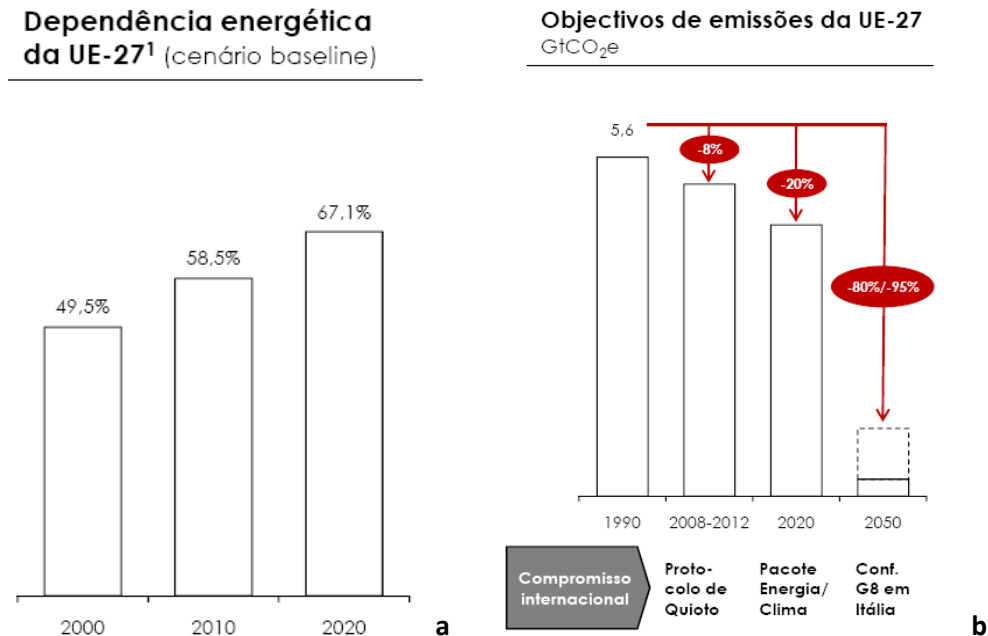


Figura 1.2 – Dependência energética da UE-27 a), Objectivos de emissões da UE -27 b) [38]

Para fazer face a essa realidade, a UE formou um ambicioso plano para aumentar a produção de energia a partir de fontes renováveis. É apresentado um objetivo para o ano 2020, que estabelece que 20% do consumo de energia seja proveniente de energias renováveis.

A produção de energia, térmica e elétrica, a partir de fontes renováveis combinada com medidas de eficiência energética, é o único caminho possível para a resolução da crise energética e de atenuação da problemática das alterações climáticas [18].

1.3 Caracterização energética nacional

Portugal é um país limitado em fontes de energias não renováveis, nomeadamente, aquelas que asseguram a generalidade das necessidades energéticas da maioria dos países desenvolvidos (como o carvão, o petróleo e o gás).

Esta realidade de escassez conduz a uma elevada dependência energética do exterior (79% em 2010), nomeadamente das importações de fontes primárias de origem fóssil. Importa assim aumentar a contribuição das energias renováveis: hídrica, eólica, solar, geotérmica, biogás e lenhas e resíduos [1] [40].

A **figura 1.3** encontra-se a evolução do consumo de Energia Primária em Portugal, no período 2000-2010 [1].

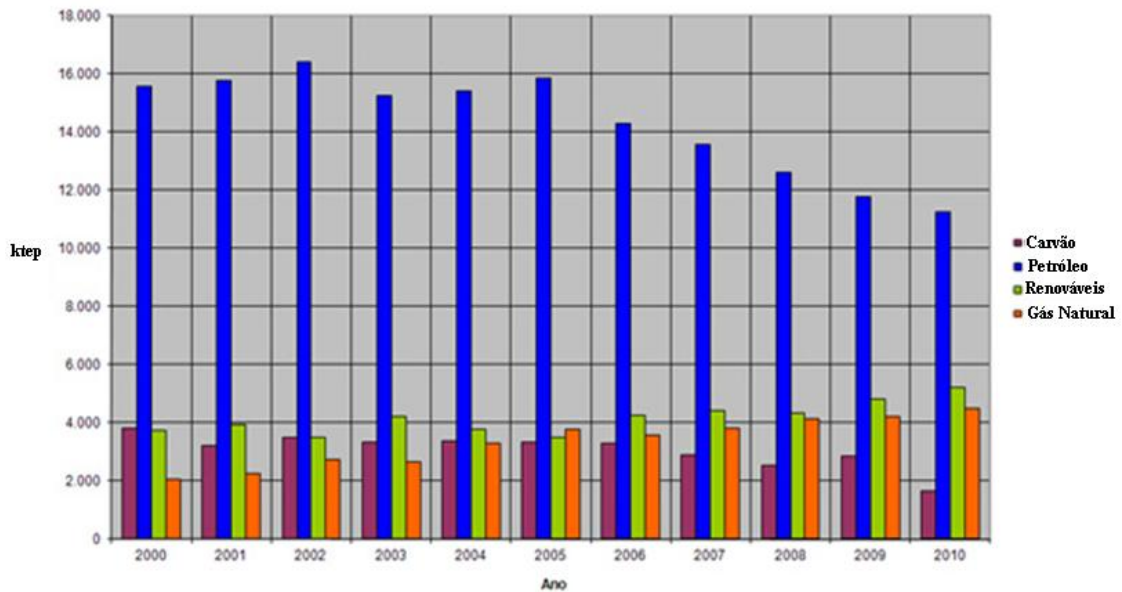


Figura 1.3 – Evolução do consumo de Energia Primária em Portugal (2000-2010).
Fonte:DGEG.

As energias renováveis em Portugal

Nas metas anunciadas na Estratégia Nacional para a Energia (ENE 2020), as renováveis devem representar 60% da energia elétrica produzida em 2020 e 31% de toda a energia final consumida. O sector eólico deverá ser o maior responsável pelo cumprimento deste objetivo, prevendo-se atingir 7000 MW instalados em 2020. Quanto à hídrica, as metas anunciadas apontam para que a potência hídrica possa atingir os 8800 MW, até 2020. Já no que diz respeito ao fotovoltaico, o objetivo da ENE 2020 estabelece a instalação de 1500 MW, também até 2020. Prevê-se, ainda, lançar um programa de minigeração destinado a projetos com potências até 250 kW [31].

No final de Dezembro de 2011, Portugal tinha 10 323 MW de capacidade instalada para produção de energia elétrica a partir de fontes de energia renováveis (FER) [2] [41].

Está representado na **figura 1.4** a evolução da energia produzida a partir de fontes renováveis no período compreendido entre 2003 e 2011.

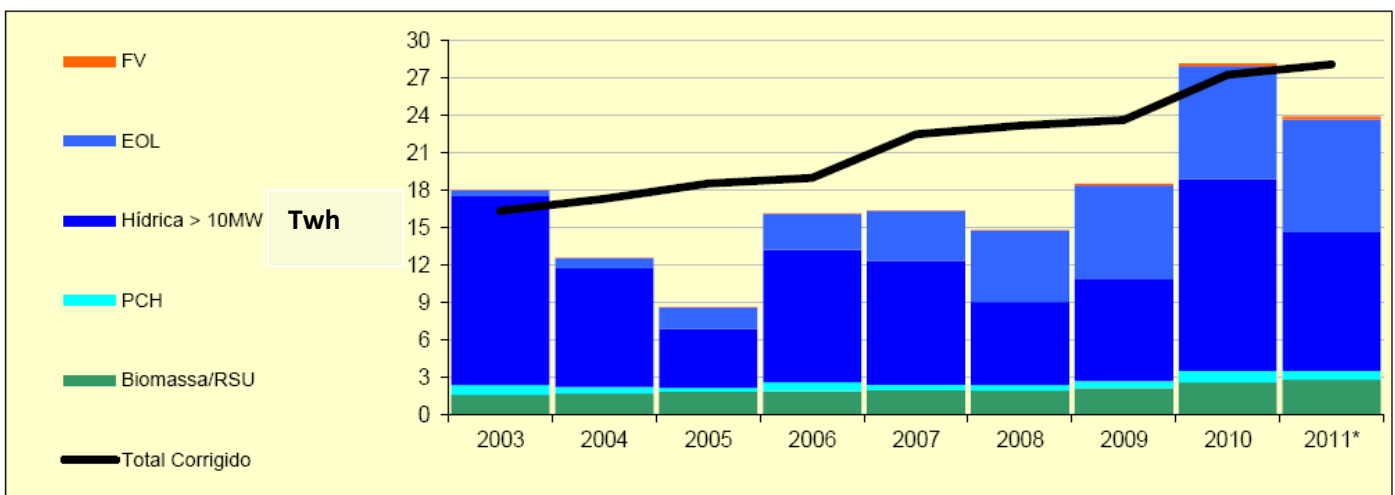


Figura 1.4 – Evolução da energia produzida a partir de fontes renováveis (TWh).
Fonte:DGEG.

*A potência instalada e produção fotovoltaica incluem a microgeração

1.4 Promoção da eficiência energética

Promover medidas do lado da procura da eficiência energética é, de longe, a forma mais eficaz de reduzir as emissões de dióxido de carbono (CO₂). A eficiência energética também promove a competitividade económica e estimula o desenvolvimento de novos mercados de tecnologias e produtos energeticamente eficientes.

Estima-se que a Europa continue a desperdiçar, pelo menos, 1/5 da sua energia, devido à elevada ineficiência do uso da energia, correspondendo a mais de 30 - 45 milhões de toneladas de CO₂ em cada ano. A Comissão Europeia apresentou, em Outubro de 2006, um plano de atuação para a eficiência energética, para que sejam alcançados os objetivos de potencial poupança de mais de 20% do consumo de energia primária anual em 2020, comparado com o cenário de referência [18].

Com estas diretivas da comissão Europeia sobre Eficiência Energética e Serviços de energia são criadas as condições de base para a descentralização da produção de energia e é provido o acesso à riqueza de recursos renováveis que a natureza oferece, logo vai ser cada vez mais frequente edifícios que transformam recursos renováveis em recursos úteis (recorrendo a energias renováveis e à água pluvial) transformando-os em microprodutores. [33].

1.5 Enquadramento legislativo

Em seguida será feito o enquadramento legislativo vigente em Portugal sobre a certificação energética de edifícios e a microprodução, legislação de base do presente trabalho.

1.5.1 Programa Certificação Energética de Edifícios

O sector dos edifícios consome cerca de 40% dos recursos energéticos da UE. As habitações têm dois terços do consumo total de energia dos edifícios europeus. Esse consumo aumenta todos os anos à medida que o nível de vida da população vai melhorando.

A nível nacional surgiu a diretiva do desempenho energético dos edifícios (Diretiva 2002/91/EC de 16 de Dezembro), que foi transposta para a legislação Portuguesa em 3 diplomas: SCE – Sistema Nacional de Certificação Energética e da Qualidade do Ar Interior nos Edifícios (DL 78/2006); RSECE – Regulamento dos Sistemas Energéticos de Climatização em Edifícios (DL 79/2006) e RCCTE – Regulamento das Características de Comportamento Térmico dos Edifícios (DL 80/2006).

A diretiva comunitária relativa ao desempenho energético dos edifícios garante uma homogeneização da construção de edifícios em toda a Europa de modo a consumir menos energia em toda a Europa, aumentando-se igualmente o conforto dos utilizadores.

Estudos recentes apontam para que a aplicação de normas mais rigorosas aos novos edifícios e aos edifícios que sejam objeto de obras importantes de renovação permitirá economizar mais de 1/5 de energia atualmente consumida até 2010 [18].

1.5.2 Microprodução

A microprodução consiste na produção de eletricidade numa instalação de baixa tensão e pequena potência, a qual será integralmente vendida à rede.

O DL n.º 312/2001 estabelece as condições que permitiam que os novos centros electroprodutores do Sistema Elétrico Independente (SEI) pudessem enviar e receber eletricidade das redes Sistema Elétrico de Serviço Público (SEP). No entanto este DL não estabelecia nenhum tipo de distinção perante a potência nominal ou localização geográfica dos sistemas electroprodutores, centralizando assim a administração dos processos de licenciamento de micro e pequena dimensão.

A regulamentação da microprodução como atividade de produção de eletricidade com a possibilidade de fornecer energia à rede pública foi inicialmente regulamentada no DL n.º 68/2002. Neste decreto estava regulamentada a produção de energia essencialmente para auto consumo, havendo a possibilidade de entregar a energia excedente à rede pública ou terceiros, não podendo a potência a entregar à rede pública ser superior 150 kW, e tendo o consumo próprio ou fornecimento a terceiros que representar no mínimo 50% da energia elétrica produzida.

Surgiu necessidade da simplificação do regime de licenciamento existente. Nesse sentido foi criado o Sistema de registo para Microprodutores (SRM), que é uma plataforma eletrónica para registo e gestão das instalações de microgeração efetuadas ao abrigo do Decreto-Lei 118-A/2010, também denominado de Renováveis na Hora [9] [23].

Na **tabela 1.1** apresenta-se resumidamente a legislação necessária para o enquadramento legal da microprodução.

Tabela 1.1 – Legislação aplicada à microprodução
Fonte: www.renovaveisnadora.pt.

DESPACHO DGEG de 30 de Dezembro de 2010	Divulga o valor da tarifa aplicável no ano (2011) e a quota de potência de ligação a alocar nesse ano.
PORTARIA n.º 1278/2010 de 16 de Dezembro	Fixa a tarifa de referência da remuneração dos pré-registos no Sistema de Registo de Microprodução.
DECRETO-LEI n.º 118-A/2010 de 25 de Outubro	Simplifica o regime jurídico aplicável à produção de eletricidade por intermédio de instalações de pequena potência, designadas por unidades de microprodução, e procede à segunda alteração ao Decreto-Lei n.º 363/2007, de 2 de Novembro, e à segunda alteração ao Decreto-Lei n.º 312/2001, de 10 de Dezembro.
DECRETO-LEI n.º 363/2007 de 2 de Novembro	Estabelece o regime jurídico aplicável à produção de eletricidade por intermédio de unidades de microprodução.

Condições de acesso à atividade

A potência da instalação de produção no ponto de receção é limitada a 50% da potência contratada, com o seguinte valor máximo de potência de ligação [27]:

- 5,75 kW (no regime geral);
- 3,68 kW (no regime bonificado).

O limite de 50% não é aplicado a condomínios, contudo, mantêm-se os valores máximos.

Existe um limite técnico para o somatório das potências registadas associadas a cada PT, que corresponde a 25% da potência instalada nesse PT.

O acesso à atividade de microprodução é sujeita a registo no SRM [27].

Podem exercer a atividade de instalação as seguintes entidades instaladoras de unidades de microprodução [27] :

- Empresários em nome individual;
- Sociedade comercial.

Regimes remuneratórios

Os regimes de remuneratórios são divididos nos seguintes grupos [27]:

Regime geral – As condições de acesso ao regime geral aplicam-se a todas as entidades com acesso à atividade de microprodução, e que são as seguintes [24]:

- Potência de ligação limitada a 50% da potência contratada com um máximo de 5,75 kW (25 A monofásicos);
- Restantes instalações onde não foram instalados coletores solares térmicos para aquecimento de água na instalação de consumo, com uma área de 2 m² da área de coletor;
- Produção de energia por cogeração com base em energia não renovável;

Regime bonificado – As condições de acesso ao regime bonificado aplicam-se resumidamente nas seguintes condições [24]:

- No caso de uma instalação não integrada num condomínio, a potência de ligação é limitada a 50% da potência contratada, com um máximo de 3,68 kW;
- No caso de uma instalação integrada num condomínio, a potência de ligação é limitada a um máximo de 3,68 kW;

- Aplicável a todos os produtores com potência de ligação até 3,68 kW (16 A monofásicos) que utilizam as seguintes fontes renováveis:
 - Solar;
 - Eólica;
 - Hídrica;
 - Cogeração a biomassa;
 - Pilhas de combustível (com base em hidrogénio proveniente de microprodução renovável)

Tarifa a aplicar no ano 2011

O n.º 10 do Artigo 11.º do Decreto-Lei n.º 363/2007, de 2 de Novembro, com a redação que lhe foi dada pelo Decreto-Lei n.º 118-A/2010, de 25 de Outubro, determina essencialmente que o valor da tarifa de referência aplicável às unidades de microprodução que obtenham o respetivo certificado de exploração em 2011 é de 380 €/MWh [26].

Remuneração e faturação

1. O regime bonificado passa a ser aplicado durante 15 anos.
2. Nos primeiros 8 anos, a energia é vendida tendo como valores de referência 0,40€/kWh e nos 7 anos seguintes, pela tarifa de 0,24€/kWh.

Cálculo do valor da tarifa de venda de energia

Caso seja usada uma combinação de tecnologias de produção de energia, a fórmula de cálculo a aplicar para obtenção da tarifa de venda de energia do produtor ao comercializador tem por base a média ponderada das percentagens individuais de cada fonte de energia utilizada, considerando como fator de ponderação os limites máximos anuais da energia vendida por tipo de produção, LME_{PS} (produção solar) e LME_{RP} (restantes produções), será a seguinte [24]:

$$T_V = \frac{LME_{PS}(T_R \times P_S) + LME_{RP}[0,7(T_R \times P_E) + 0,3T_R(P_H + P_B)]}{LME_{PS}P_S + LME_{RP}(P_E + P_H + P_B)} \quad (1)$$

T_V – Tarifa de venda

T_R – Tarifa de referência

P_S – Potência solar

P_E – Potência eólica

P_H – Potência hídrica

P_B – Potência biomassa

e considerando nulas P_H (produção hídricas) e P_B (produção de biomassa) e que os limites de produção fixados são:

- LME_{PS} (produção solar) = 2,4 MW/ano por kW instalado;
- LME_{RP} (restantes produções) = 4,0 MW/ano por kW instalado.

$$T_V = \frac{LME_{PS}(T_R \times P_S) + LME_{RP}[0,7(T_R \times P_E)]}{LME_{PS}P_S + LME_{RP}(P_E)} \quad (2)$$

Considerando:

$$K = \frac{P_E}{P_S} \quad (3)$$

$$\beta = \frac{LME_{RP}}{LME_{PS}} \quad (4)$$

Pode-se simplificar a expressão para o cálculo da tarifa de venda de uma unidade de microprodução solar e eólica, utilizando as relações da potência eólica e da potência solar (K), como a relação entre o LME_{RP} (restantes produções) e o LME_{PS} (produção solar) (β).

$$\frac{T_V}{T_R} = \frac{1 + 0,7K\beta}{1 + K\beta} \quad (5)$$

1.6 Estrutura da tese

Esta Dissertação foi estruturada em cinco capítulos.

O primeiro capítulo é onde o tema é introduzido de modo geral, começando por descrever a evolução do mercado global de energia, passando depois ao nível localizado de Portugal sendo feita a caracterização energética interligando as temáticas das energias renováveis e a promoção da eficiência energética. São também descritos os aspetos legislativos, tarifas e taxas, respeitante à microprodução.

No segundo capítulo são apresentados os princípios da arquitetura bioclimática interligando com os princípios de construção/gestão sustentável, domótica e sistemas de gestão energética.

No terceiro capítulo são apresentadas as tecnologias normalmente utilizadas na integração de energias renováveis em edifícios, respetivamente:

- Fotovoltaica;
- Eólica.

No quarto capítulo é efetuada a análise técnica e económica do caso de estudo apresentando resultados respeitantes aos seguintes cenários:

- Sensibilidade a diferentes níveis de consumo – 4000 kWh/ano e 6000 kWh/ano;
- Sensibilidade a diferentes níveis de geração;

- Sensibilidade a valores de custo do equipamento considerado para cada solução técnica exequível.

No quinto capítulo são apresentadas as conclusões do estudo efetuado tendo por base os resultados obtido das simulações efetuadas.

No próximo capítulo será abordado a temática da arquitetura bioclimática. A microprodução está mais em sintonia quando instalado numa habitação que tenha como principio a eficiência energética, a base dessa eficiência começa pela utilização da arquitetura bioclimática para projetar a habitação.

Capítulo 2

Arquitetura Bioclimática: Conceção de Edifícios Sustentáveis

Resumo

Neste capítulo são apresentados de forma resumida os princípios da arquitetura bioclimática.

2. Arquitetura Bioclimática: Conceção de Edifícios Sustentáveis

Introdução

A arquitetura bioclimática consiste no dimensionamento dos edifícios tendo em consideração as condições climáticas, utilizando os recursos disponíveis na natureza (sol, vegetação, chuva, vento) para minimizar os impactos ambientais e reduzir o consumo energético. Tem em consideração as condições ambientais para que se atinjam bons índices de conforto térmico e de qualidade do ar no interior [18].

2.1 Princípios de Arquitetura Bioclimática

As variáveis climáticas que mais influenciam os edifícios, em termos de transferência de calor, são a temperatura do ar exterior e a radiação solar. A temperatura do ar, variável indutora das trocas de calor através da envolvente do edifício, determina o estabelecimento de fluxos energéticos do interior para o exterior. Estes fluxos ocorrem fundamentalmente no período de Inverno, tratando-se neste caso de perdas térmicas, enquanto no Verão o sentido do fluxo tem tendência a inverter-se passando a estar-se numa situação de ganhos térmicos [18] [19].

No Inverno as denominadas perdas térmicas constituem a razão principal para a diminuição da temperatura interior num edifício e um dos principais aspetos a acautelar no projeto. As medidas normalmente adotadas para a redução de perdas corresponde a utilização de soluções de isolamento térmico nos elementos opacos (paredes, cobertura e pavimentos) e/ou a utilização de vidros duplos nos vãos envidraçadas [18] [19].

No Verão os ganhos térmicos por troca de calor, em que o fluxo de transferência de calor, tem o sentido do exterior para o interior, é uma situação que contribui para aumentar a carga térmica do edifício e conseqüentemente a sua temperatura interna.

A outra variável de grande importância para os edifícios, é a radiação solar. Esta variável tem um papel determinante no conforto térmico em qualquer edifício, sendo que no Inverno constitui uma fonte de calor muito importante, contribuindo para o aumento da temperatura interior, constituindo no Verão uma fonte de calor a evitar, precisamente para evitar o aumento da temperatura interior nos edifícios [18] [19].

Estratégia Bioclimáticas

Um dos objetivos finais da conceção de edifícios bioclimáticos é a obtenção das condições de conforto dos seus utilizadores, que variam em função do clima, do edifício e também do tipo de utilização pelo que é necessário ter uma abordagem na conceção do edifício, tendo em atenção estes três parâmetros. É também importante realçar que à noção de conforto térmico estão associados fatores psicológicos e fisiológicos que variam de pessoa para pessoa e podem conduzir a diferentes sensações de conforto térmico, dadas as mesmas condições de ambiente térmico [18] [19].

O conjunto de parâmetros que influenciam diretamente o conforto térmico que podem ser diferenciados em:

- Fatores Pessoais: Atividade metabólica e vestuário;
- Fatores Ambientais: Temperatura do ar, temperatura média, velocidade do ar e humidade relativa.

Os primeiros estão totalmente dependentes dos utilizadores dos edifícios e da sua atividade e os segundos estão dependentes da qualidade da envolvente dos edifícios [18] [19].

Na **figura 2.1** encontra-se o quadro resumido com as estratégias bioclimáticas. Através do quadro conseguimos escolher de uma forma mais expedita a ação a tomar para promover ganhos, promover perdas, reduzir perdas e evitar ganhos nos cenários de Inverno e Verão. Através dos sistemas de condução, convecção, radiação e evaporação.

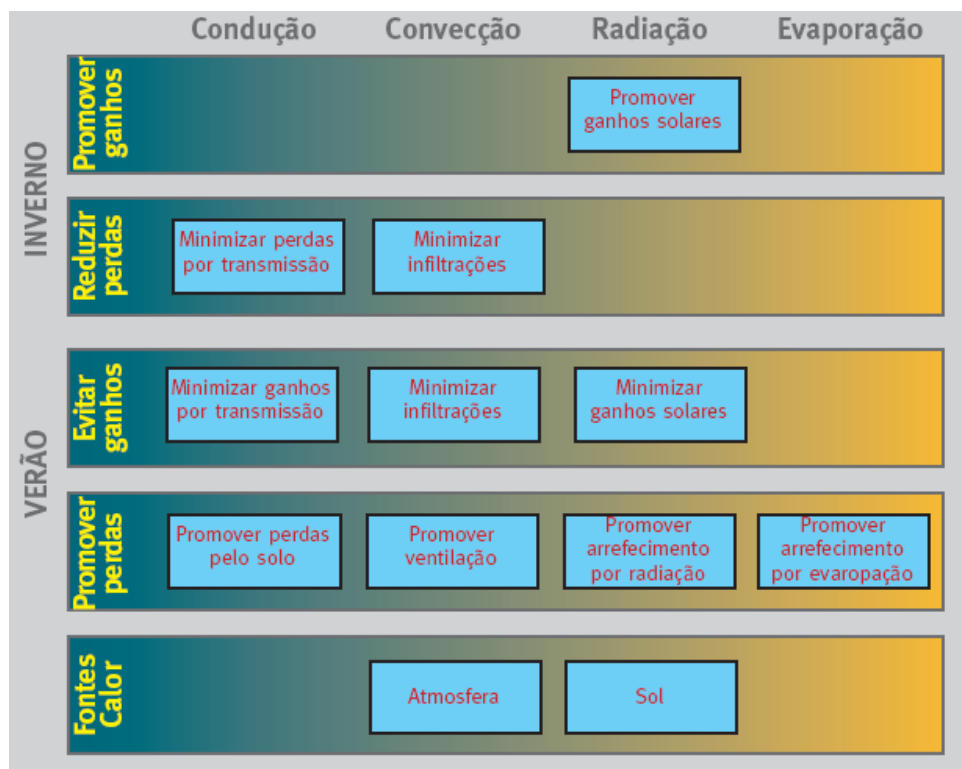


Figura 2.1 – Estratégias Bioclimáticas [19]

2.2 Princípios de Construção e Gestão Sustentável

Os fundamentos da construção sustentável assentam nos princípios já preconizados para a arquitetura bioclimática, sendo estes dois conceitos complementares.

No desenvolvimento de projetos de construção sustentável têm que estar contempladas as componentes ambientais, económicas, sociais e culturais, ao longo de toda a vida dos mesmos, nas etapas de planeamento, conceção, construção, exploração e desativação.

Na fase de planeamento deverá ser dado especial enfoque aos seguintes pontos:

- **Local / Ambiente:** Identificar métodos para reduzir o impacto ambiental do local do projeto e respetiva envolvente;
- **Seleção dos materiais:** Escolher materiais de construção mais amigáveis do ambiente, evitando-se materiais prejudiciais e tóxicos;
- **Prevenção de resíduos:** Utilizar métodos para reduzir e eliminar os resíduos nas diversas etapas do projeto;
- **Reutilização de materiais:** Identificar materiais reutilizáveis e métodos para facilitar a futura reutilização de sistemas, equipamentos, produtos e materiais;
- **Reciclagem:** Utilizar materiais que possam ser reciclados no final de cada fase de construção;
- **Tecnologias de construção:** Identificar tecnologias que poderão ser utilizadas durante a construção para a eficiência e redução dos resíduos;
- **Energia:** Deverá melhorar-se o desempenho energético dos edifícios, reduzindo o consumo de energia;
- **Água:** Deverão utilizar-se dispositivos que reduzam o consumo de água e introduzir sistemas de tratamento e reutilização que permitam um aproveitamento para utilizações que não exijam água potável;
- **Qualidade do Ar Interior (QAI):** Assegurar que a QAI é privilegiada nos métodos e materiais construtivos utilizados e monitorizar frequentemente os parâmetros de QAI, durante a utilização do edifício [18].

2.2.1 Conceção de Edifícios Sustentáveis

A conceção de um edifício/habitação sustentável deverá ter uma abordagem global, em que sejam contempladas as diversas medidas passivas e ativas, aplicadas no aquecimento e arrefecimento, mantendo o mesmo nível de conforto dos sistemas convencionais utilizados.

Sistemas passivos nos edifícios

Quando se fala em sistemas passivos, refere-se a dispositivos construtivos integrados nos edifícios, cujo objetivo é de contribuir para o seu aquecimento ou arrefecimento natural. No caso do aquecimento, estes sistemas pretendem maximizar a captação do sol no Inverno (através de vãos envidraçados bem orientados e dimensionados) aos quais se podem associar elementos passivos, que permitirão o armazenamento da energia solar e sua utilização em horas posteriores.

Estes dispositivos são geralmente denominados de Sistemas de Aquecimento Passivo.

No caso do arrefecimento, pretende-se tirar partido de fontes frias que permitirão arrefecer o edifício. Uma fonte fria no Verão é o próprio solo, cujas temperaturas são sempre inferiores à temperatura do ar exterior, sendo pois uma excelente fonte de arrefecimento dos edifícios. Outra fonte fria é o ar exterior, que em determinadas horas do dia (noite e manhã) apresenta uma temperatura inferior à temperatura interior dos próprios edifícios [19].

Sistemas de aquecimento

Os sistemas destinados ao aquecimento passivo podem ser caracterizados como aqueles que, fazendo parte integrante da estrutura construtiva, desempenham o papel de colectores solares e acumuladores da energia solar neles incidentes e ainda de agente de distribuição de energia-calor por processos naturais de transferência.

Em todos os sistemas solares passivos destinados ao aquecimento existem dois elementos básicos a ter em conta [19]:

- Superfície envidraçada a sul, ou no quadrante sudeste-sudoeste (na região sobre tropical norte), para captação da radiação solar;
- Massa térmica para absorção, armazenamento e distribuição de calor.

Existem dois tipos de sistema: Ganho direto e o ganho indireto.

Sistema de ganho direto

Nos sistemas de ganho direto, o espaço a aquecer dispõe de vãos envidraçados bem orientados de forma a possibilitar a incidência da radiação no espaço e nas massas térmicas envolventes (paredes e pavimentos) como está representado na **figura 2.2** [19].

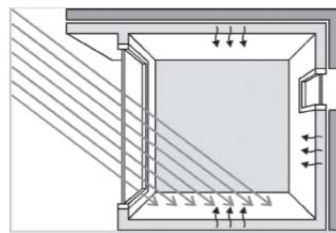


Figura 2.2 – Sistema de ganho direto [19]

Sistema de ganho indireto ou desfasado

Nos sistemas de ganho indireto, a massa térmica dos sistemas é interposta entre a superfície de ganho e o espaço a aquecer. A massa térmica absorve a energia solar nela incidente, sendo posteriormente transferida para o espaço. Esta transferência pode ser imediata ou desfasada, conforme a estratégia de circulação (ou não) do ar que for adotada. Um exemplo dessa técnica é a Parede de Trombe*, demonstrada na **figura 2.3** o seu funcionamento [19].

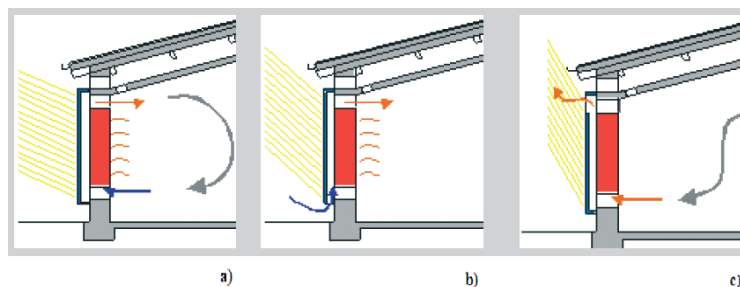


Figura 2.3 – Funcionamento de uma Parede de Trombe* Inverno (a), Outono (b) Verão (c) [19]

*A parede de Trombe comporta-se como uma "estufa", deve ser orientada a sul, é constituída por um vidro exterior, um muro de grande densidade e espessura, o espaço entre eles forma uma caixa-de-ar. A energia do sol é absorvida pela parede, onde é constituída por um vidro exterior, um muro de armazenada para quando for necessária seja irradiada o calor para a divisão a que pertence quando for mais necessário.

Nos sistemas de ganho isolado, a captação dos ganhos solares e o armazenamento da energia captada não se encontram nas áreas ocupadas dos edifícios, pelo que operam independentemente do edifício. Os espaços estufas são exemplos deste sistema e utilizam a combinação dos efeitos de ganho direto e indireto. A energia solar é transmitida ao espaço adjacente à estufa por condução através da parede de armazenamento que os separa e ainda por convecção, no caso de existirem orifícios que permitem a circulação de ar como é observado na **figura 2.4** o sistema de ganho isolado [19].

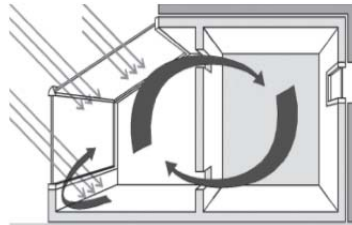


Figura 2.4 – Sistema de ganho isolado [19]

Sistemas de arrefecimento

Os sistemas de arrefecimento passivo baseiam-se em estratégias que visam utilizar as fontes frias existentes de forma a diminuir a temperatura no interior dos edifícios. Desta forma, os sistemas de arrefecimento passivo podem eliminar ou diminuir consideravelmente a necessidade de um sistema de climatização mecanizado. Algumas das soluções que conduzem à prevenção e atenuação de ganhos de calor são [9]:

- Ventilação Natural;
- Arrefecimento pelo Solo;
- Arrefecimento Evaporativo;
- Arrefecimento Radiativo.

Ventilação Natural

A circulação de ar contribui para a diminuição da temperatura interior e ainda para a remoção do calor sensível armazenado na massa térmica, na **figura 2.5** está a representação da ventilação transversal [19].

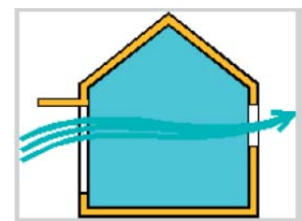


Figura 2.5 – Ventilação Transversal [19]

Arrefecimento pelo Solo

O solo, no Verão, apresenta temperaturas inferiores à temperatura exterior, constitui-se como uma importante fonte fria e poderá, no período de Verão, intervir como uma fonte de dissipação de calor, dissipação esta que pode ocorrer por processos diretos ou indiretos [19]. Na **figura 2.6** encontra-se a representação do arrefecimento pelo solo.

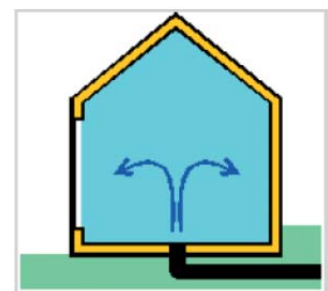


Figura 2.6 – Arrefecimento pelo Solo [19]

Arrefecimento Evaporativo

Esta estratégia baseia-se na diminuição de temperatura associada à mudança de fase de água do estado líquido ao estado de vapor. Quando o decréscimo é acompanhado de um aumento do conteúdo do vapor de água, trata-se de um arrefecimento evaporativo direto. Neste caso, o ar exterior é arrefecido por evaporação da água, antes de entrar no edifício [19]. Observa-se na **figura 2.7** a ilustração do arrefecimento evaporativo.

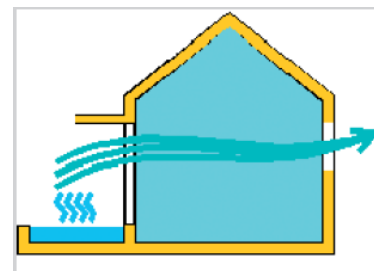


Figura 2.7 – Arrefecimento Evaporativo [19]

Arrefecimento Radiativo

A emissão de radiação por parte dos elementos da envolvente exterior de um edifício poderá ser utilizada no arrefecimento do mesmo. As perdas por radiação ocorrem durante os períodos diurnos e noturnos, tratando-se pois de um processo contínuo. É, no entanto, durante o período noturno que os seus efeitos se fazem mais sentir em virtude da ausência de radiação solar direta [19]. Apresenta-se na **figura 2.8** a ilustração do arrefecimento radiativo.

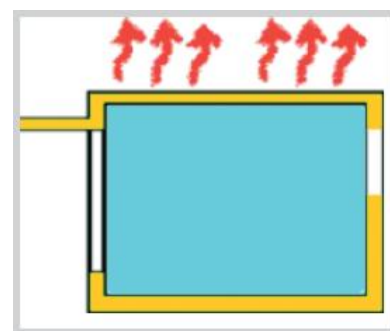


Figura 2.8 – Arrefecimento radiativo [19]

2.2.2 Sistema solar térmico

Os sistemas solares térmicos baseiam-se no princípio de conversão da energia radiante, incidente numa superfície, em calor. Esta tecnologia possui diversas aplicações que vão desde a produção de energia elétrica em grandes centrais solares térmicas, que necessitam de temperaturas muito elevadas, passando por aplicações em processos industriais até aplicações que necessitem de baixas temperaturas. Desta última, destacam-se as aplicações na produção de água quente sanitária (AQS), aquecimento de piscinas e aquecimento ambiente.

Os processos que requerem baixas temperaturas ocorrem, sobretudo, em edifícios ou habitações, onde existe a necessidade de aquecimento de águas sanitárias e aquecimento e arrefecimento ambiente [30].

Classificação dos sistemas solares térmicos

Os sistemas solares térmicos podem ser classificados em função da circulação do fluido térmico, em função da orientação do painel e em função dos circuitos existentes. Quanto à forma de circulação do fluido térmico, estes sistemas podem ser do tipo passivo (sistema onde se incluem os chamados sistemas térmicos de termossifão com ou sem acumulação integrada) ou do tipo ativo (em que a circulação do fluido térmico é feita recorrendo a uma bomba).

Quanto à caracterização destes sistemas em função dos circuitos existentes, estes sistemas classificam-se em sistemas diretos e sistemas indiretos. Nos sistemas diretos, a água potável, ou

água sanitária, que é utilizada no edifício ou habitação percorre o painel solar para ser aquecida e posteriormente utilizada. Nos sistemas indiretos o circuito solar é um circuito distinto do circuito das águas sanitárias [30]. Na **figura 2.9** encontra-se os exemplos dos sistemas solares térmicos de termossifão e de circulação.

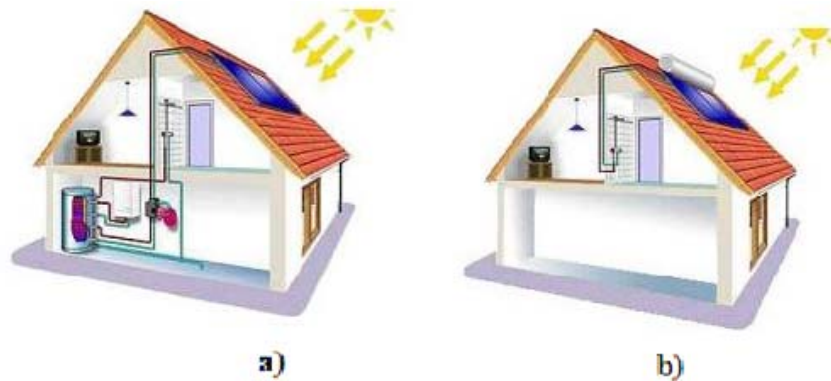


Figura 2.9 – a) Sistema solar térmico de termossifão, b) Sistema solar térmico de circulação
Fonte: www.renovaveisnagora.pt.

2.2.3 Atenuação Climática

As coberturas representam uma das maiores áreas de transferência de calor num edifício, coberturas planas introduzem ganhos solares importantes na estação de arrefecimento. Podem-se aplicar as seguintes técnicas na cobertura [21]:

- Coberturas verdes;
- Coberturas com água;
- Coberturas em vão ventilado;
- Coberturas bem isoladas termicamente.

2.2.4 Sistema Geotérmico / Sistema Passivos de Arrefecimento

Os sistemas geotérmicos, ou sistemas passivos de arrefecimento, têm como principal objetivo a substituição dos aparelhos de ar-condicionado no aquecimento / arrefecimento da habitação. O termo passivo, neste sistema, diz respeito a tecnologias que não requerem qualquer tipo de consumo de energia elétrica no seu funcionamento. Em regiões de climas temperados, a temperatura do solo a uma profundidade de 2 a 3 m, pode ser suficiente inferior, durante o verão, e superior o suficiente durante o inverno, à temperatura superficial fazendo com que estes sistemas satisfaçam as necessidades de arrefecimento / aquecimento da habitação [30]. Na **figura 2.10** está o exemplo de um sistema geotérmico de captação horizontal.

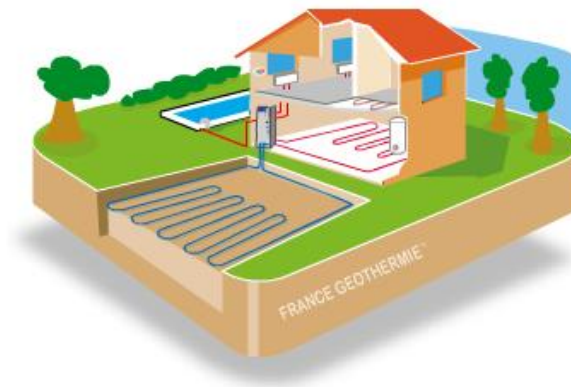


Figura 2.10 – Captação horizontal
Fonte: www.geotermiadeportugal.pt.

2.2.5 Iluminação

Na iluminação artificial a substituição de lâmpadas incandescentes por lâmpadas de baixo e de muito baixo consumo – fluorescente e LED (*Light Emitting Diode*) – é uma das medidas mais fáceis e mais economicamente viáveis para reduzir o consumo de energia.

As medidas para conseguir uma iluminação mais eficiente são as seguintes [18] [21]:

- Escolha de aparelhos de elevada eficiência;
- Utilização de lâmpadas eficientes;
- Utilização de balastros electrónicos;
- Controlo de encadeamento (UGR);
- Controlo da iluminação.

2.2.6 Equipamentos Elétricos

Os electrodomésticos classe A são muito mais eficientes do que os restantes e contribuem para a otimização do desempenho energético-ambiental da habitação.

Uma grande parte do consumo de energia doméstica está concentrada na cozinha. A dimensão adequada dos electrodomésticos e a sua utilização eficiente são, um aspecto importante a considerar.

Os electrodomésticos classe A (de que existem também as classes A+ ou A++) são muito mais eficientes no uso da energia e no uso da água do que aqueles com outras classificações e contribuem para a otimização do desempenho energético-ambiental da habitação [18].

2.2.7 Gestão da Água

Os edifícios podem ser concebidos e construídos de forma a otimizar a procura de água potável, durante a fase de operação. Por um lado canalizando a água potável apenas para os usos que precisam de todas as suas qualidades e, por outro lado, reduzindo a quantidade necessária para o uso que lhe é dado. No entanto, hoje em dia, a água potável é utilizada para usos que devem ser satisfeitos por uma água que pode ter uma qualidade inferior.

A água potável deve ser reciclada e reutilizada e, também, toda a água da chuva que cai nas coberturas dos edifícios, deve ser recolhida em depósitos e, com o devido tratamento, reutilizada para as funções que não carecem de água potável (Trata-se de reavivar a noção de cisterna).

Existem no mercado tecnologias relevantes para produzir água reciclada a partir de água da chuva e das águas cinzentas, água esta que, ao ser regenerada, pode satisfazer os usos que carecem de água potável.

A água reciclada não é nociva à saúde humana, porque os sistemas de reciclagem, na sua última fase de tratamento, devem garantir a eliminação de bactérias. Nas habitações deve-se, ter dois abastecimentos de água distintos, com contadores individuais. Um será para a água potável e o outro para a água reciclada.

Na gestão da oferta existem medidas que, ao serem implementadas em fase de projecto e de construção ou reabilitação, podem contribuir para reduzir consideravelmente a procura de água potável nas nossas habitações na **figura 2.11** encontra-se representado um sistema de recolha de águas pluviais aplicado numa habitação [18][30]:



- O aproveitamento de águas da chuva (com recolha nas coberturas), através da instalação de um sistema de reciclagem;
- Redução do consumo de água potável até 50% e conseqüente diminuição dos custos associados ao seu consumo;
- Controlo do escoamento superficial e prevenção de inundações;
- Baixos custos de primeiro investimento e funcionamento;
- Ausência de Ruído;

Figura 2.11 – Sistema de recolha de águas pluviais [29]

- O aproveitamento de águas cinzentas, observado na **figura 2.12** (usadas, provenientes dos lava-loiças, lavatórios, duchas, banheiras e bidés), através da instalação de um sistema de reciclagem.

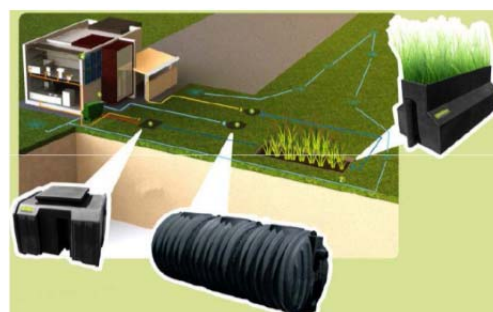


Figura 2.12 – Sistema de recolha de águas cinzentas [21]

A implicação principal de qualquer sistema de reciclagem de águas da chuva e águas cinzentas é a construção de reservatórios, capazes de armazenar a quantidade de água a reciclar, podendo estes, na sua maioria, ser subterrânea [18].

2.3 Domótica

A Domótica é uma tecnologia que permite a gestão de todos os recursos de uma habitação/edifício. A domótica surgiu com o intuito de controlar a iluminação, condições de climatização e a segurança, bem como a interligação entre todos estes elementos.

A vantagem de um sistema domótico face a sistemas de alarme ou outros automatismos, é o facto de ele próprio se ir otimizando, com base nas informações recolhidas pelos diversos dispositivos que estão ligados ao sistema.

A automatização de edifícios envolve questões técnicas e funcionais. Sob um ponto de vista funcional devem-se analisar questões como “que funções a realizar”, “quando realizá-las” (em tempo) e “como se realizam” fisicamente.

Os sistemas domóticos deverão ter uma capacidade de inteligência distribuída e de interação com os diversos subsistemas de uma habitação/edifício (climatização, iluminação, segurança, eletrodomésticos, aparelhos de multimédia, comunicações, entre outros), de uma forma integrada numa única central que gere todos os espaços autónomos e todos os sistemas [18]. Na **figura 2.13** está a representação de um sistema domótico.

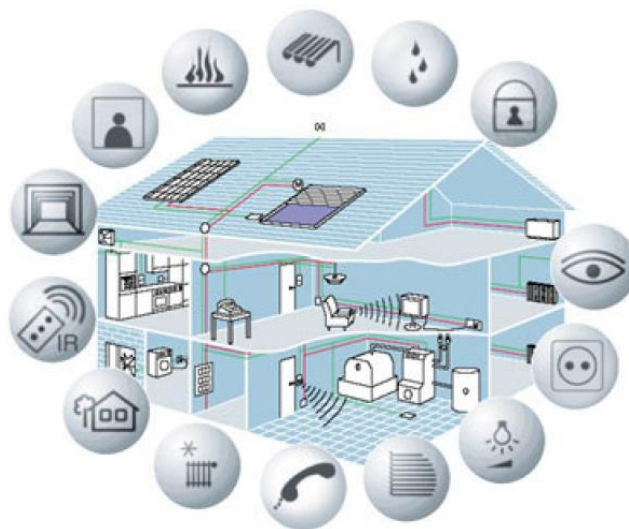


Figura 2.13 – Representação de um sistema domótico [20]

2.4 Sistemas de Gestão Energética

Um sistema de Gestão Energética (SGE) é um sistema integrado de gestão de informação. O SGE consiste num sistema computadorizado que está designado para controlo e monitorização das necessidades de aquecimento, ventilação e iluminação de um ou diversos edifícios.

O SGE adquire dados, em tempo real, dos diversos pontos das instalações, dos contadores de eletricidade, gás, água, vapor, ar comprimido, entre outros.

Trata-se de um sistema de apoio à decisão que pela monitorização e tratamento dos dados em tempo real permite:

- Calcular custos associados aos consumos;
- Editar relatórios de acordo com as necessidades dos diferentes utilizadores;
- Efetuar *benchmarking* entre as diferentes instalações da empresa ou entre secções na mesma instalação.

Os dados obtidos a partir do sistema, poderão ser utilizados para produzir previsões e análise, tendência de consumos anuais, permitindo à organização melhorar a sua eficiência energética otimizando processos e métodos, garantindo uma melhoria contínua.

Para além das funções de gestão de energia, o sistema também poderá estar preparado para controlar e monitorizar os parâmetros de qualidade do ar interior, permitindo desta forma fazer uma gestão global e integrada de todos os parâmetros.

O conjunto de contadores adquire os dados de contagem parcial dos consumos. A leitura de dados faz-se em tempo real. Esta informação é enviada para uma base de dados que disponibiliza os dados *on-line* via Internet, como está representado na **figura 2.14**.

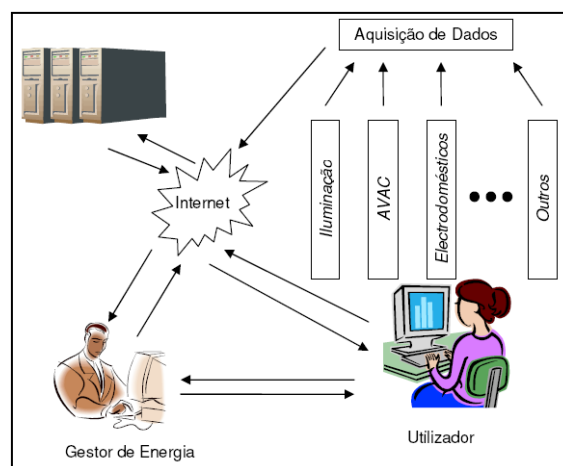


Figura 2.14 – Representação de um sistema de gestão energética [18]

No próximo capítulo será abordado o tema da produção de energia através de renováveis, focando nas seguintes fontes:

- Sistemas Fotovoltaicos.
- Sistemas Eólicos;

Capítulo 3

Produção de energia a partir de fontes renováveis

Resumo

Neste capítulo são apresentadas de forma resumida as tecnologias:

- Fotovoltaica;
- Eólica.

Adaptadas à integração de Energias Renováveis em edifícios.

3. Produção de energia a partir de fontes renováveis

Quando se fala de energias renováveis, estamos a referir-nos a um grande número de tecnologias que podem disponibilizar serviços de energia, na forma de electricidade, aquecimento e arrefecimento e soluções de transporte, de maneira sustentável.

Uma fonte de energia sustentável é aquela que não é comprometida pelo seu uso continuado, não emite gases poluentes em quantidades significativas e não dá lugar a problemas ambientais. Neste contexto, as fontes renováveis parecem ser mais sustentáveis que os combustíveis fósseis ou nucleares: são praticamente inesgotáveis e o seu uso provoca emissões mais reduzidas de gases nocivos [31].

3.1 Dimensionamento de sistemas Fotovoltaicos para microprodução de electricidade

3.1.1 Introdução

Chega à superfície da terra apenas uma pequena parte da energia emitida permanentemente pelo sol, representado na **figura 3.1**, que justifica por isso desenvolver tecnologia necessária para poder aproveitá-la. Como exemplo das tecnologias, as células fotovoltaicas e os sistemas solares térmicos [3].

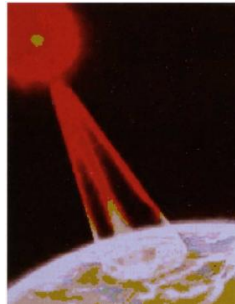


Figura 3.1 – Incidência solar na Terra [3]

O sol emite permanentemente radiações à temperatura de 6000 °K, comportando-se como um corpo negro, essas radiações transmitem-se no espaço em forma de radiação electromagnética. O espectro da radiação solar é um conjunto contínuo de ondas de diversos comprimentos de ondas, onde a luz visível é apenas uma pequena parte. Na **figura 3.2** a parte de radiação visível ($\lambda=[10^{-7}, 10^{-5}]$ metros) é uma porção de espectro bastante reduzido, em relação ao total espectro da radiação do Sol.

Na **figura 3.3** temos os vários comprimentos de onda da radiação solar na Terra.

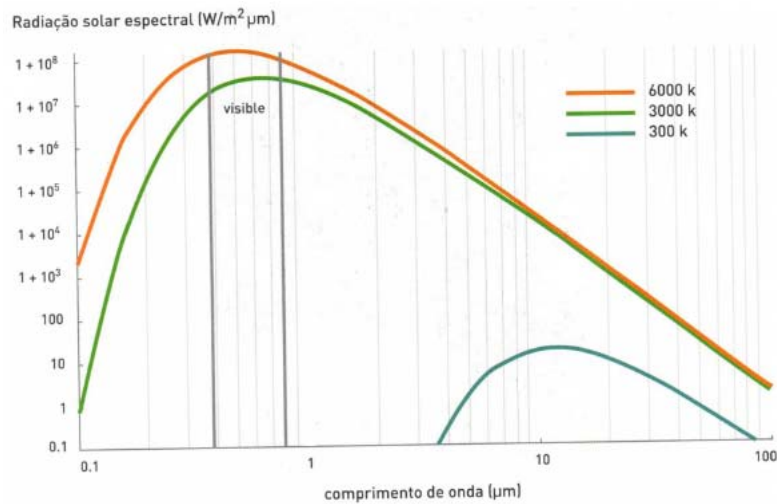


Figura 3.2 – Espectro da radiação solar na Terra [3]

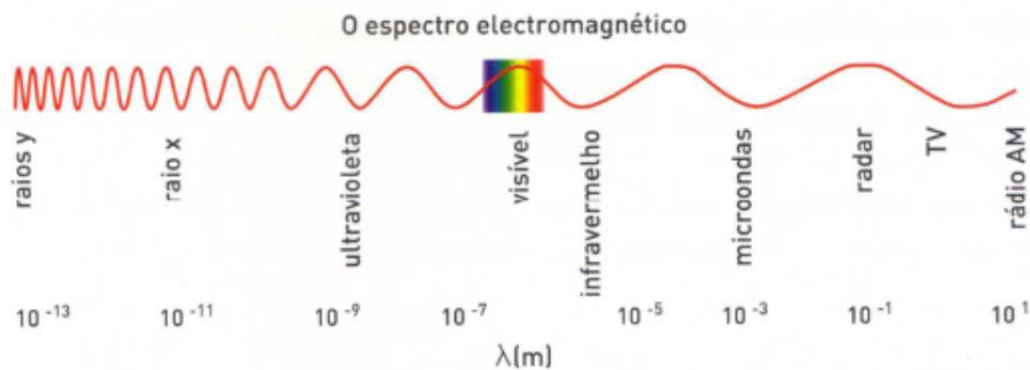


Figura 3.3 – Comprimento de onda da radiação solar na Terra [3]

Anualmente a Terra recebe $1,5 \times 10^{18}$ kWh de energia solar, o que corresponde a 190.000 vezes o consumo mundial de energia nesse período (2010) [3] [4].

A radiação ao longo do ano é praticamente constante e a sua variação incidente na superfície da Terra varia devido a [3]:

- Efeitos na Atmosfera de absorção e reflexão;
- Variação da humidade, nuvens, poluição, etc.;
- Latitude do local;
- Estação do ano, etc.

A decomposição da radiação solar incidente sobre um recetor na superfície da Terra está diferenciado em três componentes :

- **Radiação direta** – Constituída por fluxo da radiação incidentes em linha reta com o Sol;
- **Radiação difusa** – Todo o fluxo da radiação incidente excluindo as radiações diretas;
- **Radiação de albedo** – É a parte do fluxo da radiação incidente, direta ou difusa, reenviada em todas as direções por reflexão ou difusão na superfície de receção.

Na **figura 3.4** tem-se a representação das três componentes.

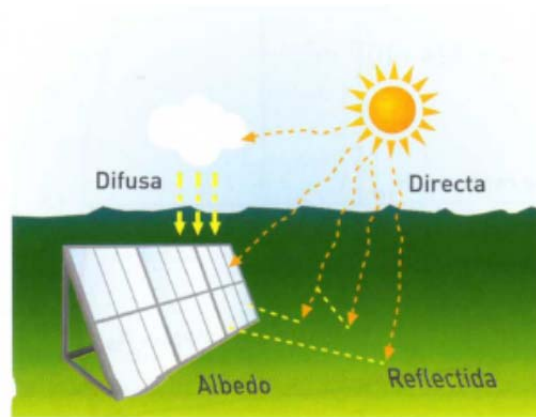


Figura 3.4 – Radiação solar incidente na Terra [3]

Declinação solar

O planeta Terra, no seu movimento de translação em torno do Sol, faz uma trajetória elíptica num plano que é inclinado em relação ao plano equatorial [3]. Na **figura 3.5** está a reprodução do campo magnético e a trajetória elíptica da Terra



Figura 3.5 – Campo magnético e a trajetória elíptica da Terra [3]

- **Solstício de Junho:** (21 de Junho).
Declinação máxima (+23,5°).
- **Solstício de Dezembro:** hemisfério Norte da Terra inclinado para o lado contrário ao Sol (21 de Dezembro).
Declinação mínima (-23,5°)
- **Equinócio de Março:** equador da Terra é alinhado com o plano que passa no centro do Sol (20 de Março).
Declinação nula.
- **Equinócio de Setembro:** equador da Terra e equador do Sol intersectam-se, definindo-se uma linha que passa no centro do Sol e da Terra (22 Setembro).
Declinação nula.

Para determinar a radiação recebida num painel fotovoltaico, tem de se ter em consideração a radiação incidente no instante, a área do painel e a inclinação do mesmo.

Encontram-se quantificados a nível internacional os valores médios da radiação recebida à superfície da Terra, por local.

Na **figura 3.6** ilustra a média de energia resultante da radiação incidente em Portugal.

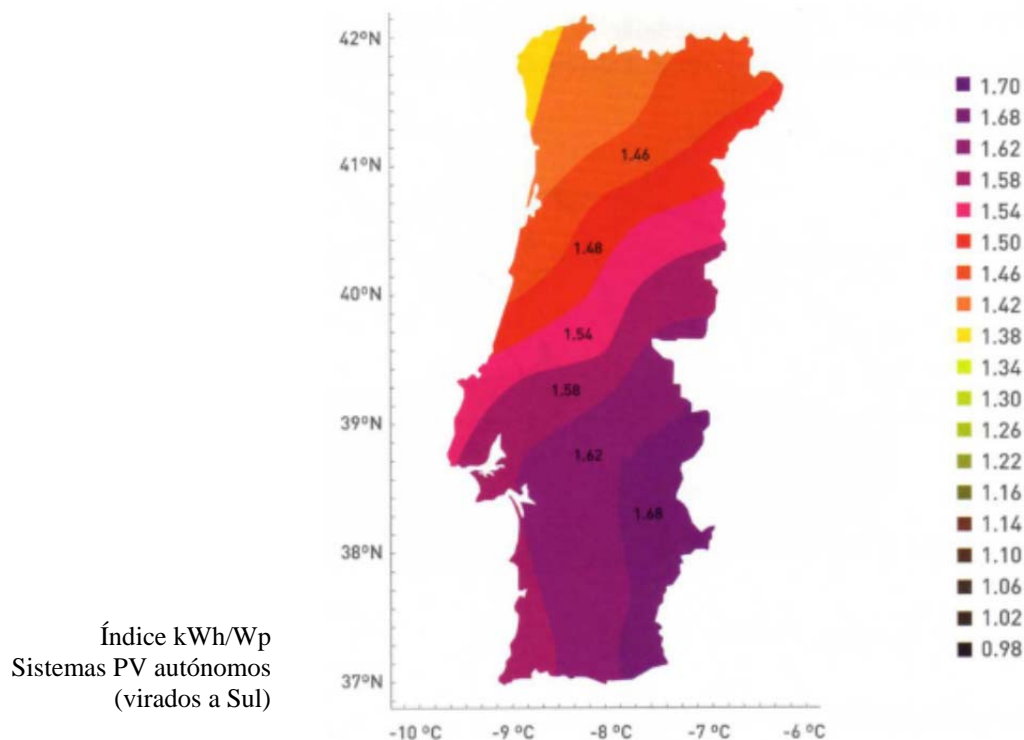


Figura 3.6 – Valores médios de energia recebida em Portugal continental [3]

3.1.2 Componentes de um sistema fotovoltaico

Os conversores fotovoltaicos convertem energia solar em energia elétrica diretamente. São de uma simplicidade de operação e podem ser utilizados nas seguintes aplicações:

- Aplicações de grande potência (unidades ou dezenas de megawatts):
- Produção descentralizada ligada à rede;
- Aplicações de média potência (dezenas ou centenas de quilowatts):
- Eletrificação rural;
- Aplicações de pequena potência (décimas ou unidades de quilowatts):

Modelo equivalente da célula fotovoltaica

Modelizar uma célula resume-se a uma fonte de corrente, como está representado na **figura 3.7** [6].

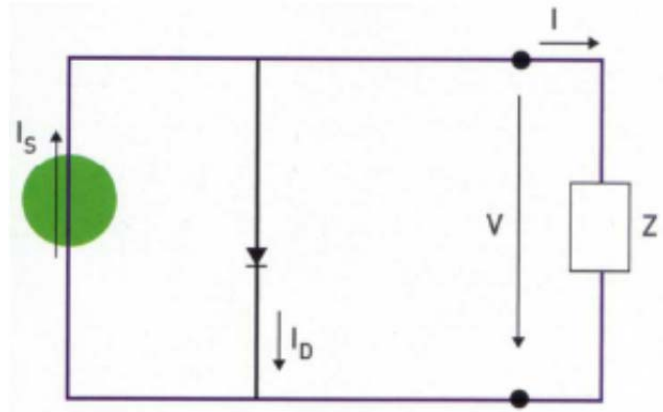


Figura 3.7 – Modelo equivalente da célula fotovoltaica [3]

A corrente no díodo, I_D é traduzida pela expressão:

$$I_D = I_0 \left(e^{\frac{v}{mv_t}} - 1 \right) \quad (A) \quad (1)$$

I_D – Corrente interna unidirecional

I_0 – Corrente inversa máxima de saturação do díodo

v – Tensão aos terminais de célula

v_t – Potencial térmico

m – Fator de idealidade do díodo (díodo ideal $m=1$, díodo real $m>1$)

O potencial térmico, V_T

$$V_T = \frac{K.T}{q} \quad (V) \quad (2)$$

K – Constante de Boltzman ($1,38 \times 10^{-23} \text{ J/}^\circ\text{K}$)

T – Temperatura absoluta da célula em Kelvin ($0^\circ\text{C} = 273,16^\circ\text{K}$)

q – Carga elétrica do eletrão ($1,6 \times 10^{-19} \text{ C}$)

A corrente que se fecha pela carga Z é:

$$I = I_S - I_D \quad (A) \quad (3)$$

$$I = I_S - I_0 \left(e^{\frac{v}{mv_t}} - 1 \right) \quad (A) \quad (4)$$

I – Corrente total

I_S – Corrente elétrica gerada pelo feixe de radiação luminosa

I_0 – Corrente inversa máxima de saturação do díodo

v – Tensão aos terminais de célula

v_t – Potencial térmico

m – Fator de idealidade do díodo (díodo ideal $m=1$, díodo real $m>1$)

Estudo de pontos de funcionamento

Existem dois pontos importantes de funcionamento da célula fotovoltaica [6].

- Curto-circuito exterior

$$\begin{aligned} V &= 0 \\ I_D &= 0 \\ I &= I_S = I_{CC} \end{aligned} \quad (5)$$

V – Tensão aos terminais da célula

I_D – Corrente interna unidirecional

I – Corrente total

I_S – Corrente elétrica gerada pelo feixe de radiação luminosa

I_{CC} – Corrente de curto-circuito

A corrente de curto-circuito I_{CC} é o valor máximo da corrente de carga, é igual à corrente gerada por efeito fotovoltaico. As condições STC - *Standard Temperature Conditions* a ponderar são a radiação de 1000 W/m^2 e temperatura da célula a $25 \text{ }^\circ\text{C}$ [6].

- Circuito Aberto

$$\begin{aligned} V &= V_{ca} \\ I &= 0 \\ V_{ca} &= m v_t \ln \left(\frac{I_S}{I_0} + 1 \right) \end{aligned} \quad (V) \quad (6)$$

V – Tensão aos terminais da célula

V_{ca} – Tensão de circuito aberto

I – Corrente total

I_S – Corrente elétrica gerada pelo feixe de radiação luminosa

I_0 – Corrente inversa máxima de saturação do díodo

v_t – Potencial térmico

m – Fator de idealidade do díodo (díodo ideal $m=1$, díodo real $m>1$)

A tensão de circuito aberto (ou em vazio) V_{ca} é o maior valor que a tensão toma aos terminais da célula, o seu valor é característico da célula, e é fornecido pelo fabricante para condições *standard* de radiação e temperatura [6].

Potência elétrica, rendimento e fator de forma

O ponto de potência máxima, corresponde a [6]:

$$P_{max} = V_{Pmax} \times I_{Pmax} \quad (W) \quad (7)$$

P_{max} – Potência máxima

V_{Pmax} – Tensão no ponto de potência máxima

I_{Pmax} – Corrente no ponto de potência máxima

Nas condições de referência temos:

$$V = V_{Pmax}^r ; I = I_{Pmax}^r \text{ e } P = P_{max}^r \quad (8)$$

V – Tensão aos terminais da célula

V_{Pmax}^r – Tensão na máxima potência de referência

I – Corrente total

I_{Pmax}^r – Corrente na máxima potência de referência

P – Potência total

P_{max}^r – Potência máxima de referência

V_{ca}^r – Tensão de circuito aberto de referência

I_{cc}^r – Corrente de curto-circuito de referência

Os valores de V_{ca}^r ; I_{cc}^r e P_{max}^r são características da célula e são fornecidos pelo fabricante, também existe o caso dos fabricantes fornecerem os valores de V_{max}^r e I_{max}^r .

De acordo com o exposto o rendimento da célula fotovoltaica, será:

$$\eta^r = \frac{P_{max}^r}{A \times G^r} \quad (9)$$

P_{max}^r – Potência máxima (W)

G^r – Radiação incidente (W/m^2)

A – Área da célula (m^2)

Fator de forma da célula fotovoltaica:

$$FF = \frac{P_{max}^r}{V_{ca}^r \times I_{cc}^r} \quad (10)$$

É de notar que para células do mesmo tipo os valores de V_{ca}^r e I_{cc}^r são praticamente constantes, mas a forma da curva $I - V$ pode variar consideravelmente. Os painéis em uso comercial apresentam fatores de forma que variam entre 0,7 e 0,85 [6].

Curvas características das células fotovoltaicas

Através da curva característica de funcionamento de uma célula fotovoltaica como é mostrada na **figura 3.8** definem-se melhor as condições de funcionamento dos sistemas de produção fotovoltaica [3].

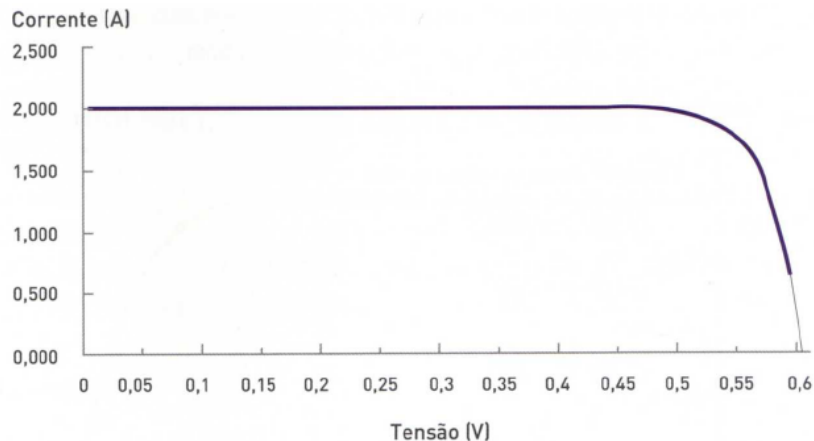


Figura 3.8 – Curva característica I/U de uma Célula fotovoltaica [3]

Também é traçado para os módulos fotovoltaicos as curvas características I/U, em função das diversas radiações solares, como está representado na **figura 3.9** [3].

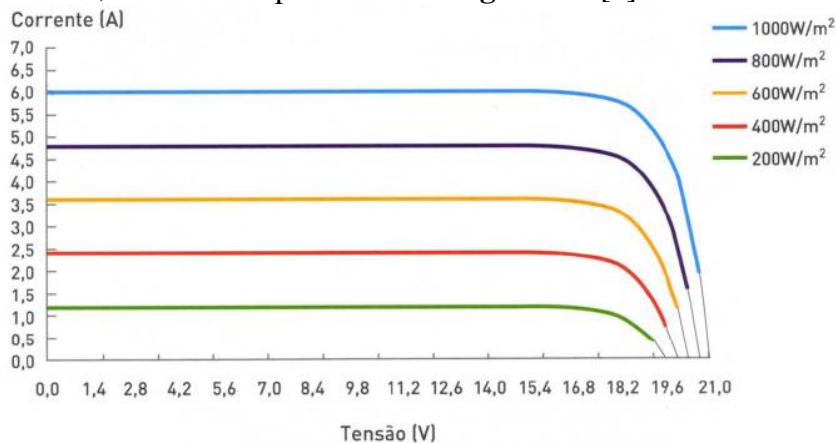


Figura 3.9 – Curva característica I/U Módulo fotovoltaico para diversas radiações solares [3]

Através do conhecimento das curvas de potência é possível o melhor aproveitamento dos sistemas FV. Quando o sistema produtor fotovoltaico a funcionar no ponto ótimo de máxima potência (MMP- *Maximum Power Point*) para cada valor da radiação solar, obtém-se a melhor eficiência possível do sistema [3]. Nas **figuras 3.10** e **3.11** tem-se representado as curvas características de potência de um módulo fotovoltaico e as curvas característica de potência de um módulo fotovoltaico em função da Radiação.

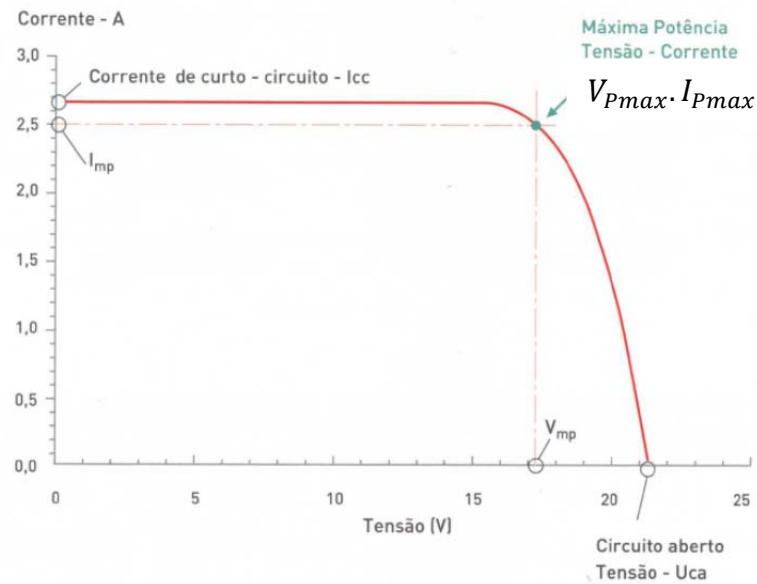


Figura 3.10 – Curva característica de potência de um Módulo fotovoltaico [3]

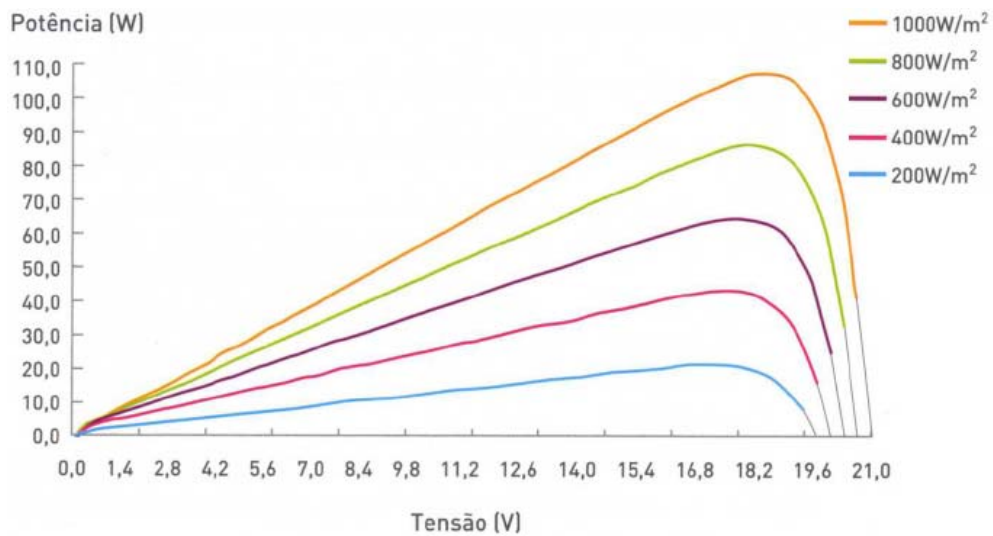


Figura 3.11 – Curva característica de potência do Módulo fotovoltaico em função da Radiação [3]

A temperatura tem efeito negativo na eficiência dos módulos fotovoltaicos, mais nos módulos de silício mono e policristalinos, do que os módulos de silício amorfo.

Módulo e Painéis

Cada célula não excede os 2 W de potência máxima, o que é insuficiente para as aplicações existentes. Logo, as células têm que ser agrupadas em série e em paralelo formando módulos, estes agrupam-se formando painéis fotovoltaicos (*Array*) como está representado na **figura 3.12** [3] [6].

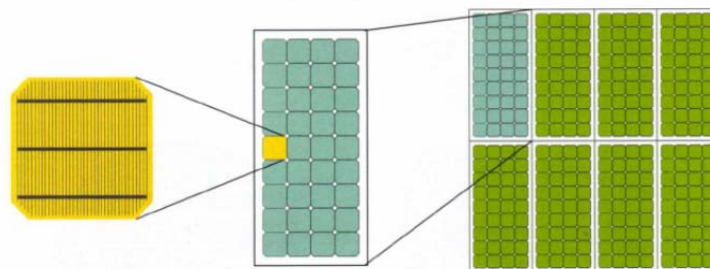


Figura 3.12 – Célula, módulo e painel fotovoltaico [3]

Na junção de módulos do mesmo tipo em série, em paralelo ou mista, obtêm-se diferentes valores de tensão ou corrente como está representado nas **figuras 3.13, 3.14 e 3.15**[3] [6].

A associação de módulos FV em série permite obter maiores tensões, mantendo a corrente estipulada do módulo [3].

$$U_T = U_1 + U_2 + \dots + U_n = n \times U \text{ e } I_T = I_1 = I_2 = \dots = I_n \quad (11)$$

U_T – Tensão total (V)

I_T – Corrente total (A)

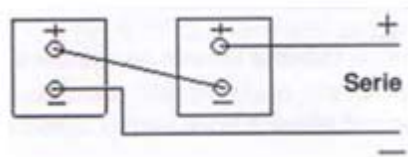


Figura 3.13 – Ligação dos painéis fotovoltaico em série [5]

Não se deve ultrapassar a tensão máxima de associação que é indicada pelo fabricante.

São colocados díodo de desvio (*by-pass*), para evitarem que os sistemas bloqueiem com a eventual avaria nos módulos. [3]

A associação de módulos FV em paralelo obtêm-se maior corrente, mantendo a tensão estipulada do módulo [3].

$$U_T = U_1 = U_2 = \dots = U_n \text{ e } I_T = I_1 + I_2 + I_3 + \dots + I_n = n \times I \quad (12)$$

U_T – Tensão total (V)

I_T – Corrente total (A)

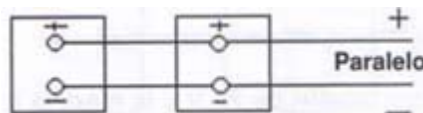


Figura 3.14 – Ligação dos painéis fotovoltaico em paralelo [5]

Com a associação mista de módulos FV obtêm-se as características em série e em paralelo. Maiores valores de corrente e de tensão [3].

$$U_T = U_1 + U_2 + \dots + U_n = n \times U \text{ e } I_T = I_1 + I_2 + I_3 + \dots + I_n = n \times I \quad (13)$$

U_T – Tensão total (V)

I_T – Corrente total (A)

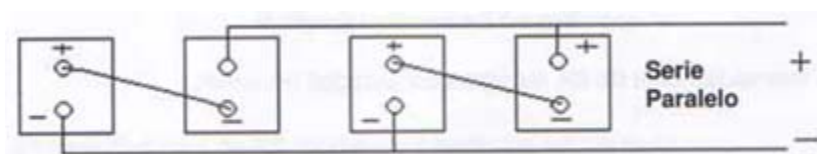


Figura 3.15 – Ligação dos painéis fotovoltaico em paralelo e série [5]

Reguladores de carga

Nas instalações FV isoladas a função do regulador é proteger as baterias contra as sobrecargas. Este impede que as baterias continuem a receber carga do painel FV quando alcançam a carga máxima, outra função do regulador é prevenção das descargas profundas.

- Regulador MPP

Este regulador permite aproveitar a energia produzida do gerador PV, situando o ponto MPP na máxima potência, mantendo a tensão com o valor superior ao da bateria, para que esta possa ser carregada. É um regulador que não desperdiça energia.

Em associação ao regulador deve estar um conversor DC/DC, que regule a tensão e a pesquisa para o ponto MPP [3] [5]. Esta regulação é efetuada no conversor que, a cada cinco minutos, percorre a curva característica I-U do gerador fotovoltaico e determina qual o ponto de máxima potência MPPT. Na **figura 3.16** é ilustrado o seu esquema.

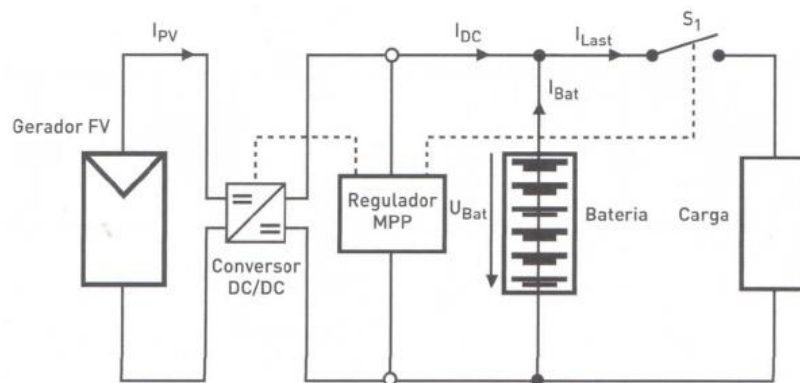


Figura 3.16 – Regulador MPP em sistema FV [3]

Na **figura 3.17** encontra-se a representação do regulador MPP inserido no sistema FV.

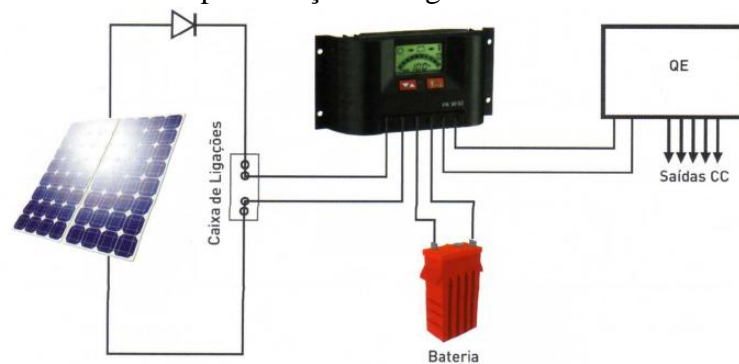


Figura 3.17 – Regulador MPP inserido em sistema FV [3]

As baterias de acumuladores são o elemento essencial nas instalações FV isoladas, permitindo o armazenamento de energia elétrica. São caracterizadas por:

- Capacidade
- Densidade de energia

Baterias de acumuladores

- **Capacidade**

A capacidade de uma bateria mede-se em amperes-hora (Ah), indica o valor da corrente que teoricamente que uma bateria seria capaz fornecer durante uma hora em condições de temperatura *standard* (CTS), de 25 °C [3] [5].

$$C_{Bateria} = I \times t = Ah \quad (14)$$

$C_{Bateria}$ – Capacidade da Bateria (Ah)

I – Intensidade de descarga (A)

t – Tempo de descarga (h)

Exemplos:

- C10 – Baterias de arranque (C10 - Capacidade de descarga da bateria dada em um regime de 10 horas)
- C20 – Baterias estacionárias (C20 - Capacidade de descarga da bateria dada em um regime de 20 horas)
- C100 – Baterias usadas em aplicações fotovoltaicas (C100 - Capacidade de descarga da bateria dada em um regime de 100 horas)

- **Densidade energia, em Wh**

É o total de energia em Wh que a bateria pode fornecer por unidade de volume para uma determinada taxa de descarga [3].

- **Ciclos de vida**

Números de vezes que a bateria pode estar descarregada e carregada durante a sua vida útil. Quando a bateria não consegue apresentar uma carga superior a 80% da carga nominal, considera-se o seu ciclo de vida terminado [3].

- **Auto-descarga**

Percentagem de descarga da bateria mesmo quando não utiliza (normalmente cerca 3% ao mês) [3].

- **Profundidade de descarga (DOD- Deep of Discharge)**

É o valor máximo aconselhado para a descarga da bateria. Quando a característica de um acumulador refere a capacidade total, esta não é a capacidade utilizável, portanto a capacidade de descarga é limitada a um determinado valor (exceto nas baterias Li-íão e Ni-Cd). A profundidade de descarga das baterias influência fortemente a vida útil das mesmas relativamente ao número de ciclos carga/descarga [3]. Na **figura 3.18** observa-se a relação entre a profundidade de descarga e o número de ciclos de carga, como pode-se verificar quanto menor for a descarga mais ciclos de vida vai haver, aumento assim a vida útil das mesmas.

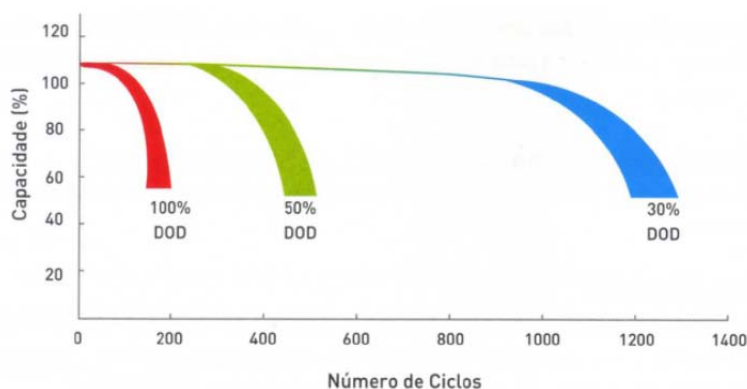


Figura 3.18 – A profundidade de descarga e o número de ciclos de carga [3]

- **Tensão (U)**

Normalmente de 2 V, 6 V e 12 V nas baterias de chumbo/ácido [3].

- **Eficiência (ou rendimento energético)**

É a relação, em percentagem (%), entre a energia fornecida na carga e a energia obtida na descarga. Em condições de funcionamento ideais pode atingir o valor de 95%. Os valores mais reais são abaixo deste valor, dependendo das utilizações [3]. Na **tabela 3.1** encontram-se especificações de diferentes tipos de baterias.

Tabela 3.1 – Comparação de características de bateria [3]

Comparação das especificações de diferentes tipos de baterias							
Tipo de Bateria	Energia Específica (Wh/Kg)	Energia Densidade (Wh/L)	Potência específica (W/Kg)	Ciclos de vida	Tempo de Recarregamento (Horas)	Rendimento energético (%)	Matérias Recicláveis (%)
Chumbo- ácido actual	33	30	130	400	8 até 17	65	97
Perspectivas para as Baterias Chumbo-ácido	42	93	240	800	< 5	na	100
Níquel-Cádmio (Ni-Cd)	57	56	200	2000	8	65	99
Níquel-Ferro (Ni-Fe)	55	50	100	2000	4 até 8	60	99
Níquel- Metal Hídrida	70	80	250	600	< 6	90	90
Lítio - lão	100	100	300	1200	< 3	na	50

- **Associação de baterias de acumuladores**

Uma das partes fundamentais de uma instalação solar FV é a associação de baterias de acumuladores, processa-se para incrementar a capacidade global e para obtenção de tensões mais elevadas. Na associação em série há um aumento da tensão e mantemos a capacidade, a associação em paralelo incrementando-se a capacidade e mantem-se a tensão, com a associação mista aumenta-se tanto a capacidade como a tensão [3] [5]. Na **figura 3.19** observa-se o exemplo das várias ligações.

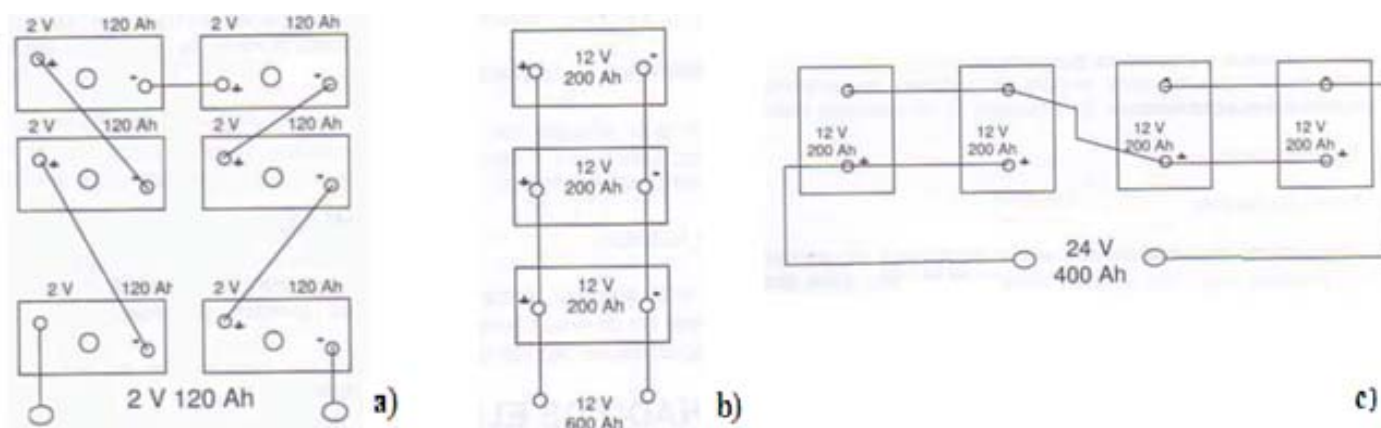


Figura 3.19 – Ligação em série (a), Ligação em paralelo (b), Ligação mista (c) [5]

- **Inversores DC / AC**

Os inversores têm a finalidade de adaptar a corrente às características dos equipamentos elétricos usados, normalmente a corrente alternada (CA ou AC) de tensão 230/400 V. Existem equipamentos domésticos que se fabricam para funcionarem com corrente contínua (CC ou DC) à tensão de 12 V, são os casos de televisões, frigoríficos, etc.

Para dispor da tensão de 230 V ou 230/400 V, em sistemas FV com armazenamento de energia em baterias de acumuladores (tensão DC), usam-se onduladores, mais conhecidos por inversores DC/AC [3].

As principais funções são:

- Manter a tensão de saída dentro das margens estabelecidas
- Limitar a intensidade de saída em caso de sobrecargas para um valor seguro para o próprio inversor
- Manter a frequência de saída

3.1.3 Dimensionamento de um sistema fotovoltaico

- **Algoritmos para o dimensionamento de sistemas fotovoltaicos**

O dimensionamento de sistemas autónomos e ligados à rede, pode ser feito usando o algoritmo para tornar o seu dimensionamento expedito, na **figura 3.20** encontra-se o algoritmo para o sistema autónomo (a) e ligado à rede (b):

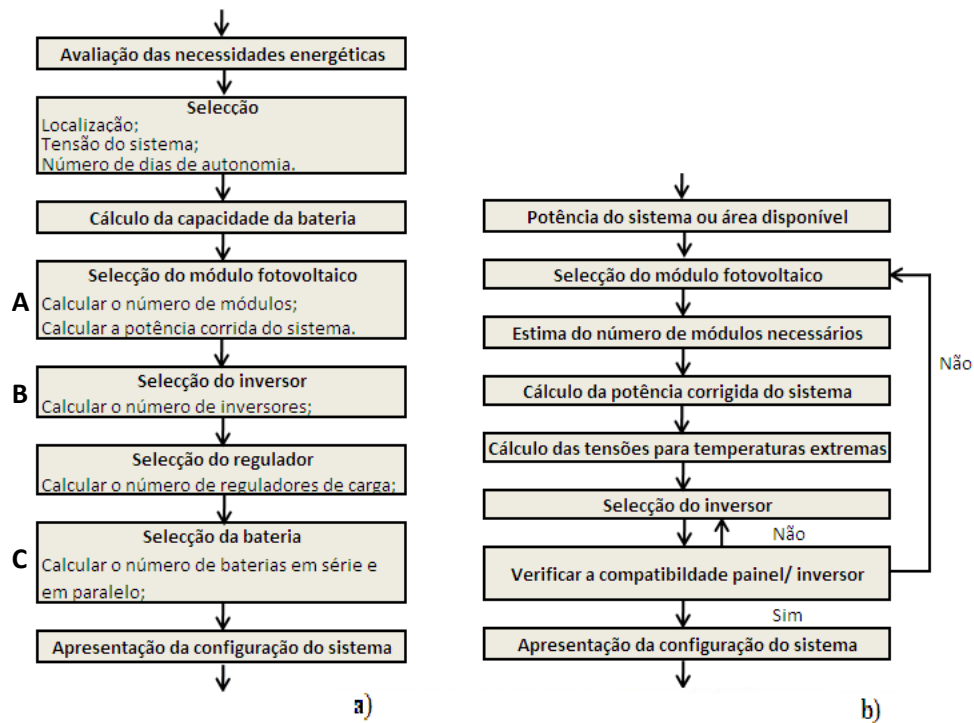


Figura 3.20 – Algoritmo para dimensionamento de sistemas autónomos (a), e ligados à rede (b) [13]

Perfil de carga

Um dos fatores a ter em conta na realização do projecto do sistema solar fotovoltaico é a característica do consumo, logo tem-se que conhecer a energia necessária.

O perfil de carga diária com a representação horária da potência em watts que vamos consumir, este perfil dá informação sobre a simultaneidade dos consumos e serve para o cálculo dos sistemas de acondicionamento de potência e de distribuição. Para a construção do perfil de carga usamos o somatório dos seguintes consumos [5]:

- ✓ Curva de consumo constante;
- ✓ Curva de consumo noturno;
- ✓ Curva de consumo diurno;
- ✓ Curva de consumo doméstico.

A - Cálculo número de módulos

O cálculo para obter o número de módulos é dado pela seguinte expressão [3]:

$$n = \frac{P_{pFV}}{P_{max}} \quad (15)$$

Onde:

n – Número de módulos

P_{pFV} – Potência de pico dos sistema FV a dimensionar (W)

P_{max} – Potência máxima do módulo (W)

B - Escolha do inversor

Em sistemas de potência elevada é comum utilizarem-se vários inversores totalizando a potência global do sistema.

A potência do inversor deverá estar entre o seguinte intervalo [3][9]:

$$0,7 \times P_{pFV} < P_{INV DC} < 1,2 \times P_{pFV} \quad (16)$$

P_{pFV} – Potência de pico do sistema FV (W)

$P_{INV DC}$ – Potência do inversor (W)

Número máximo e mínimo de painéis ligados em série

O número máximo de painéis ligados em série é determinado tendo em consideração que a temperatura do módulo é -10°C . O inversor tem de admitir uma tensão DC máxima superior à tensão em circuito aberto do módulo a -10°C . O número máximo de painéis que é possível ligar em série é dado pela seguinte relação [9]:

$$n_{max} = \frac{U_{max (inversor)}}{U_{0C(Módulo a -10^{\circ}C)}} \quad (17)$$

$U_{max (inversor)}$ – Tensão DC no inversor (V)

$U_{0C(Módulo a -10^{\circ}C)}$ – Tensão em circuito aberto do módulo a -10°C (V)

O número mínimo de painéis ligados em série é determinado atentando na situação de temperaturas máximas, 70°C . Apesar dos módulos poderem atingir temperaturas superiores no Verão, estima-se este valor considerando que o sistema fotovoltaico se encontra munido de sistema de ventilação. O aumento de temperatura implica uma descida de tensão. O número mínimo de painéis por série é dado pela seguinte relação [9]:

$$V_{MPP(Módulo a 70^{\circ}C)} = \left(1 + \frac{45^{\circ}C \times \Delta V(\%)}{100}\right) \times V_{MPP(CTS)} \quad (V) \quad (18)$$

$$V_{MPP(Módulo a 70^{\circ}C)} = V_{MPP(CTS)} + \frac{45^{\circ}C \times \Delta V(mV)}{1000} \quad (V) \quad (19)$$

Dependente dos locais e da instalação os painéis solares poderão atingir temperaturas até 100°C [9].

Número de fileiras em paralelo

O número de fileiras está associado à corrente final produzida. A corrente produzida pelas fileiras não pode ser superior à corrente máxima admissível na entrada do inversor. Assim é necessário que se verifique a seguinte condição [9]:

$$n_{fileiras} < \frac{I_{max inv}}{I_{max por fileira}} \quad (20)$$

I_{max} – Corrente admissível na entrada do inversor (A)

$I_{max\ por\ fileira}$ – Representa a corrente por fileira de módulos (A)

Cablagens para sistemas FV

Utiliza-se formas diferentes de cálculos das secções dos condutores para parte do circuito de corrente contínua, corrente alternada monofásica e corrente alterna trifásica.

✓ Corrente contínua

Os condutores em corrente contínua têm a tensão de trabalho de 12 V, 24 V, 48 V, logo requerem dimensionamento e estabelecimento adequado, devido aos esforços eletrodinâmicos (correntes paralelas de sentido inverso), ao aquecimento por efeito de Joule, aos efeitos dos raios ultravioletas quando instalados no exterior [3] [5] [9].

Características das cablagens DC

Tensão nominal, U_N

- Normalmente entre 300 e 1000 V, dependendo dos sistemas FV;
- Previstas para a temperatura de $-10\ ^\circ\text{C}$ ($U_{0C(-10\ ^\circ\text{C})}$).

Corrente admissível, I_Z

- Deve ser superior ao valor máximo de I_{cc} presumida;
- $I_Z \geq 1,25 \times I_{CC(STC)}$ – (STC – *Standard Temperature Condition*).

Condições ambientais

- Suportar temperaturas superiores a $80\ ^\circ\text{C}$;
- Resistir aos raios ultra-violetas se instalado no exterior.

Quedas de tensão

- A queda de tensão (qdt) assumida normalmente em sistemas isolados vai até 3% (condições STC);
- A qdt de 1% (para condições STC) assume-se normalmente em sistemas ligados à rede;
- Quando as distâncias são muito grandes e quando as tensões são baixas ($<120\ \text{V}$, DC) assume-se a qdt de 1% nos cabos de fileiras e mais 1% no cabo principal.

Equipamentos de corte e seccionamento

- Deve ser instalado um aparelho de corte geral ao inversor nos lados DC e AC;
- A corrente estipulada do aparelho de corte em c.c. deve ser $I_{nDC} \geq 1,25 \times I_{CCFV}$;
- A tensão $U \geq U_{0C(-10\ ^\circ\text{C})}$, próprio para a corrente contínua.

Cálculo da secção do cabo principal DC pelo método da perda de potência

O cabo principal DC estabelece a ligação entre a caixa de junção do gerador e o inversor. O cabo DC deve incluir a possibilidade de ser isolado, função normalmente assegurada pelo interruptor DC e pelos pontos de isolamento da caixa de junção do gerador.

O cabo principal DC deverá ter de suportar 1,25 vezes a I_{cc} do gerador sob condições STC. A secção do cabo é determinada assim em função da sua corrente máxima admissível I_z , obedecendo à regra $I_z \geq 1,25 \times I_{CC \text{ do gerador}}$.

Para dimensionar os cabos, assumindo uma perda máxima de potência na linha de 1% (ou 2% quando perante tensões inferiores a 120 V) para as condições de referência STC, é possível utilizar seguinte fórmula que retorna a secção transversal do cabo [9]:

$$S_{DC} = \frac{2 \times L_{DC} \times I_n^2}{(FP \times P_{gerador} - Perdas_M) \times \sigma} \quad (mm^2) \quad (21)$$

I_n – Corrente nominal (A)

L_{DC} – Comprimento do cabo principal DC (m)

σ – Condutividade do material (cobre ou alumínio) ($m/(\Omega \times mm^2)$)

FP – Factor de perdas na linha (normalmente na ordem de 1 a 2 %)

$P_{gerador}$ – Potência do gerador fotovoltaico (W)

$Perdas_M$ – Perdas nos cabos do gerador (W)

As perdas no cabo serão determinadas pela seguinte fórmula:

$$Perdas = \frac{2 \times N \times L_{DC} \times I_n^2}{S_{SD} \times \sigma} \quad (W) \quad (22)$$

N – O número de fileiras do gerador

S_{SD} – Secção do cabo principal do gerador FV, em mm^2

✓ Cálculo da secção do cabo principal AC pelo método da queda de tensão

O cabo que liga o inversor à rede recetora deve ser dimensionado assumindo uma queda de tensão máxima admissível na linha de 3%, relativamente à tensão da rede.

Utiliza-se a seguinte fórmula para determinar a secção transversal do cabo AC [9]:

$$S_{AC} = \frac{2 \times L_{AC} \times I_{nAC} \times \cos \varphi}{3\% \times U_N \times \sigma} \quad (mm^2) \quad (23)$$

I_{nAC} – Corrente nominal do Inversor (A)

L_{AC} – Comprimento do cabo do ramal (m)

σ – Condutividade do material (cobre ou alumínio) ($m/(\Omega \times mm^2)$)

$\cos \varphi$ – Factor de potência (normalmente entre 0,8 e 1)

As perdas determinam-se através da fórmula:

$$Perdas_{AC} = \frac{2 \times L_{AC} \times I_{nAC}^2 \times \cos \varphi}{S_{AC} \times \sigma} \quad (W) \quad (24)$$

Caixas de ligação de cablagens

As ligações das cablagens, as proteções em DC e o seccionamento, devem ser concebidas tendo em conta as disposições da norma CEI 60439-1. O índice de proteção, IP, deve ser adequado às condições das influências externas do local de instalação. Para instalação exterior deverá ter a proteção de IP65.

Existem caixas modulares equipadas com equipamentos de proteção e seccionamento necessário, são adaptadas aos sistemas em função do número de módulos e fileiras a ligar.

Na **figura 3.21** apresenta-se exemplos de equipamentos e caixas de ligações para os painéis fotovoltaicos [3] [9].

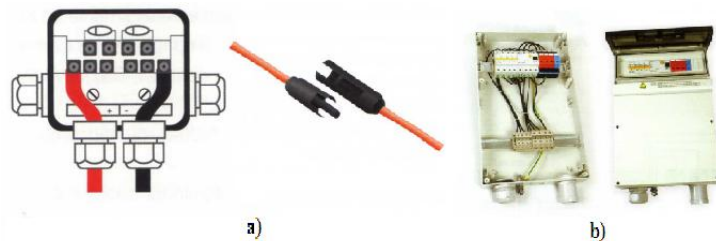


Figura 3.21 – Caixa de módulo FV e fichas de ligações Tyco (a), Caixa de ligação DC para FV (b) [3]

Díodo de bloqueio

Tendo como finalidade o desacoplamento elétrico entre fileiras individuais, os díodos podem ser ligados em série com cada fileira. Assim, no pleno funcionamento do sistema fotovoltaico, a corrente de fileira circula pelos díodos de bloqueio da respetiva fileira. De salientar perdas de potência (0,5% a 2,0%) originando pela circulação de corrente nos díodos.

Na presença de um curto-circuito ou sombreamento de uma fileira, as demais podem funcionar sem qualquer perturbação, não se verificando a existência de uma corrente a circular no sentido inverso, pela fileira afetada [9].

C - Dimensionamento de bateria de acumuladores

A bateria é um dos elementos mais caro dos sistemas FV atuais. O seu sobredimensionamento eleva os custos de instalação dos sistemas FV.

Dados necessários:

- Tipo de módulos e tensão do painel (igual à tensão para a bateria);
- Consumo diário, em Ah;
- Profundidade de descarga máxima da bateria, $K_{Desc\ Bat}$ (DOD);
- Eficiência da bateria K_{Bat} ;
- Prever reserva de carga, em número de dias, N_D .

O consumo diário em Ah determinou-se pela expressão:

$$W_{Ah} = \frac{W_{Wh}}{U} (Ah) \quad (25)$$

W_{Wh} – Consumo diário de Energia (Wh)

U – Tensão da bateria (V)

A capacidade da bateria dimensiona-se pela seguinte fórmula:

$$C_{Bat(Ah)} = \frac{W_{Ah} \times N_D}{K_{Desc Bat} \times K_{Bat}} (Ah) \quad (26)$$

W_{Ah} – Consumo diário de Carga (Ah)

$K_{Desc Bat}$ – Profundidade de descarga máxima da bateria

K_{Bat} – Eficiência da Bateria

Ligação à terra

O condutor geral de proteção deve encontrar-se separado dos restantes cabos elétricos, a fim de evitar descargas. A sua ligação ao elétrodo de terra deverá ser efetuada pelo caminho mais curto e, se possível, em linha reta e vertical.

Em prédios que não possuam sistemas de proteção contra descargas atmosféricas, requer-se que os condutores de proteção do gerador fotovoltaico possuam a mesma secção transversal que o cabo principal DC ou 4 mm², conforme o que apresentar maior valor.

O circuito de proteção deverá ser ligado ao sistema de proteção do edifício, seja este de terra ou contra descargas atmosféricas, ou ligado a um elétrodo de terra vertical [3].

Ligação à rede

A ligação de uma unidade produtora requer vários cuidados nomeadamente ao nível da qualidade do sinal elétrico injetado na rede, no que toca propagação de harmónicas, fator de potência, desvio de tensão, frequência e fase, e no esquema de proteção *anti-islanding* utilizado. A proteção *anti-islanding* encontra-se integrada no inversor, e consiste num aparelho que corta automaticamente a ligação entre o sistema de produção e a rede, caso seja detetada alguma falha de tensão na rede.

A proteção de interligação visa impedir a introdução de perturbações na rede por parte do gerador, e minimizar risco de acidentes que possam ser originados pelo funcionamento do gerador em paralelo com a rede. É requerida o aumento da tensão no ponto de interligação seja inferior a 1%, de modo a que a variação provocada na tensão da rede através da ligação do gerador seja mínima e não provoque perturbação significativa [9].

No **Anexo 1**, são apresentados possíveis esquemas de ligação de uma unidade de microprodução à RESP - Rede Elétrica de Serviço Público.

Contagem de energia e portinhola na microprodução

Para a contagem da energia de microprodução está prevista a utilização de um contador bidirecional, previsto com a função de telecontagem, utilizando um modem e um sistema de comunicação automática com os serviços de contagem do distribuidor que adquire a energia.

Este contador é do tipo estático (eletrónico sem peças em movimento) e é alojado em nicho apropriado. A dimensão mínima do invólucro é apresentada na **tabela 3.2** [3] [9].

Tabela 3.2 – Dimensões da Portinhola do tipo PC/P [9]

Portinhola de Consumo/Produção - PC/P		
Dimensões mínimas (mm)	Altura	330
	Largura	290
	Profundidade	135

3.1.4 Programas de simulação e dimensionamento de sistemas fotovoltaicos

Os simuladores de sistemas fotovoltaicos utilizam modelos de fluxo energético que demonstram a interação dos componentes constituintes do sistema. A maior parte dos programas possuem uma base de dados de radiação solar, e em alguns casos, de temperatura ambiente. Em alguns, existe a possibilidade de importar dados meteorológicos.

De seguida apresentam-se alguns dos programas de simulação e dimensionamento de sistemas fotovoltaicos mais utilizados [13].

- **Solterm:** É um programa de análise do desempenho de sistemas solares elaborado pelo laboratório do Estado Português na área da Energia (LNEG – Laboratório Nacional de Energia e Geologia) e especialmente concebido para as condições climáticas de Portugal [13][14].
- **PV F-CHART:** Este programa projeta e analisa sistemas fotovoltaicos, realizando cálculos para determinar o comportamento do sistema, através de métodos desenvolvidos na *Univerity of Wisconsin* tendo em conta as variações da radiação e das cargas [13] [15].
- **RETscreen:** É um programa de análise para projetos de energia renováveis desenvolvido em *Microsoft Excel*. É utilizado para a realização de estudos preliminares. Na área fotovoltaica pode determinar para os três tipos básicos de aplicações (sistemas ligados à rede, sistemas autónomos e bombeamento de águas) os custos de produção de energia e redução de gases emitidos [13] [16].
- **PVSYST:** Este software foi desenvolvido em 1991 pela *Université de Genève* e permite trabalhar com diferentes níveis de complexidade, desde um estágio inicial de representação até um sistema detalhado de simulação. Apresenta também uma ferramenta adicional, tridimensional, que tem em conta as limitações do horizonte e de objetos que possam criar

sombras sobre os painéis fotovoltaicos. Foi este o *software* utilizado no Capítulo 5, para o dimensionamento dos vários sistemas fotovoltaicos utilizados no *Green Bungalow* [13] [17].

3.1.5 Sistemas Isolados e sistemas ligados à rede

Sistemas Isolados

Os sistemas isolados podem ser do tipo doméstico ou então constituírem uma pequena rede BT autónoma, em ilha, que pode estar associada a outras fontes de geração de energia, tais como a geração eólica por exemplo.

As baterias de acumuladores desempenham um papel importante no armazenamento de energia e constituem a reserva energética do sistema.

É necessário estudar ou prever bem o diagrama do consumo de energia para que o investimento, principalmente nas baterias, não se torne exagerado ou incomportável [3].

Na **figura 3.22** tem-se um exemplo Sistema Híbrido isolado (Consiste na combinação de sistemas fotovoltaicos com outras fontes de energia que asseguram a carga das baterias na ausência de sol, no exemplo a fonte de energia de auxílio é o gerador eólico) com cargas AC.

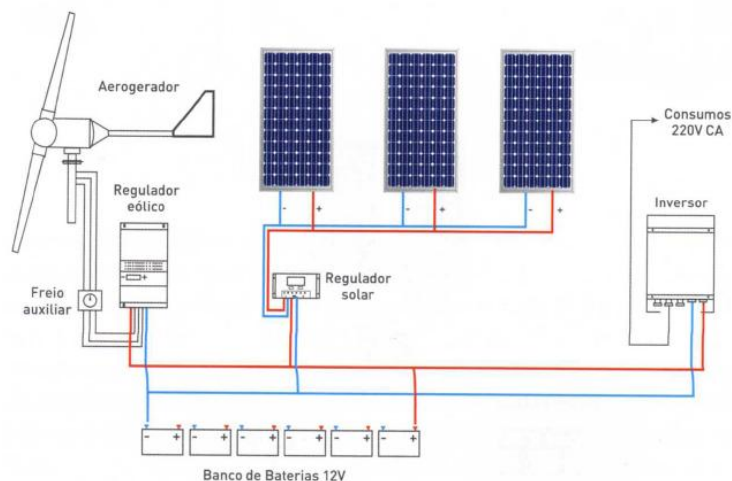


Figura 3.22 – Sistema Híbrido isolado com cargas AC [3]

Sistemas Ligados à Rede

Os sistemas ligados à rede de distribuição, em BT ou MT, são mais simples e mais baratos para potências idênticas aos sistemas isolados pelo facto de dispensarem as baterias de acumuladores.

Se a tensão da rede faltar aos sistemas FV devem ser automaticamente desligados por ação do inversor evitando a injeção de energia nessas circunstâncias.

Os sistemas de maior dimensão não diferem muito dos de pequena dimensão, mesmo na potência dos inversores que estarão sempre limitados pelos níveis de tensão das associações série de módulos de FV.

Na **figura 3.23** tem-se um sistema de microprodução ligado à rede.

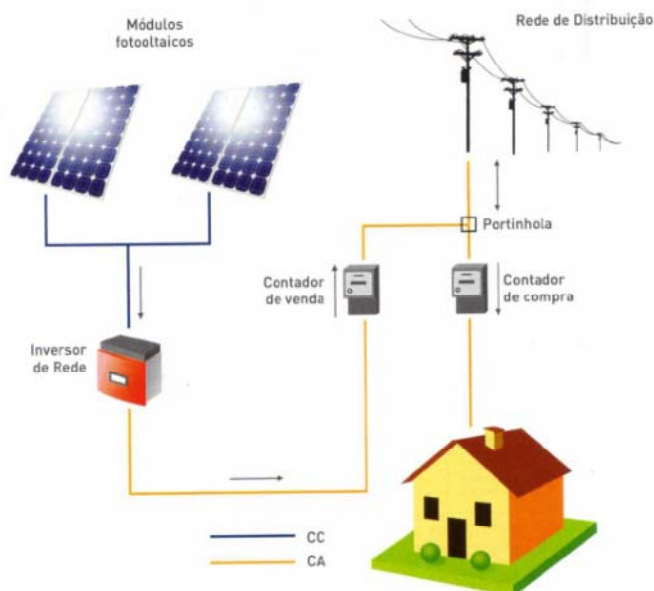


Figura 3.23 – Sistema de microprodução ligado à rede [3]

3.2 Microgeradores Eólicos para microprodução de eletricidade

Os ventos são formados por diferenças de pressão ao longo da superfície terrestre, provocadas pelas diferentes radiações solares recebidas na terra, elas são maiores nas zonas equatoriais do que nas zonas polares. A uma escala ainda menor, a presença de montes e montanhas altera a distribuição espacial do vento, estando em geral as zonas mais altas associadas a maiores valores da velocidade do vento. As zonas costeiras são normalmente ventosas, em resultado do aquecimento desigual da superfície do mar e da terra. Quando a temperatura do mar é maior do que a da terra, ocorre uma circulação superficial de ar local da terra para o mar, com o ar mais quente a subir sobre mar e ar mais frio a descer sobre a terra. Como a terra aquece e arrefece mais rapidamente do que o mar, esta circulação atmosférica tende a inverter-se do dia para a noite e a repetir-se diariamente [7] [8] [9].

3.2.1 Recurso Eólico

Como foi verificado o vento apresenta um carácter inconstante ao nível da velocidade e direção, logo é complexo caracterizar o potencial eólico em determinado local. Para tal consideremos U_{ma} (m/s), o valor médio anual da velocidade do vento num determinado local a uma altura z do solo, e por u o valor médio do vento numa hora. Para descrever o regime de ventos, a distribuição de *Weibull* é normalmente considerada como a mais adequada. A função densidade de probabilidade de *Weibull* é dada por [7] [8] [9]:

$$f(u) = \frac{k}{c} \left(\frac{u}{c}\right)^{k-1} e^{-\left(\frac{u}{c}\right)^k} \quad u \geq 0 \quad (27)$$

A função apresentada é caracterizada por dois parâmetros: Um parâmetro de forma, k , tem valores tipicamente entre 1 e 3, e um parâmetro de escala, c . Perante uma determinada velocidade

de vento, um fator de forma baixo indica uma distribuição relativamente extensa de ventos em torno do valor médio. Já um fator de forma alto indica que a distribuição de valores do vento se dá de um modo mais concentrado em relação ao valor médio. Um fator de forma baixo leva a uma maior produção de energia para determinada velocidade média de vento.

Estes dois parâmetros estão relacionados com a velocidade média anual pela seguinte expressão [7] [8] [9]:

$$u_{ma} = c\Gamma\left(1 + \frac{1}{k}\right) \quad (28)$$

Em que Γ é a função gama definida por:

$$\Gamma(x) = \int_0^{+\infty} t^{x-1} e^{-t} dt \quad (x > 0) \quad (29)$$

A função de distribuição é definida como a probabilidade da velocidade do vento exceder determinado valor u e será:

$$F(u) = \int_u^{+\infty} f(u) dt = e^{-\left(\frac{u}{c}\right)^k} \quad t \geq 0 \quad (30)$$

A **figura 3.24** está representada a função densidade de probabilidade $f(u)$ em função de u para um valor $c=8$ e diversos valores do parâmetro de forma k . [8]

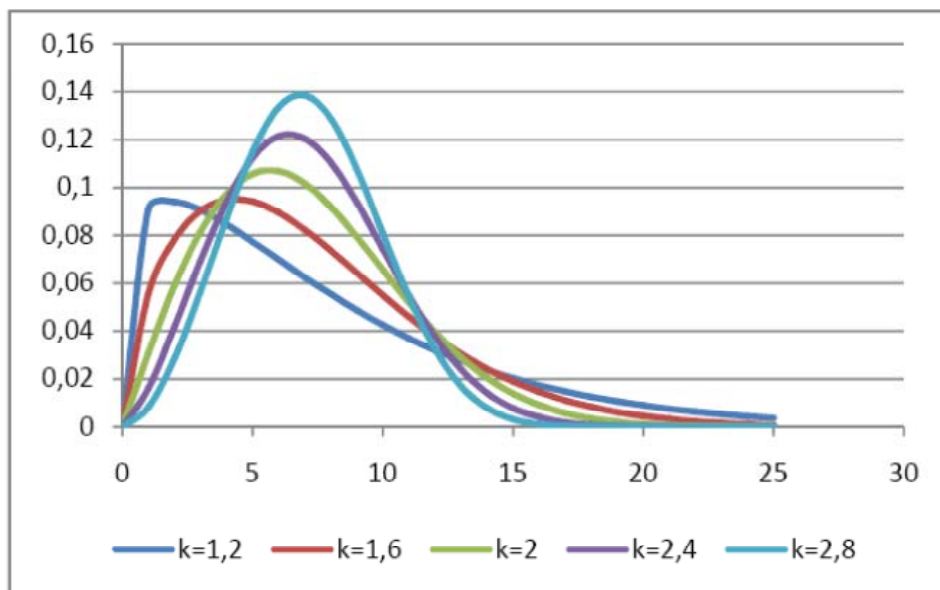


Figura 3.24 – Variação da função densidade de probabilidade de Weibull para vários valores de k [8]

Um valor $K=1,6$ é considerado como representativo das condições em Portugal.

Quando apenas se dispõe do valor da velocidade média anual de um local pode-se usar distribuição de *Rayleigh* ($k=2$) para definir a distribuição do vento desse local [8].

$$f(u) = \frac{2}{c} \left(\frac{u}{c}\right) e^{-\left(\frac{u}{c}\right)^k} \quad u \geq 0 \quad (31)$$

Sabendo que

$$\Gamma\left(1 + \frac{1}{2}\right) = \frac{\sqrt{\pi}}{2} \quad (32)$$

$$f(u) = \frac{\pi}{2} \frac{u}{u_{ma}^2} e^{-\frac{\pi}{4}\left(\frac{u}{u_{ma}}\right)^k} \quad u \geq 0 \quad (33)$$

O ar aumenta a sua velocidade quanto mais aumentamos a distancia ao solo. O atrito entre a superfície terrestre e o vento tem como consequência o seu retardamento deste último. O efeito da força de atrito vai-se desvanecendo até praticamente se anular a uma altura de aproximadamente 2000 metros.

Para o cálculo da velocidade do vento à altura do rotor das turbinas é usual fazer-se uma extrapolação para alturas diferentes de dados medidos a uma altura de referência. Usa-se a equação [7] [8]:

$$\frac{u(z)}{u(z_R)} = \frac{\ln\left(\frac{z}{z_0}\right)}{\ln\left(\frac{z_R}{z_0}\right)} \quad (34)$$

$u(z_R)$ – Velocidade do vento medida à altura de referência (m/s)

z_0 – Comprimento característico da rugosidade do solo (m)

z – Altura do rotor das turbinas (m)

Na **tabela 3.3** temos os valores típicos para o comprimento característico da rugosidade do solo z_0 .

Tabela 3.3 – Valores típicos para a rugosidade do solo [8]

Tipo de terreno	Z_0 (m) min	Z_0 (m) max
Lama/gelo	10^{-5}	3×10^{-5}
Mar calmo	2×10^{-4}	3×10^{-4}
Areia	2×10^{-4}	10^{-3}
Neve	10^{-3}	6×10^{-3}
Campo de cereais	10^{-3}	10^{-2}
Relva baixa/estepes	10^{-2}	4×10^{-2}
Descampados	2×10^{-2}	3×10^{-2}
Relva alta	4×10^{-2}	10^{-1}
Terreno com árvores	10^{-1}	3×10^{-1}
Floresta	10^{-1}	1
Povoado	1	2
Centro da cidade	1	4

3.2.2 A energia disponível do recurso e a conversão em energia elétrica

A capacidade dos geradores de converterem a energia cinética dos ventos em energia elétrica é calculada através do fluxo de energia cinética do vento através de uma superfície perpendicular à direção do vento de área igual à do disco A, considerando a turbina ausente [8].

A energia cinética de uma massa de ar é dada por:

$$E_c = \frac{1}{2}mu^2 \text{ (J)} \quad (35)$$

m – Massa de ar (Kg)

u – Velocidade do ar (m/s)

A potência disponível será pois a energia por unidade de tempo que poderá ser definida por:

$$P_{disp} = \frac{1}{2}\dot{m}u^2 \quad (36)$$

\dot{m} – Caudal mássico de ar (Kg/s)

u – Velocidade do ar (m/s)

Onde \dot{m} é o caudal mássico de ar que passa por uma área circular A e pode ser definida por:

$$\dot{m} = \rho Au \quad (37)$$

ρ – Massa específica do ar (Kg/m³)

A – Área circular (m²)

Substituindo (36) em (37) obtemos:

$$P_{disp} = \frac{1}{2}\rho Au^3 \quad (38)$$

A densidade de potência, que representa a potência por unidade de área, pode ser obtida a partir da seguinte expressão:

$$D_{potência} = \frac{1}{2}\rho u^3 \quad (39)$$

Considera-se uma massa de ar que se desloca à velocidade u , chega à turbina com a $u=V_1$. Começa a perder velocidade ao aproximar-se do rotor atingindo o valor V_2 e pressão P_2^+ . A velocidade decai depois para V_3 e pressão para P_2^- . A velocidade fora da esteira é V_1 e dentro da esteira é $V_3 < V_1$ [8][9]. Na **figura 3.25** encontra-se representado a variação da velocidade do vento dentro e fora da esteira.

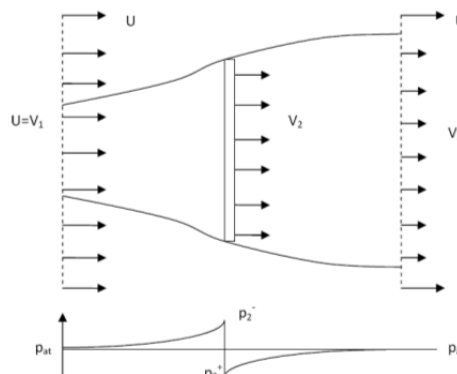


Figura 3.25 – Variação da velocidade do vento dentro e fora da esteira [8]

Seja E a energia cinética do vento que se aproxima da turbina

$$E = \frac{1}{2}mV_1^2 \quad (40)$$

A energia aproveitada será:

$$E = \frac{1}{2}m(V_1^2 - V_3^2) \quad (41)$$

A potência aproveitada será:

$$P = \frac{1}{2}\dot{m}(V_1^2 - V_3^2) = \frac{1}{2}\rho AV_2(V_1^2 - V_3^2) \quad (42)$$

A velocidade será:

$$V_2 = \frac{V_1 + V_3}{2} \quad (43)$$

A potência convertida será:

$$P = \frac{1}{4}\rho A(V_1^2 - V_3^2)(V_1^2 - V_3^2) = \frac{1}{4}\rho A(V_1 + V_3)^2(V_1 - V_3) \quad (44)$$

O rendimento da turbina ou coeficiente de potência C_P será:

$$C_P = \frac{P}{P_{disp}} = \frac{1}{2} \frac{(V_1 + V_3)^2(V_1 - V_3)}{V^3} \quad (45)$$

Este rendimento tem um valor máximo que é teórico.

$$\frac{\partial C_P}{\partial V_3} = \frac{1}{2V_1^2} (2(V_1 + V_3)(V_1 - V_3) - (V_1 - V_3)^2) = 0 \quad (46)$$

O que leva a que o rendimento da conversão seja máximo quando

$$V_1 = 3V_3 \quad (47)$$

Substituindo em (45) fica

$$C_P = \frac{P}{P_{disp}} = \frac{1}{2} \frac{(V_1 + V_3)^2(V_1 - V_3)}{V^3} = \frac{16}{27} = 59,3\% \quad (48)$$

A este limite máximo teórico chama-se, limite de *Betz*, que demonstra que a percentagem máxima de energia cinética possível de ser convertida em energia mecânica é 59,3% [8] [9].

3.2.3 Cálculo da energia produzida anualmente

A energia produzida por uma turbina eólica é dependente da velocidade do vento. Quando a velocidade nominal do vento é atingida e ultrapassada a turbina é regulada para funcionar a potência constante, provoca-se artificialmente uma diminuição do rendimento da conversão.

Com curva de potência do aerogerador e a caracterização do vento do local através da distribuição da velocidade do vento é possível determinar a energia obtida anualmente [8] [9]:

$$E_a = 8760 \sum_{u_0}^{u_{max}} P(u)f(u) \quad (Wh) \quad (49)$$

$P(u)$ – Característica elétrica do sistema de conversão de energia eólica

$f(u)$ – Densidade de probabilidade da velocidade média do vento

$u_{m\acute{a}x}$ – Velocidade de *cut-out* (m/s)

u_0 – Velocidade de *cut-in* (m/s)

3.2.4 Classificação de Aerogeradores

Os aerogeradores são classificados de acordo com o seu projecto estrutural e aerodinâmica. Logo distingue-se os aerogeradores de acordo com a direção do eixo de rotação do rotor, eixo horizontal ou eixo vertical, como é mostrado na **figura 3.26** [10].



Figura 3.26 – Turbina de eixo vertical (à esquerda) e horizontal (à direita) [11]

Os Aerogeradores de Eixo horizontal

Os aerogeradores de eixo horizontal têm o eixo de rotação do rotor em paralelo ao escoamento horizontal do vento.

As turbinas de eixo horizontal são predominantemente movidas por forças de sustentação e devem ter presentes mecanismos capazes de permitir que o disco varrido pelas pás esteja sempre em posição perpendicular ao vento.

Os Aerogeradores de Eixo Vertical

Os aerogeradores de eixo vertical apresentam as vantagens de não necessitam de mecanismos de acompanhamento de variações de direção do vento, sendo portanto menos complexas, e também os aspectos construtivos relacionados com a possibilidade do gerador estar ao nível do solo. As maiores desvantagens relacionadas com estas máquinas são a baixa TSR (velocidade específica da ponta da pá, Tip speed Ratio) e baixo C_p (em comparação com os aerogeradores de eixo horizontal), não terem binário de arranque, como também terem uma manutenção mais complicada [9] [10] [11].

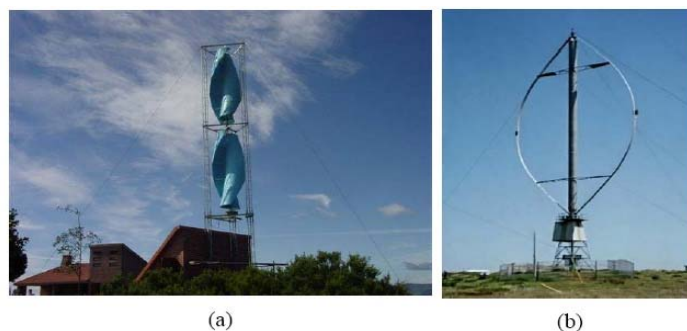


Figura 3.27 – Aerogeradores de eixo vertical, (a) Savonius, (b) Darrieus [10]

Na **figura 3.27** mostra-se um aerogerador do tipo Savonius em (a) e do tipo Darrieus em (b).

3.2.5 Microgeradores Eólicos

Tal como sucede para os grandes aerogeradores eólicos, existem microgeradores eólicos de eixo horizontal e de eixo vertical. As turbinas de eixo vertical podem produzir em média mais 50% de energia elétrica por ano, quando comparadas com as microgeradores convencionais, com a mesma superfície varrida. Podem gerar energia com velocidades do vento inferiores tão baixos como 1,5 m/s. Em Portugal existem em funcionamento microgeradores eólicos de eixo horizontal e de eixo vertical, como está em exemplo na **figura 3.28** [9] [10] [11].

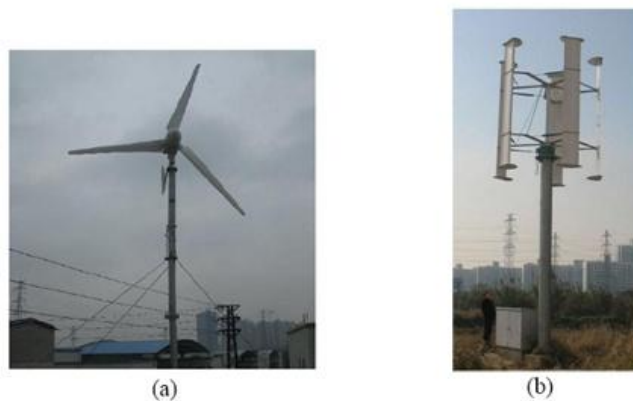


Figura 3.28 – Microgeradores eólicos, (eixo horizontal) (a) (eixo vertical) (b) [11]

Na **figura 3.29** são apresentados os vários componentes que integram um sistema eólico ligado à rede.

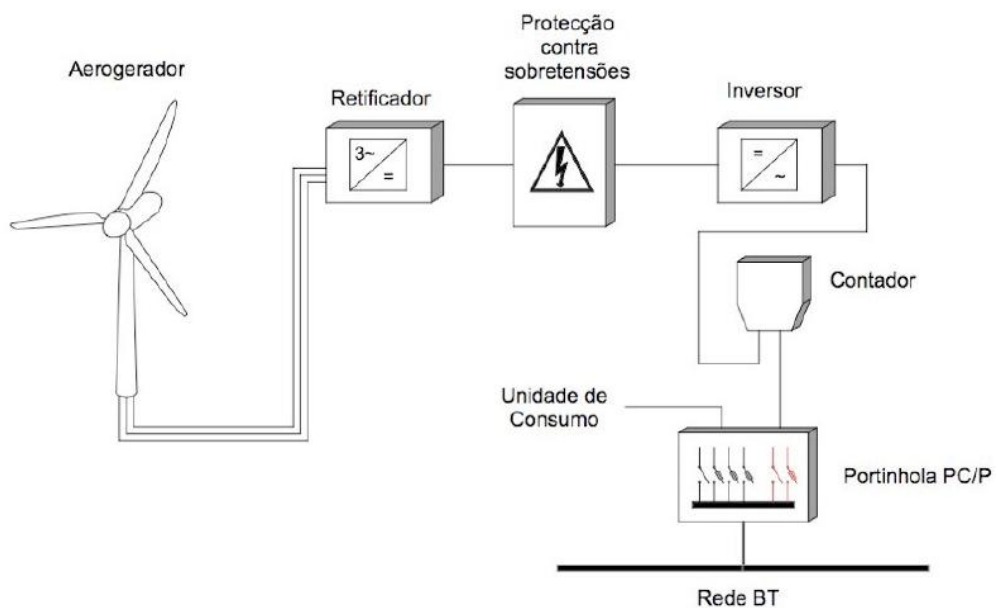


Figura 3.29 – Esquema de um sistema eólico ligado à rede BT [9]

Nos microgeradores são normalmente utilizados geradores ímãs permanentes ou GIP. Nestes equipamentos, o campo magnético é excitado através de ímãs permanentes. Este tipo de geradores não possui caixa de velocidades. A eliminação da caixa de velocidades pode ser vista de um modo benéfico, já que conduz a uma redução de peso e ruído do gerador, bem como a ausência da manutenção regular provocada por esta [9] [10].

Retificador e inversor

Os GIP estão ligados à rede numa de duas configurações, na primeira (**figura 3.30**) utiliza-se um retificador trifásico por pontes de díodos ligados a um conversor c.c./c.c. (neste caso e um conversor elevador de tensão) seguindo-se a passagem de novo para c.a., e a ligação à rede através de um inversor trifásico, e de um transformador. O inversor permite a regulação da potência ativa e reativa entregue à rede e faz a sincronização da tensão trifásica gerada, com a tensão da rede [10].

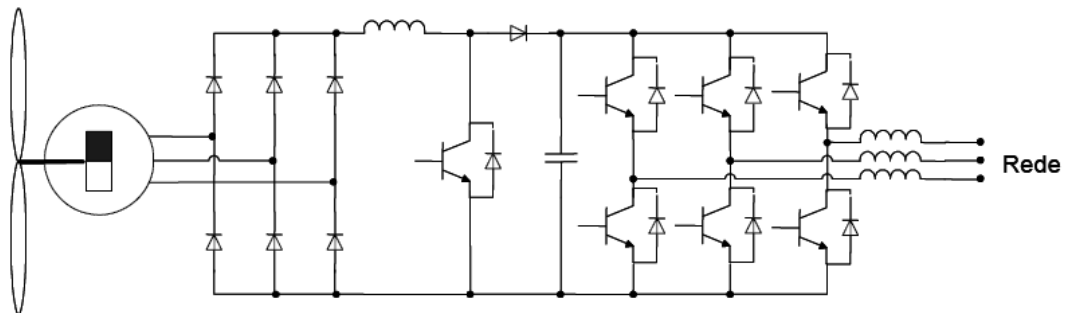


Figura 3.30 – Aerogerador com GIP ligado a um retificador, conversor c.c./c.c. e a um inversor [10]

Na segunda (**figura 3.31**) configuração o GIP é ligado a um retificador comandado que regula a tensão num barramento de corrente contínua, ligado por sua vez a um inversor que irá fazer a ligação do sistema à rede elétrica [10].

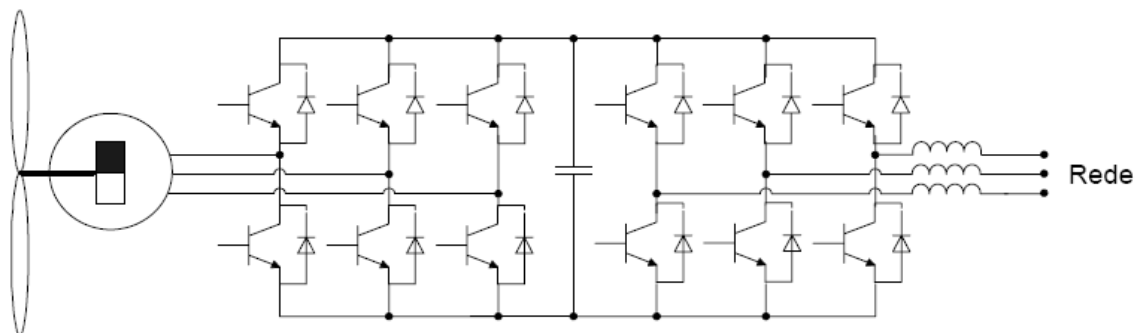


Figura 3.31 – Aerogerador com GIP ligado a um retificador controlador e a um inversor [10]

Controlador de tensão

É necessário a inclusão de um controlador de tensão equipado com uma carga de derivação, que protege o inversor contra sobretensões. Essas sobretensões podem ocorrer devido a:

- Perante grandes velocidades de rotação devido a fortes ventos;
- Um aumento da velocidade da turbina causado por desligar o inversor da rede.

A carga de derivação apresenta-se como um elemento necessário para onde é enviada a sobretensão de modo a reduzir a velocidade e consequentemente o valor da tensão [9].

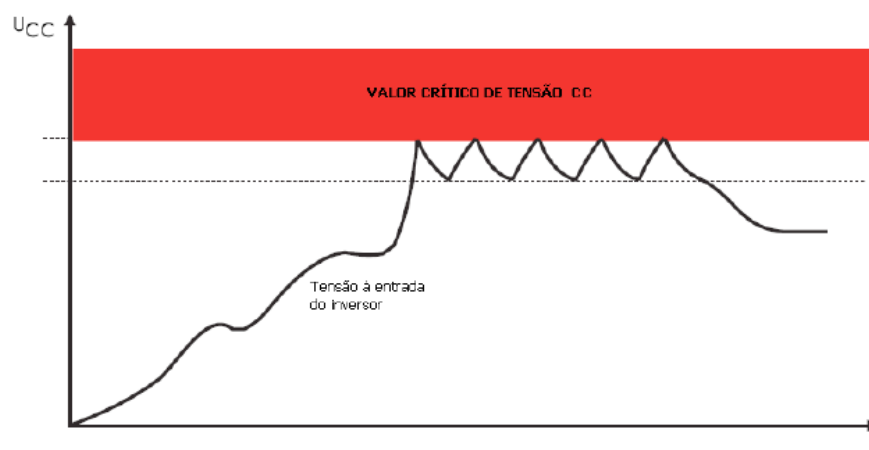


Figura 3.32 – Funcionamento da carga de derivação [9]

Como é verificado na **figura 3.32**, quando a tensão atinge o valor crítico, o seu valor baixa imediatamente, corresponde este efeito à entrada em acção da carga de derivação. Quando a tensão ao descer, atinge um certo limite, esta deixa de ser escoada para a carga de derivação e volta a ser enviada para o inversor.

Neste capítulo foi estudado os sistemas de produção de energia eléctrica a partir de fontes renováveis, mais propriamente os sistemas fotovoltaicos e microgeradores eólicos, no seguinte capítulo serão integrados na aplicação do caso de estudo, o conceito *Green Bungalow*.

Capítulo 4

Apresentação e aplicação do conceito *Green Bungalow*

Resumo

Neste capítulo é apresentado o conceito *Green Bungalow*. É realizada uma aplicação para analisar a sua viabilidade económica nos seguintes cenários:

- Sensibilidade a diferentes níveis de consumo – 4000 kWh/ano e 6000 kWh/ano;
- Sensibilidade a diferentes níveis de geração;
- Sensibilidade a valores de custo do equipamento considerado para cada solução técnica exequível.

Figura 4.4 a distribuição de *Weibull* para o valor médio anual da velocidade do vento;

Figura 4.5 o percurso solar em função do azimute solar do distrito de Faro através do *software* PVSYST.

Tabela 4.1 – Características climática do Algarve baseado numa média dos últimos 30 anos

Fonte: <http://www.algarve-portal.com/pt/country/weather/climate/> (1-09-2010)

Mês	Temperatura média (°C)	Temperatura máxima (°C)	Temperatura mínima (°C)	Precipitação (mm)	Dias de Chuva	Horas de sol (h)
Janeiro	12,2	15,3	9,0	70	9	5
Fevereiro	12,8	16,1	9,5	52	7	6
Março	14,3	17,5	11,1	72	10	7
Abril	16,1	19,7	12,5	31	6	9
Mai	18,2	21,9	14,4	21	4	10
Junho	21,4	25,2	17,5	5	1	12
Julho	23,9	28,2	19,5	1	0	12
Agosto	24,1	28,2	19,9	1	0	11
Setembro	22,2	25,7	18,6	17	2	9
Outubro	19,1	22,4	15,7	51	6	7
Novembro	15,8	18,9	12,6	65	8	6
Dezembro	13,0	16,2	9,8	67	9	5
Anual	17,8	21,3	14,2	38	5	8

É observado na **tabela 4.1** as características climáticas da zona do Algarve, a temperatura média ronda os 17,8 °C a temperatura média máxima é de 21,3 °C e a mínima 14,2 °C. Teve nos últimos 30 anos a média de 38 mm de precipitação

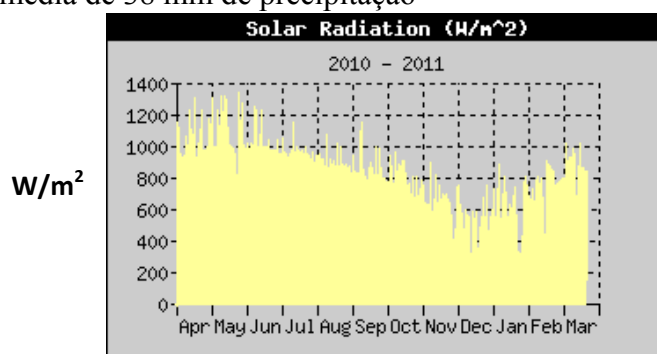


Figura 4.2 – Radiação solar em Lagoa

Fonte: <http://www.cm-lagoa.pt/meteofontes/graficos-diario.php> (29-03-2011) [32]

Na **figura 4.2** é verificado que a radiação solar teve no período 2010-2011 o valor máximo de 1300 W/m² no mês de Junho, e o valor mínimo de 300 W/m², obtido no mês de Janeiro.

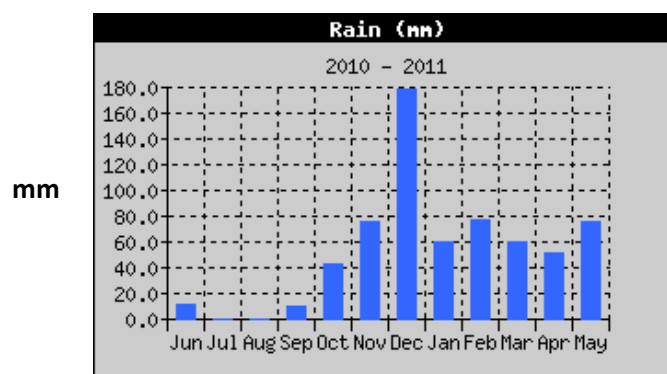


Figura 4.3 – Precipitação meteorológica em Lagoa

Fonte: <http://www.cm-lagoa.pt/meteofontes/graficos-diario.php> (29-03-2011)

Na **figura 4.3** é constatado que no período 2010-2011 os valores de precipitação variaram entre o máximo 180 mm registado no mês Dezembro e 0 mm nos meses de Julhos e Agosto.

u (m/s)	f(u) [Horas] Ano
0	3115
1	1233
2	1192
3	958
4	978
5	414
6	324
7	234
8	219
9	65
10	22
11	5
12	1
13	0

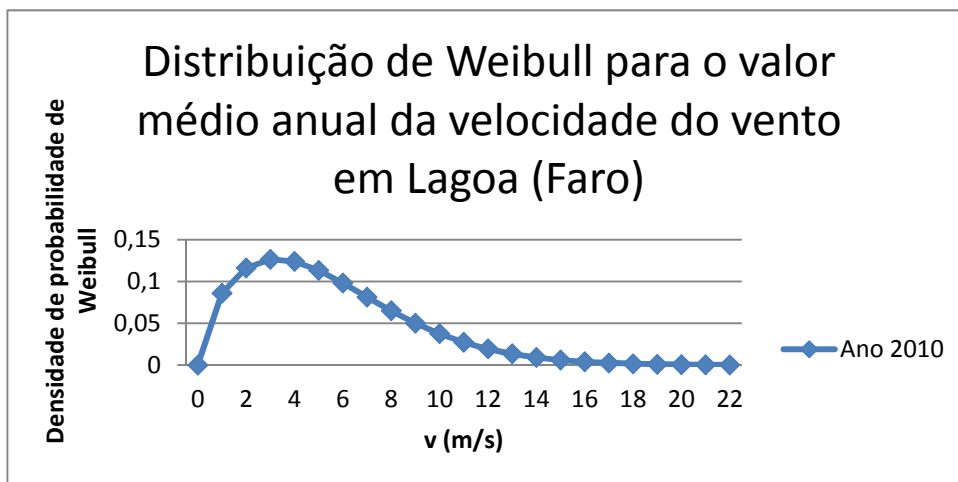


Figura 4.4 – Distribuição de Weibull - Lagoa

Fonte: <http://www.cm-lagoa.pt/meteofontes/graficos-diario.php> (29-03-2011)

Na **figura 4.4** observa-se a distribuição de Weibull para o valor médio anual da velocidade do vento em Lagoa, sendo este parâmetro do “vento” disponível no local.

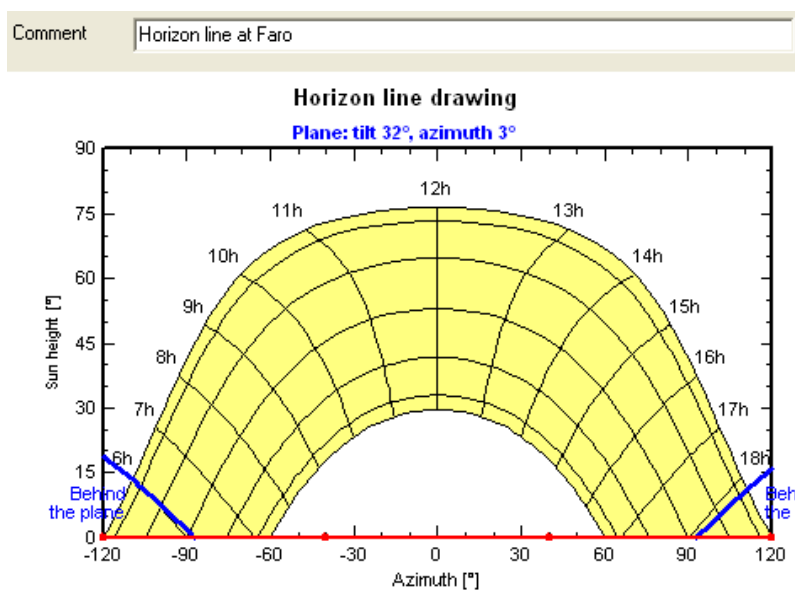


Figura 4.5 – Interface (parcial) do PVSYST

Percurso solar em função do azimute solar do distrito de Faro

Na **figura 4.5** é representado através do interface do PVSYST o percurso solar em função do azimute do distrito de Faro.

4.3 Caracterização da casa de estudo

Pretende-se que casa de estudo possa refletir a boa aplicação dos princípios da construção sustentável e da correta adaptação às condições ambientais, sendo inspirada em princípios

bioclimáticos, tendo como objetivo alcançar elevados níveis de conforto durante todo o ano, partindo da eficiência energética e do recurso a energias renováveis.

Tem os espaços principais orientados a Sul, o que permite que os mesmos tenham as janelas com sombreamento no sentido deste ponto cardeal. Beneficiam de bastante iluminação natural e de ganhos solares equilibrados, ao longo de todo o ano.

É dimensionada para ser usada por um agregado familiar tipo de 3 pessoas, e tem como base um sistema de construção modular, tendo-se adaptado uma tipologia doméstica compacta e flexível, com dois módulos de 22 m², que proporciona uma habitação de área reduzida, conseguindo-se assim uma otimização do espaço necessário. Os dois módulos são constituídos por:

- 1 sala com cozinha incorporada;
- 2 quartos, um de casal e outro de crianças/convidados;
- 1 WC comum.

Foram considerados 44 m² de área de cobertura, e este espaço foi usado para aplicação dos painéis FV e dos painéis de AQS, assim como área de recolha das chuvas.

A planta do *Green Bungalow* está representada na **figura 4.6**, e na **figura 4.7** uma perspectiva vista de um ponto à esquerda da planta.

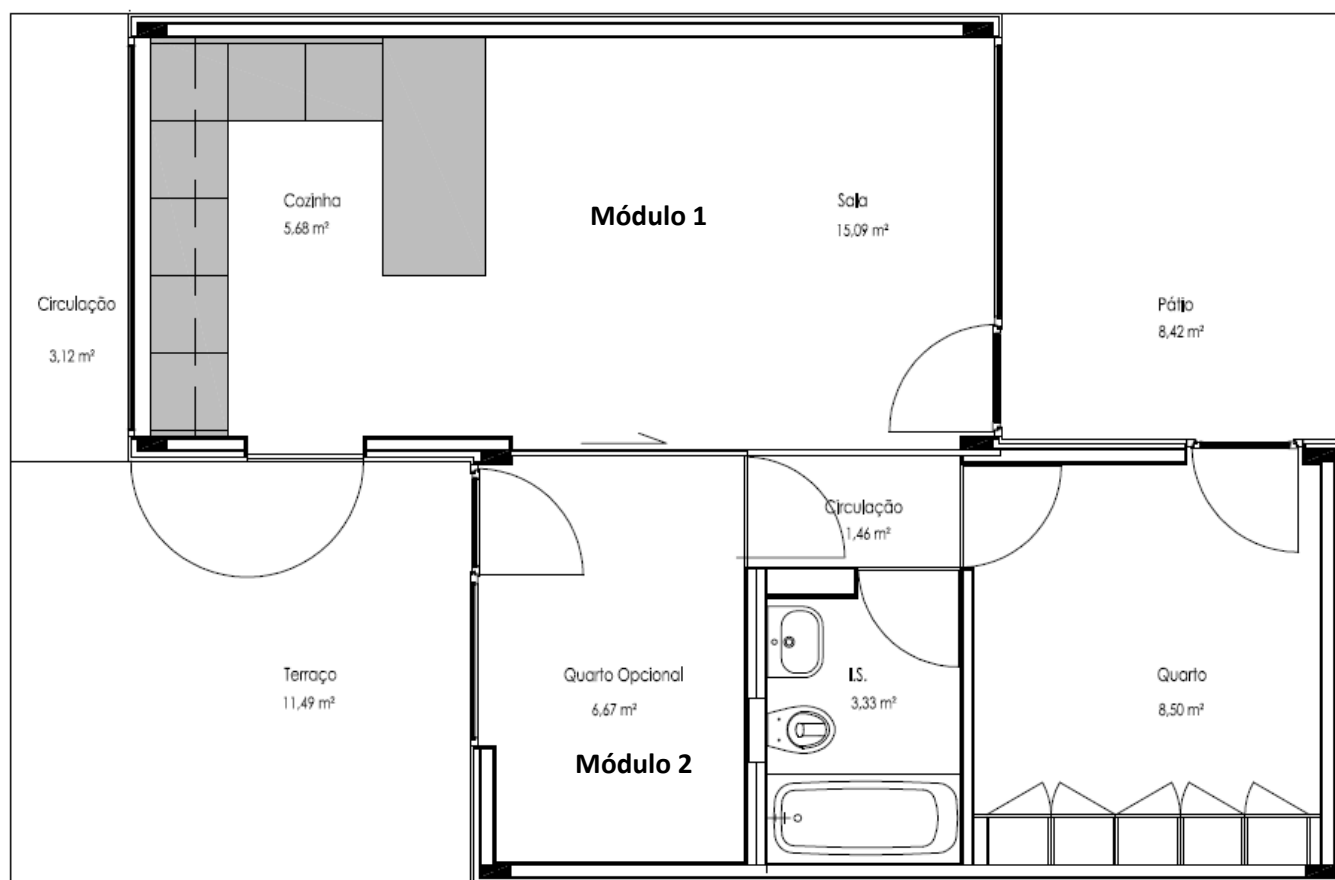


Figura 4.6 – Planta da casa tipo



Figura 4.7 – Casa tipo – Green Bungalow = 44 m²

4.4 Gestão da Água

O recurso a água, foi também pensado de modo a de ter um balanço energético zero, logo dimensionamos um sistema de recolha para um perfil de consumo otimizado. O aproveitamento da água da chuva é feito com a recolha na coberta, através da instalação de um sistema de aproveitamento de águas pluviais, e armazenada num tanque. As variáveis de dimensionamento estão referenciadas na **tabela 4.2**. Teremos anualmente captado 26,4 m³ de água da chuva, pelo que usufruiremos 734 litros por mês para cada pessoa do agregado familiar (3 pessoas).

Tabela 4.2 – Variáveis de dimensionamento do sistema de aproveitamento de água pluviais

Anexo 4

Denominação	Unidades	Valores
Área de cobertura	m ²	40
Tipo de cobertura		Impermeável
Coeficiente		0,9
Área de rega	m ²	100
Nº Utilizadores		3
Pluviosidade anual média da zona	mm	456

Na **figura 4.8** está representado o tanque moldado por injeção em polietileno *Duralen*, para um volume de 3750 m³.

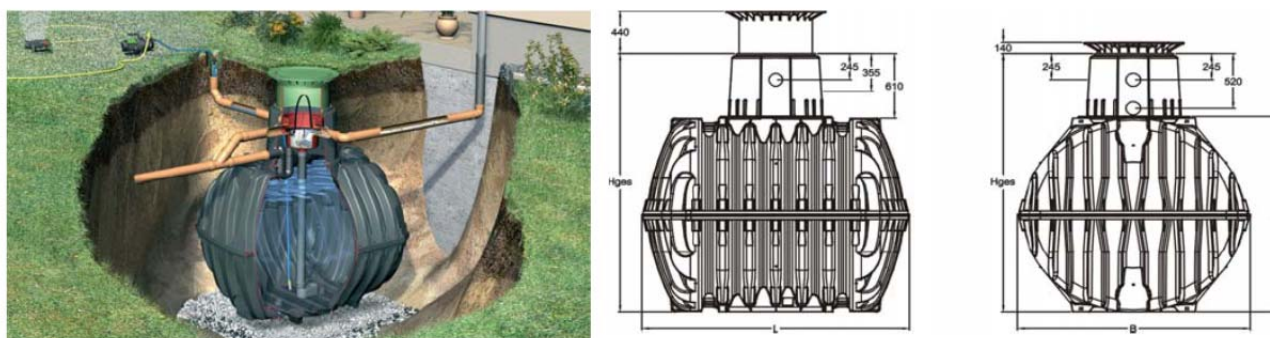


Figura 4.8 – Pack CARAT 3.750 Eco Plus

Na **tabela 4.3** observa-se o orçamento do sistema de aproveitamento de águas pluviais. Este valor foi usado para fazer os cálculos do período de *Payback* do sistema, é constatado (Anexo 4) que com o investimento neste sistema de aproveitamento de águas pluviais, se consegue ter um

balanço de consumo de água igual a zero, comprovando-se que além de ser um sistema sustentado tem um *Payback*, de 78 anos, descrito na **tabela 4.4**.

Este sistema tem necessidade de ter uma bomba de 250 W, tendo esta potência sido acrescentada no balanço de potências do *Green Bungalow*.

O **anexo 4** tem descrito todos os pormenores e os cálculos do *Payback* do sistema de aproveitamento de águas pluviais.

Tabela 4.3 - Orçamento do sistema de aproveitamento de águas pluviais
www.aquaquimica.pt (Anexo 4)

Orçamento final de todo o sistema Aplicado no telhado		
Parcelas do orçamento	Preço (€)	Total € (23%)
Depósito Carat 3.750 completo	3835,00	5.474,73
Válvula de dimensão DN100	466,00	
Transporte	150,00	

Tabela 4.4 - Payback do sistema de aproveitamento de águas pluviais
www.aquaquimica.pt (Anexo 4)

Orçamento (€)	Consumo/Mês (m ³)	Payback (anos)
5474,73	5,08	78

4.5 Medidas “Passivas” para Arrefecimento e Aquecimento

Como já foi referido, a casa de estudo vai refletir a correta adaptação às condições ambientais, é inspirada em princípios bioclimáticos, sendo aplicadas as seguintes medidas passivas para o arrefecimento e aquecimento [42]:

- Utilização dos ganhos solares para aquecimento ambiente;
- Proteção dos vãos envidraçados (estores exteriores);
- Isolamento exterior (redução dos ganhos solares na envolvente);
- Coletores solares para aquecimento auxiliar, para piso radiante (**figura 4.9**).
- Sistema de arrefecimento pelo solo, permutador de tubos a ar (**figura 4.10**);
- Ventilação natural;



Figura 4.9 – Coletores solares para aquecimento auxiliar para piso radiante

Na **figura 4.9** está apresentado a aplicação do coletor solar para aquecimento auxiliar, para o piso radiante. O coletor solar aquece a água, essa água quente vai ser forçada a circular no piso radiante da habitação, conseguindo aquece-la atingido temperaturas de conforto sem necessidade de muita energia.

Na **Figura 4.10** está representado o funcionamento do sistema de arrefecimento pelo solo, permutador de tubos de ar. O ar quente entra no poço (seta vermelha) de seguida passa nos tubos que estão enterrados no solo, aí faz o seu arrefecimento devido à temperatura mais baixa do solo, por fim esse ar arrefecido é encaminhado para dentro casa para climatiza-la, assim conseguimos um arrefecimento passivo, sem necessidade de gastar nenhuma energia.

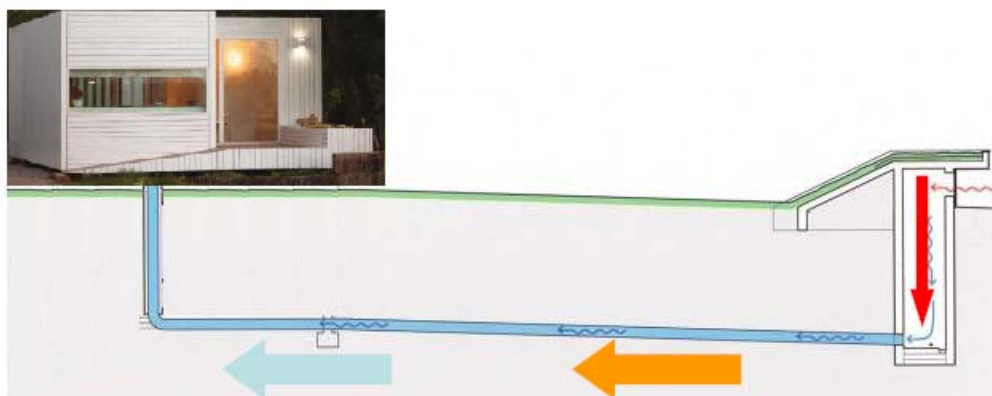


Figura 4.10 – Sistema de arrefecimento pelo solo, permutador de tubos a ar [42]

Da análise da aplicação destes conceitos no edifício Solar XXI, desenvolvido pelo laboratório nacional de energia e geologia (LNEG) [42], com base nas medidas de otimização térmica do edifício, redução das cargas de aquecimento, arrefecimento, iluminação. Da introdução das medidas “passivas”, para aquecimento e arrefecimento, mais a integração de energias renováveis no edifício, foi conseguido satisfazer o conforto e satisfação térmica durante todo o ano, logo se é conseguido no edifício Solar XXI, edifício de escritórios de 3 pisos (P0, P1,P2), muito mais fácil será aplicado num *Bungalow* de 44 m², assim fica justificado porque no diagrama de carga (ver ponto 4.6) do *Green Bungalow* não foi contabilizado nenhuma energia usada para aquecer e arrefecer.

4.6 Diagrama de Carga do *Green Bungalow*

Para obtermos o consumo otimizado do agregado familiar de 3 pessoas no *Green Bungalow*, foi feita a escolha dos equipamentos domésticos tendo em vista o seu desempenho energético, e de acordo com um agregado familiar com preocupações mais ecológica. Tendo em conta cenários possíveis (período da semana e fim-de-semana, Verão e o Inverno). Obteve-se deste modo a potência de ponta necessária para abastecer o *Green Bungalow* e a energia consumida por ano.

As cargas foram divididas nas seguintes categorias de consumo:

- Frio;
- Aquecimento e arrefecimento;
- Iluminação;
- Máquinas de lavar roupa;
- Entretenimento;
- Cozinha (Forno e pequenos eletrodomésticos);
- Informática.

Equipamentos elétricos

Utilizou-se como auxílio a etiquetagem energética da União Europeia (UE) de cada equipamento. A etiquetagem está dividida em categorias pré-definidas de A (melhor índice de eficiência energética) a G (pior índice), os frigoríficos, combinados e arcas tem duas novas classes de eficiência A+ e A++. [43]

Nessa escolha só foram integrados os equipamentos que estão descritos na **tabela 4.5**.

A seleção dos outros equipamentos domésticos teve como base a pesquisa de vários modelos de cada categoria e a obtenção da gama de valores de potência existentes, e posteriormente selecionou-se a potência mais coerente com o consumo do agregado familiar (3 pessoas) com preocupações mais ecológica.

Tabela 4.5 – Equipamentos domésticos selecionados pela classe energética

Tipo de Equipamento	Classe Energética	Potência (W)	Modelo
Fogão	A	1700	SAMSUNG BF3C4T047
Combinado	A++	88,22	Combinado Candy CFMEE 2850
Máquina de Lavar Roupa	A/A/A	2400	Miele W 2859I WPM

As cargas foram distribuídas em cada assoalhada do *Green Bungalow*, e estão sintetizadas nas tabelas abaixo:

Tabela 4.6 – Resumo das cargas na Cozinha

	Equipamentos/Cargas	Classe Energética	Potência (W)
Cozinha	Iluminação	A	123,00
	Combinado	A++	88,22
	Fogão	A	1700,00
	Placa de indução		1800,00
	Exaustor		100,00
	Utensílios		750,00
	Máquina de lavar roupa (5,5 kg)	A/A/A	2400,00
	Valor médio		

Na carga dos utensílios de cozinha foi estabelecido a potência de 750 W, é o valor médio das potências de carga que fazem parte deste grupo, na **tabela 4.7** está resumido os utensílios da cozinha. Não foi incluído uma máquina de lavar loiça dado ser um utensílio não “amigo” do ambiente, uma vez que tem um gasto muito elevado de água em comparação com uma lavagem de loiça manual eficiente.

Tabela 4.7 – Resumo dos utensílios da Cozinha

Utensílios	Potência (W)
Batedeira	350
Espremedor de citrinos	25
Fritadeira elétrica	1400
Grelhador elétrico	2300
Jarro elétrico	2400
Robot de Cozinha	150
Picadora + Copo Liquidificador	1000
Bimby	1500
Fiambreira	100
Iogurteira	26
Panela elétrica	1500
Máquina de café	1500
Máquina de Pão	630
Micro-ondas	850
Máquina de fazer gelo	150
Picador de gelo	100
Torradeira	1000
Sandwicheira	700
Varinha mágica	700
Fondue + Wok	1300
Máquina de sumos / Liquidificador	400
Abre latas	25
Faca elétrica	100
Selador de Sacos	150
Máquina de Fazer Pipocas	900
Valor médio	750

Nas cargas da sala foram escolhidos os equipamentos mais eficientes, como por exemplo foi feita escolha de um Laptop em vez de um PC de secretária. Na **tabela 4.8** tem-se os vários equipamentos da sala.

Tabela 4.8 – Resumo dos equipamentos da sala

	Equipamentos/Cargas	Classe Energética	Potência (W)
Sala	Iluminação	A	46,40
	OLED TV		27,90
	Aparelhagens áudio visuais		315,00
	Auxiliares Informática		100,00
	<i>Laptop</i>		45,00

Nas cargas pertencentes ao grupo Auxiliares de Aparelhagens áudio visuais foi estabelecido a potência de 315 W um valor médio das potências de carga que fazem parte deste grupo, **tabela 4.9**.

Tabela 4.9 – Resumo dos equipamentos do grupo Auxiliares Mídia

Auxiliares Mídia	Potência (W)
Amplificador A/V surround de 7 canais	630
Receptor TDT	25
Aparelhagem de som	100
Leitor de CD	15
Receptor MEO	35
Vídeo	100
DVD	15
Receptor de Satélite	42
TV CRT	135
LCD	153
3D TV LED	149
TV LED	121
Plasma	187
Playstation 3	374
Projector	300
Karaoke	60
Media Center	82
Valor médio	315

Nas cargas pertencentes ao grupo Auxiliares de Informática foi estabelecida a potência de 19 W um valor médio das potências de carga que fazem parte deste grupo. Na **tabela 4.10** encontram-se os vários equipamentos do grupo auxiliar de informática.

Tabela 4.10 – Resumo do grupo auxiliares de Informática

Auxiliares Informática	Potência (W)
Carregador de telemóvel	5
Impressora Multifunções / Scanner / Fax	19,5
Monitor LED	31,7

O quarto principal foi caracterizado com as cargas que estão referenciadas na **tabela 4.11**.

Tabela 4.11 – Resumo das cargas do quarto principal

	Equipamentos/Cargas	Classe Energética	Potência (W)
Quarto	Iluminação	A	50,60
	Candeeiro de leitura	A	20,00

O quarto opcional foi caracterizado com as cargas que estão localizadas na **tabela 4.12**.

Tabela 4.12 - Resumo das cargas do quarto opcional

	Equipamentos/Cargas	Classe Energética	Potência (W)
Quarto Opcional	Iluminação	A	39,60
	Candeeiro de leitura	A	20,00

O espaço de circulação foi caracterizado com a carga que está descrita na **tabela 4.13**.

Tabela 4.13 - Carga no local de circulação

	Equipamentos/Cargas	Classe Energética	Potência (W)
Circulação	Iluminação	A	26,40

As instalações sanitárias foram caracterizadas com as cargas que estão relatadas na **tabela 4.14**.

Tabela 4.14 - Resumo das cargas nas instalações sanitárias

	Equipamentos/Cargas	Classe Energética	Potência (W)
I.S	Iluminação	A	39,60
	Secador de cabelo		1200,00

No último grupo estão todas as cargas que não se conseguem inserir nos anteriores, ficou designado “Outros” e foi caracterizado com as cargas que estão expostas na **tabela 4.15**.

Tabela 4.15 - Resumo das cargas do conjunto Outros

	Equipamentos/Cargas	Classe Energética	Potência (W)
Outros	Ferro de engomar a seco		1200
	Aspirador		1200
	Iluminação Terraço	A	52,80
	Iluminação Pátio	A	17,60
	Bomba de águas Pluviais		250

Iluminação

Foi privilegiada a iluminação natural, na iluminação artificial foi feita uma escolha de lâmpadas de baixo e de muito baixo consumo, lâmpadas fluorescentes e LED’s. O *Green Bungalow* vai ter uma potência de iluminação instalada de 457,6 W, decomposto em 387,2 W no interior e de 70,4 W no exterior. Teremos assim instalado 7,16 W/m no total, 9,46 W/m no interior e 3,06 W/m no exterior.

No **Anexo 3** encontram-se os pormenores da iluminação, a planta e dados técnicos dos equipamentos.

Na **figura 4.11** podemos ver a planta da *Green Bungalow* com a localização dos aparelhos de iluminação.

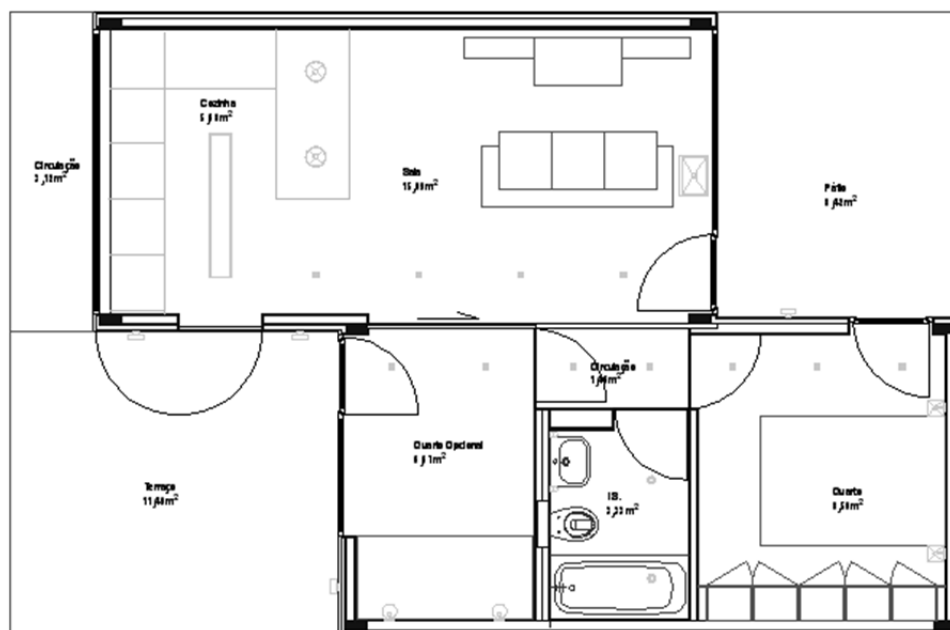


Figura 4.11 – Planta de iluminação do *Green Bungalow*

Na **tabela 4.16** tem-se resumido os dados dos equipamentos que foram utilizados para a iluminação.










Simbologia	Tipo	Descrição	Qtd.	Lâmpada	Observações
	D.1	Downlight encastrar, modelo Quad 1.0, ref.: QD10325LB, L&L	8	LED's 3x2W, 40°, 3000°K	corde 50x50mm
	D.2	Downlight encastrar, modelo Kamo 12V, ref.: 5547, Astrolighting	2	Halogeneo 1x35W (G5.3), 3000°K	corde 70mm IP65
	AP.1	Aplique de Parede, modelo Kyoto 260, ref.: 0386, Astrolighting	2	Fluorescente 1x11W (2G7), 3000°K	IP44
	RE.1	Régua Fluorescente de embutir, modelo White Line, ref.: 04-9053, Prolicht	1	Fluorecente 2x35/49 (T5), 3000°K	corde 1535x230 mm
	PE.1	Candeeiro de Pé, modelo Park Lane Floor, ref.:4200+4517, Astrolighting	1	Compacta Fluorescente, 20W (E27)	IP20
	AP.2	Candeeiro de Parede, modelo Azumi Led, ref.:0670+4018, Astrolighting	2	LED 1W, + Compacta Fluorescente 13W (GX24q-1)	IP20
	AP.3	Candeeiro de Parede, modelo Luca Plus, ref.:0602, Astrolighting	2	Compacta Fluorescente, 18W (GX24q-2)	IP20
	AP.4	Aplique de Parede, modelo Geko20 ref.:GK20825DR, L&L	3	LED 8x2W, 40°, 3000°K	IP54
	SU.1	Suspensão, modelo Jackie ref.:B-L.651300, B-Lux	3	Compacta fluorescente, 23W (E27)	Ø22 mm

Tabela 4.16 – Equipamentos de Iluminação

Diagrama de Carga do Green Bungalow

Nos pontos anteriores caracterizaram-se todas as cargas eléctricas existentes no *Green Bungalow*, neste ponto descreve-se o processo da construção do diagrama de carga. Foram criados os cenários de Verão e Inverno, divididos em consumo efetuado durante os dias da semana e de fim-de-semana. As cargas eléctricas foram distribuídas ao longo das horas do dia de acordo com a tipologia de uma habitação familiar, resultando numa utilização eficiente da energia eléctrica (**apêndice 1**). O diagrama de carga vai ser assim o somatório das cargas eléctricas ao longo de cada hora do dia. Com os dois valores de consumo (Verão e Inverno) efectuou-se a média deles, obtendo assim o valor do consumo eléctrico otimizado do *Green Bungalow*, sendo esse o valor de referência que vai ser usado ao longo deste estudo, 1890 kWh/Ano (Ver **tabela 4.19**), o consumo otimizado, designado o consumo *green*.

Os cenários foram designados da seguinte forma:

- Verão
 - Diagrama de carga diário (Semanal) – Máquina de Roupa
 - Diagrama de carga diário (Semanal)
 - Diagrama de carga diário (fim-de-semana) – Ferro de engomar
 - Diagrama de carga diário (fim-de-semana) – Aspirador

- Inverno
 - Diagrama de carga diário (Semanal) – Máquina de Roupa
 - Diagrama de carga diário (Semanal)
 - Diagrama de carga diário (fim-de-semana) – Ferro de engomar
 - Diagrama de carga diário (fim-de-semana) – Aspirador

Na **figura 4.12** está representado o diagrama de carga diária no período semanal no cenário de utilização da máquina de roupa, sabendo-se para cada hora do dia a energia gasta em cada categoria de consumo, e na **figura 4.13** tem-se o diagrama de carga do mesmo cenário, mas nesta podemos ler a potência de ponta em cada hora do dia. Ficam estes dois exemplos deste cenário, no **Apêndice 1** encontram-se todos os cenários com os respetivos pormenores.

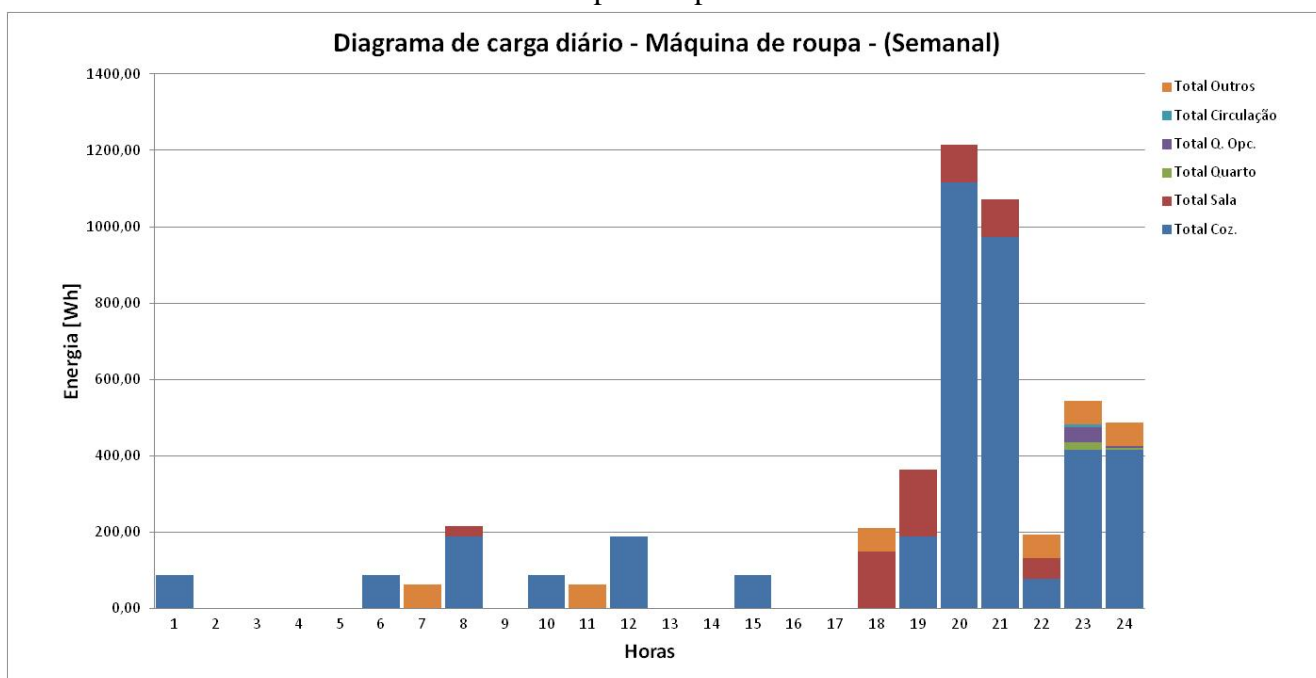


Figura 4.12 – Diagrama de carga diário- Utilização máquina de roupa – Perfil dos dias de semana - Energia

É verificado na **figura 4.13** que a potência de ponta deste cenário é de 2690 W.

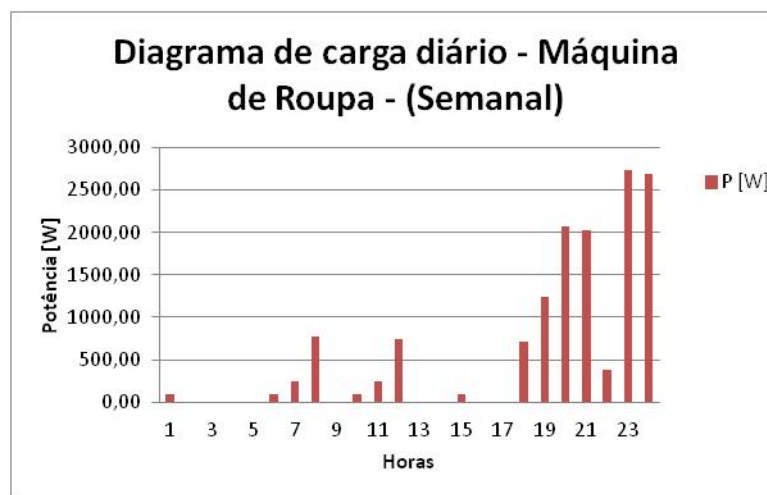


Figura 4.13 – Diagrama de carga diário- Utilização máquina de roupa – Perfil dos dias de semana - Potência

Na **tabela 4.17** está o resumo de todos os cenários no período do Verão, obteve-se um consumo de 6984,9 Wh/dia, e uma potência de ponta de 2735.8 W, com um consumo elétrico de 1884,63 kWh/Ano. Nas **figura 4.14** e **figura 4.15** encontram-se os respectivos diagramas de carga semanal no período de Verão. É chamado atenção que no cenário de Verão foi utilizado como referência para os cálculos, dias com mais iluminação natural, e temperaturas mais quentes.

Tabela 4.17 – Diagrama de carga diária no período do Verão

	E [Wh] /d	P [W]	
Segunda-feira	4967,80	2735,80	- Máquina de Roupa
Terça-feira	3984,90	2164,52	
Quarta-feira	4967,80	2735,80	- Máquina de Roupa
Quinta-feira	3984,90	2164,52	
Sexta-feira	4967,80	2735,80	- Máquina de Roupa
Sábado	6984,90	2164,52	- Ferro de Engomar
Domingo	6384,90	2164,52	- Aspirador
Total	36,24	kWh/Semana	
	144,97	kWh/Mês	
	1884,63	KWh/Ano	

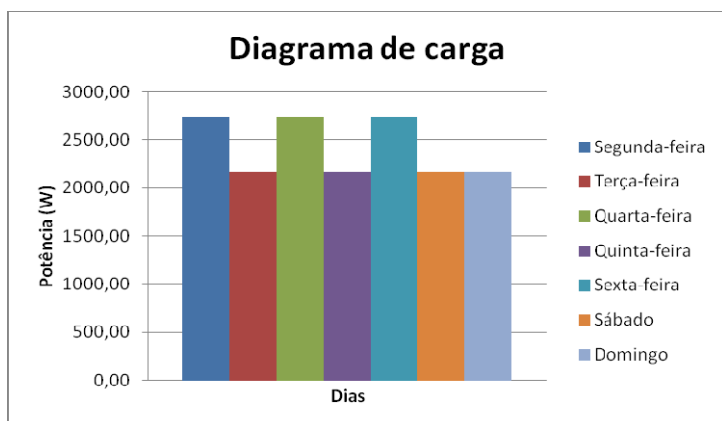


Figura 4.14 – Diagrama de carga – Verão – Energia

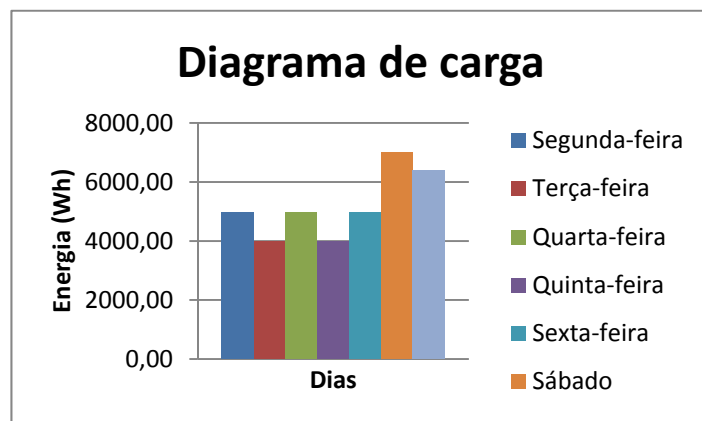


Figura 4.15 – Diagrama de carga – Verão – Potência

Na **tabela 4.18** tem-se o resumo de todos os cenários no período do Inverno, obtendo-se um consumo de ponta de 7268,7 Wh/dia, e uma potência de ponta de 2735.8 W. Neste cenário tem-se um consumo elétrico 1891,59 kWh/Ano. Nas **figura 4.16** e **figura 4.17** encontram-se os respectivos diagramas de carga semanal no período de Inverno. Ressalva-se que no cenário de Inverno foi utilizado como referência para os cálculos, dias com menos iluminação natural, e temperaturas mais frias.

Tabela 4.18 – Diagrama de carga diária no período do Verão

	E [Wh]/d	P [W]	
Segunda-feira	4923,20	2735,80	- Máquina de Roupa
Terça-feira	3834,90	2164,52	
Quarta-feira	4923,20	2735,80	- Máquina de Roupa
Quinta-feira	3834,90	2164,52	
Sexta-feira	4923,20	2735,80	- Máquina de Roupa
Sábado	7268,70	2164,52	- Ferro de Engomar
Domingo	6668,70	2164,52	- Aspirador
Total	36,38	kWh/Semana	
	145,5072	kWh/Mês	
	1891,59	kWh/Ano	

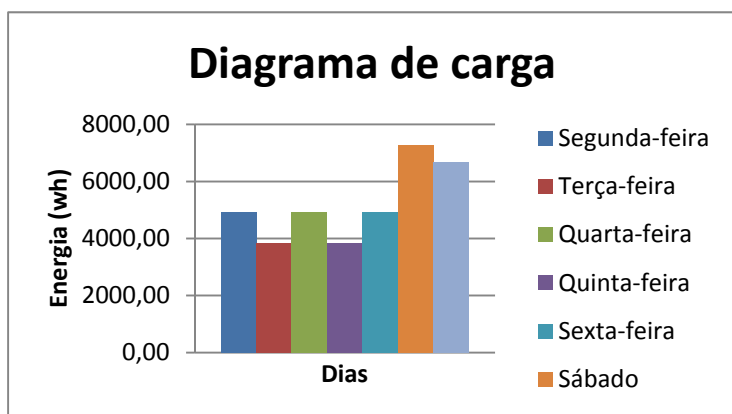


Figura 4.16 – Diagrama de carga – Inverno – Energia

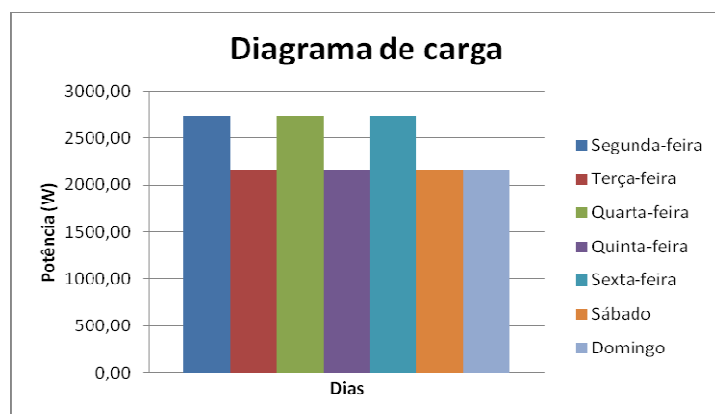


Figura 4.17 – Diagrama de carga – Inverno – Potência

Com os dois valores de consumo foi feita a média, obtendo assim o valor do consumo elétrico otimizado do *Green Bungalow*, **1890 kWh/ano**.

Na **tabela 4.19** tem-se a comparação do valor de referência (1890 kWh/ano) com outros cinco valores de consumo energético no sector doméstico. É verificado que o consumo do *Green Bungalow* conseguiu reduzir 2,57 vezes relação ao consumo mais alto da **tabela 4.19**, é uma poupança muito significativa, sem haver perda de qualidade de vida para as famílias.

Tabela 4.19 – Consumos domésticos anuais

Estudo / Dados	Consumo Anual [kWh]
Eco 30 – 2007 [44]	4860
Eco 225 – 2008 [45]	3333
INE ¹ – 2009 [47]	2629,3
DGEG – Família Standard [46]	2986
DGEG – Família ecológica [46]	1534
<i>Green Bungalow</i>	1890

¹ INE – Instituto Nacional de estatística – Consumo doméstico por consumidor

4.7 Integração de Energias Renováveis no Green Bungalow

Sistemas fotovoltaicos

Considerou-se o sistema FV fixo, com azimute de 3° (com origem no Sul) e inclinação dos painéis de 32°. Estes valores ótimos foram fornecidos pelo PVGIS [35], para a localização da simulação – Lagoa – Algarve.

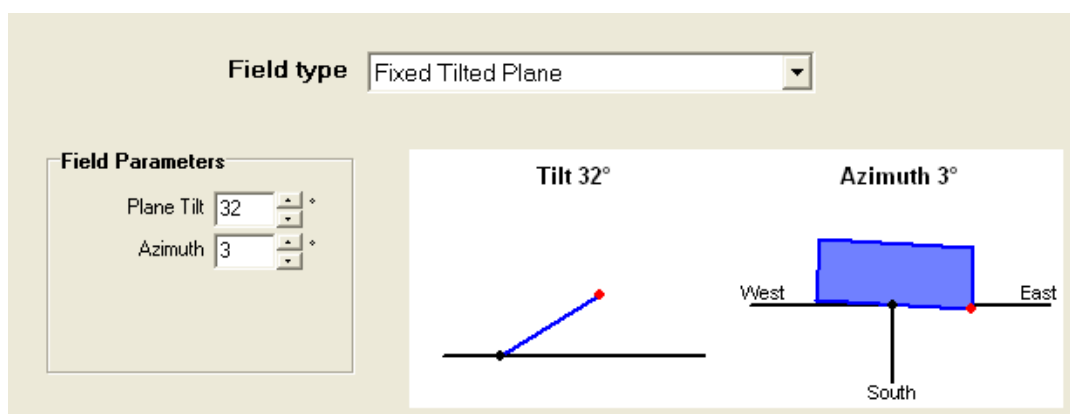


Figura 4.18 – Interface (parcial) do PVSYS: Orientação dos painéis para o sistema fixo

Em virtude das condições legais para estar no regime bonificado também é necessário instalar um sistema solar térmico com um mínimo de 2 m², foi selecionado um sistema de 200 Litros, ideal para três pessoas.

No **Anexo 2**, encontram-se as várias opções de AQS utilizados no trabalho.

Logo, para a avaliação económica dos vários sistemas foi utilizado o valor total de todo os componentes do sistema de microprodução. Na **tabela 4.20** estão descritas as parcelas que são adicionadas ao valor de cada tecnologia.

Tabela 4.20 – Orçamento total
www.vensol.pt

Parcelas do orçamento	Preço €
Sistema AQS	1800,00
Taxa para registo da unidade de microprodução	500,00

Para determinar a energia produzida pelo sistema recorreu-se ao programa de análise de desempenho de sistema solar o PVSYS. Este *software* possibilita simular com diferentes níveis de complexidade, desde um estado básico de representação até um sistema detalhado de simulação. Este *software* também tem uma ferramenta adicional, tridimensional, que tem em conta as limitações do horizonte e de objetos que possam criar sombras sobre os painéis fotovoltaicos. Possui uma larga base de dados de radiação de localidades no mundo, para os cálculos do estudo foram utilizados os dados do distrito de Faro.

Para a simulação do sistema fotovoltaico selecionado com a ligação à rede através do *software* PVSYS, seguiu-se os seguintes passos:

- Características do local e do projeto;
- Seleção do módulo fotovoltaico;
- Seleção do inversor;
- Configuração do sistema.

Foram criadas as seguintes soluções técnicas:

- Potência instalada – 1080 Wp;
- Produção anual 1890 kWh/ano;

- Potência instalada – 2340 Wp;
- Produção anual – 4000 kWh/ano;

- Potência instalada – 3,42 kWp;
- Produção anual – 6000 kWh/ano.

Foram simulados nos seguintes cenários de ligação:

Ligadas e isoladas da rede, as **figura 4.19** e **figura 4.20** mostram as respectivas ligações.

Na **figura 4.19** está representado um sistema isolado com os painéis FV, um regulador de carga, uma ou mais baterias e um inversor / carregador, e a respetiva carga AC. Os reguladores são o elemento responsável pelo controlo da carga das baterias. As baterias deverão ter capacidade suficiente para alimentar as cargas durante a noite ou durante os dias de baixos valores de radiação.

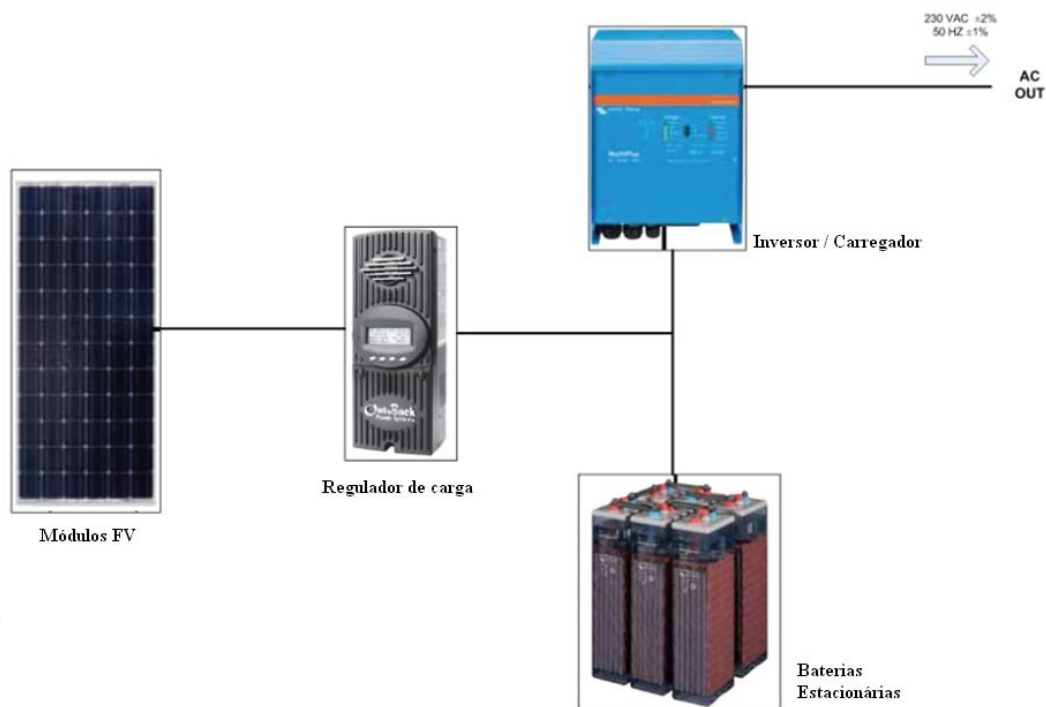


Figura 4.19 – Constituição do sistema fotovoltaico isolado da rede

Na **figura 4.20** está representado um sistema ligado à rede com os painéis FV, uma instalação desse tipo é constituído por estes 4 equipamentos básicos:

- **Módulos FV:** Captam a radiação solar e geram a energia elétrica;
- **Inversor:** Tem a função da conexão à rede elétrica, transforma a corrente contínua em corrente alternada, e decide quando deve injetar na rede a energia produzida;
- **Contador bidirecional:** É responsável pela contagem da energia elétrica produzida (Contador de venda / Contador de compra);
- **Portinhola:** Caixa de ligações que permite a interligação dos cabos do consumidor/produtor e contém também as respetivas proteções.

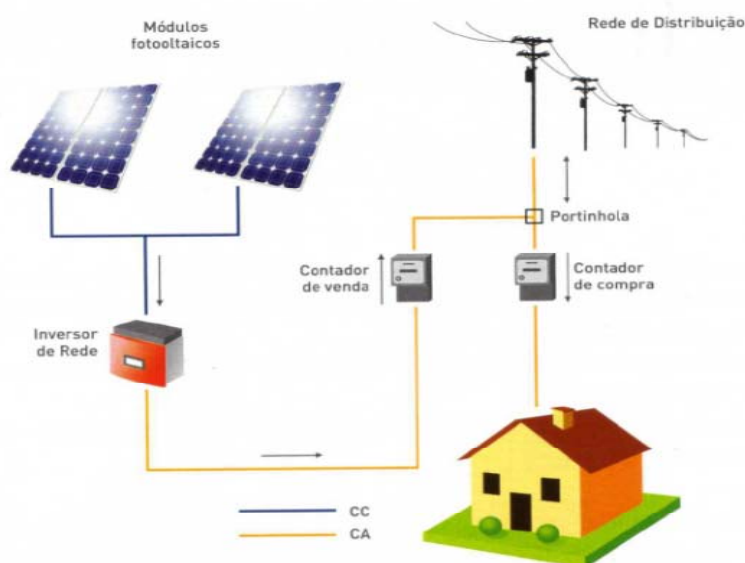


Figura 4.20 - Sistema de microprodução FV ligado à rede [3]

Sistemas Eólicos

Procedeu-se a uma análise de diversos sistemas eólicos a serem instalados, na zona de estudo. Na metodologia de cálculo para saber a energia produzida anualmente, foi utilizado como informação, os dados de vento da zona de estudo, **figura 4.4**, os vários orçamentos disponíveis [9], os preços e as curvas de potência dos vários aerogeradores. Na **tabela 4.21** tem-se as produções anuais de energia dos vários modelos de geradores analisados.

Tabela 4.21 - Resumo das várias produções

Aerogerador	Produção Anual (kWh/ano)
Bornay 600 (600 W)	434,67
Wisper 40 (900 W)	320,72
Wisper 80 (1000 W)	565,85
Bornay 1500 (1500 W)	1261,71
Aerocraft (750 W)	440,95
Bornay 3000 (3000 W)	2481,60

Na **figura 4.21** são representadas as curvas de potência dos aerogeradores analisados, segundo os dados dos fabricantes, e no **Apêndice 2** tem-se os cálculos da energia produzida por cada gerador para o ano 2010 em Lagoa.

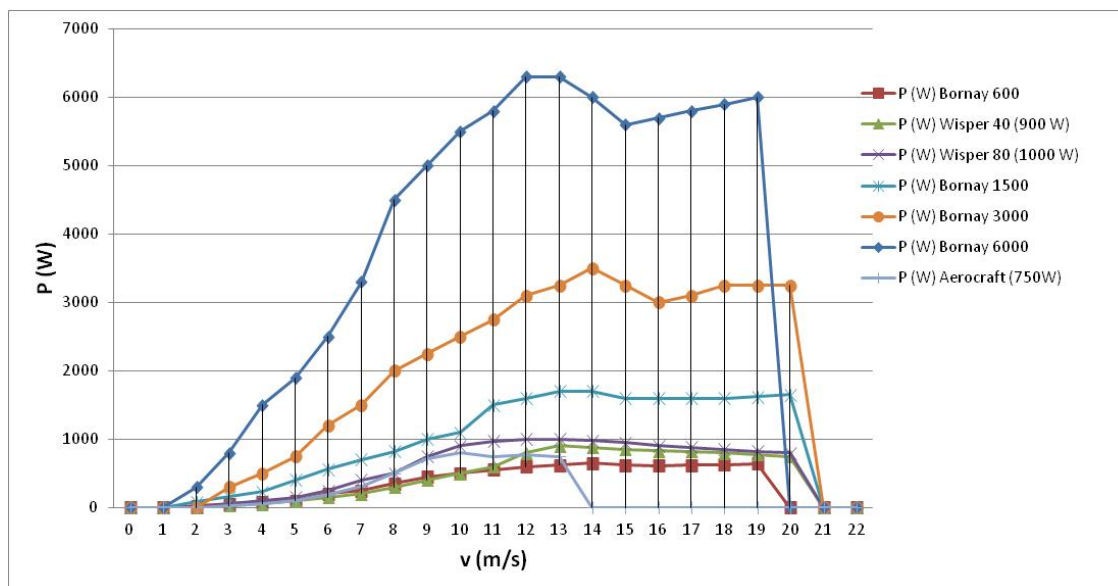


Figura 4.21 – Curvas de potência dos aerogeradores selecionados

Foram simulados nos seguintes cenários de ligação:

Ligadas e isoladas da rede, as **figura 4.22** e **figura 4.23** mostram as respectivas ligações.

Na **figura 4.22** está representado um sistema de produção com um gerador eólico ligado à rede, uma instalação desse tipo é constituído por estes 4 equipamentos básicos:

- **Aerogerador:** Captam a energia do vento para gerar energia elétrica;
- **Retificador:** Retificador DC/AC
- **Inversor:** Tem a função da conexão à rede elétrica, transforma a corrente contínua em corrente alternada, e decide quando deve injetar na rede a energia produzida;
- **Contador bidirecional:** É responsável pela contagem da energia elétrica produzida (Contador de venda / Contador de compra);
- **Portinhola:** Caixa de ligações que permite a interligação dos cabos do consumidor/produtor e contém também as respetivas proteções.

Na **figura 4.22** está representado um sistema de produção com um gerador eólico isolado da rede, já é mais simples, é constituído por um regulador/carregador de carga eólico, uma ou mais baterias e um inversor, e a respetiva carga AC.

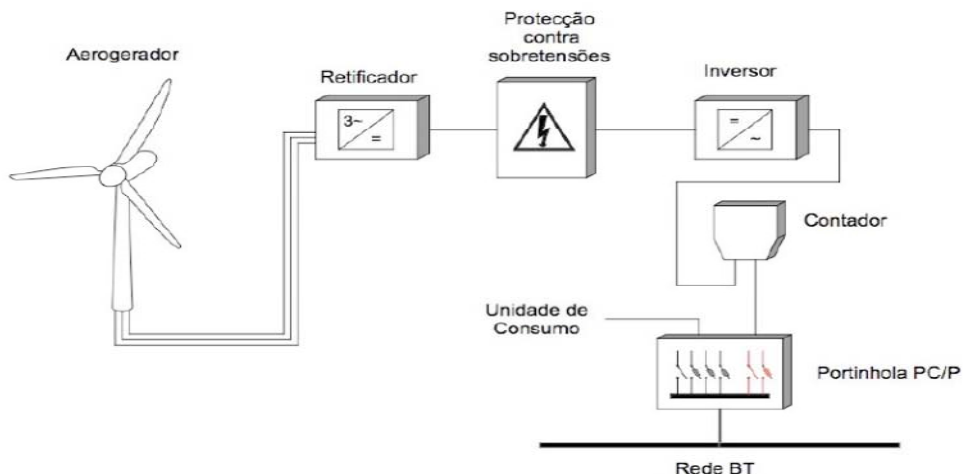


Figura 4.22 – Constituição de um sistema com aerogerador ligado à rede

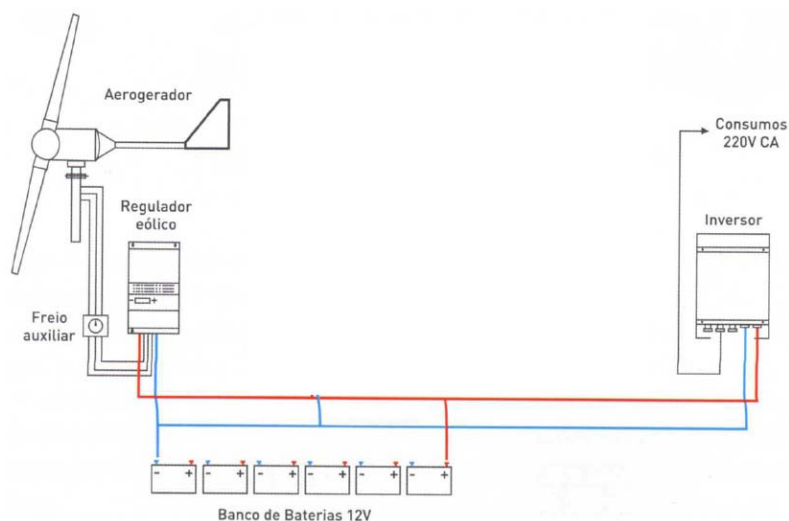


Figura 4.23 – Constituição de um sistema com aerogerador isolado da rede

Sistemas Híbridos

No sistema híbrido, isto é, a produção de energia através dos painéis FV em junção com aerogeradores, foram utilizados os métodos descritos nos pontos anteriores deste capítulo (Sistemas fotovoltaicos / Sistemas Eólicos), e analisados em simultâneo.

Foram criadas as seguintes soluções técnicas:

- Mod1 - Potência instalada – 2,4 kW;
- Mod2 - Potência instalada – 2,26 kW;
- Mod3 - Potência instalada – 2,2 kW;
- Produção anual – 1890 kWh/ano.

- Mod1 - Potência instalada – 2,74 kW;
- Mod2 - Potência instalada – 2,98 kW;
- Mod3 - Potência instalada – 2,94 kW;
- Produção anual – 4000 kWh/ano;
- Mod1 - Potência instalada – 3,84 kW;
- Mod2 - Potência instalada – 4,06 kW;
- Mod3 - Potência instalada – 4,2 kW;
- Mod4 - Potência instalada – 3,8 kW;
- Produção anual – 6000 kWh/ano.

Foram simulados nos seguintes cenários de ligação:

Ligadas e isoladas da rede, as **figura 4.24** e **figura 4.25** mostram as respectivas ligações.

O funcionamento e a constituição do sistema híbrido é a junção do funcionamento do sistema fotovoltaico com o sistema eólico, como descritos anteriormente.

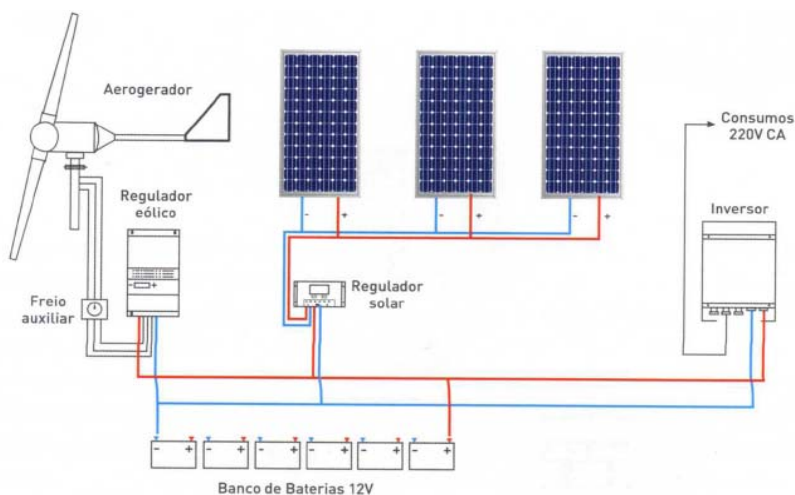


Figura 4.24 – Constituição do sistema híbrido isolado da rede

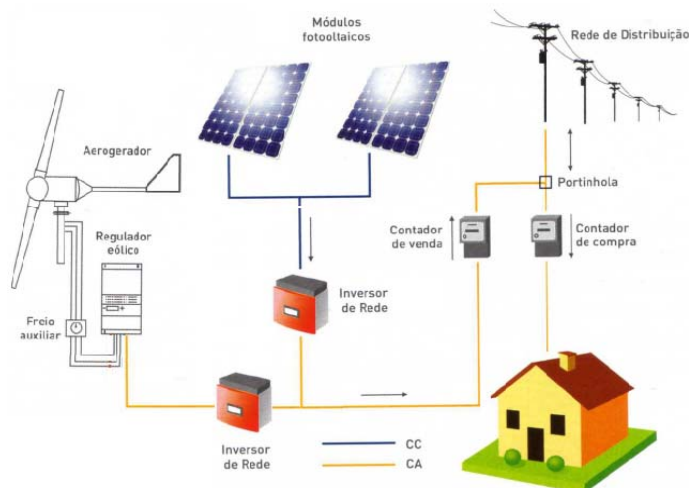


Figura 4.25 – Constituição do sistema híbrido ligado à rede

4.8 Simulações e Resultados da análise técnica

Pressupostos para a simulação dos vários cenários:

- Considerou-se uma taxa de atualização de 8%;
- Considerou-se os períodos de avaliação de 20 anos e 25 anos, que correspondem ao limite de vida útil do aerogerador e do painel fotovoltaico;
- Regime bonificado - Tarifa de referência para o sistema fotovoltaico de 0,38 €/kWh para os 8 anos primeiros anos, e 0,22 €/kWh para os últimos 7 anos;
- Regime bonificado - Tarifa de referência para o sistema eólico de 0,304 €/kWh para os 8 anos primeiros anos, e 0,174 €/kWh para os últimos 7 anos;
- Regime bonificado - Tarifa de referência para o sistema híbrido foi calculada de acordo com a fórmula no guia para a certificação de uma unidade de microprodução [24]
- A tarifa do regime geral foi de 0,1406 €/kWh;
- A inflação para regime geral foi de 3,8 % ao ano;
- Potencia contratada inferior a 6,9 kVA.

4.8.1 *Green Bungalow* - Análise técnica da solução para o consumo 1890 kWh/ano

Esta simulação teve como base a casa *Green Bungalow*, descrita no ponto 4.3, produção dimensionada para satisfazer o consumo de 1890 kWh/ano (ponto 6), foram feitas as simulações da casa isolada e ligada à RESP.

Sistema Isolado

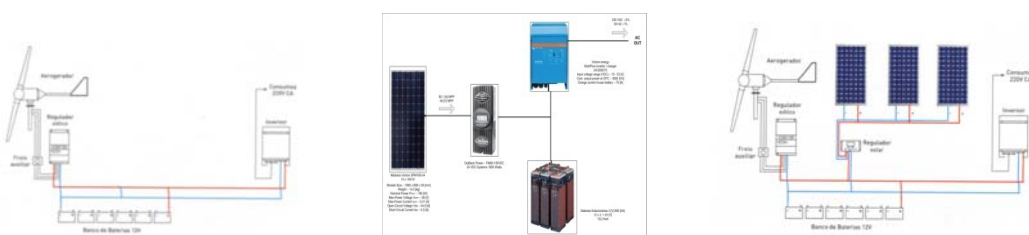


Figura 4.26 – Sistemas eólico/FV/híbrido isolados da rede (1890 kWh/ano)

Foram simuladas as várias soluções técnicas isoladas da rede para satisfação desse cenário.

E – Eólico

Para esta simulação foi escolhido o aerogerador *Bornay 3000* de 3000 W, que tem a produção de 2482 kWh/ano, é superior a 1890 kWh/ano, de todos os aerogeradores simulados para o local de estudo é o que está mais próximo dos nossos valores de referência (ponto 7.2). No resumo 1 do **Apêndice 3** estão os detalhes do sistema.

- Potência instalada – 3000 W;
- Produção anual – 2481,6 kWh/ano.

Tabela 4.22 – Resumo do Sistema Eólico – *Green House* – Isolado

Orçamento (€)	20 anos			25 anos		
	TIR	VAL	Payback	TIR	VAL	Payback
20448	-	-15899	31	-	-15223	31

FV – Fotovoltaico

Neste sistema temos 6 painéis de 180 W. No resumo 2 do **Apêndice 3** estão os detalhes do sistema.

- Potência instalada – 1080 Wp;
- Produção anual – 1890 kWh/ano.

Tabela 4.23 – Resumo do Sistema Fotovoltaico – *Green House* – Isolado

Orçamento (€)	20 anos			25 anos		
	TIR	VAL	Payback	TIR	VAL	Payback
13937	-	-10472	29	-	-9957	29

H – Híbrido

Para a simulação do sistema híbrido foram dimensionados três modelos diferentes, o conjunto do aerogerador com os painéis FV produzissem no seu total os 1890 kWh/ano. No Mod1 foi escolhido a combinação do aerogerador *Bornay 600* de 600 W com 5 painéis FV de 180 W, no Mod2 foi a combinação do aerogerador *Wisper 80* de 1000 W com 4 painéis de 180 W, já no Mod3 foi feita a junção do aerogerador *Bornay 1500* de 1500 W com 2 módulos de 180 W. Nos resumos 3, 3.1, 3.2, 3.3 do **Apêndice 3** estão os detalhes dos sistemas.

- Mod1 - Potência instalada – 2,4 kW;
- Mod2 - Potência instalada – 2,26 kW;
- Mod3 - Potência instalada – 2,2 kW;
- Produção anual – 1890 kWh/ano.

Tabela 4.24 – Resumo do Sistema Híbrido – *Green House* – Isolado

	Orçamento (€)	20 anos			25 anos		
		TIR	VAL	Payback	TIR	VAL	Payback
Mod1	21123	-	-17658	36	-	-17143	37
Mod2	20849	-	-17384,92	36	-	-16870,06	37
Mod3	20602	-	-17137,45	34	-	-16622,59	36

Conclusões preliminares do sistema isolado da rede – *Green Bungalow* de geração/consumo 1890 kWh/ano

Da análise do cenário *Green Bungalow* de geração/consumo 1890 kWh/ano isolado da rede, é verificado que os orçamentos para as três tecnologias variam de 13.937 € até ao valor máximo de 21.123 €, verificando-se ainda que a tecnologia com menor valor de investimento inicial é a fotovoltaica, e a mais dispendiosa é a tecnologia com a produção com o sistema híbrido.

Nas três tecnologias (E/FV/H) temos o Valor Actual Líquido (VAL) com valores negativos, e não existe uma Taxa Interna de Rentabilidade (TIR). Os períodos de *Payback* das três tecnologias variam de 29 anos até 37 anos.

Podemos concluir para o cenário casa *Green Bungalow* de geração/consumo de 1890 kWh/ano através das três tecnologias (E/FV/H) isolados da RESP, não têm viabilidade económica, e o valor de *Payback* das várias simulações estão acima do período de vida útil das várias tecnologias. É constatado que o fator crítico que torna este cenário sem viabilidade económica, é o orçamento, sendo que o valor do investimento inicial é bastante elevado.

Sistema ligado à rede



Figura 4.27 – Sistemas eólico/FV/híbrido ligado à rede (1890 kWh/ano)

Esta simulação teve como base o mesmo do ponto 4.8.1, mas nesta as três tecnologias (E/FV/H) foram ligadas à RESP, o que provocou a diminuição do orçamento do investimento inicial devido a não ser necessário baterias de acumuladores.

E – Eólico

É verificado que a potência de ligação está abaixo do valor de 3,68 kW, valor máximo de ligação para estar abrangido do regime bonificado.

No resumo 4 do **Apêndice 3** estão os detalhes do sistema.

- Potência instalada – 3000 W;
- Produção anual – 2481,6 kWh/ano;

Tabela 4.25 – Resumo do Sistema Eólico – *Green House* – Ligado

Orçamento (€)	20 anos			25 anos		
	TIR	VAL	Payback	TIR	VAL	Payback
18085	-	-11622	26	-	-10946	26

FV – Fotovoltaico

Neste cenário só é necessário contratar a potência de ligação mais baixa da rede, a de 3,45 kVA, para estar abrangido pelo regime bonificado.

No resumo 5 do **Apêndice 3** estão os detalhes do sistema.

- Potência instalada – 1080 Wp;
- Produção anual – 1890 kWh/ano;

Tabela 4.26 – Resumo do Sistema Fotovoltaico – *Green House* – Ligado

Orçamento (€)	20 anos			25 anos		
	TIR	VAL	Payback	TIR	VAL	Payback
11367	-	-5427	20	1,92%	-4912	20

H – Híbrido

Neste cenário a potência contratada à RESP é de 5,75 kVA.

Nos resumos 6, 6.1, 6.2 e 6.3 do **Apêndice 3** estão os detalhes dos sistemas.

- Mod1 - Potência instalada – 2,4 kW;
- Mod2 - Potência instalada – 2,26 kW;
- Mod3 - Potência instalada – 2,2 kW;
- Produção anual – 1890 kWh/ano;

Tabela 4.27 – Resumo do Sistema Híbrido – *Green House* – Ligado

	Orçamento (€)	20 anos			25 anos		
		TIR	VAL	Payback	TIR	VAL	Payback
Mod1	18587	-	-12784	30	-	-12269	30
Mod2	18314	-	-12827	30	-	-12313	30
Mod3	18259	-	-13119	31	-	-12605	31

Conclusões preliminares do sistema ligado à rede – *Green Bungalow* de geração/consumo 1890 kWh/ano

Da análise do cenário *Green Bungalow* de geração 1890 kWh/ano ligado à RESP os orçamentos para as três tecnologias variam de 11.367 € até ao valor máximo de 18.587 €, verifica-se que a tecnologia mais económica é a fotovoltaica, e a mais dispendiosa é a tecnologia com a produção com o sistema híbrido.

Nas três tecnologias (E/FV/H) é averiguado um único valor positivo dos indicadores económicos, a TIR de 1,92%, este valor é verificado no sistema fotovoltaico na avaliação a 25 anos.

Os períodos de *Payback* das três tecnologias variam de 20 anos até 31 anos. O sistema fotovoltaico já tem um *Payback* de 20 anos, já é um período abaixo da vida útil dos painéis FV.

Este cenário *Green Bungalow* de geração/consumo de 1890 kWh/ano ligado à RESP, não tem indicadores económicos positivos para ser um investimento viável.

4.8.2 Sensibilidade ao consumo

Esta simulação teve como base o consumo, produção dimensionada para satisfazer o consumo de 4000 kWh/ano e 6000 kWh/ano, foram feitas as simulações dos sistemas isolados e ligados à RESP. No sistema isolado a sensibilidade ao consumo implica aumentar também a produção, e vice-versa, não havendo diferença entre a análise de variação de consumo e a de produção.

Sistema Isolado – Consumo 4000 kWh/ano

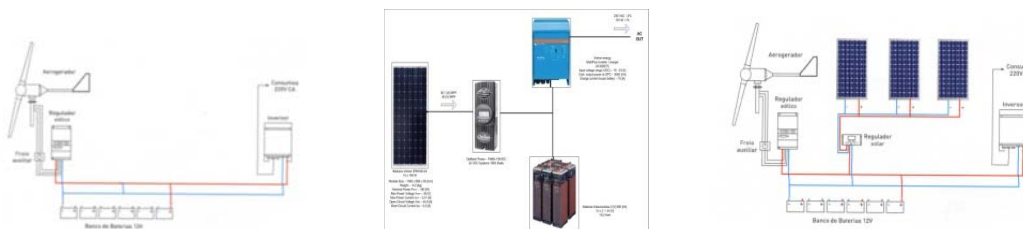


Figura 4.28 – Sistemas eólico/FV/híbrido isolados da rede (4000 kWh/ano)

Nesta simulação teve como base a geração para o consumo de 4000 kWh/ano.

E – Eólico

Para o local de estudo não existe vento suficiente para ter uma produção de 4000 kWh/ano no aerogerador instalado.

FV – Fotovoltaico

Neste sistema temos 13 painéis de 180 W. No resumo 8 do **Apêndice 3** estão os detalhes do sistema.

- Potência instalada – 2340 Wp;
- Produção anual – 4000 kWh/ano;

Tabela 4.28 – Resumo do Sistema Fotovoltaico – Consumo 4000 kWh/ano – Isolado

Orçamento (€)	20 anos			25 anos		
	TIR	VAL	Payback	TIR	VAL	Payback
20937	-	-13604	23	0,58%	-12514	23

H – Híbrido

Para a simulação do sistema híbrido foram dimensionados 3 modelos diferentes, o conjunto do aerogerador com os painéis FV produzissem no seu total os 4000 kWh/ano. No Mod1 foi escolhido a combinação do aerogerador *Bornay 600* de 600 W com 12 painéis FV de 180 W, no Mod2 foi a combinação do aerogerador *Wisper 80* de 1000 W com 11 painéis de 180 W, já no Mod3 foi a junção do aerogerador *Bornay 1500* de 1500 W com 8 módulos de 180 W. Nos resumos 9, 9.1, 9.2 e 9.3 do **Apêndice 3** estão os detalhes dos sistemas.

- Mod1 - Potência instalada – 2,74 kW;
- Mod2 - Potência instalada – 2,98 kW;
- Mod3 - Potência instalada – 2,94 kW;
- Produção anual – 4000 kWh/ano;

Tabela 4.29 – Resumo do Sistema Híbrido – Consumo 4000 kWh/ano – Isolado

	Orçamento (€)	20 anos			25 anos		
		TIR	VAL	Payback	TIR	VAL	Payback
Mod1	27645	-	-20311	28	-	-19222	28
Mod2	27371	-	-20038,39	28	-	-18948,72	28
Mod3	26263	-	-18930,42	27	-	-17840,76	27

Conclusões preliminares do cenário da geração para o consumo de 4000 kWh/ano isolado da RESP

Da análise do cenário da geração para o consumo de 4000 kWh/ano isolado da RESP, é verificado que os orçamentos para as duas tecnologias variam de 20.937 € até ao valor máximo de 27.645 € verifica-se que a tecnologia com um valor menor de investimento é a FV.

Os períodos de *Payback* das duas tecnologias variam de 23 anos até 28 anos, está acima da vida útil dos aerogeradores.

Pode-se concluir para os cenários de geração para o consumo de 4000 kWh/ano isolado da RESP, não tem viabilidade económica.

Sistema Ligado à RESP - Consumo 4000 kWh/ano



Figura 4.29 – Sistemas eólico/FV/híbrido ligado à rede (4000 kWh/ano)

Esta simulação teve como base o sistema isolado de geração para o consumo de 4000 kWh/ano, mas nesta simulação foi ligado à RESP, o que provocou a diminuição do orçamento do investimento inicial devido a não ser necessário baterias de acumuladores.

E – Eólico

Para o local de estudo não há vento suficiente para termos uma produção de 4000 kWh/ano no aerogerador instalado.

FV – Fotovoltaico

Neste cenário a potência contratada à RESP é de 5,75 kVA, para o sistema ficar abrangido no regime bonificado.

No resumo 11 do **Apêndice 3** estão os detalhes do sistema.

- Potência instalada – 2340 Wp;
- Produção anual – 4000 kWh/ano;

Tabela 4.30 – Resumo do Sistema Fotovoltaico – Consumo 4000 kWh/ano – Ligado

Orçamento (€)	20 anos			25 anos		
	TIR	VAL	Payback	TIR	VAL	Payback
17455	3,50%	-4883	13	5,09%	-3793	13

H – Híbrido

Neste cenário a potência contratada à RESP é de 6,9 kVA.

Nos resumos 12, 12.1, 12.2 e 12.3 do **Apêndice 3** estão os detalhes do sistema.

- Mod1 - Potência instalada – 2,74 kW;
- Mod2 - Potência instalada – 2,98 kW;
- Mod3 - Potência instalada – 2,94 kW;
- Produção anual – 4000 kWh/ano.

Tabela 4.31 – Resumo do Sistema Híbrido – Consumo 4000 kWh/ano – Ligado

	Orçamento (€)	20 anos			25 anos		
		TIR	VAL	Payback	TIR	VAL	Payback
Mod1	24535	0,54%	-11456	18	2,31%	-10367	18
Mod2	24261	0,29%	-11708	19	2,13%	-10618	19
Mod3	18788	2,41%	-6928	15	4,05%	-5838	15

Conclusões preliminares do cenário da geração para o consumo de 4000 kWh/ano ligado à RESP

Da análise do cenário da geração para o consumo de 4000 kWh/ano ligado à RESP, é verificado que os orçamentos para as duas tecnologias variam de 17.455 € até ao valor máximo de 24.535 €, verifica-se que a tecnologia com um valor menor de investimento é a FV.

Os períodos de *Payback* das duas tecnologias variam de 13 anos até 19 anos, está abaixo da vida útil dos aerogeradores e painéis fotovoltaicos.

É concluído para os cenários de geração para o consumo de 4000 kWh/ano ligado à RESP, não tem viabilidade económica.

Sistema Isolado - Consumo 6000 kWh/ano

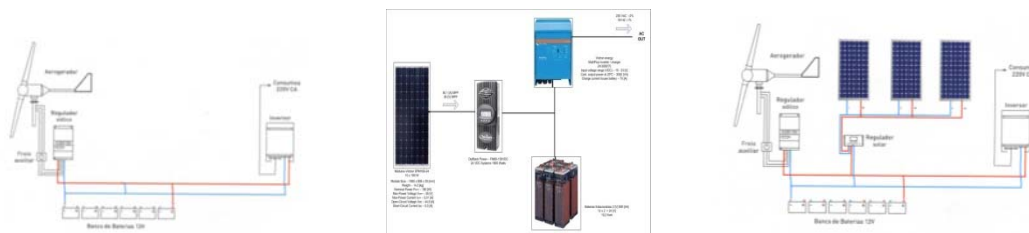


Figura 4.30 – Sistemas eólico/FV/híbrido isolados da rede (6000 kWh/ano)

Neste cenário teve como base a geração para o consumo de 6000 kWh/ano.

E – Eólico

Para o local de estudo não há vento suficiente para uma produção de 6000 kWh/ano no aerogerador instalado.

FV – Fotovoltaico

Neste sistema temos 19 painéis de 180 W. No resumo 14 do **Apêndice 3** estão os detalhes do sistema.

- Potência instalada – 3,42 kWp;
- Produção anual – 6000 kWh/ano

Tabela 4.32 – Resumo do Sistema Fotovoltaico – Consumo 6000 kWh/ano – Isolado

Orçamento (€)	20 anos			25 anos		
	TIR	VAL	Payback	TIR	VAL	Payback
31919	-	-20919	23	0,47%	-19285	23

H – Híbrido

Para a simulação do sistema híbrido foram dimensionados 4 modelos diferentes, assumindo que o conjunto do aerogerador com os painéis FV produzem no seu total os 6000 kWh/ano. No Mod1 foi escolhido a combinação do aerogerador *Bornay 600* de 600 W com 18 painéis FV com 180 W, no Mod2 foi a combinação do aerogerador *Wisper 80* de 1000 W com 17 painéis de 180 W, já no Mod3 foi a junção do aerogerador *Bornay 1500* de 1500 W com 15 módulos de 180 W. No último, o Mod4 foi feita a junção *Bornay 3000* de 3000 W com 11 painéis de 180 W.

Nos anexos 15, 15.1, 15.2, 15.3 e 15.4 estão os detalhes do sistema.

- Mod1 - Potência instalada – 3,84 kW;
- Mod2 - Potência instalada – 4,06 kW;
- Mod3 - Potência instalada – 4,2 kW;
- Mod4 - Potência instalada – 3,8 kW;
- Produção anual – 6000 kWh/ano.

Tabela 4.33 – Resumo do Sistema Híbrido – Consumo 6000 kWh/ano – Isolado

	Orçamento (€)	20 anos			25 anos		
		TIR	VAL	Payback	TIR	VAL	Payback
Mod1	38540	-	-27540	26	-	-25906	26
Mod2	38267	-	-27267	26	-	-25632	26
Mod3	38019	-	-27019	26	-	-25385	26
Mod4	37420	-	-26420	26	-	-24785	26

Conclusões preliminares do cenário da geração para o consumo de 6000 kWh/ano isolado da RESP

Da análise do cenário da geração para o consumo de 6000 kWh/ano isolado da RESP, é verificado que os orçamentos para as duas tecnologias variam de 31.919 € até ao valor máximo de 38.540 €, verifica-se que a tecnologia com um valor menor de investimento é a FV.

Os períodos de *Payback* das duas tecnologias variam de 23 anos até 26 anos, estão acima da vida útil dos aerogeradores.

Podemos concluir para os cenários de geração para o consumo de 6000 kWh/ano isolado da RESP, não tem viabilidade económica.

Da análise entre as duas simulações isoladas de RESP, a de 4000 kWh/ano e a de 6000 kWh/ano, o aumento de 50% de consumo, provocou para a tecnologia FV um aumento de 52,45 % do orçamento, na avaliação a 20 anos a TIR diminuiu 6,5%, e o período de *Payback* manteve-se o mesmo, os 23 anos, já na avaliação a 25 anos a TIR diminuiu 18,96% e período de *Payback* manteve-se o mesmo, os 23 anos. Na tecnologia híbrida (FV/E) houve um aumento de 40,48% no orçamento, na análise a 20 anos e a TIR aumentou 13,75%, e o período de *Payback* desceu 1,6 anos, já na avaliação a 25 anos a TIR aumentou 36,6% e período de *Payback* desceu 1,6 anos. Logo, é de concluir que o problema depende do nível de consumo, e o aumento de 4000 kWh/ano para 6000kWh/ano tornou os sistemas mais rentáveis, mas não viáveis.

Sistema Ligado à RESP - Consumo 6000 kWh/ano



Figura 4.31 – Sistemas eólico/FV/híbrido ligado à rede (6000 kWh/ano)

Neste cenário teve-se como base o sistema isolado de geração para o consumo de 6000 kWh/ano, mas nesta simulação foi ligado à RESP, o que provocou a diminuição do orçamento do investimento inicial devido a não precisarmos de baterias de acumuladores.

E – Eólico

Para o local de estudo não há vento suficiente para existir uma produção de 6000 kWh/ano no aerogerador instalado.

FV – Fotovoltaico

Neste cenário a potência contratada à RESP é de 5,75 kVA, fica abrangido no regime bonificado.

No resumo 17 do **Apêndice 3** estão os detalhes do sistema.

- Potência instalada – 2340 Wp;
- Produção anual – 6000 kWh/ano

Tabela 4.34 – Resumo do Sistema Fotovoltaico – Consumo 6000 kWh/ano – Ligado

Orçamento (€)	20 anos			25 anos		
	TIR	VAL	Payback	TIR	VAL	Payback
22525	5,44%	-3667	11	6,82%	-2033	11

H – Híbrido

Neste cenário é contratado à RESP a potência superior a 6,9 kVA, o sistema fica fora do regime bonificado.

Nos resumos 18, 18.1, 18.2, 18.3 e 18.4 do **Apêndice 3** estão os detalhes do sistema.

- Mod1 - Potência instalada – 3,84 kW;
- Mod2 - Potência instalada – 4,06 kW;
- Mod3 - Potência instalada – 4,2 kW;
- Mod4 - Potência instalada – 3,8 kW;
- Produção Anual – 6000 kWh/ano.

Tabela 4.35 – Resumo do Sistema Híbrido – Consumo 6000 kWh/ano – Ligado

	Orçamento (€)	20 anos			25 anos		
		TIR	VAL	Payback	TIR	VAL	Payback
Mod1	29745	3,11%	-9569	14	4,55%	-7935	14
Mod2	29185	2,93%	-9743	14	4,43%	-8109	14
Mod3	29130	2,55%	-10439	14	4,12%	-8804	14
Mod4	25755	3,94%	-7064	13	5,36%	-5429	13

Conclusões preliminares do cenário da geração para o consumo de 6000 kWh/ano ligado à RESP

Da observação do cenário da geração para o consumo de 6000 kWh/ano ligado à RESP, é verificado que os orçamentos para as duas tecnologias variam de 22.525 € até ao valor máximo de 29.745 €, verifica-se que a tecnologia com um valor menor de investimento é a FV.

Os períodos de *Payback* das duas tecnologias variam de 11 anos até 14 anos.

A simulação do sistema FV tem um *Payback* abaixo do tempo de vida útil dos painéis FV, e uma TIR positiva, 5,44% na avaliação 20 anos e 6,82% na avaliação 25 anos.

No sistema híbrido a disparidade dos orçamentos dos 4 modelos provém essencialmente da diferença de valores de custo dos aerogeradores aplicados em cada caso. Os modelos têm um *Payback* compreendidos no período entre 13 e 14 anos, estando abaixo do tempo de vida útil dos aerogeradores. No sistema híbrido na avaliação a 20 anos a TIR varia entre 2,55% e 3,94%, já na avaliação a 25 anos a variação é de 4,12% a 5,36%.

Pode-se concluir para os cenários de geração para o consumo de 6000 kWh/ano ligado à RESP, tendo já os indicadores económicos positivos ainda não tem viabilidade económica.

Da análise entre as duas simulações ligadas à RESP, a de 4000 kWh/ano e a de 6000 kWh/ano, o aumento de 50% de consumo, provocou para a tecnologia FV um aumento de 29 % do orçamento, na análise a 20 anos a TIR aumentou 55,4%, e o período de *Payback* diminuiu 2 anos,

já na análise a 25 anos a TIR aumentou 33,98% e período de *Payback* diminuiu 2 anos. Na tecnologia híbrida (FV/E) houve um aumento de 26,31% no orçamento, na análise a 20 anos e a TIR aumentou 29%, e o período de *Payback* desceu 3,55 anos, já na análise a 25 anos a TIR aumentou 62,5% e período de *Payback* desceu 3,55 anos.

Logo, é concluído que o problema depende do nível de consumo, e o aumento de 4000 kWh/ano para 6000kWh/ano tornou os sistemas mais rentáveis.

4.8.3 Sensibilidade à geração

Para a simulação isolado à RESP foi criado o cenário do aumento de Geração, esse aumento foi escalonado de 0 % até 25%, na tecnologia eólica simulou-se o aumento do vento, no FV o aumento da radiação solar, no híbrido foi de ambos. A sensibilidade à geração implica aumentar também o consumo, não havendo diferença entre a análise de variação de consumo e a de geração. Para a simulação ligada à RESP teve como base as ligações praticáveis para os microprodutores, e foi retirado a cada produção anual nas várias soluções técnicas a energia de 1890 kWh/ano.

Sistema Isolado

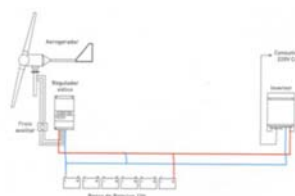


Figura 4.32 – Sistemas eólico isolado da rede (Sensibilidade à geração)

1 – E – Eólico – 1890 kWh/ano

No resumo 19.a do **Apêndice 3** estão os detalhes do sistema.

- Potência instalada – 3000 W;
- Produção anual – 1890 kWh/ano;

Tabela 4.36 – Resumo do Sistema Eólico – Geração 1890 kWh/h – Isolado

Produção %	20 anos		25 anos	
	TIR	VAL	TIR	VAL
0%	-	-15899	-	-15223
5%	-	-15671	-	-14961
10%	-	-15444	-	-14700
15%	-	-15216	-	-14439
20%	-	-14989	-	-14178
25%	-	-14761	-	-13916

Um aumento da produção de 25% tem um impacto na TIR de aumento 43,3% na avaliação a 20 anos e um aumento de 59% na avaliação a 25 anos.

2 – E – Eólico – 4000 kWh/ano

- Produção anual – 4000 kWh/ano;

No local de estudo não tem vento suficiente para uma produção de 4000 kWh/ano no aerogerador instalado.

3 – E – Eólico – 6000 kWh/ano

- Produção anual – 6000 kWh/ano;

Para o local de estudo não existe vento suficiente para uma produção de 4000 kWh/ano no aerogerador instalado.

1 – FV – Fotovoltaico – 1890 kWh/ano

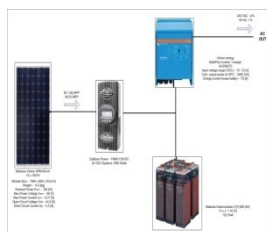


Figura 4.33 – Sistemas FV isolados da rede (Sensibilidade à geração)

No resumo 20.a do **Apêndice 3** estão os detalhes do sistema.

- Potência instalada – 1080 Wp;
- Produção anual – 1890 kWh/ano.

Tabela 4.37 – Resumo do Sistema Fotovoltaico – Geração 1890 kWh/h – Isolado

Produção %	20 anos		25 anos	
	TIR	VAL	TIR	VAL
0%	-	-10472	-	-9957
5%	-	-10299	-	-9758
10%	-	-10125	-	-9559
15%	-	-9952	-	-9360
20%	-	-9779	-	-9161
25%	-	-9606	-	-8962

Um aumento da produção de 25% tem um impacto na TIR de aumento 36% na avaliação a 20 anos e um aumento de 86% na avaliação a 25 anos.

2 – FV – Fotovoltaico – 4000 kWh/ano

No resumo 20.b do **Apêndice 3** estão os detalhes do sistema.

- Potência instalada – 2340 Wp;
- Produção anual – 4000 kWh/ano.

Tabela 4.38 – Resumo do Sistema Fotovoltaico – Geração 4000 kWh/h – Isolado

Produção %	20 anos		25 anos	
	TIR	VAL	TIR	VAL
0%	-	-13604	0,58%	-12514
5%	-	-13237	0,92%	-12093
10%	-	-12871	1,24%	-11672
15%	-	-12504	1,56%	-11251
20%	-	-12137	1,87%	-10830
25%	-	-11771	2,17%	-10409

Um aumento da produção de 25% tem um impacto na TIR de aumento 91% na avaliação a 20 anos e um aumento de 274% na avaliação a 25 anos.

3 – FV – Fotovoltaico – 6000 kWh/ano

No resumo 20.c do **Apêndice 3** estão os detalhes do sistema.

- Potência instalada – 3420 Wp;
- Produção anual – 6000 kWh/ano.

Tabela 4.39 – Resumo do Sistema Fotovoltaico – Geração 6000 kWh/h – Isolado

Produção %	20 anos		25 anos	
	TIR	VAL	TIR	VAL
0%	-	-20152	0,93%	-18404
5%	-	-19564	1,28%	-17728
10%	-	-18976	1,61%	-17053
15%	-	-18387	1,93%	-16377
20%	-	-17799	2,25%	-15701
25%	0,26%	-17211	2,55%	-15025

Um aumento da produção de 25% tem um impacto na TIR de aumento 116% na avaliação a 20 anos e um aumento de 174% na avaliação a 25 anos.

1 – H – Híbrido – 1890 kWh/ano

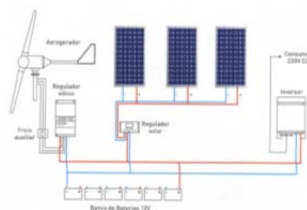


Figura 4.34 – Sistema híbrido isolado da rede (Sensibilidade à geração)

No anexo 21.a do **Apêndice 3** estão os detalhes do sistema.

- Mod1 - Potência instalada – 2,4 kW;
- Produção Anual – 1890 kWh/ano.

Tabela 4.40 – Resumo do Sistema Híbrido – Geração 1890 kWh/h – Isolado

Produção %	20 anos		25 anos	
	TIR	VAL	TIR	VAL
0%	-	-17658	-	-17143
5%	-	-17485	-	-16944
10%	-	-17311	-	-16745
15%	-	-17138	-	-16546
20%	-	-16965	-	-16347
25%	-	-16792	-	-16148

Um aumento da produção de 25% tem um impacto na TIR de aumento 20% na avaliação a 20 anos e um aumento de 31% na avaliação a 25 anos.

- Mod2 - Potência instalada – 2,26 kW;
- Produção Anual – 1890 kWh/ano.

Tabela 4.41 – Resumo do Sistema Híbrido – Geração 1890 kWh/h – Isolado

Produção %	20 anos		25 anos	
	TIR	VAL	TIR	VAL
0%	-	-17384	-	-16870
5%	-	-17211	-	-16671
10%	-	-17038	-	-16472
15%	-	-16865	-	-16273
20%	-	-16691	-	-16074
25%	-	-16518	-	-15875

Um aumento da produção de 25% tem um impacto na TIR de aumento 21% na avaliação a 20 anos e um aumento de 32% na avaliação a 25 anos.

- Mod3 – Potência instalada – 2,2 kW;
- Produção Anual – 1890 kWh/ano.

Tabela 4.42 – Resumo do Sistema Híbrido – Geração 1890 kWh/h – Isolado

Produção %	20 anos		25 anos	
	TIR	VAL	TIR	VAL
0%	-	-17137	-	-16622
5%	-	-16964	-	-16423
10%	-	-16790	-	-16224
15%	-	-16617	-	-16025
20%	-	-16444	-	-15826
25%	-	-16271	-	-15627

Um aumento da produção de 25% tem um impacto na TIR de aumento 20% na avaliação a 20 anos e um aumento de 32% na avaliação a 25 anos.

2 – H – Híbrido – 4000 kWh/ano

No resumo 21.b do **Apêndice 3** estão os detalhes do sistema.

- Mod1 – Potência instalada – 2,74 kW;
- Produção Anual – 4000 kWh/ano.

Tabela 4.43 – Resumo do Sistema Híbrido – Geração 4000 kWh/h – Isolado

Produção %	20 anos		25 anos	
	TIR	VAL	TIR	VAL
0%	-	-20311	-	-19222
5%	-	-19945	-	-18801
10%	-	-19578	-	-18379
15%	-	-19211	-	-17958
20%	-	-18845	-	-17537
25%	-	-18478	0,21%	-17116

Um aumento da produção de 25% tem um impacto na TIR de aumento 41% na avaliação a 20 anos e um aumento de 116% na avaliação a 25 anos.

- Mod2 – Potência instalada – 2,98 kW;
- Produção Anual – 4000 kWh/ano.

Tabela 4.44 – Resumo do Sistema Híbrido – Geração 4000 kWh/h – Isolado

Produção %	20 anos		25 anos	
	TIR	VAL	TIR	VAL
0%	-	-20038	-	-19222
5%	-	-19945	-	-18801
10%	-	-19578	-	-18379
15%	-	-19211	-	-17958
20%	-	-18845	-	-17537
25%	-	-18478	0,21%	-17116

Um aumento da produção de 25% tem um impacto na TIR de aumento 40% na avaliação a 20 anos e um aumento de 83% na avaliação a 25 anos.

- Mod3 - Potência instalada – 2,94 kW;
- Produção Anual – 4000 kWh/ano.

Tabela 4.45 – Resumo do Sistema Híbrido – Geração 4000 kWh/h – Isolado

Produção %	20 anos		25 anos	
	TIR	VAL	TIR	VAL
0%	-	-18930	-	-17840
5%	-	-18563	-	-17419
10%	-	-18197	-	-16998
15%	-	-17830	-	-16577
20%	-	-17463	0,28%	-16156
25%	-	-17097	0,55%	-15735

Um aumento da produção de 25% tem um impacto na TIR de aumento 46% na avaliação a 20 anos e um aumento de 159% na avaliação a 25 anos.

3 – H – Híbrido – 6000 kWh/ano

No resumo 21.c do **Apêndice 3** estão os detalhes do sistema.

- Mod1 - Potência instalada – 3,84 kW;
- Produção Anual – 6000 kWh/ano.

Tabela 4.46 – Resumo do Sistema Híbrido – Geração 6000 kWh/h – Isolado

Produção %	20 anos		25 anos	
	TIR	VAL	TIR	VAL
0%	-	-27540	-	-25906
5%	-	-26990	-	-25274
10%	-	-26440	-	-24642
15%	-	-25890	0,14%	-24010
20%	-	-25340	0,43%	-23379
25%	-	-24790	0,71%	-22747

Um aumento da produção de 25% tem um impacto na TIR de aumento 48% na avaliação a 20 anos e um aumento de 189% na avaliação a 25 anos.

- Mod2 - Potência instalada – 4,06 kW;
- Produção Anual – 6000 kWh/ano.

Tabela 4.47 – Resumo do Sistema Híbrido – Geração 6000 kWh/h – Isolado

Produção %	20 anos		25 anos	
	TIR	VAL	TIR	VAL
0%	-	-27267	-	-25632
5%	-	-26717	-	-25000
10%	-	-26167	-	-24369
15%	-	-25617	0,18%	-23737
20%	-	-25067	0,47%	-23105
25%	-	-24517	0,76%	-22474

Um aumento da produção de 25% tem um impacto na TIR de aumento 49% na avaliação a 20 anos e um aumento de 203% na avaliação a 25 anos.

- Mod3 - Potência instalada – 4,2 kW;
- Produção Anual – 6000 kWh/ano.

Tabela 4.48 – Resumo do Sistema Híbrido – Geração 6000 kWh/h – Isolado

Produção %	20 anos		25 anos	
	TIR	VAL	TIR	VAL
0%	-	-27019	-	-25385
5%	-	-26469	-	-24753
10%	-	-25919	-	-24121
15%	-	-25369	0,23%	-23490
20%	-	-24819	0,52%	-22858
25%	-	-24269	0,80%	-22226

Um aumento da produção de 25% tem um impacto na TIR de aumento 49% na avaliação a 20 anos e um aumento de 214% na avaliação a 25 anos.

Conclusões preliminares sensibilidade à geração

Em resumo da análise das simulações é concluído que os sistemas isolados à RESP um aumento da produção tem um impacto positivo nos indicadores económicos, esse aumento foi mais significativo na tecnologia FV para a produção de base de 4000 kWh/ano.

Sistema Ligado à RESP

Este cenário teve como base as ligações praticáveis à RESP para os microprodutores, foi retirado a cada solução técnica da produção anual a energia de 1890 kWh.

A restrição para esta simulação é a ligação inferior a 6,90 kVA de potência contratada à RESP.

E – Eólico

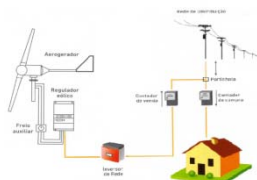


Figura 4.35 – Sistemas eólico ligado à rede (ligações praticáveis à RESP)

É verificado que a potência de ligação está abaixo do valor de 3,68 kW, valor máximo de ligação para estar abrangido do regime bonificado.

No resumo 22 do **Apêndice 3** estão os detalhes dos sistemas.

- Potência instalada – 3000 W;
- Produção excedente anual – 591,60 kWh/ano;
- Potencia contratada à EDP – 6,9 kVA.

Tabela 4.49 – Resumo do Sistema Eólico – Ligação à RESP otimizada

Orçamento (€)	20 anos			25 anos		
	TIR	VAL	Payback	TIR	VAL	Payback
18085,85	-	-16545	58	-	-16383	58

FV – Fotovoltaico



Figura 4.36 – Sistemas FV ligado à rede (ligações praticáveis à RESP)

Foram simuladas três potências de ligações à RESP:

No resumo 23 do **Apêndice 3** estão os detalhes dos sistemas.

- Mod1 - Potência instalada – 1800 W;
- Mod1 - Produção excedente anual – 1012 kWh/ano;
- Mod1 - Potencia contratada à EDP – 3,45 kVA.

- Mod2 - Potência instalada – 2700 W;
- Mod2 - Produção excedente anual – 2632 kWh/ano;
- Mod2 - Potencia contratada à EDP – 5,75 kVA.

- Mod3 - Potência instalada – 3600 W;
- Mod3 - Produção excedente anual – 4894 kWh/ano;
- Mod3 - Potencia contratada à EDP – 6,9 kVA.

Tabela 4.50 – Resumo do Sistema Fotovoltaico – Ligação à RESP otimizada

	Orçamento (€)	20 anos			25 anos		
		TIR	VAL	Payback	TIR	VAL	Payback
Mod1 - 3,45 kVA	13587	-	-10406	38	-	-10131	38
Mod2 - 5,75 kVA	17724	-	-9452	22	0,93%	-8735	22
Mod3 - 6,9 kVA	20933	3,75%	-5552	13	5,31%	-4219	13

O modelo 3 tem um *Payback* abaixo da vida útil dos painéis FV. É constatado com o aumento da potência contratada melhora as variáveis económicas.

H – Híbrido

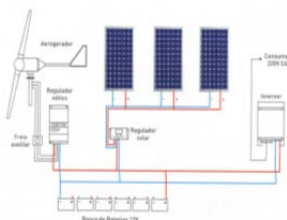


Figura 4.37 – Sistemas híbrido ligado à rede (ligações praticáveis à RESP)

No resumo 24 do **Apêndice 3** estão os detalhes dos sistemas.

- Mod1 - Potência instalada – 1680 W;
- Mod1 - Produção excedente anual – 444,7 kWh/ano;
- Mod1 - Potencia contratada à EDP – 3,45 kVA.

- Mod2 - Potência instalada – 2940 W;
- Mod2 - Produção excedente anual – 1871,7 kWh/ano;
- Mod2 - Potencia contratada à EDP – 5,75 kVA.

- Mod3 - Potência instalada – 3580 W;
- Mod3 - Produção excedente anual – 1812,5 kWh/ano;
- Mod3 - Potencia contratada à EDP – 6,9 kVA.

Tabela 4.51 – Resumo do Sistema Híbrido – Ligação à RESP otimizada

	Orçamento (€)	20 anos			25 anos		
		TIR	VAL	Payback	TIR	VAL	Payback
Mod1 - 3,45 kVA	19362,01	-	-17976	67	-	-17855	67
Mod2 - 5,75 kVA	23305,84	-	-17767	36	-	-17257	36
Mod3 - 6,9 kVA	23884,23	-	-18813	38	-	-18320	38

Conclusões preliminares do sistema ligado à RESP

Os modelos têm o *Payback* acima do período da vida útil dos geradores. É constatado com o aumento da potência contratada melhora as variáveis económicas. Com a análise das variáveis económicas é concluído que estes sistemas não têm viabilidade económica.

Foi constatado que a tecnologia FV com a potência contratada de 6,9 kVA é a mais rentável, tendo uma TIR de 3,75% na simulação a 20 anos e 5,31% na simulação a 25 anos.

4.9 *Green Bungalow* – Análise económica

Teve como cenário base o *Green Bungalow*, isto é, um consumo de 1890 kWh/ano, simulou-se as três opções técnicas (E/FV/H). Para a simulação dos sistemas isolados da RESP foi feita a diminuição percentual do valor do orçamento, na simulação dos mesmos sistemas mas ligados à RESP foi aumentado o valor do regime bonificado para atingir os seguintes pressupostos:

- $\text{Payback} \geq 7$ anos
- $\text{TIR} \geq 8\%$
- Produção - Consumo fixo de 1890 kWh/Ano.

Sistema Isolado

Nesta simulação teve-se como objetivo saber diminuição percentual do valor do orçamento, para atingir os pressupostos anteriores.

E – Eólico

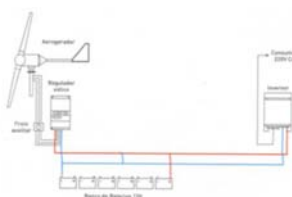


Figura 4.38 – Sistemas eólico isolado da rede (*Green Bungalow* – Orçamento)

Para este cenário foi escolhido o aerogerador *Bornay 3000* de 3000 W.
 Nos resumos 1 e 25 do **Apêndice 3** estão os detalhes do sistema.

- Potência instalada – 3000 W;
- Produção excedente anual – 2481,6 kWh/ano

Tabela 4.52 – Resumo do Sistema Eólico – *Green House* – Orçamento

Orçamento (€)	20 anos				25 anos			
	Orçamento %	TIR	VAL	Payback	Orçamento %	TIR	VAL	Payback
20448	-76,00%	8,14%	-358	11	-75,00%	8,22%	113	11

É constatado para obter os pressupostos é necessário diminuir 76% do valor do orçamento na avaliação a 20 anos e 75% na avaliação a 25 anos.

FV – Fotovoltaico

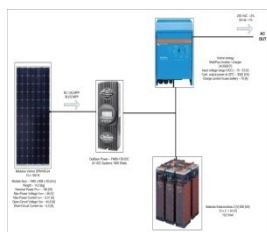


Figura 4.39 – Sistemas FV isolado da rede (*Green Bungalow* – Orçamento)

Neste sistema temos 6 painéis de 180 W.

Nos resumos 2 e 26 do **Apêndice 3** estão os detalhes do sistema.

- Potência instalada – 1080 W;
- Produção excedente anual – 1890 kWh/ano

Tabela 4.53 – Resumo do Sistema Fotovoltaico – *Green House* – Orçamento

Orçamento (€)	20 anos				25 anos			
	Orçamento %	TIR	VAL	Payback	Orçamento %	TIR	VAL	Payback
13937	-76,00%	8,42%	120	10	-72,00%	8,19%	77	11

É constatado que para obter os pressupostos é preciso diminuir 76% do valor do orçamento na avaliação a 20 anos e 72% na avaliação a 25 anos.

H – Híbrido

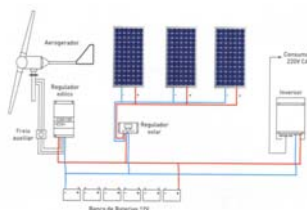


Figura 4.40 – Sistemas híbrido isolado da rede (*Green Bungalow* – Orçamento)

Para a simulação do sistema híbrido foram dimensionados três modelos diferentes, assumindo que o conjunto do aerogerador com os painéis FV produzissem no seu total os 1890 kWh/ano. No Mod1 foi escolhido a combinação do aerogerador *Bornay 600* de 600 W com 5 painéis FV de 180 W, no Mod2 foi a combinação do aerogerador *Wisper 80* de 1000 W com 4 painéis de 180 W, já no Mod3 foi junção do aerogerador *Bornay 1500* de 1500 W com 2 módulos de 180 W.

Nos resumos 3 e 27 do **Apêndice 3** estão os detalhes do sistema.

- Mod1 – Potência instalada – 2,4 kVA;
- Mod1 - Produção Anual – kWh/ano;

- Mod2 - Potência instalada – 2,26 kVA;
- Mod2 - Produção Anual – 1890 kWh/ano;

- Mod3 - Potência instalada – 2,2 kVA;
- Mod3 - Produção Anual – 1890 kWh/ano;

Tabela 4.54 – Resumo do Sistema Híbrido – Green House – Orçamento

	Orçamento (€)	20 anos				25 anos			
		Orçamento %	TIR	VAL	Payback	Orçamento %	TIR	VAL	Payback
Mod1	21123	-84,00%	8,29%	85,26	10	-82,00%	8,45%	177,66	11
Mod2	20849	-84,00%	8,45%	129,01	10	-81,00%	8,05%	18,38	12
Mod3	20602	-84,00%	8,59%	168,61	10	-81,00%	8,16%	65,40	11

É constatado para atingir os pressupostos é necessário que diminuir 84% do valor do orçamento na avaliação 20 anos nos três modelos, e 82% para o primeiro modelo e 81% para os modelos 2 e 3 na avaliação a 25 anos.

Sistema Ligado à RESP

Este cenário teve como base o sistema isolado de 1890 kWh/ano, mas nesta simulação foi ligado à RESP, o que provocou a diminuição do orçamento do investimento inicial devido a não precisarmos de baterias de acumuladores.

Nesta simulação teve-se como objetivo saber qual é o aumento percentual sobre o valor de base da tarifa de referência do regime bonificado, para atingir os seguintes pressupostos:

- Payback \geq 7 anos;
- TIR \geq 8%;
- Produção - Consumo fixo de 1890 kWh/Ano.

E – Eólico

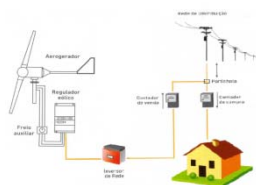


Figura 4.41 – Sistemas eólico liado à rede (*Green Bungalow – Bonificação*)

É verificado que a potência de ligação está abaixo do valor de 3,68 kW, valor máximo de ligação para estar abrangido do regime bonificado.

Nos resumos 1 e 28 do **Apêndice 3** estão os detalhes do sistema.

- Potência instalada – 3000 W;
- Produção anual – 2481,6 kWh/ano;
- Potencia contratada à EDP – 6,9 kVA.

Tabela 4.55 – Resumo do Sistema Eólico – *Green House – Bonificação*

Orçamento (€)	20 anos				25 anos			
	Reg. Bonificado %	TIR	VAL	Payback	Reg. Bonificado %	TIR	VAL	Payback
11367	221%	8,05%	47	7	208%	8,02%	22	8

É constatado para obter os pressupostos é necessário aumentar o regime bonificado 221% do valor de referência na avaliação a 20 anos, e 208% na avaliação a 25 anos.

FV – Fotovoltaico



Figura 4.42 – Sistemas FV ligado à rede (*Green Bungalow – Bonificação*)

Neste sistema temos 6 painéis de 180 W. Nos resumos 2 e 29 do **Apêndice 3** estão os detalhes do sistema.

- Potência instalada – 1089 W;
- Produção anual – 1890 kWh/ano;
- Potencia contratada à EDP – 3,45 kVA.

Tabela 4.56 – Resumo do Sistema Fotovoltaico – *Green House – Bonificação*

Orçamento (€)	20 anos				25 anos			
	Reg. Bonificado %	TIR	VAL	Payback	Reg. Bonificado %	TIR	VAL	Payback
15444	103%	8,02%	12	7	94%	8,07%	50	8

É constatado para atingir os pressupostos teria que se aumentar o regime bonificado 103% do valor de referência na avaliação a 20 anos, e 94% na avaliação a 25 anos.

H – Híbrido

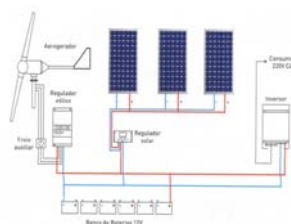


Figura 4.43 – Sistemas híbrido ligado à rede (Green Bungalow – Bonificação)

Neste cenário a potência contratada à RESP é de 5,75 kVA.

Nos resumos 3 e 30 do **Apêndice 3** estão os detalhes do sistema.

- Mod1 - Produção Anual – 1890 kWh/ano;
- Mod1 – Potência instalada – 2,4 kVA
- Mod1 – Potencia contratada à EDP – 5,75 kVA

- Mod2 - Produção Anual – 1890 kWh/ano;
- Mod2 – Potência instalada – 2,26 kVA
- Mod2 – Potencia contratada à EDP – 5,75 kVA

- Mod3 - Produção Anual – 1890 kWh/ano;
- Mod3 – Potência instalada – 2,2 kVA
- Mod3 – Potencia contratada à EDP – 5,75 kVA

Tabela 4.57 – Resumo do Sistema Híbrido – *Green House* – Bonificação

	Orçamento (€)	20 anos				25 anos			
		Reg. Bonificado %	TIR	VAL	Payback	Reg. Bonificado %	TIR	VAL	Payback
Mod1	18587	248%	8,04%	51	8	238%	8,04%	49	9
Mod2	18314	265%	8,04%	47	8	254%	8,02%	28	9
Mod3	18259	291%	8,01%	10	8	280%	8,02%	28	9

É constatado para igualar os pressupostos é necessário aumentar o regime bonificado 248% para o Mod1, 265% no Mod2 e 291 no Mod3 em relação ao valor de referência na avaliação a 20 anos, já na avaliação a 25 anos é necessário aumentar 238% no Mod1, 254% no Mod2 e 280% no Mod3.

Conclusões preliminares do cenário *Green Bungalow* – Análise económica

Foi verificado nas simulações dos sistemas isolados da RESP que a tecnologia FV com a potência instalada de 1,08 kW é a tecnologia que menos necessita de reduzir o orçamento para atingir os pressupostos, -76% no orçamento a 20 anos e -72% a 25 anos. Essas reduções de orçamento são elevadas, não se prevê que seja uma realidade nos próximos tempos.

Já na simulação ligada à RESP também a tecnologia FV é mais rentável, de 1080 W instalados e de 3,45 kVA contratada, necessita de ter o menor aumento do regime bonificado para atingir os pressupostos, 103% na avaliação a 20 anos e 94% na avaliação a 25 anos. No aspeto regulatório é necessário um aumento enormíssimo, mais de 94%, essa situação não está acontecer neste momento (2012), pois os incentivos tiveram uma redução.

Percebe-se que para tornar esse conceito viável economicamente tem que haver um esforço para redução de preços e aumento de incentivos, assim vai ser uma tecnologia que se vai conseguir implementar no mercado.

4.10 Conclusões do conceito *Green Bungalow*

Em resumo da análise das simulações é constatado que o cenário *Green Bungalow* de geração/consumo de 1890 kWh/ano, isolado e ligado da rede não têm viabilidade económica.

No sistema isolado para a solução técnica Eólico a TIR varia de - 5,39% para 20 anos e - 2,35% para 25 anos, no fotovoltaico a TIR varia de - 4,60% para 20 anos e - 1,67% para 25 anos e no híbrido a TIR varia no modelo mais favorável de - 7,30% para 20 anos e - 4,00% para 25 anos.

Para o sistema ligado à rede a solução técnica Eólico a TIR varia de - 3,22% para 20 anos e - 0,60% para 25 anos, no fotovoltaico a TIR varia de - 0,14% para 20 anos e 1,92% para 25 anos e no híbrido a TIR varia no modelo mais favorável de - 4,26% para 20 anos e - 1,79% para 25 anos.

Desta análise é constatável que o sistema fotovoltaico ligado à rede é o que tem indicadores mais favoráveis.

O valor económico do investimento inicial é o fator crítico pois este tem um valor alto que torna os dois cenários sem alguma viabilidade de retorno. Em comparação com o sistema isolado da rede com o sistema ligado à rede, o ligado tem valores económicos mais favoráveis, devido à diminuição do orçamento, este facto advém de ter sido retirado o valor das baterias de acumuladores do orçamento.

Para o cenário de sensibilidade ao consumo da análise das simulações pode-se concluir que os sistemas isolados e ligados à RESP não têm viabilidade económica, no entanto é constatado que o aumento de 50% do consumo melhora os indicadores económicos dos sistemas, logo o problema é dependente do consumo. A TIR mais favorável é 5,44% a 20 anos e 6,82% a 25 anos, é da tecnologia FV ligada à RESP, com uma potência contratada de 5,75 kVA, para um consumo de 6000 kWh/ano, logo seria esta a escolha de instalação.

No cenário da sensibilidade à geração o sistema FV isolado da rede para a produção de 4000 kWh/ano foi o mais sensível, isto é, o aumento da geração teve um maior impacto nos indicadores económicos.

No cenário das ligações praticáveis à rede para a microprodução, foi retirado a cada solução técnica da produção anual a energia de 1890 kWh.

As várias simulações não têm viabilidade económica, para o sistema Eólico com a potência instalada de 6,9 kVA a TIR varia de - 13,20% para 20 anos e - 9,11% para 25 anos, no fotovoltaico a TIR varia de 3,75% para 20 anos e 5,31% para 25 anos para a potência instalada de 6,9 kVA, a mais favorável, e no híbrido a TIR varia no modelo mais favorável de - 6,35% para 20 anos e - 3,54% para 25 anos, a potência instalada de 5,75 kVA.

A solução técnica com maior viabilidade económica é a FV com a potência instalada de 6,9 kVA.

Do cenário *Green Bungalow* sistema isolado foi feita a diminuição percentual do valor do orçamento para atingir os seguintes pressupostos:

- Payback \geq 7 anos;
- TIR \geq 8%;
- Produção - Consumo fixo de 1890 kWh/Ano.

No sistema Eólico terá diminuir o orçamento - 76,00% para 20 anos e -75,00% para 25 anos, no Fotovoltaico - 76,00% para 20 anos e -72,00% para 25 anos e no sistema híbrido no modelo mais favorável - 84,00% para 20 anos e -81,00% para 25 anos.

É constatado que o sistema FV é onde a diminuição de orçamento é menor para atingir os pressupostos.

Do cenário *Green Bungalow* sistema ligado à rede foi feito o aumento percentual do valor de base da tarifa de referência do regime bonificado para atingir os mesmos pressupostos.

No sistema Eólico terá aumentar 221% para 20 anos e 208% para 25 anos, no Fotovoltaico 103% para 20 anos e 94% para 25 anos e no sistema híbrido no modelo mais favorável 248% para 20 anos e 238% para 25 anos.

É reconhecido que o sistema FV é onde o aumento da tarifa de referência do regime bonificado é menor para atingir os pressupostos.

Capítulo 5

Conclusões e as perspectivas de desenvolvimento futuro

Resumo

Neste capítulo são apresentadas as conclusões finais do estudo e perspectivadas linhas de desenvolvimento futuro

5. Conclusões e perspectivas de desenvolvimento futuro

Conclusões

Este trabalho teve por objetivo propor e avaliar um conceito de habitação *Green Bungalow*, que alia conceitos de arquitetura bioclimática e interligação de microprodução de energia renováveis com aquecimento e arrefecimento passivos.

Portugal é um país limitado em fontes de energia não renováveis, conduzindo a uma elevada dependência energética do exterior, nomeadamente das importações de fontes primárias de origem fóssil. É importante aumentar a contribuição das energias renováveis (ENE 2020), devendo estas representar 60% da energia elétrica produzida em 2020 e 31% de toda a energia final consumida.

Nesse sentido os edifícios consomem cerca de 40% dos recursos energéticos da UE. A melhoria do desempenho energético dos edifícios garante uma homogeneização da construção de edifícios em toda a Europa de modo a consumir menos energia, alcançando níveis de conforto para os utilizadores semelhantes. A microprodução é uma das medidas para aumentar o desempenho energético dos edifícios e consiste na produção de eletricidade numa instalação de baixa tensão e pequena potência, a qual será integralmente vendida à rede. Todos os edifícios podem hoje ser, para além de consumidores, também produtores de energia, tornando-os de "emissões zero", como é constatado neste trabalho.

O conceito do desempenho energético dos edifícios em junção com a microprodução, possibilita uma otimização maior quando aplicado a habitações que incorporam conceitos de arquitetura bioclimática, como indicado no capítulo 2. Como potenciador do desempenho energético e racionalização da microprodução, foi criado o conceito *Green Bungalow*, caracterizado pela otimização do espaço necessário de uma habitação para um agregado familiar de 3 pessoas, a aplicação de sistema solar térmico, a preocupação da atenuação climática, a utilização de sistemas geotérmicos para arrefecimento passivo, a escolha racional dos equipamentos elétricos e a iluminação eficiente.

Apresentados os valores e as respetivas simulações para as várias opções ao dispor pode-se concluir que o *Green Bungalow* é uma boa escolha do ponto de vista técnico e em termos ambientais. Porém não existe viabilidade económica das opções técnicas de produção de energia simuladas. A tecnologia FV é a mais rentável em todas as simulações, tendo-se constatado no entanto que o problema é sensível ao nível de consumo. Quanto maior o consumo, maior será a rentabilidade económica.

Foi verificado que a tecnologia FV ligada à rede com a potência contratada de 6,9 kVA é a mais rentável, tendo uma TIR de 3,75% na simulação a 20 anos e 5,31% na simulação a 25 anos.

Já na tecnologia FV isolada da rede (cenário de produção *green*, 1890 kWh/ano) para atingir a viabilidade económica deveriam existir instrumentos como o controlo de preço comercial e

incentivos fiscais, que estimulem a redução do orçamento (-72%), em junção com o aumento adequado do regime bonificado (+103%).

Foi também comprovado que o paradigma da racionalização dos recursos energéticos é um fator de extrema importância para o conceito em questão, sendo esta conseguida com a consciencialização dos consumidores domésticos sobre a forma de utilização da energia que é essencial para estes conseguirem um consumo eficaz. Dentro dessa perspectiva a anulação de alguns consumos desnecessários e identificação dos equipamentos ineficientes e respetiva substituição, são medidas importante para o aumento da eficiência energética na área habitacional, como foi demonstrado neste trabalho.

Perspetivas de desenvolvimento futuro

Foram identificadas as seguintes áreas de melhoria do presente trabalho:

- Analisar a eventual aplicação de medidas “Passivas” para o arrefecimento e aquecimento no *Green Bungalow*;
- Estudar propostas reguladoras eficazes para promover este tipo de solução;
- Desenvolver e testar microgerador eólico que funcione com velocidades de vento mais reduzidas que os atuais;
- Promover a eficiência energética nas habitações, desenvolvendo ferramentas para incentivar os agregados familiares mais eficientes;

Referências bibliográficas

Livros e sebatas consultadas

- [2] – “Renováveis” – Direcção Geral de Energia e Geologia, nº70, Março. 2011.
- [3] – Livro Sistemas fotovoltaicos da teoria à prática Josué Morais.
- [5] – Livro Energía solar fotovoltaica 2ª edición.
- [6] – Camus, C., Eusébio, E., Gestão de Energia solar, Instituto Superior de Engenharia de Lisboa, Março de 2006.
- [7] – Castro, Rui., Energia Renováveis e produção descentralizadas introdução à energia Eólica, Instituto Superior Técnico, Lisboa, Março de 2007 (edição 3).
- [8] – Camus, C., Energia eólica – Resumo de apoio a Energias Renováveis, Instituto Superior de Engenharia de Lisboa, Setembro de 2009.
- [18] – João Garrido., Sistemas Energéticos para o Sector Edifícios em Portugal: Sustentabilidade e Potencial de Inovação”, Dissertação de Mestrado, Faculdade de Ciências e tecnologia – Universidade Nova de Lisboa, Outubro de 2008.
- [19] – Gonçalves, H. e Graça, J.; “Conceitos Bioclimáticos para os Edifícios em Portugal; Lisboa; Edição DGGE/IP-3E; Novembro de 2004.
- [31] – Castro, Rui, “Uma introdução às energias renováveis: Eólica, Fotovoltaica e mini-hídrica”, Colecção ensino da ciência e da tecnologia, 2011.

Apresentações e Artigos científicos consultados

- [22] – Vidigal, António; “InovCity em Portugal, como implementar uma SmartCity”; Conferência – Edifícios Sustentáveis em cidades inteligentes – Adene – 22 de Outubro de 2010.
- [27] – Romano, Renato; “Renováveis na hora”; Lisboa-e-nova – 19 de Junho 2008
- [21] – Cardoso, Eduardo; “Soluções inteligentes para edificios ecologicamente responsável”; II Jornadas de eco construção – LIPOR – 17 de Setembro 2010
- [33] – Nunes, Tirone; “Construção sustentável – soluções eficientes hoje, a nossa riqueza de amanhã”; Workshop de construção sustentável – Lisboa – 20 de Janeiro 2011
- [34] – Amorim; “Floresta de Sobreiros Portugueses”; Conferência – Edifícios Sustentáveis em cidades inteligentes – Adene – 22 de Outubro de 2010.
- [38] – Ferreira, Pedro; “O novo paradigma energético e o papel da Política Energética”; Seminários em Energia 2011- Políticas Energéticas e Ambiente – IST – 27 de Janeiro de 2011.
- [39] – Amaral, Luís; “Economia, energia e ambiente”; Seminários em Energia 2011- Políticas Energéticas e Ambiente – IST – 27 de Janeiro de 2011.
- [40] – Ricardo, João; “Caminho e desafios para uma elevada integração de renováveis em Portugal e na Europa”; Seminários em Energia 2011- Políticas Energéticas e Ambiente – IST – 19 de Maio de 2011.
- [41] – Coutinho, António; “Serviços de energia Uma nova Realidade”; Seminários em Energia 2011- Políticas Energéticas e Ambiente – IST – 28 de Abril de 2011.
- [42] – Gonçalves, Hélder; “Edifícios de Balanço Zero”; Workshop “ Conforto, Satisfação, Energia e Sustentabilidade” – Lisboa, LNEC – 23 de Maio de 2011.

[44] – Ferreira, Francisco; “Programa EcoFamílias – Relatório Final”; Quercus – Associação Nacional de Conservação da Natureza – Junho de 2007.

[45] – Ferreira, Francisco; “Projecto EcoFamílias – Relatório Final”; Quercus – Associação Nacional de Conservação da Natureza – Abril de 2008.

[46] – “Eficiência energética em equipamentos e sistemas eléctricos no sector residencial”– Lisboa, DGGE – Abril de 2004.

Dissertações e teses consultadas

[30] – Francisco, Ricardo Alexandre dos Santos,; “Aplicação Informática para o Estudo da viabilidade Técnico-Económica de uma habitação sustentável”, Dissertação de Mestrado, Faculdade de Ciências e tecnologia – Universidade Nova de Lisboa, Setembro de 2010.

[9] – Dias, Francisco José Abrunhosa; “Soluções técnicas para projectos de edifícios de habitação incorporando produção de energia”; Dissertação de Mestrado, Faculdade de Engenharia do Porto; Janeiro de 2009.

[10] – Viana, Susana Filipa Almeida Castro; “Modelação de Micro-Sistemas Híbridos Fotovoltaicos/Eólicos para Produção Descentralizada”, Dissertação para a obtenção do Grau de Doutor em Ciências da Engenharia, Universidade técnica de Lisboa, Instituto superior técnico, Junho de 2010.

[13] – Filipe Fernandes dos Santos, “ Utilização de Energia Fotovoltaica para a eficiência energética de uma moradia”, Dissertação de Mestrado, Faculdade de Engenharia do Porto, Janeiro de 2011.

[11] – Duarte, Pedro Alexandre da Silva Costa., “Interface de um Gerador Eólico de Pequena Potência com a Rede Eléctrica”, Dissertação de Mestrado, Universidade do Minho, Escola de Engenharia, Novembro de 2010.

[43] – Santos, Ricardo Simões, “Optimização de consumos no âmbito da eficiência energética em edifícios”, Dissertação de Mestrado, Instituto Superior de Engenharia de Lisboa, Setembro de 2010.

Sítios da internet consultados

[1] – Direcção Geral de Energia e Geologia. Disponível em: <http://www.dgge.pt> . Último acesso em Agosto de 2011.

[17] – PVSYSY: Software for photovoltaic Systems. Disponível em: <http://www.pvsyst.com/>. Último acesso em Maio de 2011.

[14] –“ Informação sobre o solTerm 5.1.3”, Manual informativo do software solTerm 5.1.3 desenvolvido no Instituto Nacional de Engenharia, Tecnologia e Informação, Maio de 2010. Disponível em <http://www.ineti.pt>. Último acesso em Maio de 2011

[4] – <http://www.worldenergyoutlook.org/>.

[20] – <http://www.engenium.net/344/domotica-edificios-inteligentes.html>. Último acesso em Maio de 2011.

[23] – Microgeração. Disponível em <http://www.edp.pt>, separador “A minha casa”, separador “Microgeração”.Último acesso em Julho de 2011

[24] – Guia para a certificação de uma Unidade de Microprodução (versão V010-02-10). Disponível em <http://www.renovaveisnagora.pt>, separador “Guias Informativos”, separador “Guias Microprodução”.Último acesso em Julho de 2011.

- [28] – <http://www.portal-energia.com/nova-legislacao-e-regras-microproducao-energia-electrica-2010/>.Último acesso em Julho de 2011.
- [15] – PV F-CHART: FV Systems Analysis. Disponível em: <http://www.fchart.com/pvfchart/>. Último acesso em Maio de 2011.
- [16] – RETScreen Internacional: Empowering Cleaner Energy Decisions. Disponível em: <http://www.retscreen.net/>. Último acesso em Maio de 2011.
- [32] – Web site da Estação Meteorológica do Sítio das Fontes - Parque Municipal de Lagoa – Algarve. Disponível em: <http://www.cm-lagoa.pt/meteofontes/>. Último acesso em Maio de 2011.
- [35] – PVGIS: Photovoltaic Geographical Information System. Disponível em: <http://re.jrc.ec.europa.eu/pvgis/>. Último acesso em Julho de 2011.
- [47] – Instituto Nacional de Estatísticas. Disponível em: <http://www.ine.pt/>/. Último acesso em Fevereiro de 2012.

Revistas e publicações em série consultadas

- [36] – World Energy Outlook 2010, IEA- International Energy Agency
- [37] – “Energia”, INGENIUM, II Série, Número 122, Março/Abril 2011.

Legislação consultada

- [25] – Portaria n.º 1185/2010 de 17 de Novembro. Disponível em <http://www.renovaveisnatura.pt> , separador “Legislação” separador “Microprodução”.Último acesso em Julho de 2011.
- [29] – [Decreto-Lei n.º 118-A/2010 de 25 de Outubro](#). Disponível em <http://www.renovaveisnatura.pt> , separador “Legislação” separador “Microprodução”.Último acesso em Julho de 2011.
- [26] – Despacho DGEG de 30 de Dezembro. Disponível em <http://www.renovaveisnatura.pt> , separador “Legislação” separador “Microprodução”.Último acesso em Julho de 2011.

Anexo 1

Ligação de unidade de microgeração à RESP

Resumo

Este anexo contém os esquemas de ligação de unidades de microgeração à RESP.

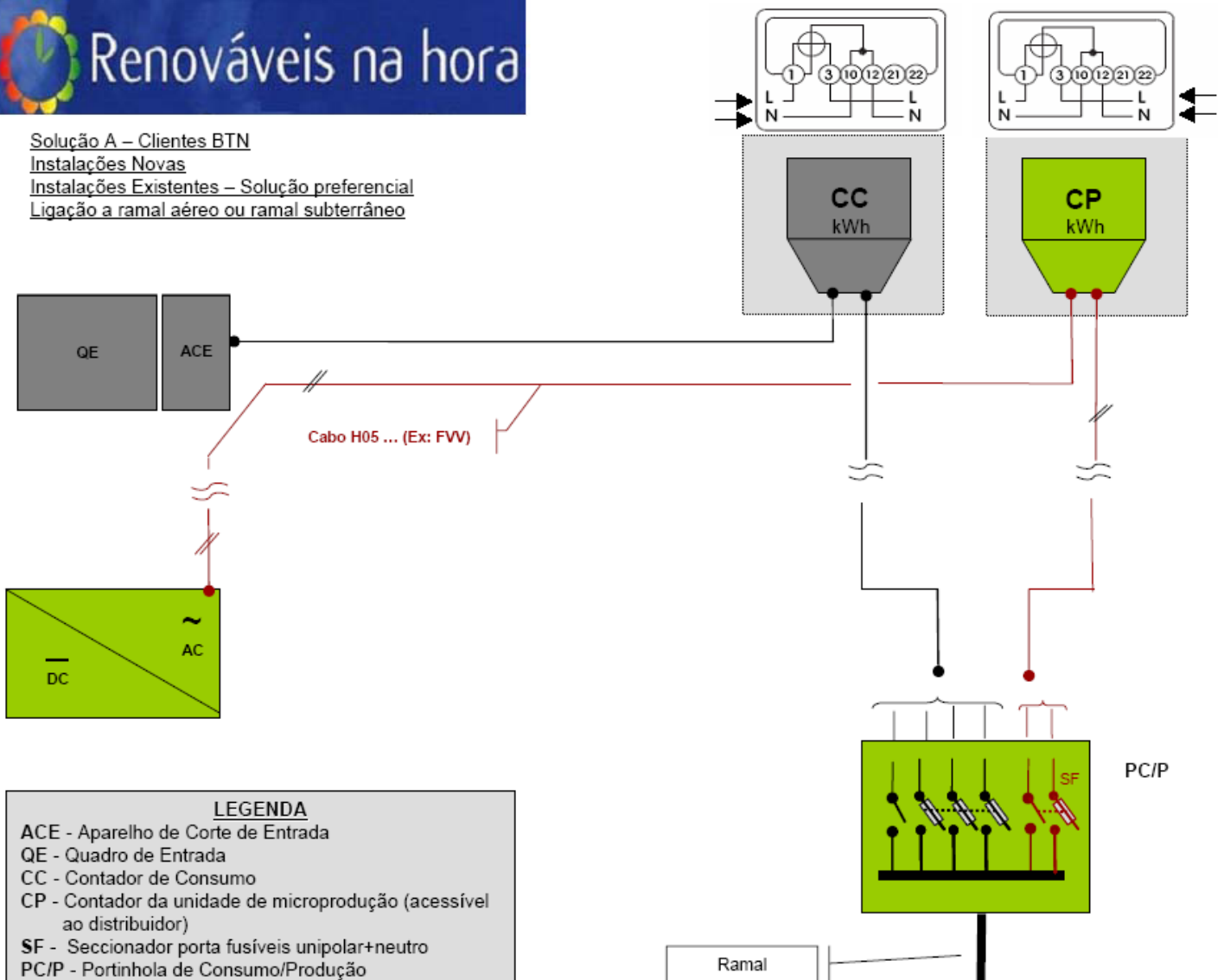


Soluções de ligação da unidade de Microprodução à RESP

1. Solução A – Clientes BTN Instalações Novas/ Instalações Existentes – Solução preferencial / Ligação a ramal aéreo ou ramal subterrâneo
2. Solução B – Clientes BTN - Instalações existentes/Solução Alternativa/Ligação a ramal subterrâneo
3. Solução C – Clientes BTN Instalações existentes Solução alternativa/ Ligação à rede aérea em torçada com portinhola já existente na instalação de consumo
4. Solução D – Clientes BTN Instalações existentes/Solução alternativa/ Ligação a ramal aéreo ou ramal subterrâneo Ligação através dos terminais de entrada do Contador de Produção (Esta solução apenas deve ser utilizada quando a solução preferencial e as outras soluções alternativas, não forem convenientes, por razões de espaço ou arquitectónicas..)
5. Solução D – Esquema de pormenor (multifilar) Ligação à rede através dos terminais de entrada do contador de consumo
6. Solução E – Clientes BTE Instalações Novas Instalações Existentes – Solução preferencial Ligação a ramal aéreo ou ramal subterrâneo Instalações sem Transformadores de Corrente
7. Solução F - Clientes BTE Instalações Existentes Ligação a ramal aéreo Solução Alternativa Ligação à rede aérea em torçada com portinhola já existente na instalação de consumo



Solução A – Clientes BTN
Instalações Novas
Instalações Existentes – Solução preferencial
Ligação a ramal aéreo ou ramal subterrâneo



LEGENDA

ACE - Aparelho de Corte de Entrada
 QE - Quadro de Entrada
 CC - Contador de Consumo
 CP - Contador da unidade de microprodução (acessível ao distribuidor)
 SF - Seccionador porta fusíveis unipolar+neutro
 PC/P - Portinhola de Consumo/Produção

Anexo 2

Aquecimento de águas sanitárias (AQS)

Resumo

Este anexo contém opções de aquecimento de águas sanitárias (AQS)



ENERGIA SOLAR TÉRMICA

Equipamentos	200 Litros		300 Litros		Descrição	
	S/IVA	C/IVA 13%	S/IVA	C/IVA 13%	200 Litros	300 Litros
Vensol Dep. Cobre - termosifão	2.168,14	2.450,00	2.619,47	2.960,00	1 colector solar de 2m2	2 colector solar de 4m2
Rigsun Dep. Vitrificado termosifão	2.168,14	1.950,00	2.163,72	2.445,00	**	**
Zantia Dep. Vitrificado termosifão	1.592,92	1.800,00	1.982,30	2.2240,00	1 depósito solar de 200L	1 depósito solar de 300L
Com apoio de Bomba de calor	2.640,18	2.990,00	3.495,58	3.950,00	**	**
Circulação forçada c/ Dep. Vitrificado	2.495,58	2.820,00	2.938,05	3.320,00	até 1/3 pessoas	até 4/6pessoas
Circulação forçada c/ Dep. Cobre	2.697,00	3.100,00	3.185,85	3.600,00		

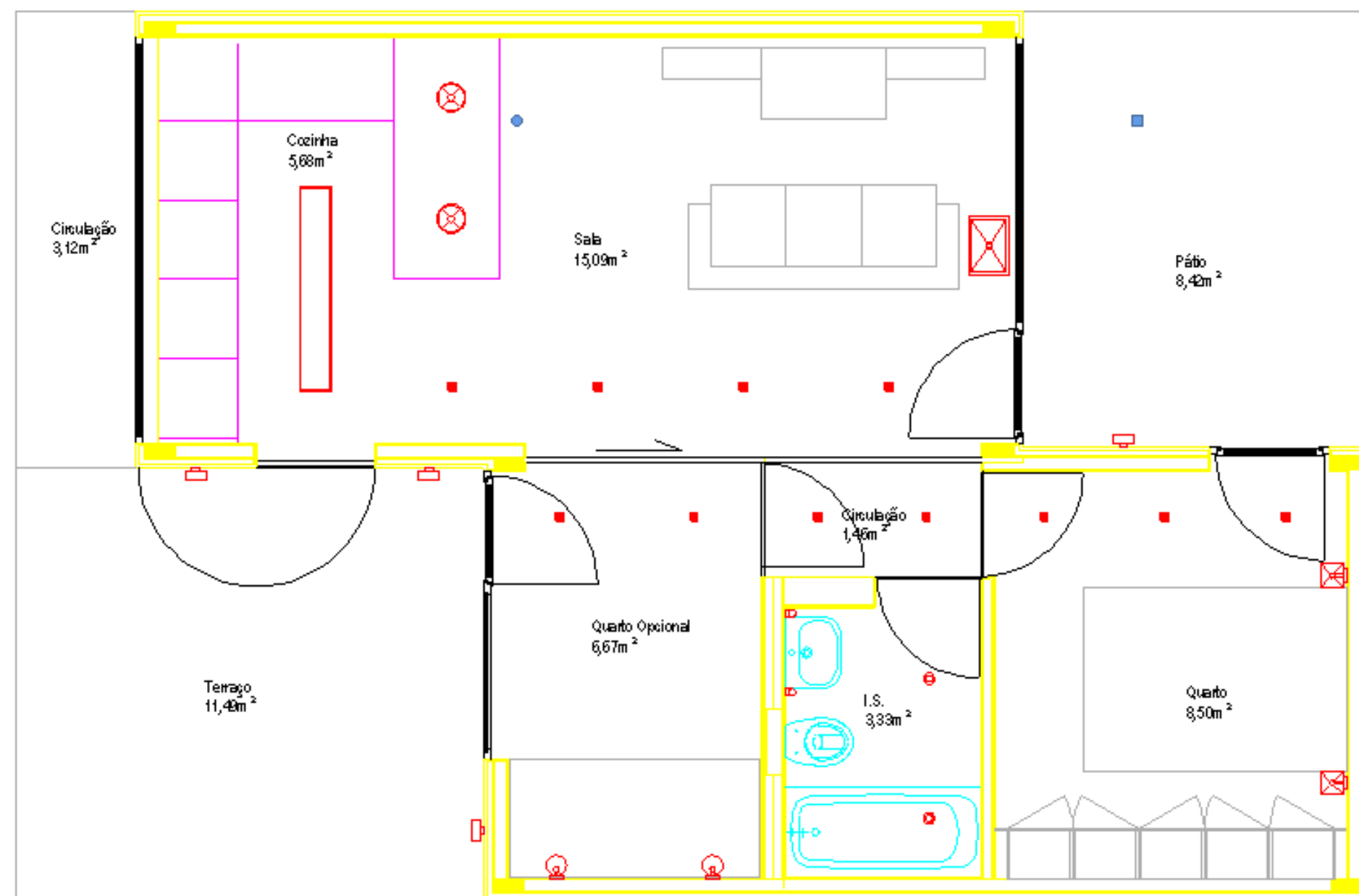
Anexo 3

Estudo iluminotécnico, planta de Iluminação e dados dos equipamentos

Resumo

Este anexo contém o estudo iluminotécnico, a planta de iluminação com o local de aplicação e as características técnicas dos componentes.

Figura A.3.1 – Planta da casa tipo



Simbologia	Tipo	Descrição	Qtd.	Lâmpada	observações
■	D.1	Downlight encastrar, modelo Quad 1.0, ref.: QD10325LB, L&L	8	LED's 3x2W, 40°, 3000°K	corte 50x50mm
⊙	D.2	Downlight encastrar, modelo Kamo 12V, ref.: 5547, Astrolighting	2	Halogeneo 1x35W (G5.3), 3000°K	corte 70mm IP65
▭	AP.1	Aplique de Parede, modelo Kyoto 260, ref.: 0386, Astrolighting	2	Fluorescente 1x11W (G7), 3000°K	IP44
▭	RE.1	Régua Fluorescente de embutir, modelo White Line, ref.: 04-9053, Prolicht	1	Fluorescente 2x35/49 (T5), 3000°K	corte 1535x230mm
⊗	PE.1	Candeeiro de Pé, modelo Park Lane Floor, ref.: 4200+4517, Astrolighting	1	Compacta Fluorescente, 20W (E27)	IP20
⊗	AP.2	Candeeiro de Parede, modelo Azumi Led, ref.: 0670+4018, Astrolighting	2	LED 1W, + Compacta Fluorescente 13W (GX24q-1)	IP20
⊗	AP.3	Candeeiro de Parede, modelo Luca Plus, ref.: 0602, Astrolighting	2	Compacta Fluorescente, 13W (GX24q-2)	IP20
▭	AP.4	Aplique de Parede, modelo Geko20 ref.: GK20825DR, L&L	3	LED 3x2W, 40°, 3000°K	IP54
⊗	SU.1	Suspensão, modelo Jackie ref.: B-L.651300, B-Lux	3	Compacta fluorescente, 23W (E27)	Ø22mm

Objecto :
 Instalação : Bungalow
 Número do projecto : P1
 Data : 21.05.2011



1 Sala

1.1 Descrição, Sala

1.1.1 planta do piso

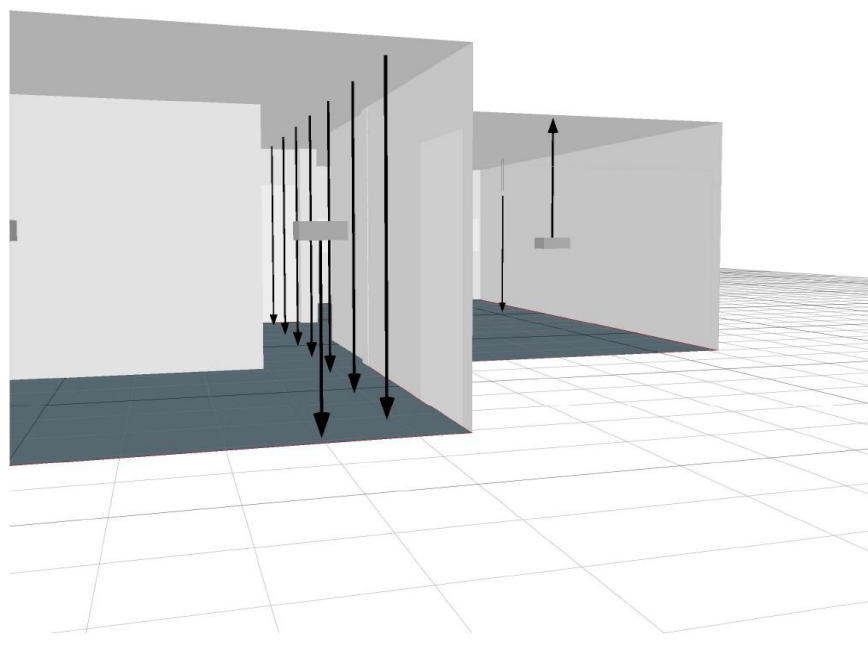
Parede	x	y	Comprimento	Reflexão [%]
1	2.66 m	0.00 m	2.66 m	78.6 %
2	2.66 m	-3.30 m	3.30 m	78.6 %
3	9.06 m	-3.30 m	6.40 m	78.6 %
4	9.06 m	-0.20 m	3.10 m	78.6 %
5	6.50 m	-0.20 m	2.56 m	78.6 %
6	6.50 m	3.12 m	3.32 m	78.6 %
7	0.00 m	3.12 m	6.50 m	78.6 %
8	0.00 m	0.00 m	3.12 m	78.6 %
Piso				20.0 %
Tecto				70.0 %
Altura da sala		2.40 m		
Altura do plano de trabalho		0.00 m		

Objecto :
 Instalação : Bungalow
 Número do projecto : P1
 Data : 21.05.2011



1.1 Descrição, Sala

1.1.2 Apresentação 3D, Vista 1

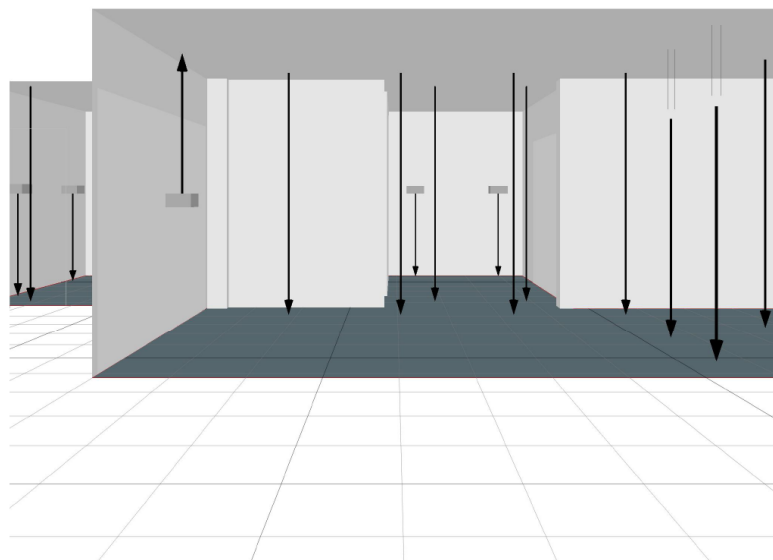


Objecto :
Instalação : Bungalow
Número do projecto : P1
Data : 21.05.2011



1.1 Descrição, Sala

1.1.4 Apresentação 3D, Visão de trás

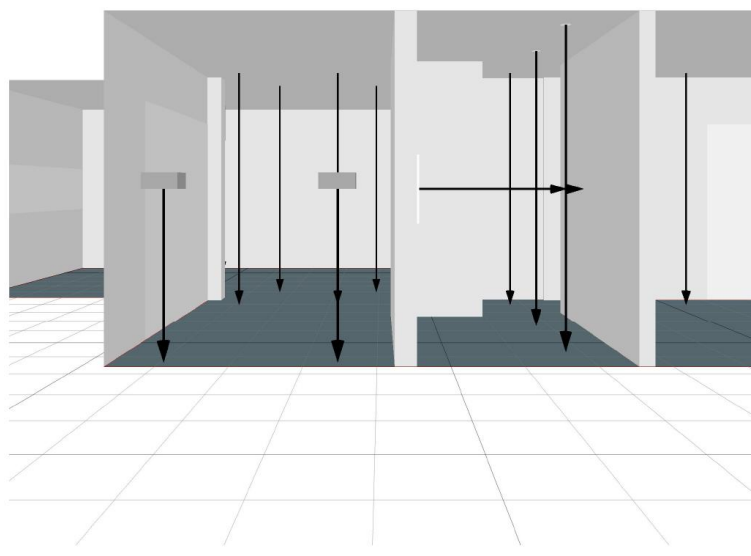


Objecto :
Instalação : Bungalow
Número do projecto : P1
Data : 21.05.2011



1.1 Descrição, Sala

1.1.3 Apresentação 3D, Visão frontal

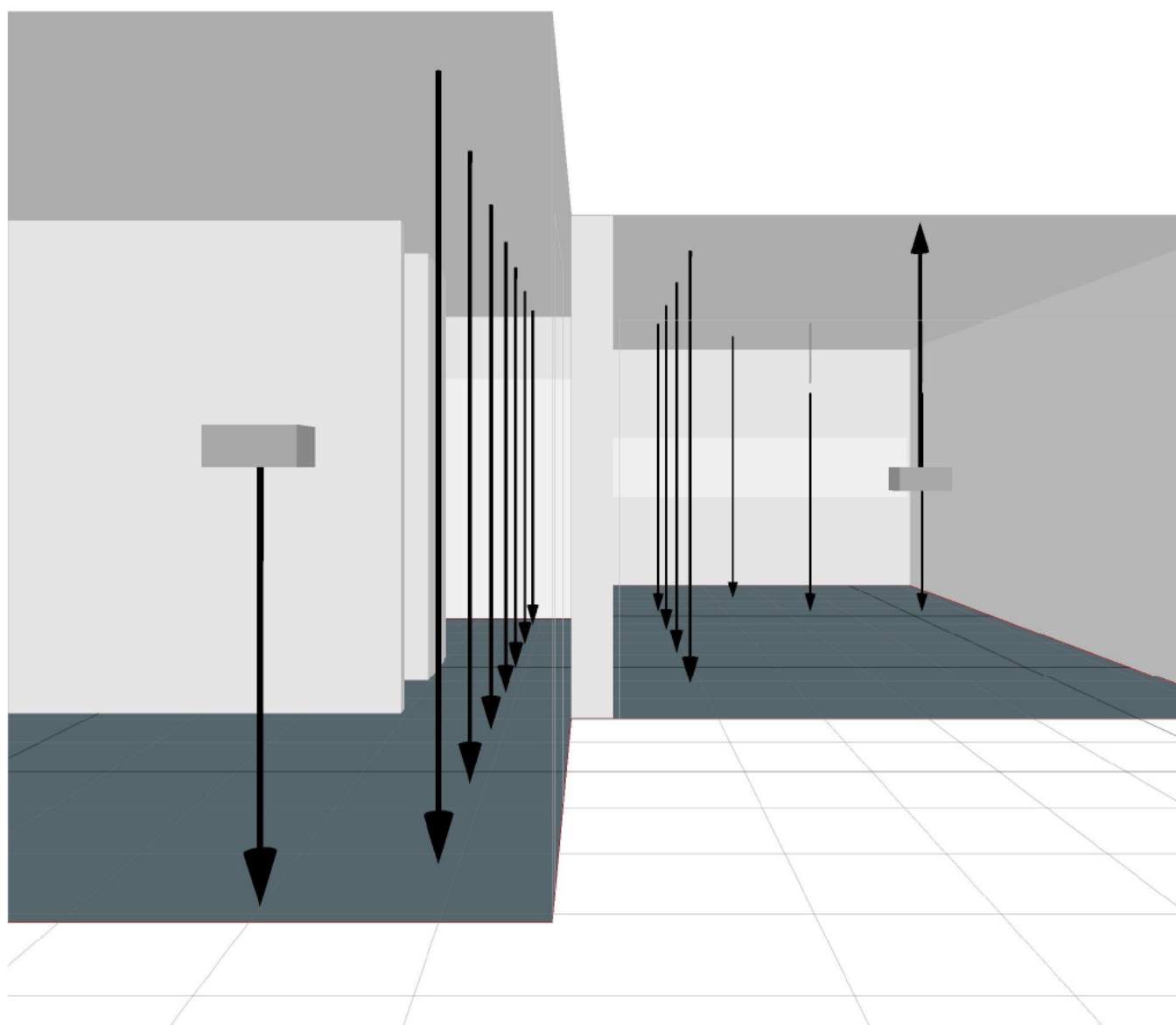


Objecto :
Instalação : Bungalow
Número do projecto : P1
Data : 21.05.2011



1.1 Descrição, Sala

1.1.6 Apresentação 3D, Visão da direita



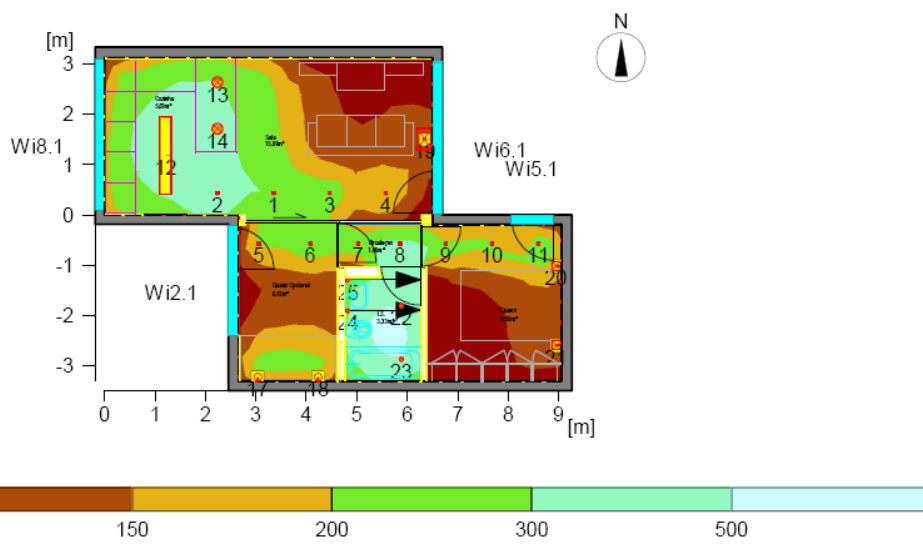
Objecto :
 Instalação : Bungalow
 Número do projecto : P1
 Data : 21.05.2011



1 Sala

1.2 Resumo, Sala

1.2.1 Resumo dos resultados, Plano de referência 1



Geral

Algoritmo de cálculo usado	porção indirecta grande
Altura da zona de avaliação	0.00 m
Factor de manutenção	0.80
Fluxo luminoso total de todas as lâmpadas	21381 lm
Potência total	356 W
Potência total por área (40.89 m ²)	8.71 W/m ² (4.21 W/m ² /100lx)

Iluminância

Iluminação média	Em	207 lx
Iluminância mínima	Emin	42 lx
Iluminância Máxima	Emax	528 lx
Uniformidade g1	Emin/Em	1:4.87 (0.21)
Uniformidade g2	Emin/Emax	1:12.4 (0.08)

Tipo No. Fabricante

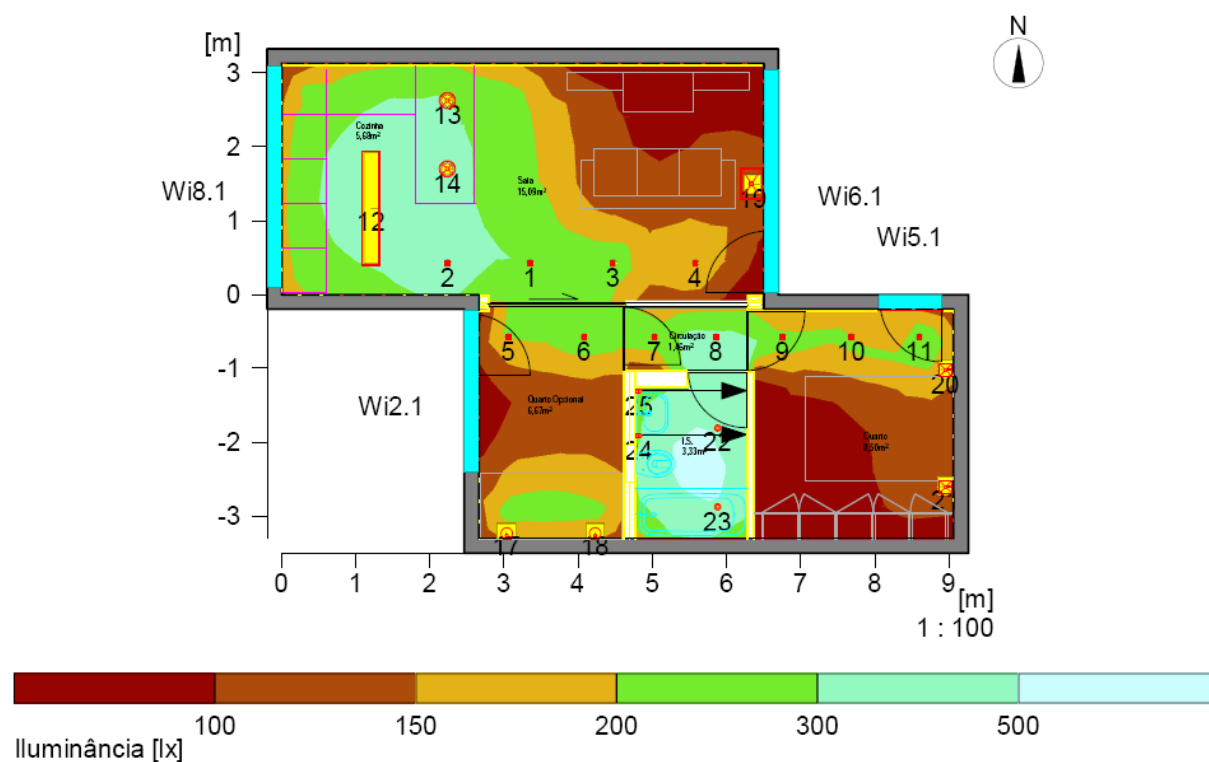
L&L Luce&Light		
1	11	Encomenda n ^o : !BRIGHT2.0-2.1 2W 0L Nome da lâmpada : BRIGHT2.0-2.1 3x2W 5000!K L Equipamento : 3 x 1x2W-5000-L40! 6 W / 69 lm
PROLICHT Ges.m.b.H.		
2	1	Encomenda n ^o : !Deckeneinbauleuchte/Diffusor Nome da lâmpada : PURE AREA WHITE LINE 35W Equipamento : 2 x T16/35W 0 W / 3300 lm
Belux		
3	2	Encomenda n ^o : !SMALL SIZE-30/ Nome da lâmpada : SIZE Equipamento : 1 x HSG-Ø32 23 W / 1500 lm

Objecto :
 Instalação : Bungalow
 Número do projecto : P1
 Data : 21.05.2011



1.3 Resultados do cálculo, Sala

1.3.2 Pseudo cores, Plano de referência 1 (E)



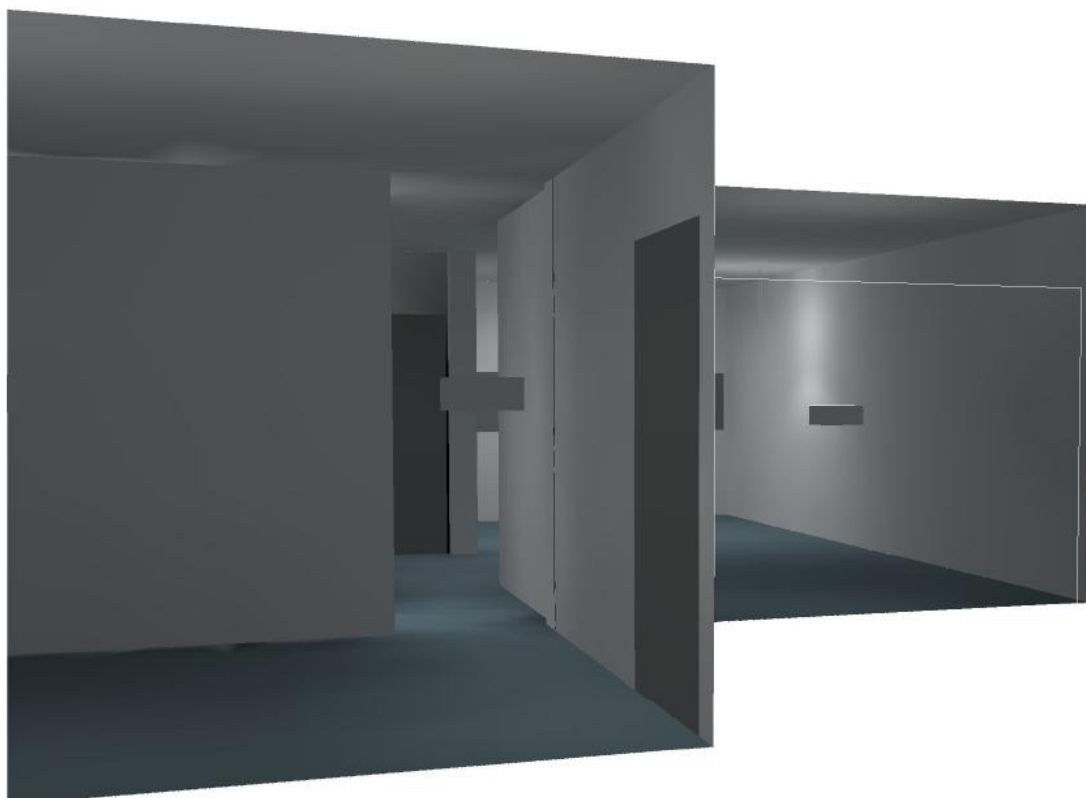
Altura do plano de referência	:	0.00 m
Iluminação média	Em	: 207 lx
Iluminância mínima	Emin	: 42 lx
Iluminância Máxima	Emax	: 528 lx
Uniformidade g1	Emin/Em	: 1 : 4.87 (0.21)
Uniformidade g2	Emin/Emax	: 1 : 12.45 (0.08)

Objecto :
Instalação : Bungalow
Número do projecto : P1
Data : 21.05.2011



1.3 Resultados do cálculo, Sala

1.3.3 Densidade luminosa 3D, Vista 1



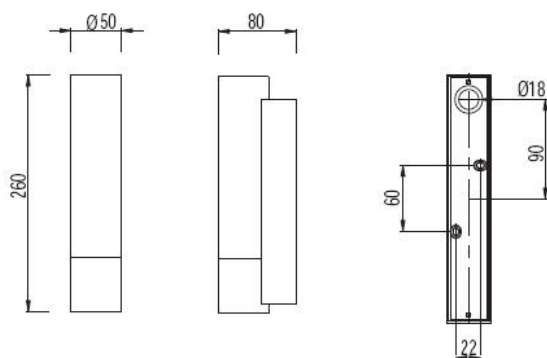
Densidade luminosa no cenário
Mínimo : 0 cd/m²
Máximo : 1110 cd/m²

Kyoto Data Sheet



Part Number:

0386 Kyoto



Front View

- 1 x 11w 2G7
- IP44
- Zones
- Class 2
-



AZUMI



- 1x13w GX24q-1 IP20 zone
-
-
- h:120 w:120 d:156mm

AZUMI



- 1x13w GX24q-1 IP20 zone
-
-
- h:120 w:120 d:156mm

AZUMI LED



- 1x13w GX24q-1 IP20 zone + 1x1w LED
-
-
- h:345 w:120 d:156mm

AZUMI LED



- 1x13w GX24q-1 IP20 zone + 1x1w LED
-
-
- h:345 w:120 d:156mm

- AZUMI WALL**
- polished nickel 0644
- brushed nickel 0669
- bronze 9645

- AZUMI/LAMBRO SQUARE**
- white 4018
- black 4019

- AZUMI LED**
- polished nickel 0646
- brushed nickel 0670
- bronze 9647

- AZUMI ROUND**
- white 4020
- black 4021

Anexo 4

Sistema de Aproveitamento de Recolha de Água Pluviais

Resumo

Este anexo contém:

- *Technical Data* da Bomba;
- Proposta técnica do sistema de aproveitamento de águas Pluviais;
- Brochura técnica do tanque de armazenamento;
- Cálculos do *Payback* do sistema.

9. Technical Data

	Q25055	Q35055	Q40055	Q40053	Q55053	Q75053	Q90053	Q80030-3P
Rated Power	250W	350W	400W	400W	550W	750W	900W	800W
Max. delivery capacity	5000 l/h	6000 l/h	7000 l/h	8000 l/h	9500 l/h	11000 l/h	12000 l/h	5000 l/h
Max. pressure	0.6bar	0.7bar	0.8bar	0.7 bar	0.75bar	0.85bar	0.9bar	3bar
Max. delivery height	6m	7m	8m	7m	7.5m	8.5m	9m	30m
Max. submersion depth	5m	5m	5m	8m	8m	8m	8m	8m
Flat submersion height approx	5mm	5mm	5mm	5mm	5mm	5mm	5mm	5mm
Contaminated water with particle size of max.	5mm	5mm	5mm	5mm	5mm	5mm	0.5mm	0.5mm
Power cable	10mH05RN-F	10mH05RN-F	10mH05RN-F	10mH05RN-F	10mH05RN-F	10mH07RN-F	10mH07RN-F	10mH07RN-F
Fitting	38mm(3/2")-/ 25mm(1")- universal fitting,option hose connection system parts	38mm(3/2")-/ 25mm(1")- universal fitting,option hose connection system parts	38mm(3/2")-/ 25mm(1")- universal fitting,option hose connection system parts	32mm(5/4")-/ 25mm(1")- universal fitting,option hose connection system parts	38mm(5/4")-/ 25mm(1")- universal fitting,option hose connection system parts	38mm(5/4")-/ 25mm(1")- universal fitting,option hose connection system parts	38mm(5/4")-/ 25mm(1")- universal fitting,option hose connection system parts	32mm(5/4")-/ universal fitting,option hose connection system parts
Min. water level for operation	7cm	7cm	7cm	7cm	7cm	7cm	7cm	7cm
Weight approx	4.3Kg	4.6Kg	4.6Kg	5.0Kg	5.2Kg	5.3Kg	5.4Kg	5.3Kg
Max. media temperature	35°C	35°C	35°C	35°C	35°C	35°C	35°C	35°C
Voltage/Frequency	230V,50Hz	230V,50Hz	230V,50Hz	230V,50Hz	230V,50Hz	230V,50Hz	230V,50Hz	230V,50Hz
Cut-in height	120V,60Hz	120V,60Hz	120V,60Hz	120V,60Hz	120V,60Hz	120V,60Hz	120V,60Hz	120V,60Hz
Cut-out height	53cm	53cm	53cm	53cm	53cm	53cm	53cm	53cm
	5cm	5cm	5cm	5cm	5cm	5cm	5cm	5cm

Attention: The cut-in and cut-out height vary, The indicated values, are average values and are not valid when the float switch is not fixed to the float switch lock (3).

Performance characteristics (III.A)

10. Safety and Approval

Submersible Pumps are manufactured in accordance with

Plug-and-play mains water backup for rainwater harvesting systems

Rain Backup in a Box® automatically provides mains water when the rainwater runs out

**Simple to use
Simple to fit**

Rainwater to appliances

Down pipe water flows to storage tank

Mains water arrival

Mains water to tank

Rain Water Tank

Float switch connected to Backup in a Box®

Pump

PRODUCT INFORMATION AND INSTALLATION INSTRUCTIONS

Rain Backup in a Box®

www.RainWaterHarvesting.co.uk

TARIFÁRIO DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA

TIPO DE CONSUMO		ESCALÕES	TARIFA €/m ³
Doméstico		1º - até 5 m ³	0,44
		2º - 6 a 15 m ³	0,72
		3º 16 a 25 m ³	0,99
		4º 26 a 50 m ³	1,94
		5º Mais de 50 m ³	2,40
Não Doméstico		<i>Comercial; Indústria e Obras</i>	
		1º - até 150 m ³	0,99
Instituições de Beneficência; Agremiações Culturais e Colectividades de Interesse Público		2º-Mais de 150m ³	1,30
		Escalão único	0,44
Organismos Públicos e do Estado		Escalão único	0,72

**MUNICÍPIO DE LAGOA**

(ALGARVE)

CÂMARA MUNICIPAL

TELEF. 282 380 400 • FAX 282 380 444

TARIFAS DE SERVIÇO

DESIGNAÇÃO DO SERVIÇO	€
Ligação de água	5,71
Colocação de contador	6,36
Transferência de Contador	6,36
Vistoria ou reafirmação a pedido do consumidor	8,24
Restabelecimento de ligação de água (após interrupção imposta ou solicitada)	19,05



N/P: 637/2011
 CLIENTE: Pedro Miguel Cintra
 REF: N a
 GESTOR CLIENTE: Engº Bravo Lima
 TEL: 252 600 190

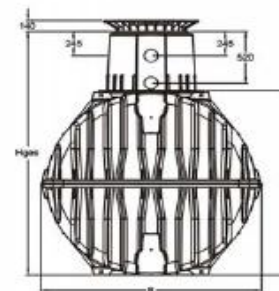
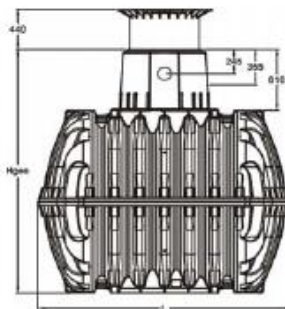
DADOS DA PROPOSTA

Denominação	Unidades	Valores
Área de cobertura	m ²	40
Tipo de cobertura		Impermeável
Coeficiente		0,9
Área de rega	m ²	100
Nº Utilizadores		3
Pluviosidade média da zona	mm	600

PROPOSTA TÉCNICA

1. Sistema de Aproveitamento de Águas Pluviais

1.1 Pack CARAT 3.750 Eco Plus



Equipamento	Volume	Nº Depósito	Comprimento L (mm)	Diâmetro (B)	Altura H (mm)	Altura Total (mm)	Peso
CARAT 3.750	3.750	1	2.280	1.755	1.590	2.200	150

Tanques moldados por injeção em polietileno Duralen. Está incluído:

- cúpula maxi;
- cobertura telescópica;
- pack filtração Optimax;
- grupo de bombagem Eco Plus;



AQUAQUÍMICA, LDA
 Parque Industrial de Laúndos, Lote A12 – 4570-311 LAÚNDOS PVZ
 Tel.: 252 600 190 – Fax: 252 600 199
www.aquaquimica.pt comercial@aquaquimica.pt





N/P: 637/2011
 CLIENTE: Pedro Miguel Cintra
 REF: N a
 GESTOR CLIENTE: Engº Bravo Lima
 TEL: 252 600 190

1.2 Pack de válvulas de corte e anti-refluxo

Válvulas de dimensão DN100

PROPOSTA COMERCIAL

Designação	Preço/Un
1. Sistema de Aproveitamento de Águas Pluviais	
1.1 Pack CARAT 3.750 Eco Plus	
Depósito Carat 3.750 completo	3.835,00 €
1.2 Pack de válvulas de corte e anti-refluxo	
Válvulas de dimensão DN100	466,00 €

Nota: Aos valores apresentados deverá ser acrescido 23 % I.V.A

A proposta inclui:

- Assistência na instalação e arranque do sistema e formação de um operador.
- Se se verificar aquando da deslocação dos técnicos que não estão reunidas as condições necessárias à instalação/arranque do equipamento, qualquer deslocação adicional será debitada a uma taxa horária de 30€, com um mínimo de 200€.

A proposta exclui:

- Instalação e montagem dos equipamentos;
- Execução de qualquer componente da obra civil;
- Circuitos de água não potáveis;
- O equipamento necessário para a implantação do equipamento (ex: grua, guindaste ou equivalente e o respectivo(s) operador(es));
- O ponto de luz (com TERRA) necessário para o funcionamento do sistema;
- A definição do local de implantação.

NOTA: a documentação técnica dos equipamentos será fornecida na altura da adjudicação.



N/P: 637/2011
CLIENTE: Pedro Miguel Cintra
REF: N a
GESTOR CLIENTE: Engº Bravo Lima
TEL: 252 600 190

CONDIÇÕES GERAIS DA PROPOSTA

Prazo de entrega:	2 a 3 semanas após confirmação da encomenda
Validade:	90 dias
Preços:	Vossa instalações
Transporte:	150,00 € + 23 % IVA
Pagamento:	Condições de pagamento: - 40% com a adjudicação - 60% com a entrega do equipamento
Montagem:	À conta de V.Ex.as. com explicações técnicas dadas pelos nossos serviços
Garantia:	2 anos, para defeitos de fabrico devidamente comprovados pelos nossos Serviços Técnicos.
Exclusão:	Excluem-se todas as ligações eléctricas e hidráulicas, linhas de esgoto, montagem, sistemas de água, bombas de pressurização, e tudo que o que não esteja especificado.

Tabela A.4.1 – Resumo do Sistema

	Precipitação	Captado L
Janeiro	70 mm	2520
Fevereiro	52 mm	1872
Março	72 mm	2592
Abril	31 mm	1116
Mai	21 mm	756
Junho	5 mm	180
Julho	1 mm	36
Agosto	1 mm	36
Setembro	17 mm	612
Outubro	51 mm	1836
Novembro	65 mm	2340
Dezembro	67 mm	2412
Total		
Anual	L	16308
	m ³	17
	€	11,74

*Preço - c€
por Litro **0,72**

Tabela A.4.2- Resumo do Sistema

Orçamento €	Consumo/ano m ³	Payback anos
5474,73	17	78

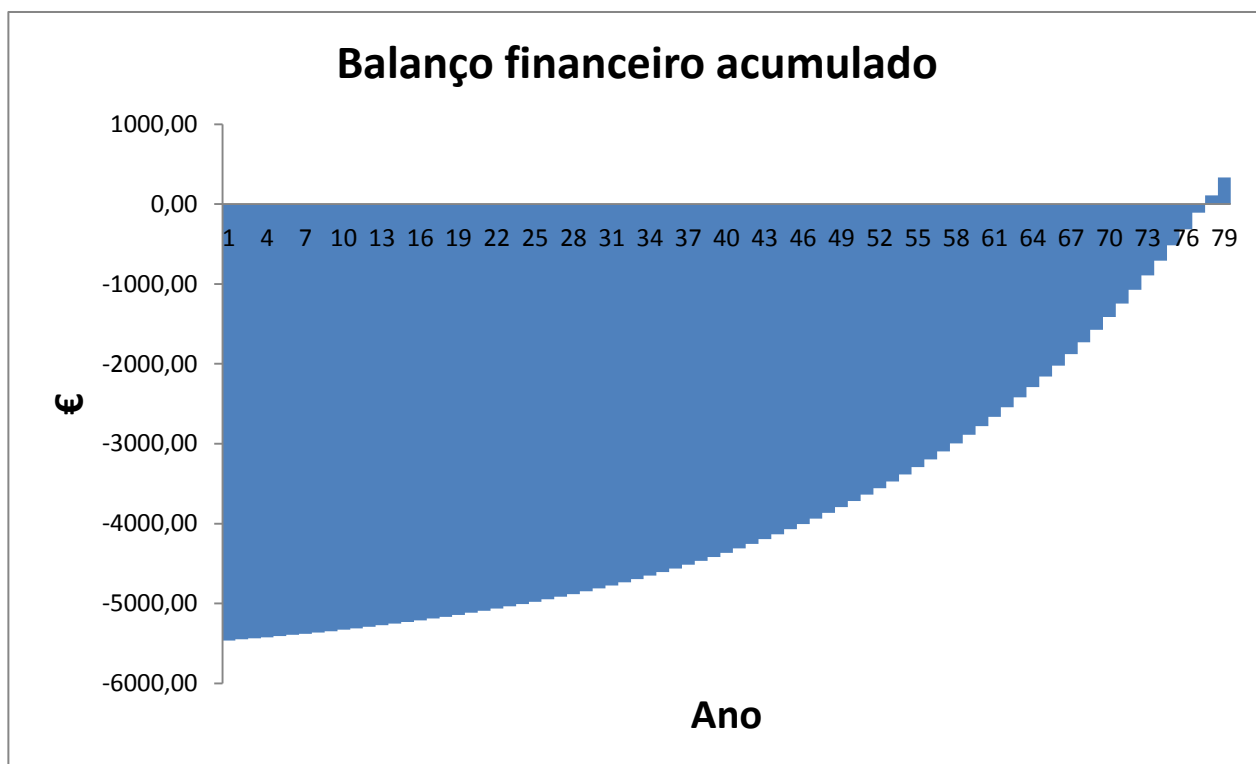


Figura A.4.1 – Balanço financeiro acumulado

Apêndice 1

Resumo

Este apêndice contém os diagramas de cargas diárias (Verão e Inverno).

Tabela A.1.1 – Cargas no Green Bungalow

	Equipamentos	Classe	Quantidade	Horas de uso/dia	D.1	D.2	AP.1	RE.1	PE.1	AP.2	AP.3	AP.4	S.1	Potência [W]	Energia diária [Wh/d]	Consumo Energético (kWh/ano)	Nº de ciclos semanais	Consumo Energético (kWh/ciclo de lavagem)	Consumo de Água (L/ciclo de lavagem)
Cozinha	Iluminação		3	4				77,00					46,00	123,00					
	Combinado	A++	1	4,41										88,22	441,10	161,00			
	Fogão	A	1	1										1700,00	1700,00				
	Placa de indução		1	1										1800,00	1800,00				
	Exaustor		1	1										100,00	100,00				
	Utensílios		1	1										750,00	750,00				
	Máquina de lavar roupa (5,5 kg)	A/A/A	1	2										2400,00	930,00		3,00	0,93	45,00
Sala	Iluminação				26,40				20,00					46,40					
	OLED TV		1	4										27,90	111,60				
	Auxiliares Midia		1	4										315,00	1260,00				
	Auxiliares Informática		1	1										100,00	100,00				
	Laptop		1	3										45,00	135,00				
Quarto	Iluminação				19,80					30,80				50,60					
	Candeeiro de leitura		1	1										20,00					
Quarto Opcional	Iluminação										39,60			39,60					
	Candeeiro de leitura		1	1										20,00					
Circulação	Iluminação				26,40														
I.S	Iluminação					77,00	24,20							101,20					
	Secador de cabelo		1	0,45										1900,00					
Outros	Ferro de engomar a seco		1	1										1200	1200				
	Aspirador		1	1										1200	1200				
	Iluminação Terraço										52,8			52,80					
	Iluminação Pátio										17,6			17,60					
	Bomba de águas Pluviais													250					



Figura A.1.1 – Cozinha



Figura A.1.2 – I.S e Quartos

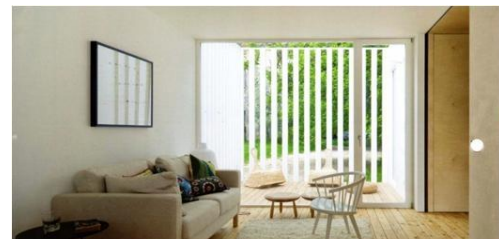


Figura A.1.3 – Sala

Verão
Diagrama de carga Diário (Semanal)
Máquina de Roupa

Tabela A.1.3 – Cargas – Verão - Semanal – Máquina de Roupa

	[wh/dia]	[kwh/ano]
Combinado	441,10	161,0015
Máquina de lavar Roupa	830,00	302,95
Forno elétrico	2362,50	862,3125
Computador	230,00	83,95
Audiovisual	297,00	108,405
Iluminação	432,20	157,753
Outros	0,00	0
Total	4592,80	

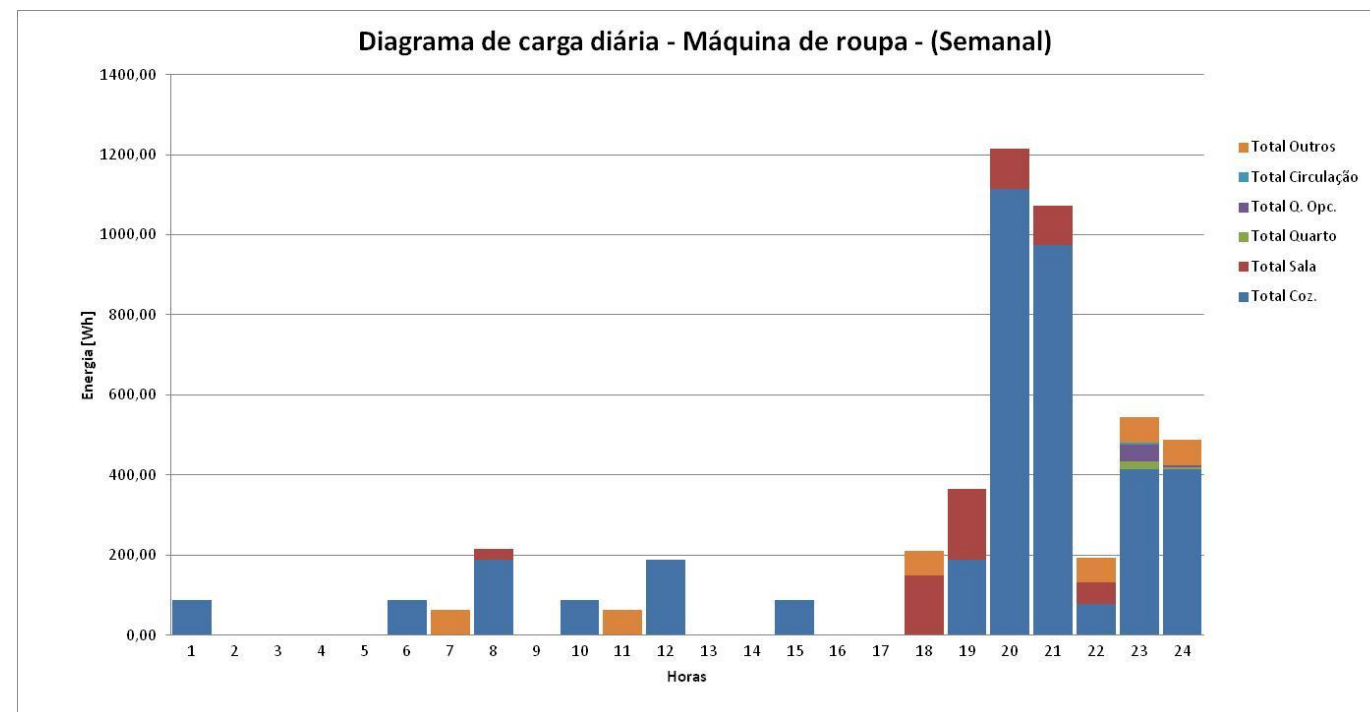


Figura A.1.6 – Diagrama de carga – Energia – Verão – Semanal - Máquina de Roupa

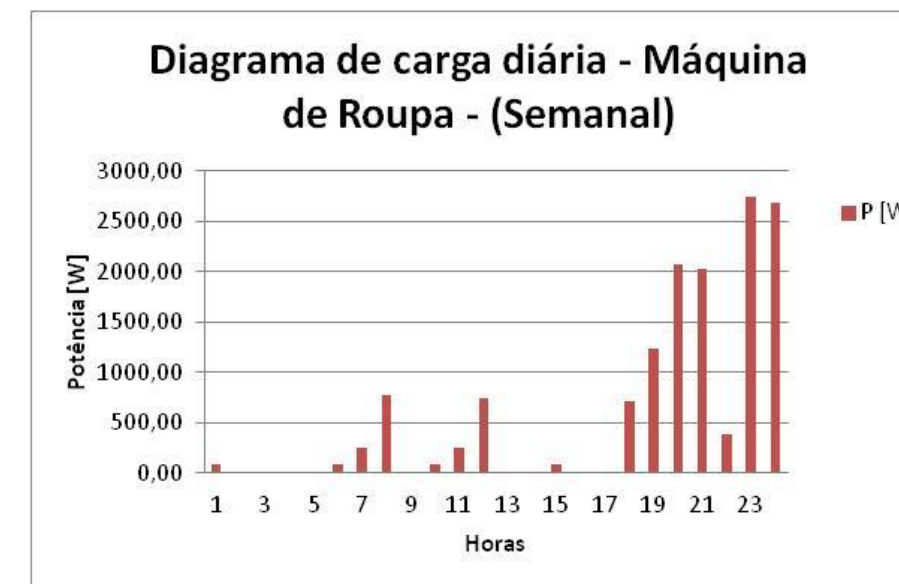


Figura A.1.5 – Diagrama de carga – Potência – Verão – Semanal - Máquina de Roupa

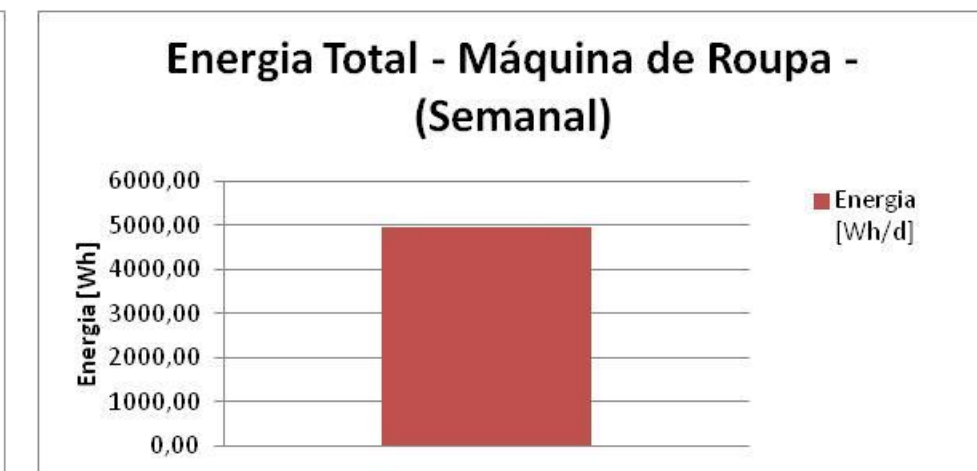


Figura A.1.4 – Energia Total – Verão – Semanal - Máquina de Roupa

Verão
Diagrama de carga Diário (Semanal)

Tabela A.1.5 – Cargas – Verão - Semanal

	[wh/dia]	[kwh/ano]
Combinado	441,10	161,0015
Máquina de lavar Roupa	0,00	0
Forno elétrico	2362,50	862,3125
Computador	230,00	83,95
Audiovisual	269,10	98,2215
Iluminação	432,20	157,753
Total	3734,90	

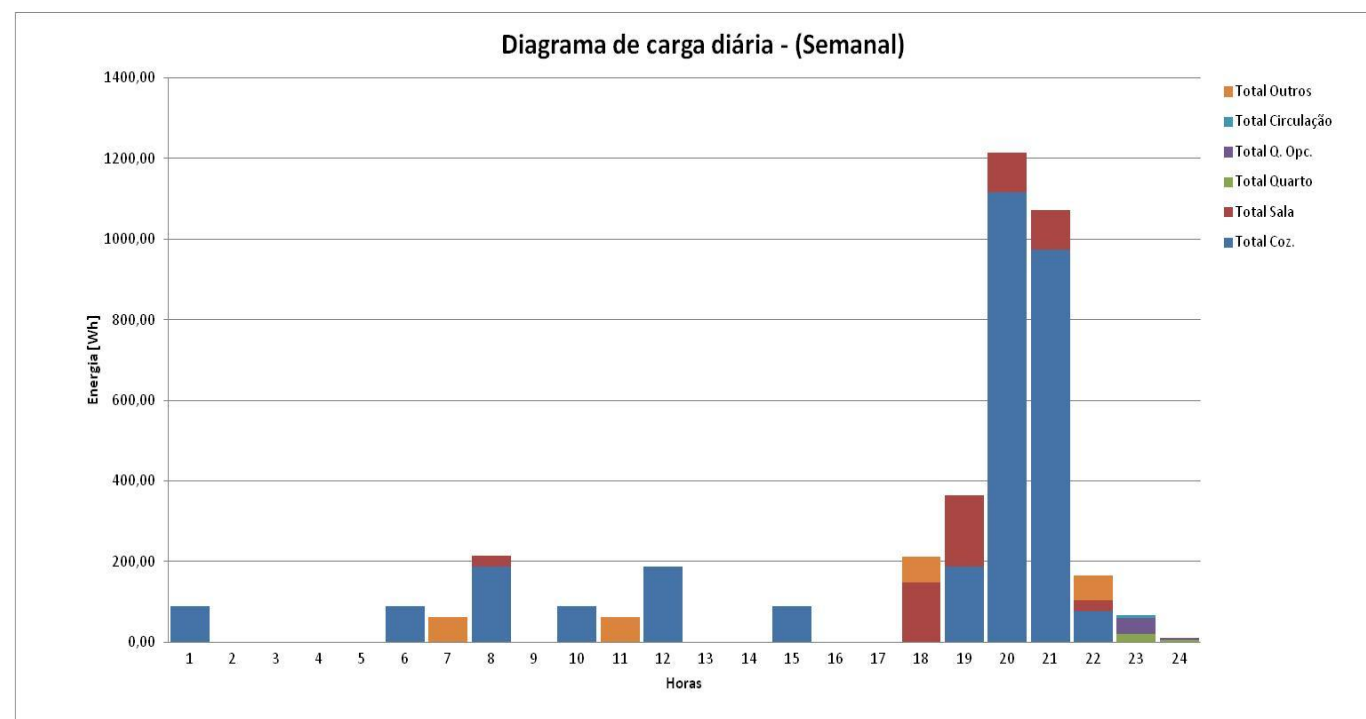


Figura A.1.9 – Diagrama de carga – Energia – Verão – Semanal

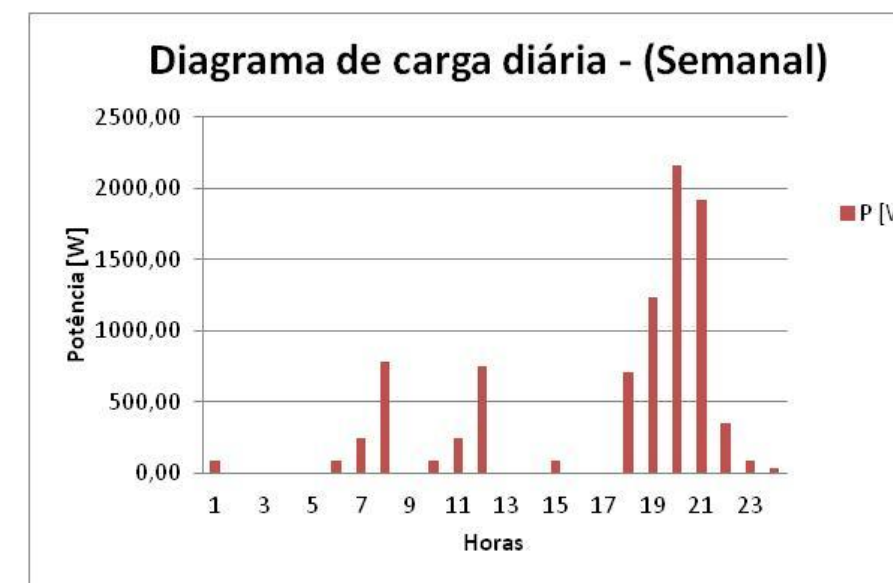


Figura A.1.8 – Diagrama de carga – Potência – Verão – Semanal

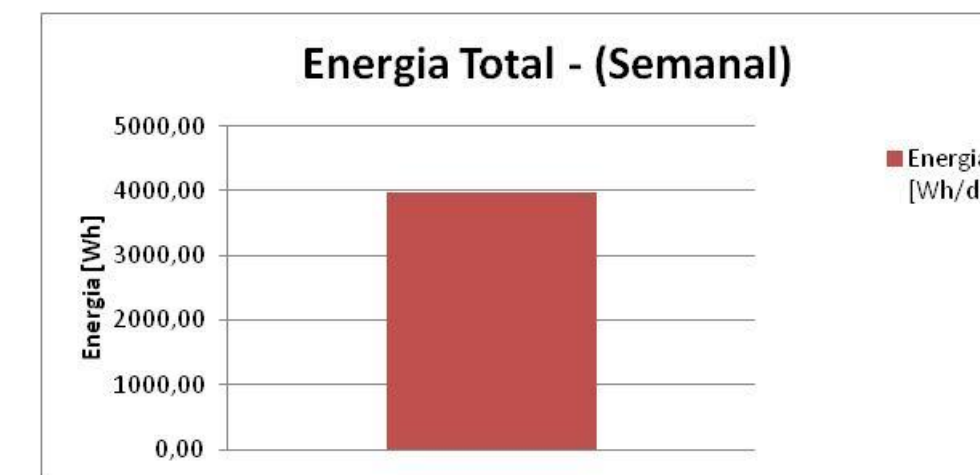


Figura A.1.7 – Energia Total – Verão – Semanal

Verão
Diagrama de carga Diário (fim-de-semana)
Ferro de engomar

Tabela A.1.7 – Cargas – Verão – Semanal – Ferro de engomar

	[wh/dia]	[kwh/ano]
Combinado	441,10	161,0015
Máquina de lavar Roupa	0,00	0
Forno elétrico	4162,50	1519,3125
Computador	230,00	83,95
Audiovisual	269,10	98,2215
Iluminação	432,20	157,753
Outros	1200,00	438
Total	6734,90	

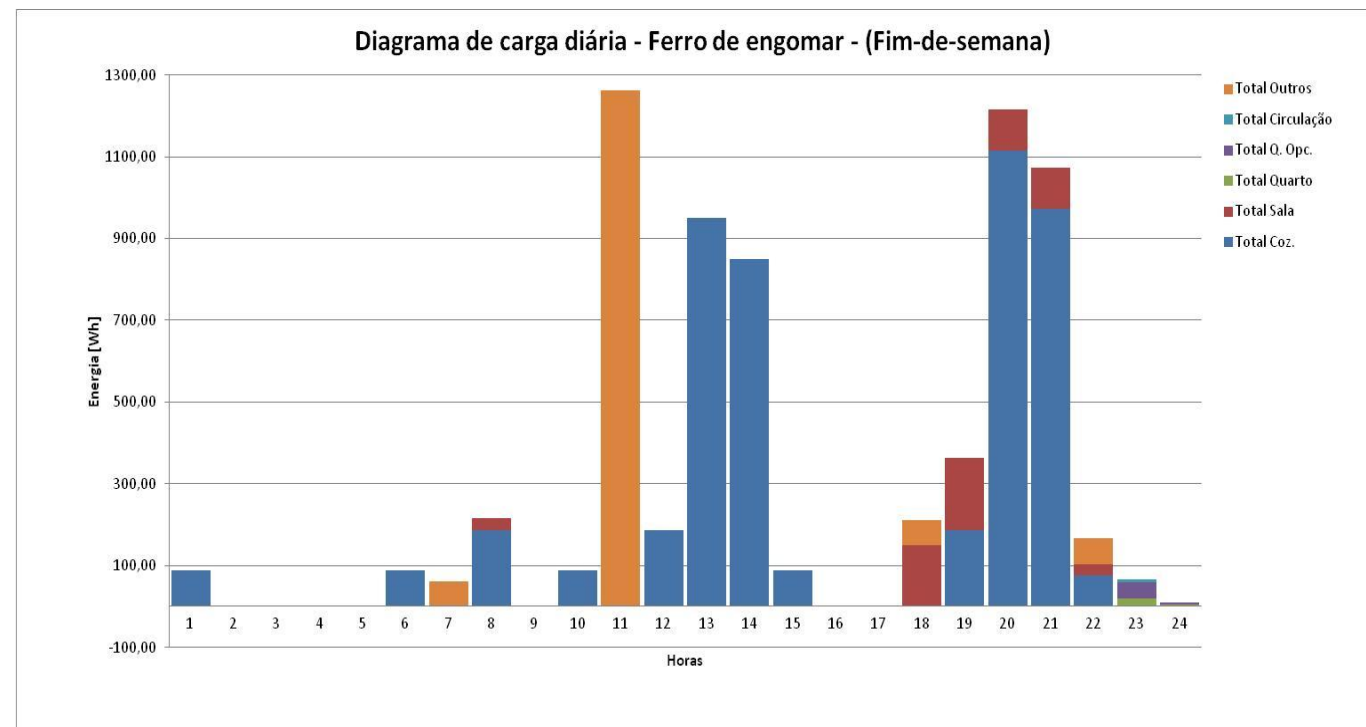


Figura A.1.12 – Diagrama de carga – Energia – Verão – fim-de-semana – Ferro de engomar

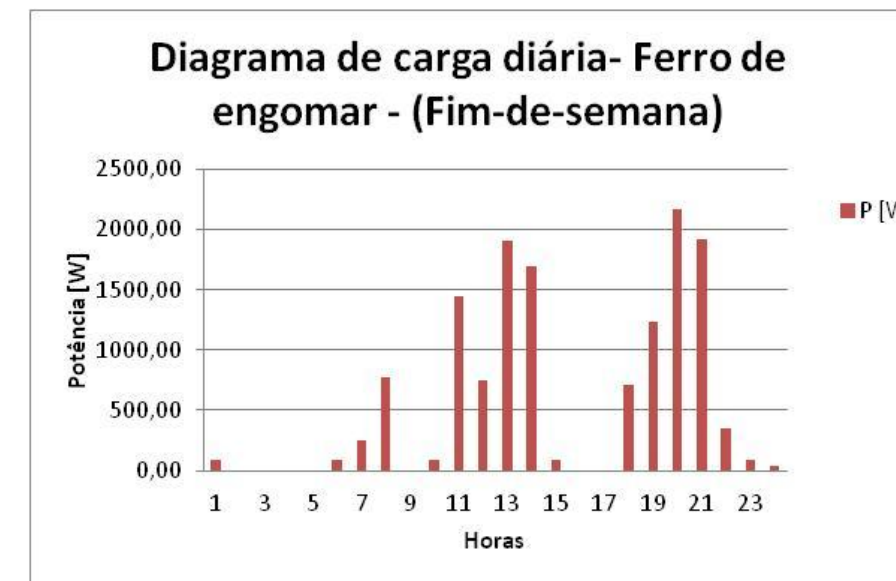


Figura A.1.11 – Diagrama de carga – Potência – Verão – fim-de-semana – Ferro de engomar

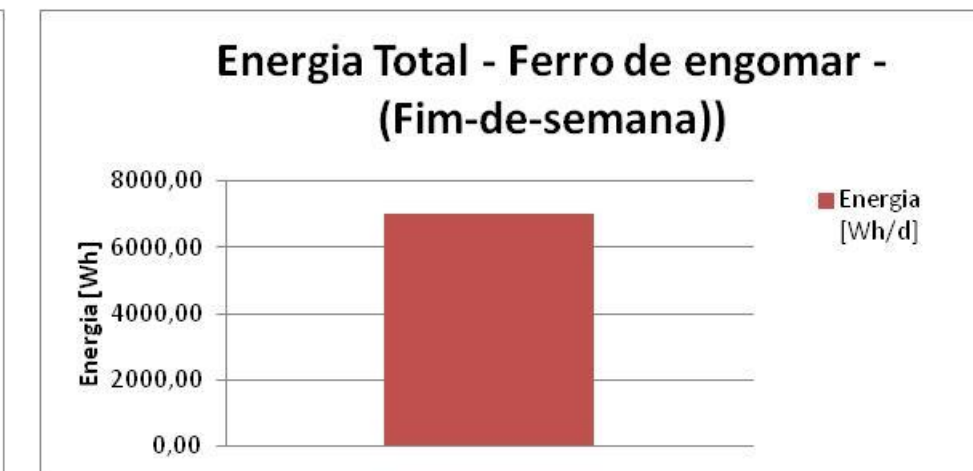


Figura A.1.10 – Energia Total – Verão – fim-de-semana – Ferro de engomar

Verão
Diagrama de carga Diário (fim-de-semana)
Aspirador

Tabela A.1.9 – Cargas – Verão – Semanal – Aspirador

	[wh/dia]	[kwh/ano]
Combinado	441,10	161,0015
Máquina de lavar Roupa	0,00	0
Forno eléctrico	4162,50	1519,3125
Computador	230,00	83,95
Audiovisual	269,10	98,2215
Iluminação	432,20	157,753
Outros	600,00	219
Total	6134,90	

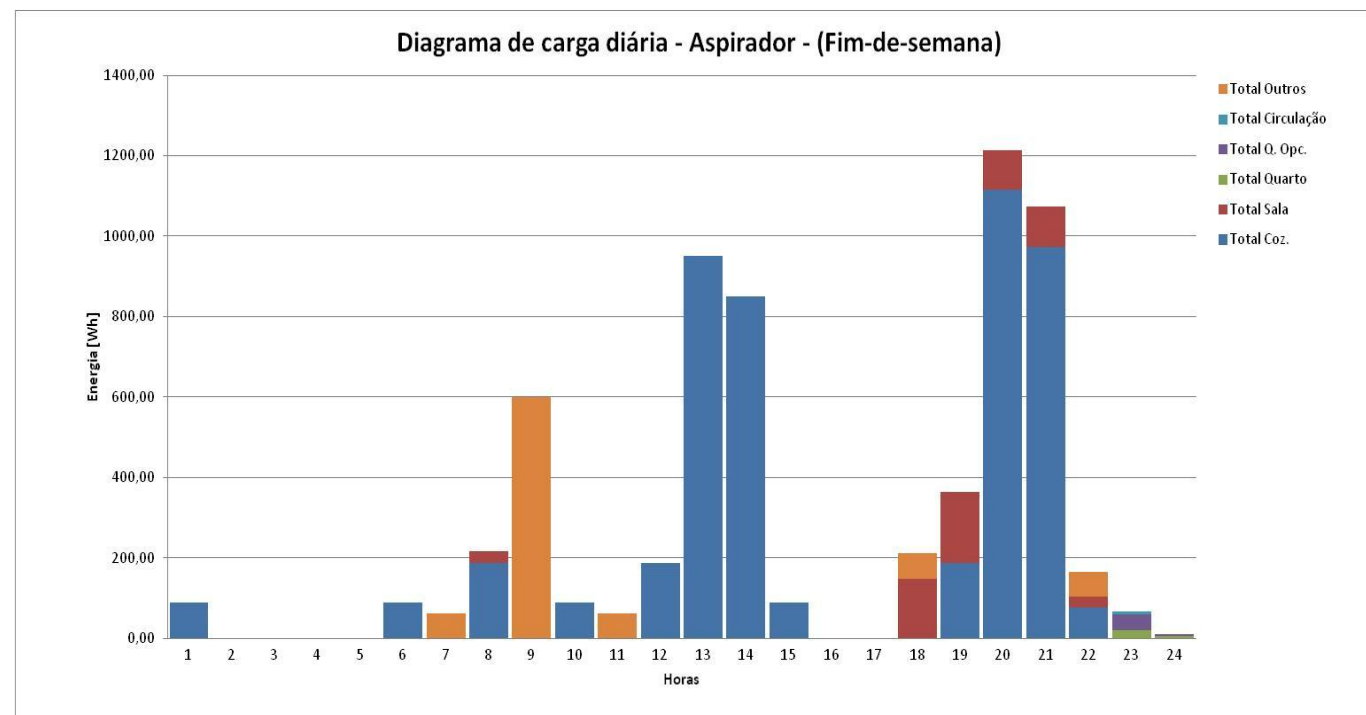


Figura A.1.15 – Diagrama de carga – Energia – Verão – fim-de-semana – Aspirador

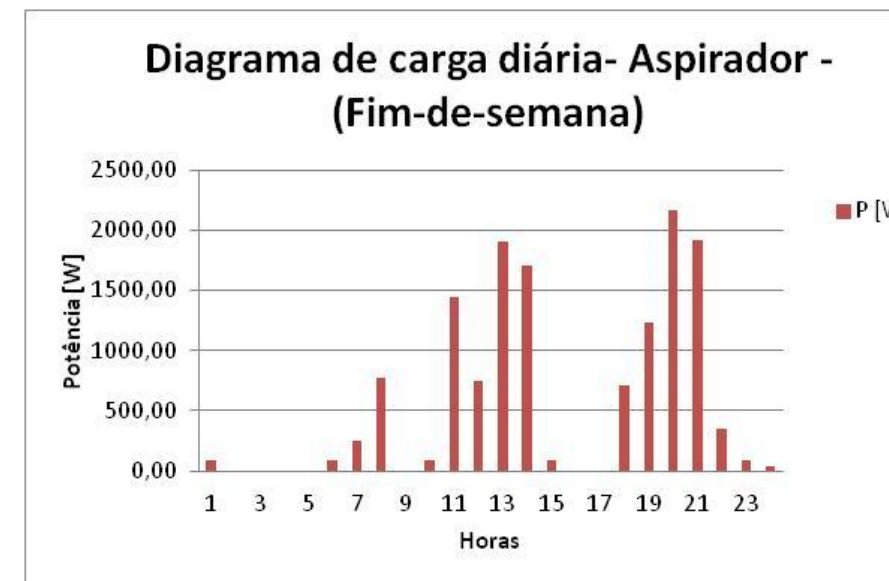


Figura A.1.14 – Diagrama de carga – Potência – Verão – fim-de-semana - Aspirador

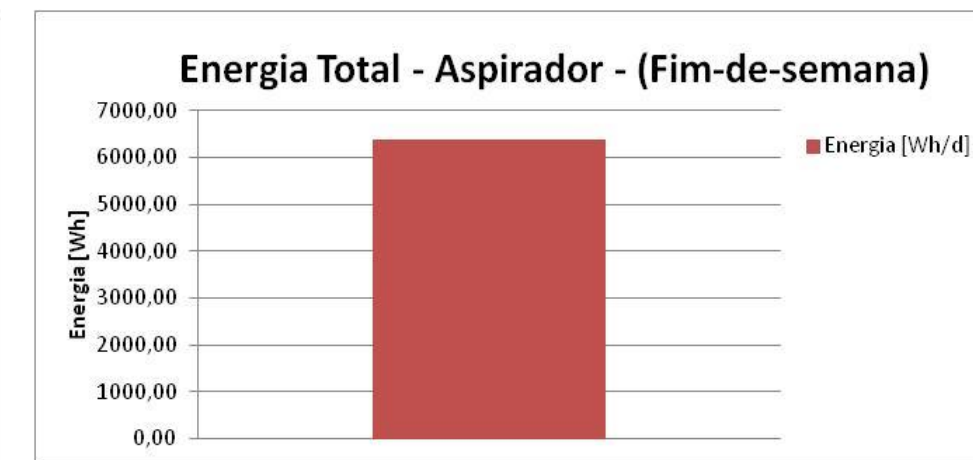


Figura A.1.13 – Energia Total – Verão – fim-de-semana - Aspirador

Inverno
Diagrama de carga Diário (Semanal)
Máquina de Roupa

Tabela A.1.11 – Cargas – Inverno – Semanal – Máquina de Roupa

	[wh/dia]	[kwh/ano]
Combinado	441,10	161,0015
Máquina de lavar Roupa	830,00	302,95
Forno elétrico	2137,50	780,1875
Computador	230,00	83,95
Audiovisual	297,00	108,405
Iluminação	612,60	223,599
Total	4548,20	

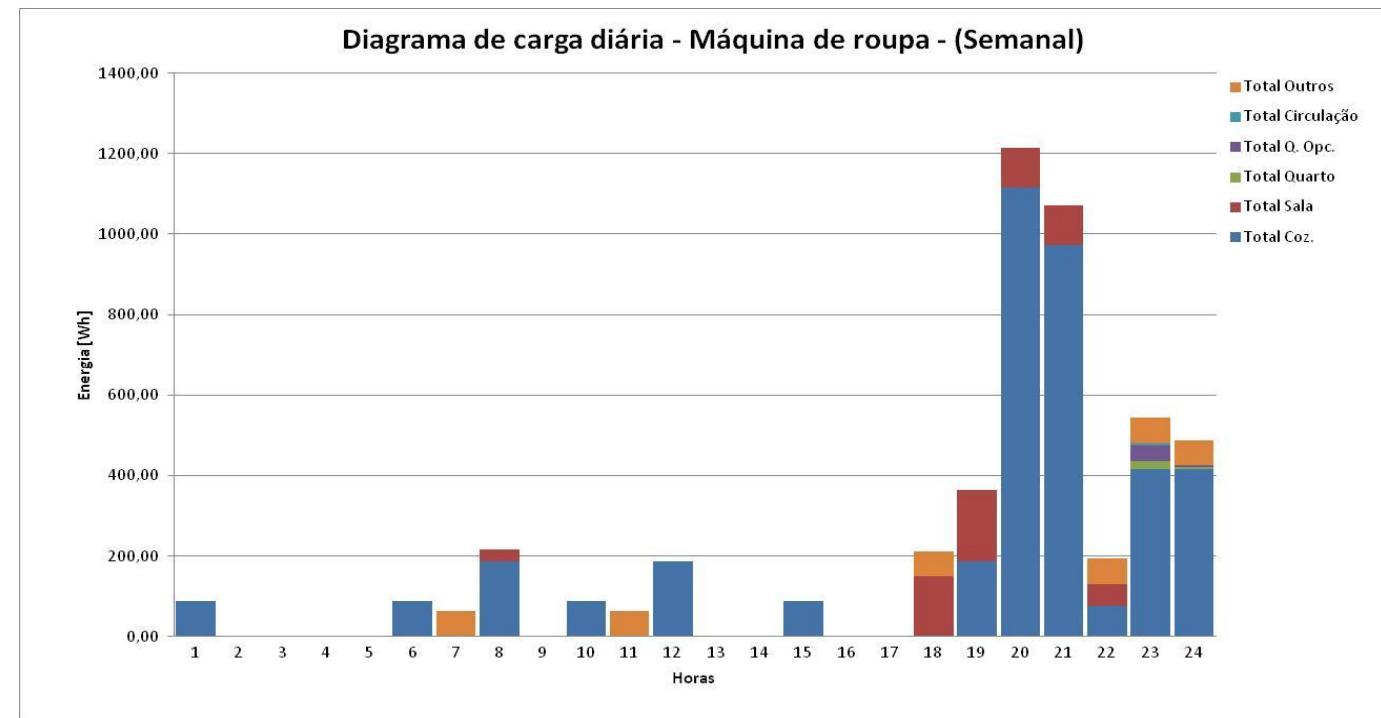


Figura A.1.18 – Diagrama de carga – Energia – Inverno – Semanal – Máquina de Roupa

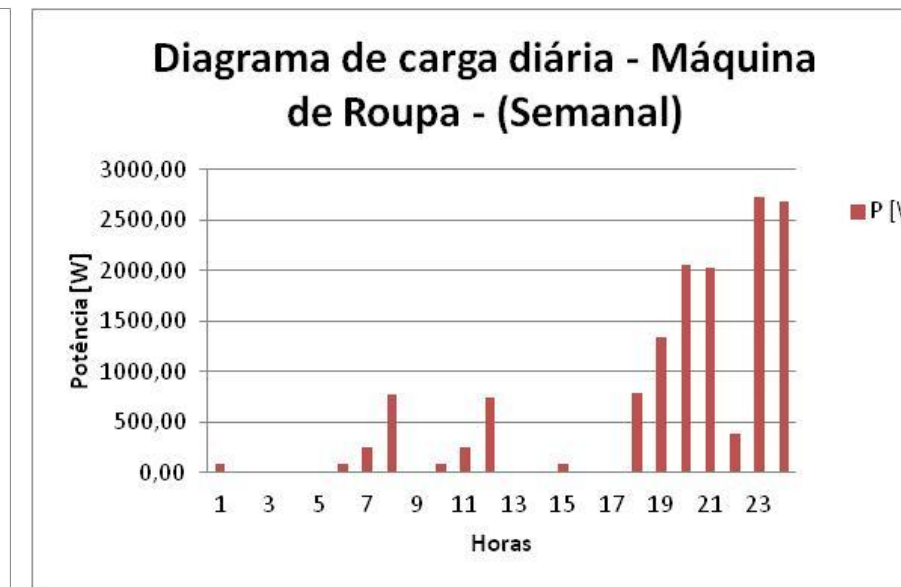


Figura A.1.17 – Diagrama de carga – Potência – Inverno – Semanal – Máquina de Roupa

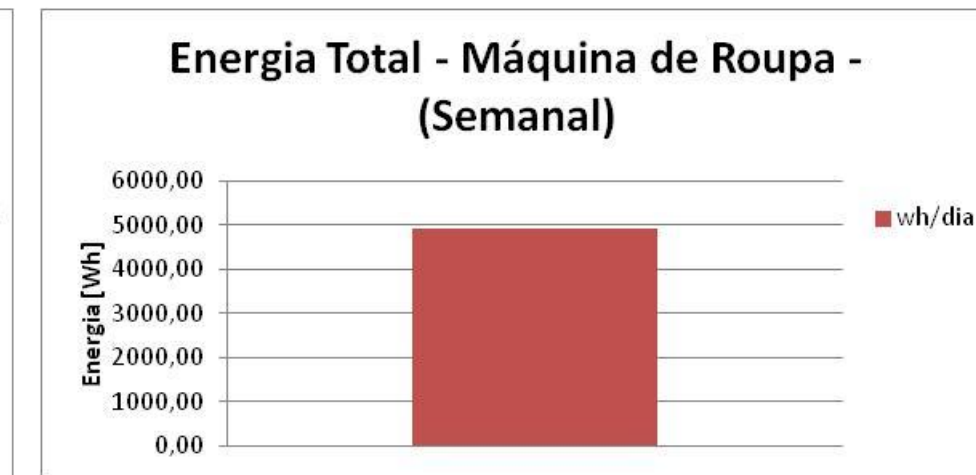


Figura A.1.16 – Energia Total – Inverno – Semanal – Máquina de Roupa

Inverno
Diagrama de carga Diário (Semanal)

Tabela A.1.13 – Cargas – Inverno – Semanal

	[wh/dia]	[kwh/ano]
Combinado	441,10	161,0015
Máquina de lavar Roupa	0,00	0
Forno elétrico	2212,50	807,5625
Computador	230,00	83,95
Audiovisual	269,10	98,2215
Iluminação	432,20	157,753
Total	3584,90	

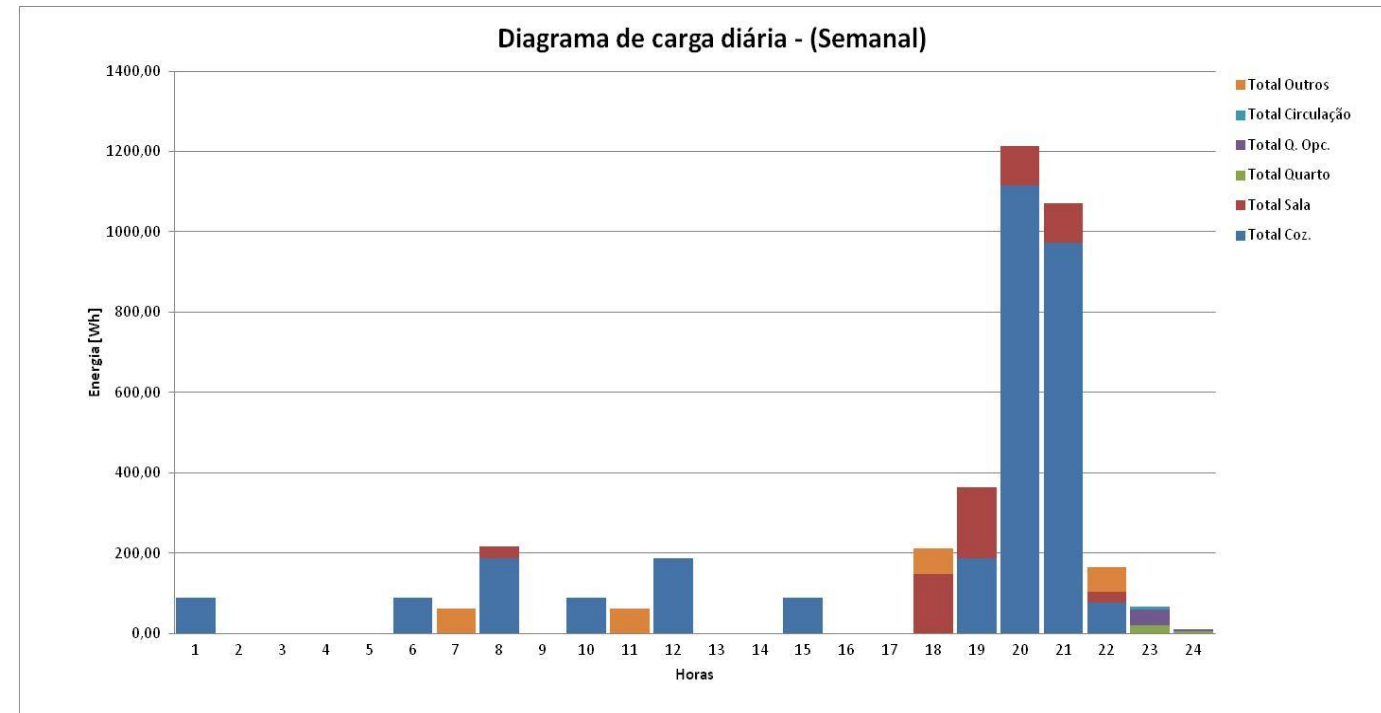


Figura A.1.21 – Diagrama de carga – Energia – Inverno – Semanal

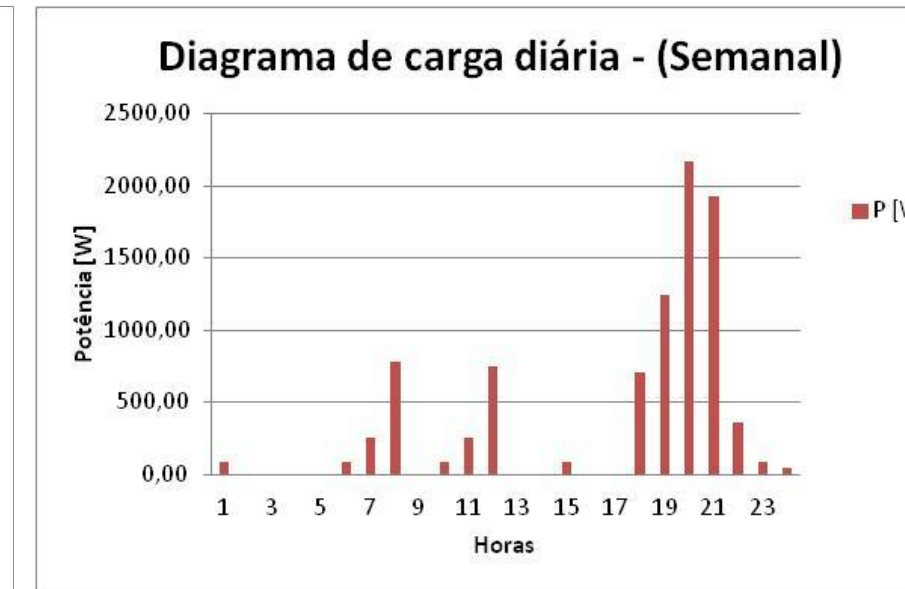


Figura A.1.20 – Diagrama de carga – Potência – Inverno – Semanal

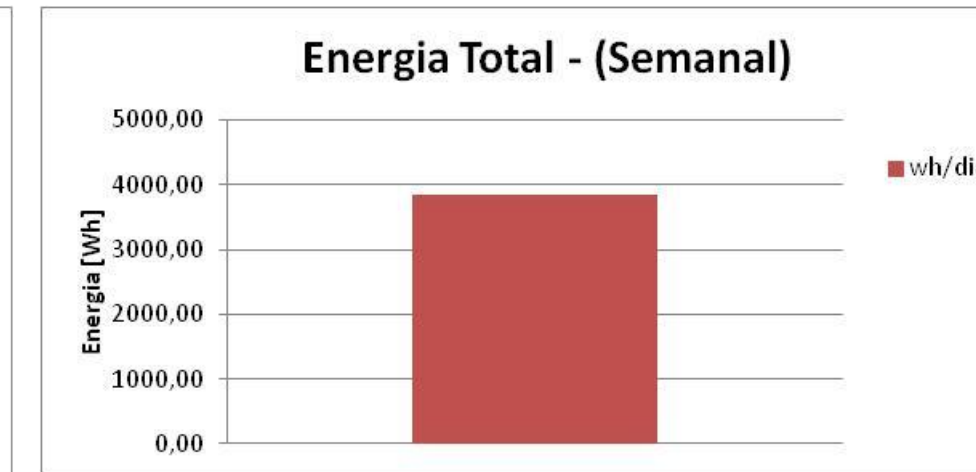


Figura A.1.19 – Energia Total – Inverno – Semanal

Inverno
Diagrama de carga Diário (fim-de-semana)
Ferro de engomar

Tabela A.1.15 – Cargas – Inverno – fim-de-semana – Ferro de engomar

	[wh/dia]	[kwh/ano]
Combinado	441,10	161,0015
Máquina de lavar Roupa	0,00	0
Forno elétrico	4162,50	1519,3125
Computador	230,00	83,95
Audiovisual	269,10	98,2215
Iluminação	716,00	261,34
Outros	1200,00	438
Total	7018,70	

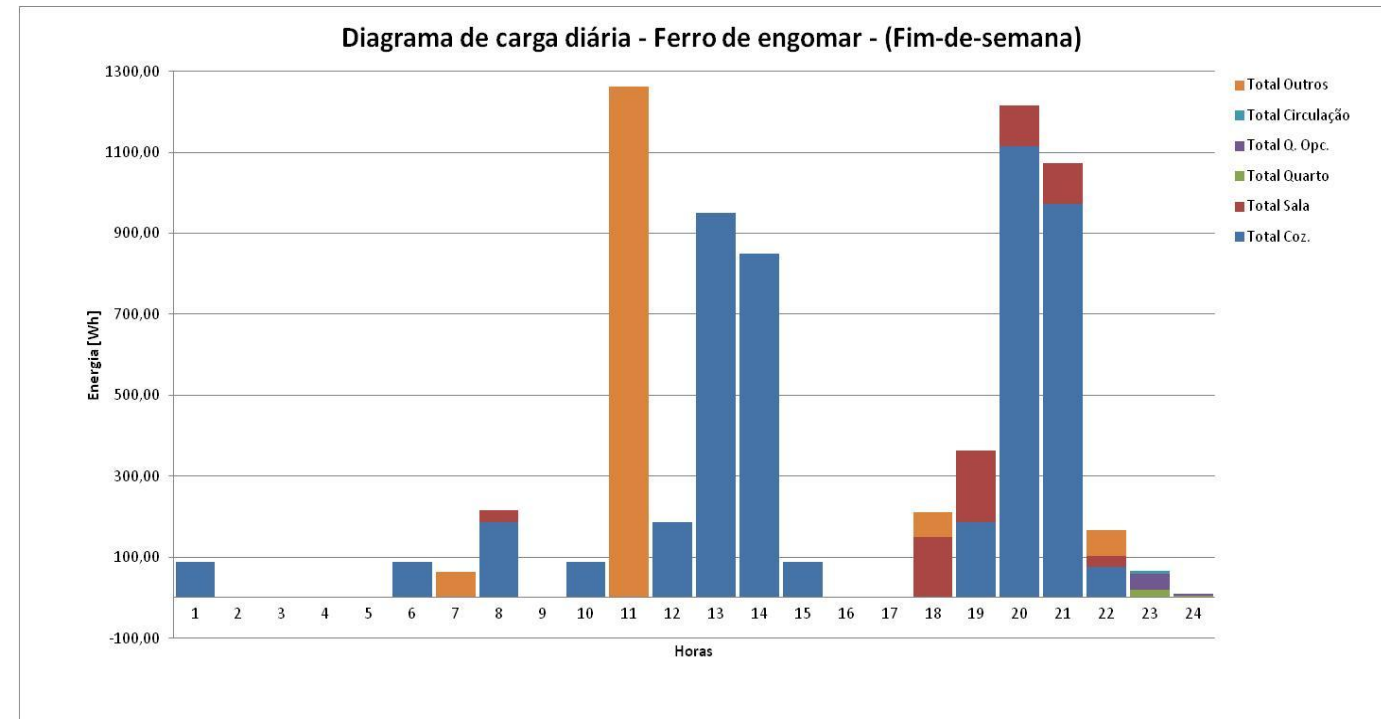


Figura A.1.24 – Diagrama de carga – Energia – Inverno – fim-de-semana – Ferro de engomar

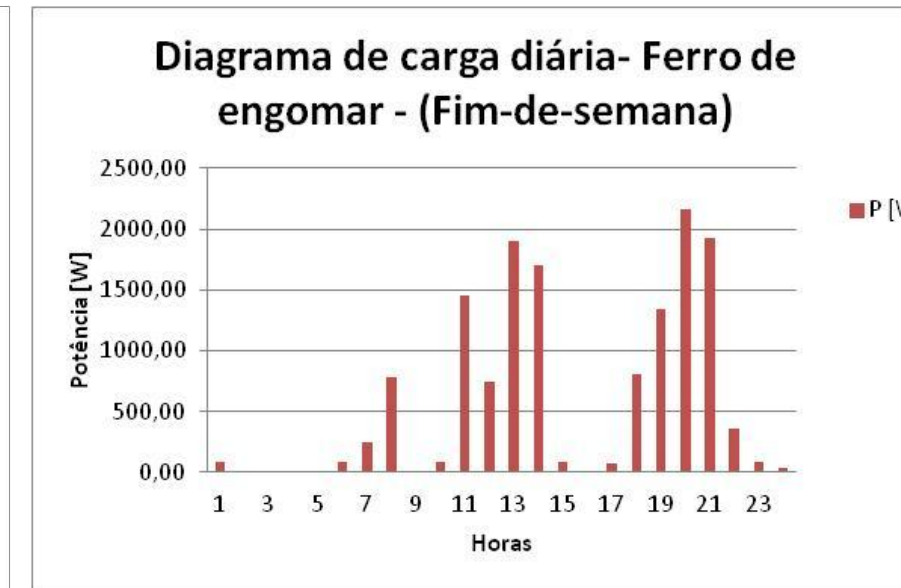


Figura A.1.23 – Diagrama de carga – Potência – Inverno – fim-de-semana – Ferro de engomar

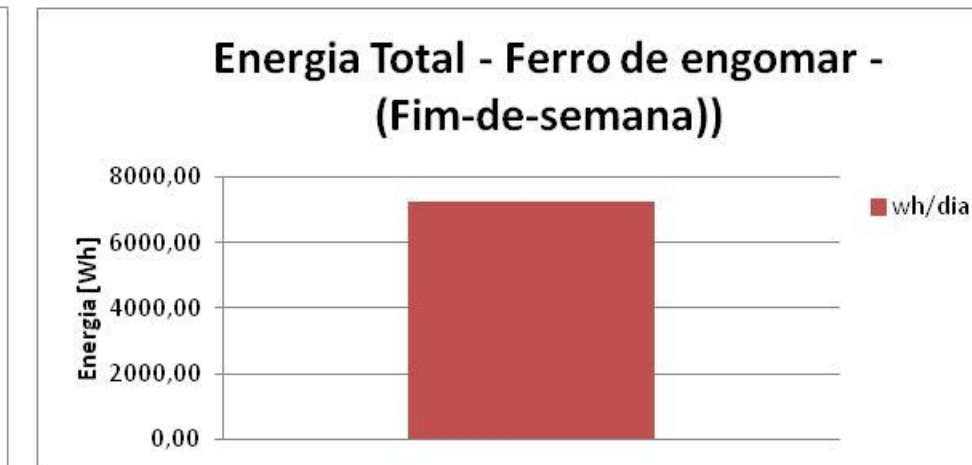


Figura A.1.22 – Energia Total – Inverno – fim-de-semana – Ferro de engomar

Inverno

Diagrama de carga Diário (fim-de-semana)

Aspirador

Tabela A.1.17 – Cargas – Inverno – fim-de-semana – Aspirador

	[wh/dia]	[kwh/ano]
Combinado	441,10	161,0015
Máquina de lavar Roupa	0,00	0
Forno elétrico	4162,50	1519,3125
Computador	230,00	83,95
Audiovisual	269,10	98,2215
Iluminação	716,00	261,34
Outros	600,00	219
Total	6418,70	

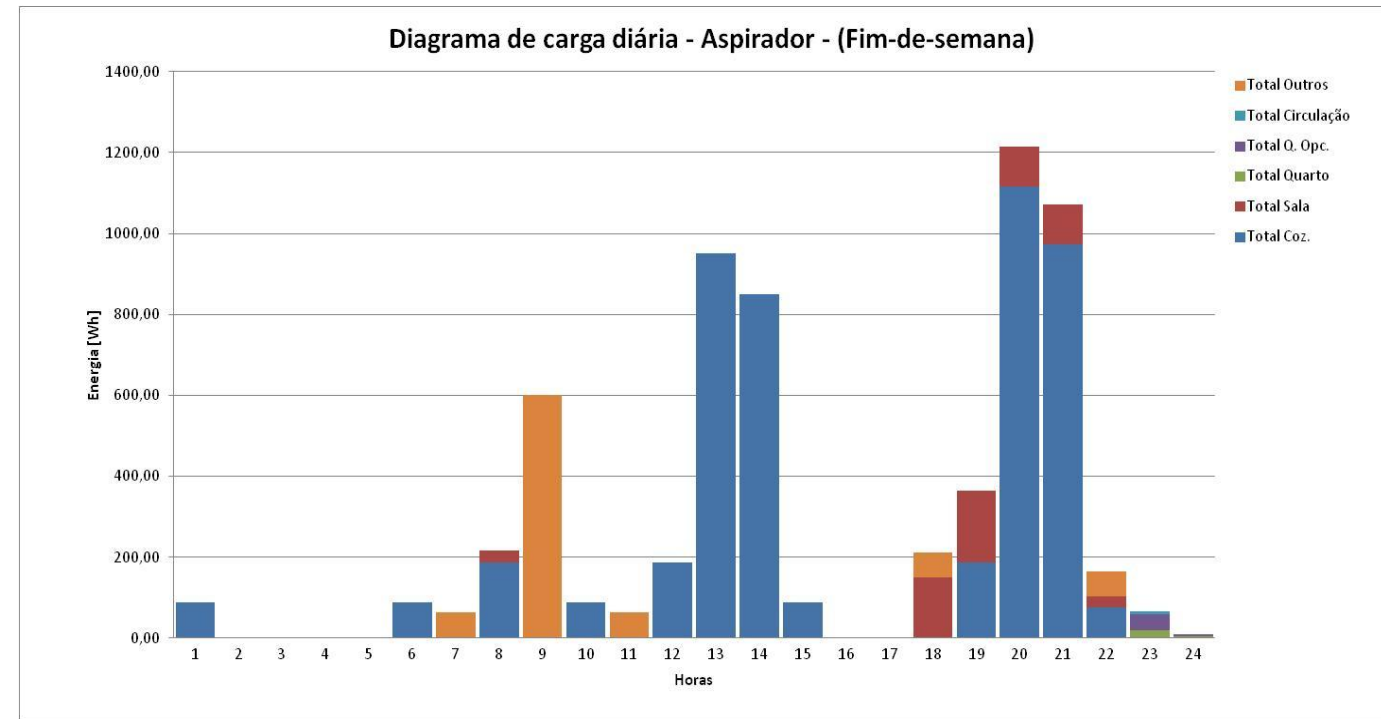


Figura A.1.27 – Diagrama de carga – Energia – Inverno – fim-de-semana – Aspirador

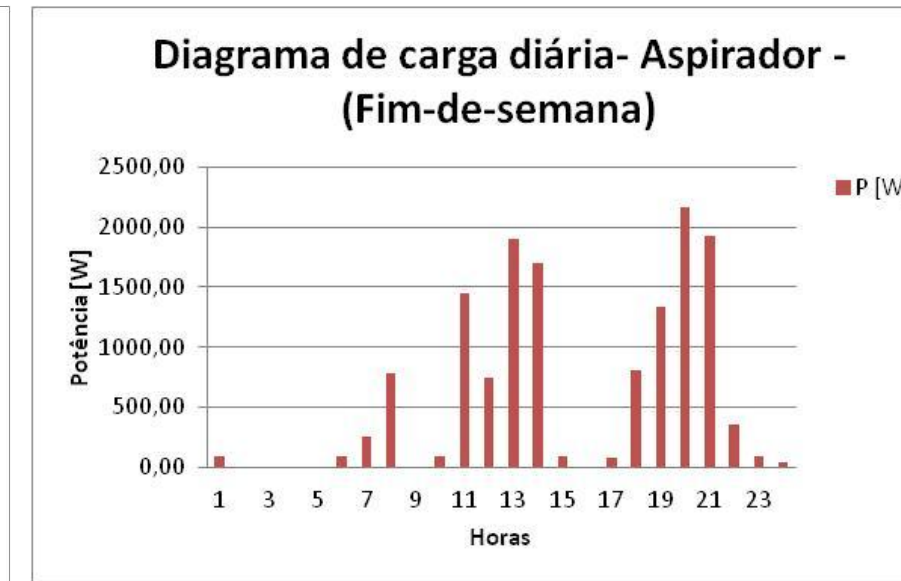


Figura A.1.26 – Diagrama de carga – Potência – Inverno – fim-de-semana – Aspirador



Figura A.1.25 – Energia Total – Inverno – fim-de-semana – Aspirador

Apêndice 2

Resumo

Este apêndice contém o cálculo da energia anual produzida pelos vários modelos de Geradores

Apêndice 2

Tabela A.2.1 – Cálculo da energia anual produzida pelos vários modelos de Geradores

u	f(u)	f(u) [Horas]	fw(u)	P (W)	E (kWh)	P (W)	E (kWh)	P (W)	E (kWh)	P (W)	E (kWh)	P (W)	E (kWh)	P (W)	E (kWh)	P (W)	E (kWh)	P (W)	E (kWh)	P (W)	E (kWh)
(m/s)	[Horas]	8760		Bornay	Bornay	Bornay	Bornay	Bornay	Bornay	Bornay	Bornay	Wisper 40	Wisper 40	Wisper 80	Wisper 80	Aerocraft	Aerocraft	Proven	Proven		
	Ano			600	600	1500	1500	3000	3000	6000	6000	(900 W)	(900 W)	(1000 W)	(1000 W)	(750W)	(750W)	(2,5 kW)	(2,5 kW)		
0	3115	0,355613927	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	1233	0,140739954	0,085975637	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	1192	0,136049886	0,116094531	20	23,8359	80	95,34376	0	0	300	357,5391	0	0	0	0	0	0	20	23,8359		
3	958	0,109340183	0,126498968	50	47,891	160	153,2512	300	287,346	800	766,256	30	28,7346	50	47,891	30	28,7346	300	287,346		
4	978	0,111689954	0,123967395	80	78,2723	230	225,03292	500	489,202	1500	1467,606	50	48,9202	100	97,8404	60	58,70424	400	391,362		
5	414	0,04729863	0,113253054	100	41,4336	400	165,7344	750	310,752	1900	787,2384	100	41,4336	150	62,1504	100	41,4336	450	186,451		
6	324	0,03696153	0,098101184	200	64,7566	560	181,31848	1200	388,54	2500	809,4575	150	48,56745	250	80,94575	190	61,51877	550	178,081		
7	234	0,026690753	0,081350756	250	58,4528	700	163,6677	1500	350,717	3300	771,5763	200	46,7622	400	93,5244	310	72,48141	1000	233,811		
8	219	0,025013699	0,064979586	350	76,692	820	179,6784	2000	438,24	4500	986,04	300	65,736	500	109,56	500	109,56	1500	328,68		
9	65	0,007390411	0,050206362	450	29,133	1000	64,74	2250	145,665	5000	323,7	400	25,896	750	48,555	720	46,6128	1800	116,532		
10	22	0,00250137	0,037640083	500	10,956	1100	24,1032	2500	54,78	5500	120,516	500	10,956	900	19,7208	800	17,5296	2000	43,824		
11	5	0,000549543	0,027445944	550	2,6477	1500	7,221	2750	13,2385	5800	27,9212	600	2,8884	970	4,66958	750	3,6105	2100	10,1094		
12	1	8,5274E-05	0,019500783	600	0,4482	1600	1,1952	3100	2,3157	6300	4,7061	800	0,5976	1000	0,747	780	0,58266	2400	1,7928		
13	0	2,84247E-05	0,013521669	620	0,15438	1700	0,4233	3250	0,80925	6300	1,5687	900	0,2241	1000	0,249	750	0,18675	2600	0,6474		
14	0	0	0,009161349	650	0	1700	0	3500	0	6000	0	880	0	980	0	0	0	2800	0		
15	0	0	0,006071578	620	0	1600	0	3250	0	5600	0	850	0	950	0	0	0	2700	0		
16	0	0	0,003939617	610	0	1600	0	3000	0	5700	0	830	0	900	0	0	0	2700	0		
17	0	0	0,002504738	620	0	1600	0	3100	0	5800	0	820	0	880	0	0	0	2700	0		
18	0	0	0,001561459	630	0	1600	0	3250	0	5900	0	800	0	850	0	0	0	2700	0		
19	0	0	0,000955058	640	0	1620	0	3250	0	6000	0	780	0	820	0	0	0	2700	0		
20	0	0	0,000573458	0	0	1650	0	3250	0	0	0	750	0	800	0	0	0	2700	0		
21	0	0	0,000338194	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2700	0		
22	0	0	0,000195984	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2700	0		
	8760	0,999953539	0,983837386		434,67		1261,71		2481,60		6424,13		320,72		565,85		440,95		1802,47		

Tabela A.2.2 – Produção de E (kWh) dos aerogeradores em estudo

2010	E (kWh) Bornay (0,6 kW)	E (kWh) Aircraft (0,75 kW)	E (kWh) Wisper 80 (1 kW)	E (kWh) Bornay (1,5 kW)	Proven (2,5 kW)	E (kWh) Bornay (3 kW)
	434,67	440,95	565,85	1261,71	1802,47	2481,60



Figura A.2.1 – Distribuição de Weibull

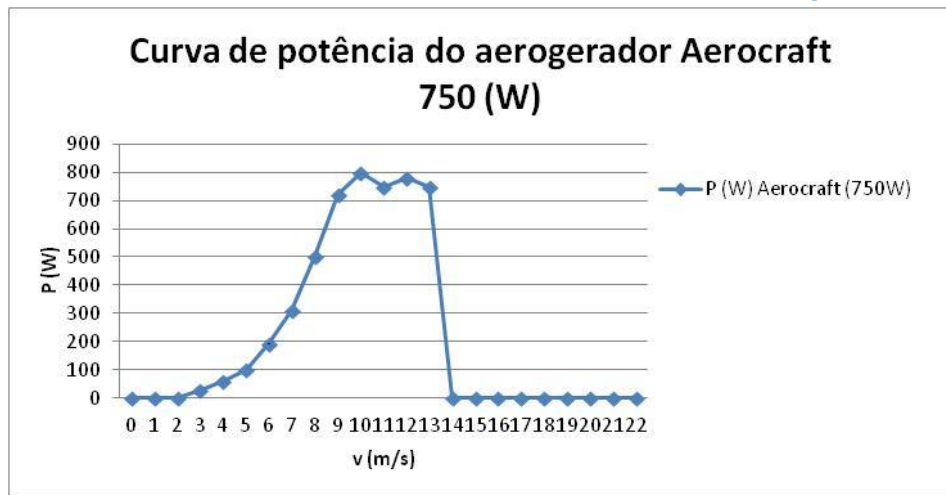


Figura A.2.2 – Curva de potência do aerogerador 750 W

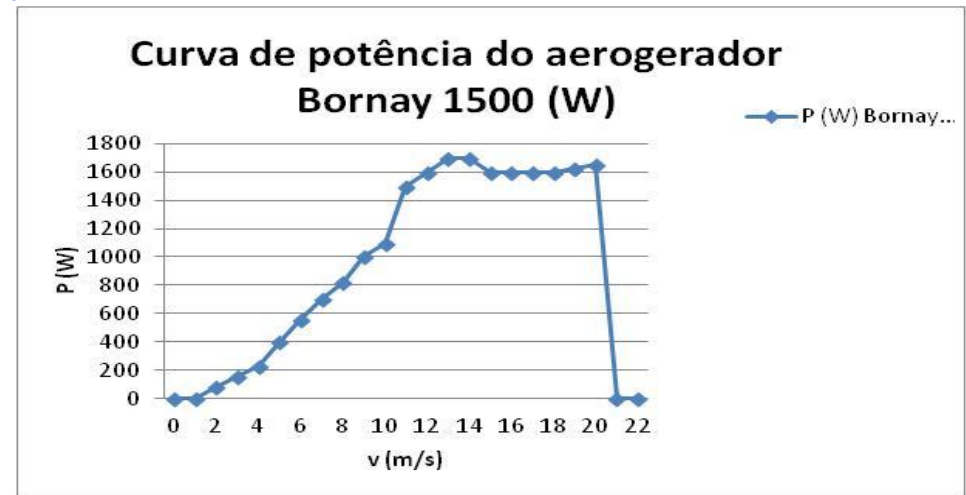


Figura A.2.3 – Curva de potência do aerogerador 1500 W

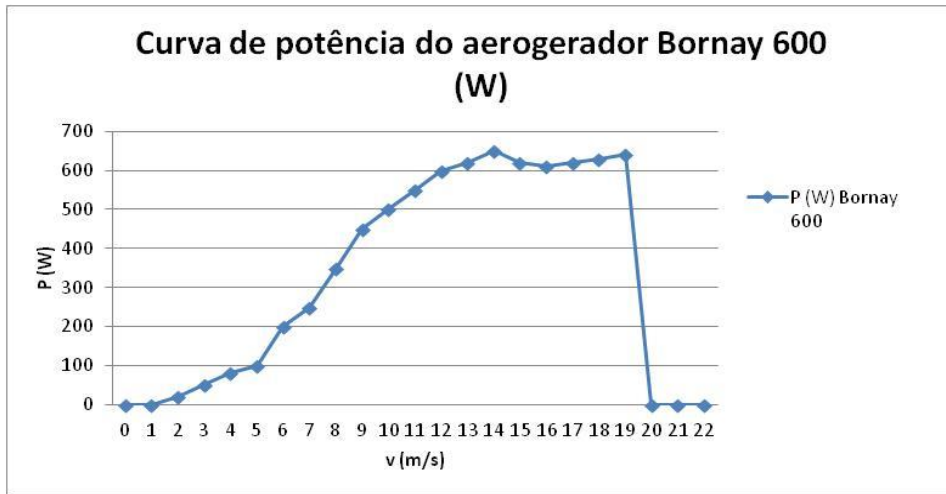


Figura A.2.4 – Curva de potência do aerogerador 600 W



Figura A.2.5 – Curva de potência do aerogerador 2,5 kW

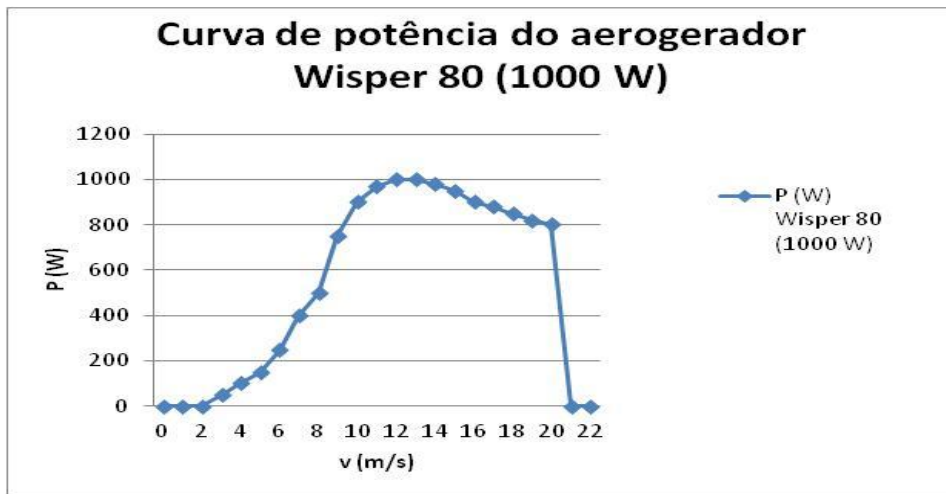


Figura A.2.6 – Curva de potência do aerogerador 1000 W

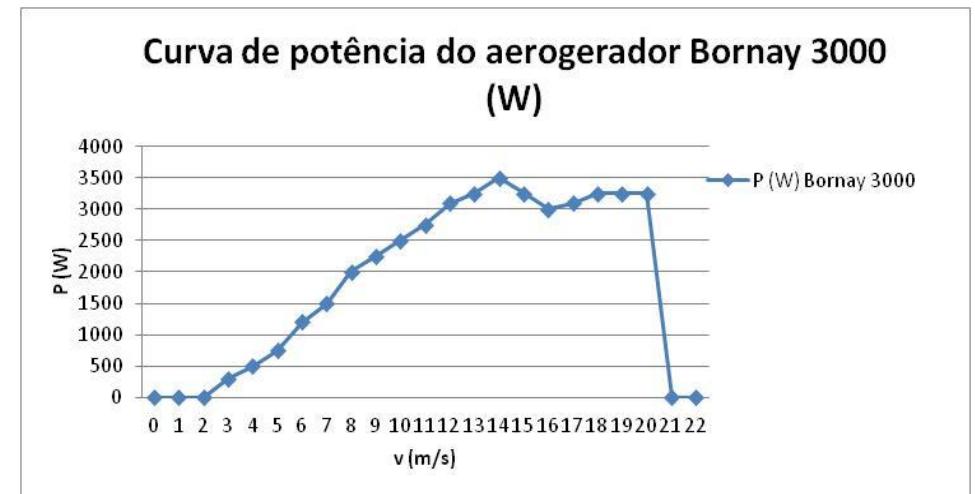


Figura A.2.7 – Curva de potência do aerogerador 3000 W

Apêndice 3

Resumo

Este apêndice contém o resumo dos vários cenários criados:

- *Green Bungalow* – Geração dimensionada para o consumo 1890 kWh/ano;
- Sensibilidade ao Consumo – 4000 kWh/ano e 6000 kWh/ano;
- Sensibilidade à geração;
- Criar o cenário que torna o *Green Bungalow* rentável/Sustentável.

Green House – Isolado
1890 kWh/Ano
Sistema Isolado - E - 1

Tabela A.3.1 – Resumo do Sistema – Green House – Isolado – E - 1

3000 W		Orçamento (€)	Produção Anual (kWh/ano)	20 anos			25 anos		
				TIR	VAL	Payback	TIR	VAL	Payback
Eólico	Isolado	20448,77	2481,60	-	-15899,18	31	-	-15223,15	31

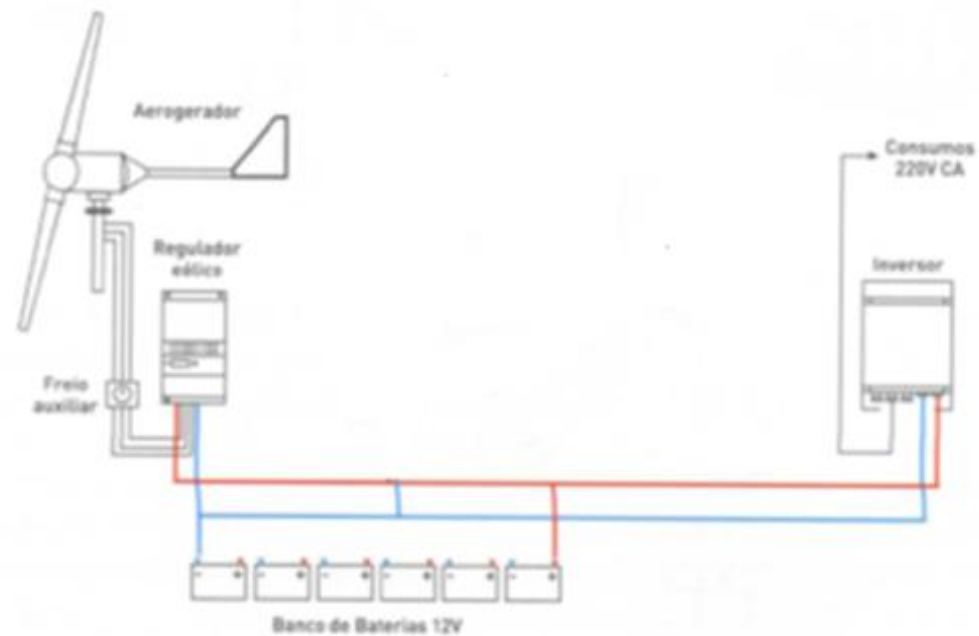


Figura A.3.1 – Constituição de um sistema com aerogerador isolado da rede

Green House – Isolado
1890 kWh/Ano
Sistema Isolado - E - 1

Tabela A.3.2 – Orçamento – E – 1

Orçamento Isolado				
Componente	Preço Unitário €	Quantidade	Total €	Total € (c/IVA 13%)
Aerogerador	6470,00	1	6470,00	7311,10
WPB Box 600	1447,26	1	1447,26	1635,40
Torre de 12 m	2030,00	1	2030,00	2293,90
Baterias	4512,00	1	4512,00	5098,56
Inversor Victron MultiPlus inverter / charger	2137,00	1	2137,00	2414,81
Transporte / Montagem / material elétrico	1500,00	1	1500,00	1695,00
				20448,77

Tabela A.3.3 – Indicadores Económicos – E – 1

Bornay 3000		20 anos	8,00%	
Orçamento (€)	Produção Anual (kWh/ano)	TIR	VAL	Payback
20448,77	2481,60	-	-15899,18	31

		25 anos	8,00%	
TIR	VAL	Payback		
-	-15223,15	31		

Green House – Isolado
1890 kWh/Ano
Sistema Isolado - E - 1

Tabela A.3.4 – Estudo económico microgeração – E – 1

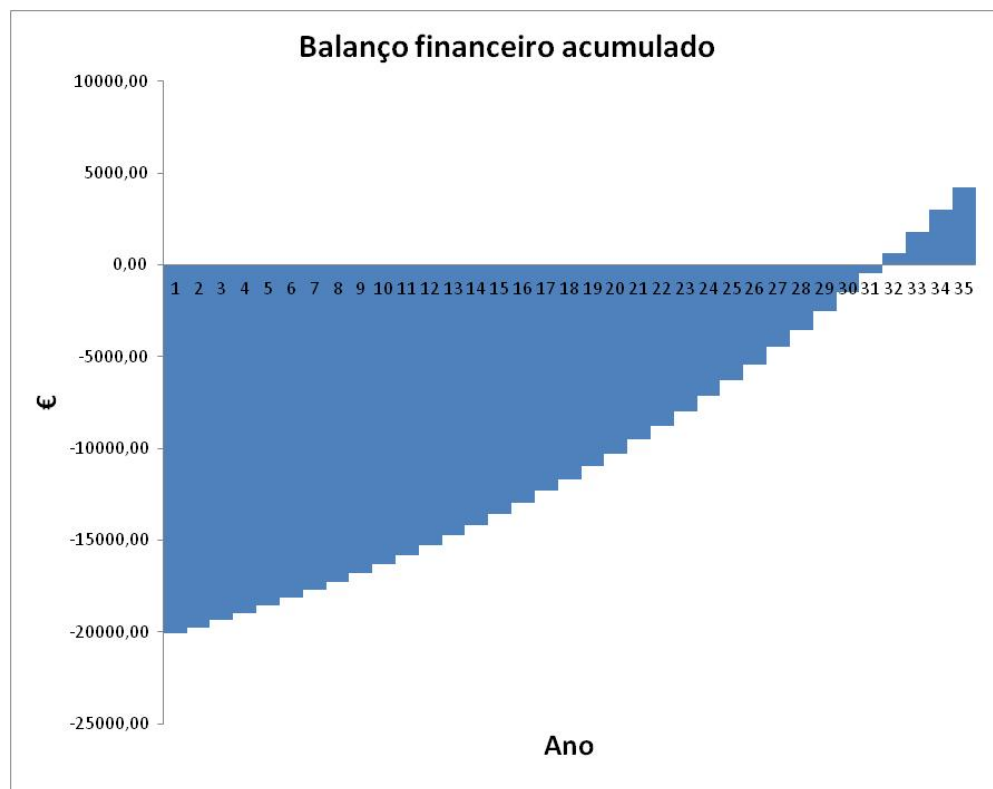


Figura A.3.2 – Balanço financeiro acumulado – E – 1

Ano	Nº	Regime geral (€/kWh)	Tarifa (€/kWh)	Produção (kWh)	Cash Flow (€)	Cash Flow acumulado (€)
2011	0				-20448,77	-20448,77
2011	1	0,1406	0,1406	2481,60	348,91	-20099,86
2012	2	0,1459	0,1459	2481,60	362,17	-19737,69
2013	3	0,1515	0,1515	2481,60	375,93	-19361,76
2014	4	0,1572	0,1572	2481,60	390,22	-18971,54
2015	5	0,1632	0,1632	2481,60	405,05	-18566,49
2016	6	0,1694	0,1694	2481,60	420,44	-18146,05
2017	7	0,1759	0,1759	2481,60	436,42	-17709,63
2018	8	0,1825	0,1825	2481,60	453,00	-17256,63
2019	9	0,1895	0,1895	2481,60	470,21	-16786,42
2020	10	0,1967	0,1967	2481,60	488,08	-16298,33
2021	11	0,2042	0,2042	2481,60	506,63	-15791,70
2022	12	0,2119	0,2119	2481,60	525,88	-15265,82
2023	13	0,2200	0,2200	2481,60	545,87	-14719,96
2024	14	0,2283	0,2283	2481,60	566,61	-14153,35
2025	15	0,2370	0,2370	2481,60	588,14	-13565,21
2026	16	0,2460	0,2460	2481,60	610,49	-12954,72
2027	17	0,2554	0,2554	2481,60	633,69	-12321,03
2028	18	0,2651	0,2651	2481,60	657,77	-11663,27
2029	19	0,2751	0,2751	2481,60	682,76	-10980,51
2030	20	0,2856	0,2856	2481,60	708,71	-10271,80
2031	21	0,2964	0,2964	2481,60	735,64	-9536,16
2032	22	0,3077	0,3077	2481,60	763,59	-8772,57
2033	23	0,3194	0,3194	2481,60	792,61	-7979,96
2034	24	0,3315	0,3315	2481,60	822,73	-7157,23
2035	25	0,3441	0,3441	2481,60	853,99	-6303,24
2036	26	0,3572	0,3572	2481,60	886,44	-5416,80
2037	27	0,3708	0,3708	2481,60	920,13	-4496,67
2038	28	0,3849	0,3849	2481,60	955,09	-3541,58
2039	29	0,3995	0,3995	2481,60	991,39	-2550,19
2040	30	0,4147	0,4147	2481,60	1029,06	-1521,13
2041	31	0,4304	0,4304	2481,60	1068,16	-452,97
2042	32	0,4468	0,4468	2481,60	1108,75	655,79
2043	33	0,4638	0,4638	2481,60	1150,89	1806,67
2044	34	0,4814	0,4814	2481,60	1194,62	3001,29
2045	35	0,4997	0,4997	2481,60	1240,02	4241,31

Green House – Isolado
1890 kWh/Ano
Sistema Isolado - FV – 2

Tabela A.3.5 – Resumo do Sistema – Green House – Isolado – FV - 2

1089 W		Orçamento (€)	Produção Anual (kWh/ano)	20 anos			25 anos		
FV	Isolado			TIR	VAL	Payback	TIR	VAL	Payback
		13937,42	1890	-	-10472,42	29	-	-9957,553	29

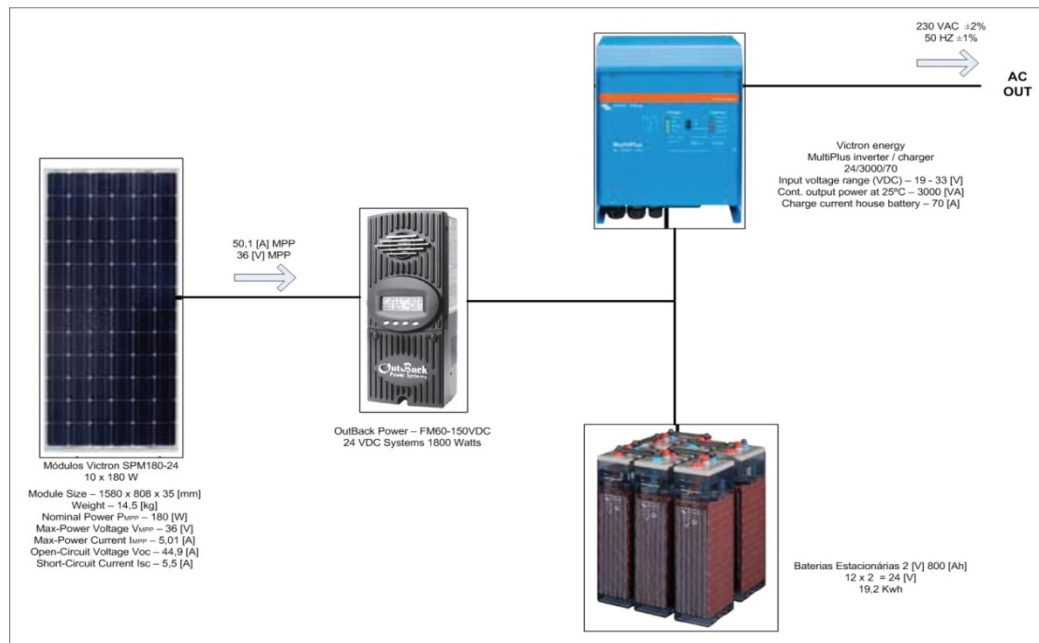


Figura A.3.3 – Constituição do sistema fotovoltaico isolado da RESP – FV – 2

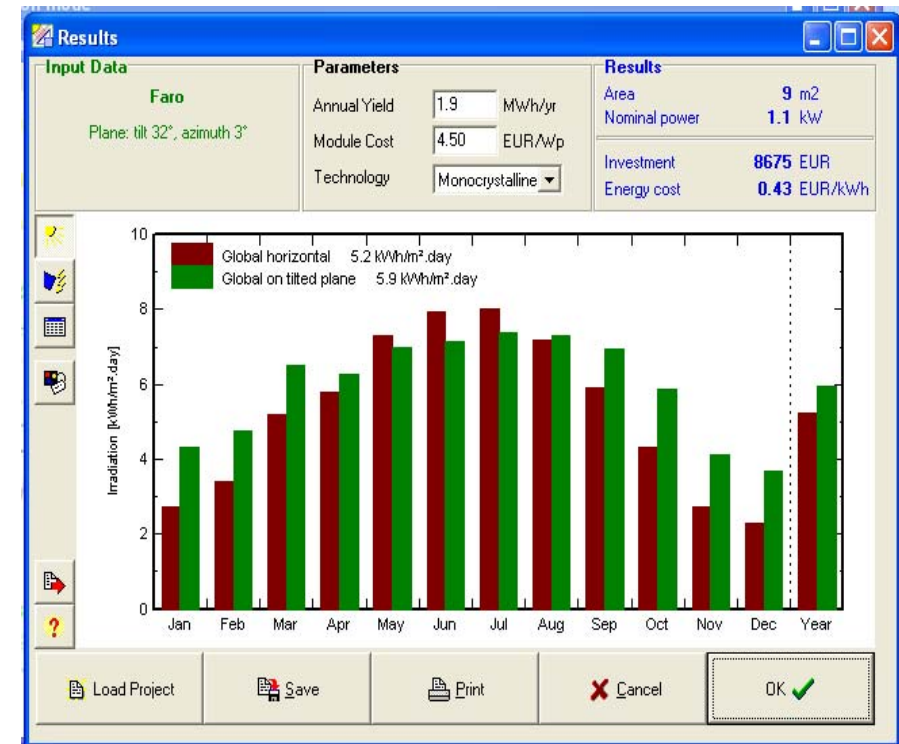


Figura A.3.4 – Simulação [PVSYS V5.4]

Green House – Isolado
1890 kWh/Ano
Sistema Isolado - FV - 2

Tabela A.3.6 – Orçamento – FV – 2

Orçamento						
Equipamentos	Potência	Unidade	Preço € (unitário)	Quantidade	Total €	IVA (%)
Módulos FV	180	W	685,00	6	4110,00	13
Baterias	800	Ah	376,00	12	4512,00	13
Regulador	60	Ah	575,00	1	575,00	13
Inversor	3000	VA	2137,00	1	2137,00	13
Instalação e material elétrico					1000,00	13
					12334,00	13937,42

Tabela A.3.7 – Indicadores Económicos – FV – 2

		20 anos		8,00%
Orçamento (€)	Produção Anual (kWh/ano)	TIR	VAL	Payback
13937,42	1890	-	-10472,42	29

		25 anos		8,00%
TIR	VAL	Payback		
-	-9957,55	29		

Green House – Isolado
 1890 kWh/Ano
 Sistema Isolado - FV – 2

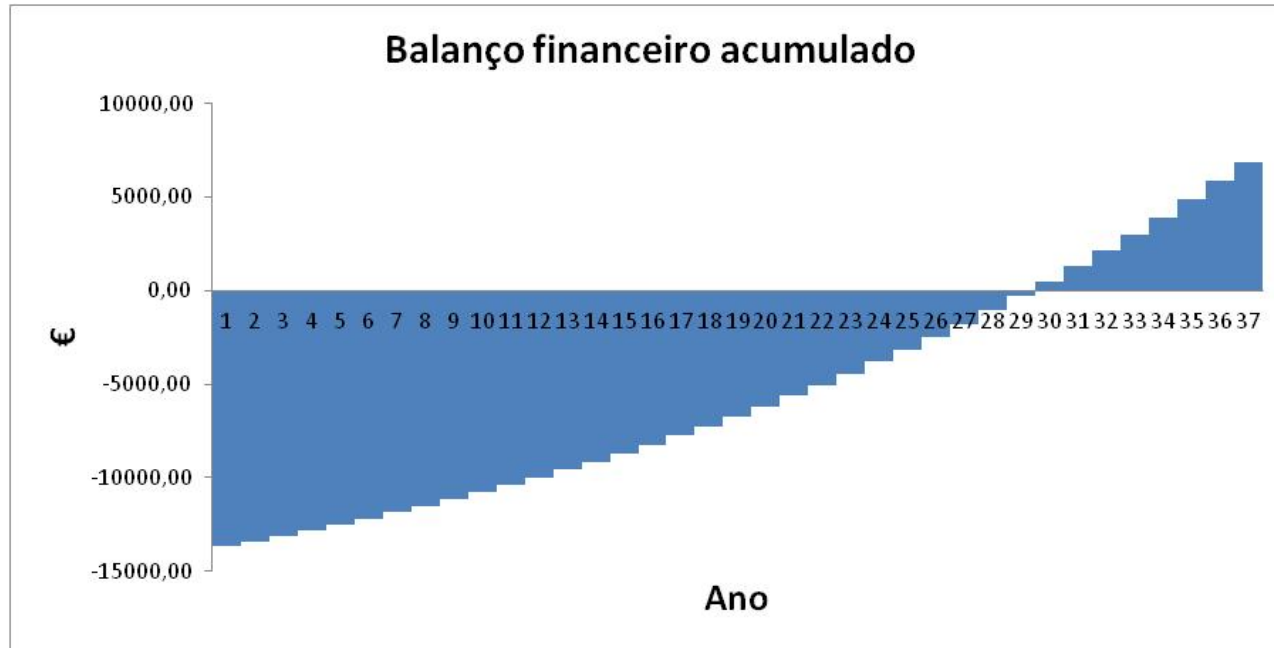


Figura A.3.5 – Balanço financeiro acumulado – FV – 2

Tabela A.3.8 – Estudo económico microgeração – FV – 2

Ano	Nº	Regime geral (€/kWh)	Tarifa (€/kWh)	Produção (kWh)	Cash Flow (€)	Cash Flow acumulado (€)
2011	0				-13937,42	-13937,42
2011	1	0,1406	0,1406	1890	265,73	-13671,69
2012	2	0,1459	0,1459	1890	275,83	-13395,85
2013	3	0,1515	0,1515	1890	286,31	-13109,54
2014	4	0,1572	0,1572	1890	297,19	-12812,35
2015	5	0,1632	0,1632	1890	308,49	-12503,86
2016	6	0,1694	0,1694	1890	320,21	-12183,65
2017	7	0,1759	0,1759	1890	332,38	-11851,27
2018	8	0,1825	0,1825	1890	345,01	-11506,27
2019	9	0,1895	0,1895	1890	358,12	-11148,15
2020	10	0,1967	0,1967	1890	371,73	-10776,42
2021	11	0,2042	0,2042	1890	385,85	-10390,57
2022	12	0,2119	0,2119	1890	400,51	-9990,06
2023	13	0,2200	0,2200	1890	415,73	-9574,32
2024	14	0,2283	0,2283	1890	431,53	-9142,79
2025	15	0,2370	0,2370	1890	447,93	-8694,86
2026	16	0,2460	0,2460	1890	464,95	-8229,91
2027	17	0,2554	0,2554	1890	482,62	-7747,29
2028	18	0,2651	0,2651	1890	500,96	-7246,33
2029	19	0,2751	0,2751	1890	520,00	-6726,34
2030	20	0,2856	0,2856	1890	539,76	-6186,58
2031	21	0,2964	0,2964	1890	560,27	-5626,31
2032	22	0,3077	0,3077	1890	581,56	-5044,76
2033	23	0,3194	0,3194	1890	603,66	-4441,10
2034	24	0,3315	0,3315	1890	626,59	-3814,51
2035	25	0,3441	0,3441	1890	650,40	-3164,10
2036	26	0,3572	0,3572	1890	675,12	-2488,98
2037	27	0,3708	0,3708	1890	700,77	-1788,21
2038	28	0,3849	0,3849	1890	727,40	-1060,81
2039	29	0,3995	0,3995	1890	755,05	-305,76
2040	30	0,4147	0,4147	1890	783,74	477,98
2041	31	0,4304	0,4304	1890	813,52	1291,50
2042	32	0,4468	0,4468	1890	844,43	2135,93
2043	33	0,4638	0,4638	1890	876,52	3012,45
2044	34	0,4814	0,4814	1890	909,83	3922,28
2045	35	0,4997	0,4997	1890	944,40	4866,68
2046	36	0,5187	0,5187	1890	980,29	5846,97
2047	37	0,5384	0,5384	1890	1017,54	6864,51

Green House – Isolado
1890 kWh/Ano
Sistema Isolado - H - 3

Tabela A.3.9 – Resumo do Sistema – Green House – Isolado – H - 3

1890 kWh/ano					20 anos			25 anos			
Equipamentos	Pot. Ligação		Orçamento (€)	Produção Anual (kWh/ano)	TIR	VAL	Payback	TIR	VAL	Payback	
mod1	Módulos FV	2,4 kW	Isolado	21123,38	1890	-	-17658,38	37	-	-17143,52	37
	Bornay 600										
mod2	Módulos FV	2,26 kW	Isolado	20849,92	1890	-	-17384,92	37	-	-16870,06	37
	Wisper 80										
mod3	Módulos FV	2,2 kW	Isolado	20602,45	1890	-	-17137,45	36	-	-16622,59	36
	Bornay 1500										

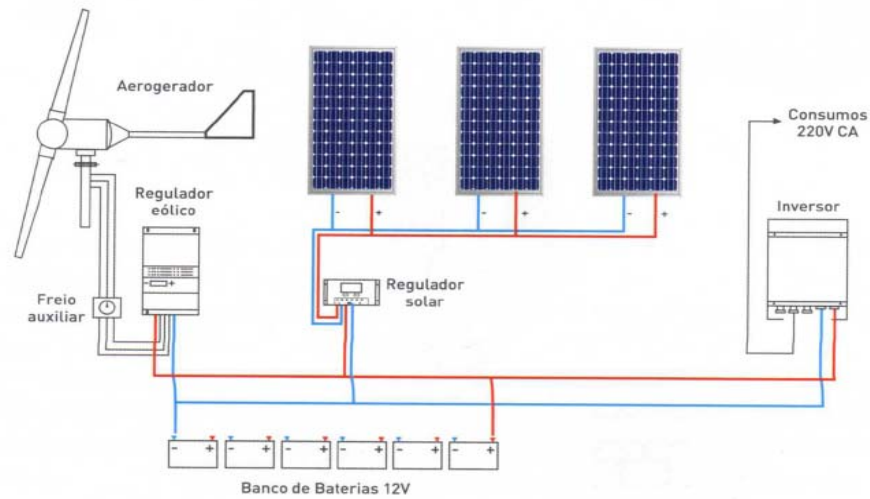


Figura A.3.6 – Constituição do sistema híbrido isolado da RESP

Green House – Isolado
1890 kWh/Ano
Sistema Isolado - H – 3.1
Modelo 1

Tabela A.3.10 – Modelo 1 - Produção Total – Green House – Isolado – H – 3.1

E (kWh) Bornay 600 (600 W)	E (kWh) FV
434,67	1455,33

Tabela A.3.11 – Modelo 1 – Orçamento – Green House – Isolado – H – 3.1

Orçamento						
Equipamentos	Potência	Unidade	Preço € (unitário)	Quantidade	Total €	Total € (c/IVA 13%)
Módulos FV	180	W	685,00	5	3425,00	3870
Estrutura modular galvanizada			400,00	1	400,00	452
Bornay 600	600	W	2667,00	1	2667,00	3014
WPB Box 400			1447,26	1	1447,26	1635
Torre de 12 m			2030,00	1	2030,00	2294
Baterias	800	Ah	376,00	12	4512,00	5099
Regulador	60	Ah	575,00	1	575,00	650
Inversor	3000	VA	2137,00	1	2137,00	2415
Instalação e material elétrico			1500,00	1	1500,00	1695

21123

Tabela A.3.12 – Modelo 1 – Indicadores Económicos – Green House – Isolado – H – 3.1

Orçamento (€)	Produção Anual (kWh/ano)	20 anos		Payback
		TIR	VAL	
21123,38	1890,00	-	-17658,38	37

TIR	25 anos	
	VAL	Payback
-	-17143,52	37

Green House – Isolado

1890 kWh/Ano

Sistema Isolado - H – 3.1

Modelo 1

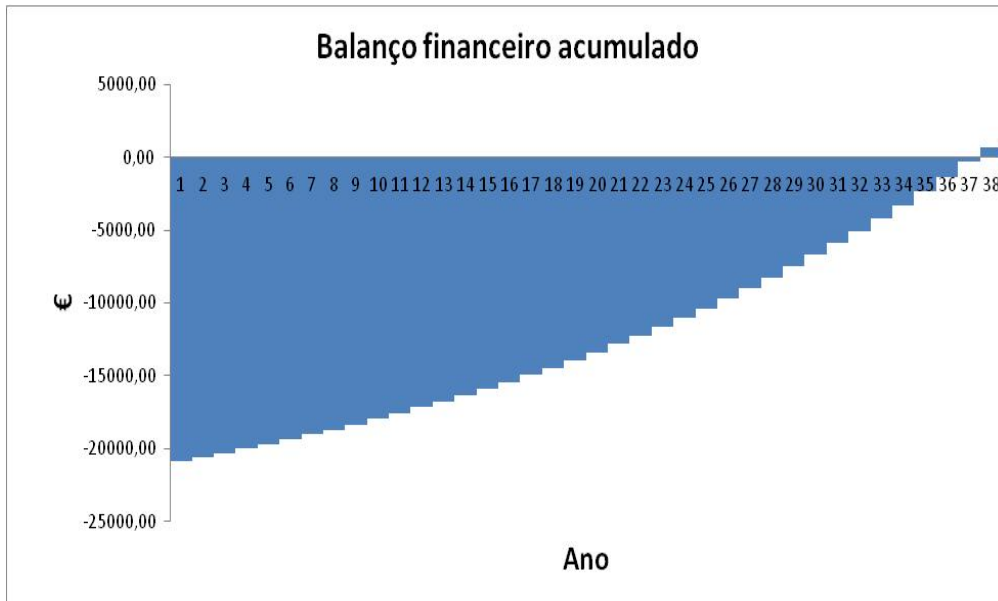


Figura A.3.7 – Modelo 1 – Balanço financeiro acumulado – Green House – Isolado – H – 3.1

Tabela A.3.13 – Modelo 1 – Estudo económico microgeração – Green House – Isolado – H – 3.1

Ano	Nº	Regime geral (€/kWh)	Tarifa (€/kWh)	Produção (kWh)	Cash Flow (€)	Cash Flow acumulado (€)
2011	0				-21123,38	-21123,38
2011	1	0,1406	0,1406	1890,00	265,73	-20857,65
2012	2	0,1459	0,1459	1890,00	275,83	-20581,82
2013	3	0,1515	0,1515	1890,00	286,31	-20295,50
2014	4	0,1572	0,1572	1890,00	297,19	-19998,31
2015	5	0,1632	0,1632	1890,00	308,49	-19689,82
2016	6	0,1694	0,1694	1890,00	320,21	-19369,61
2017	7	0,1759	0,1759	1890,00	332,38	-19037,24
2018	8	0,1825	0,1825	1890,00	345,01	-18692,23
2019	9	0,1895	0,1895	1890,00	358,12	-18334,11
2020	10	0,1967	0,1967	1890,00	371,73	-17962,39
2021	11	0,2042	0,2042	1890,00	385,85	-17576,53
2022	12	0,2119	0,2119	1890,00	400,51	-17176,02
2023	13	0,2200	0,2200	1890,00	415,73	-16760,29
2024	14	0,2283	0,2283	1890,00	431,53	-16328,75
2025	15	0,2370	0,2370	1890,00	447,93	-15880,82
2026	16	0,2460	0,2460	1890,00	464,95	-15415,87
2027	17	0,2554	0,2554	1890,00	482,62	-14933,25
2028	18	0,2651	0,2651	1890,00	500,96	-14432,29
2029	19	0,2751	0,2751	1890,00	520,00	-13912,30
2030	20	0,2856	0,2856	1890,00	539,76	-13372,54
2031	21	0,2964	0,2964	1890,00	560,27	-12812,28
2032	22	0,3077	0,3077	1890,00	581,56	-12230,72
2033	23	0,3194	0,3194	1890,00	603,66	-11627,07
2034	24	0,3315	0,3315	1890,00	626,59	-11000,47
2035	25	0,3441	0,3441	1890,00	650,40	-10350,07
2036	26	0,3572	0,3572	1890,00	675,12	-9674,95
2037	27	0,3708	0,3708	1890,00	700,77	-8974,17
2038	28	0,3849	0,3849	1890,00	727,40	-8246,77
2039	29	0,3995	0,3995	1890,00	755,05	-7491,72
2040	30	0,4147	0,4147	1890,00	783,74	-6707,99
2041	31	0,4304	0,4304	1890,00	813,52	-5894,47
2042	32	0,4468	0,4468	1890,00	844,43	-5050,04
2043	33	0,4638	0,4638	1890,00	876,52	-4173,51
2044	34	0,4814	0,4814	1890,00	909,83	-3263,69
2045	35	0,4997	0,4997	1890,00	944,40	-2319,28
2046	36	0,5187	0,5187	1890,00	980,29	-1338,99
2047	37	0,5384	0,5384	1890,00	1017,54	-321,45
2048	38	0,5588	0,5588	1890,00	1056,21	734,76

Green House – Isolado
1890 kWh/Ano
Sistema Isolado - H – 3.2
Modelo 2

Tabela A.3.14 – Modelo 2 - Produção Total – Green House – Isolado – H – 3.2

E (kWh) Wisper 80 (1000 W)	E (kWh) FV
565,85	1324,15

Tabela A.3.15 – Modelo 2 – Orçamento – Green House – Isolado – H – 3.2

Orçamento						
Equipamentos	Potência	Unidade	Preço € (unitário)	Quantidade	Total €	Total € (c/IVA 13%)
Módulos FV	180	W	685,00	4	2740,00	3096
Estrutura modular galvanizada			400,00	1	400,00	452
Wisper 80	1000	W	3110,00	1	3110,00	3514
WPB Box 400			1447,26	1	1447,26	1635
Torre de 12 m			2030,00	1	2030,00	2294
Baterias	800	Ah	376,00	12	4512,00	5099
Regulador	60	Ah	575,00	1	575,00	650
Inversor	3000	VA	2137,00	1	2137,00	2415
Instalação e material elétrico			1500,00	1	1500,00	1695

20850

Tabela A.3.16 – Modelo 2 – Indicadores Económicos – Green House – Isolado – H – 3.2

Orçamento (€)	Produção Anual (kWh/ano)	20 anos 8,00%		
		TIR	VAL	Payback
20849,92	1890,00	-	-17384,92	37
		25 anos 8,00%		
		TIR	VAL	Payback
		-	-16870,06	37

Green House – Isolado
1890 kWh/Ano
Sistema Isolado - H – 3.2
Modelo 2

Tabela A.3.17 – Modelo 2 – Estudo económico microgeração – Green House – Isolado – H – 3.2

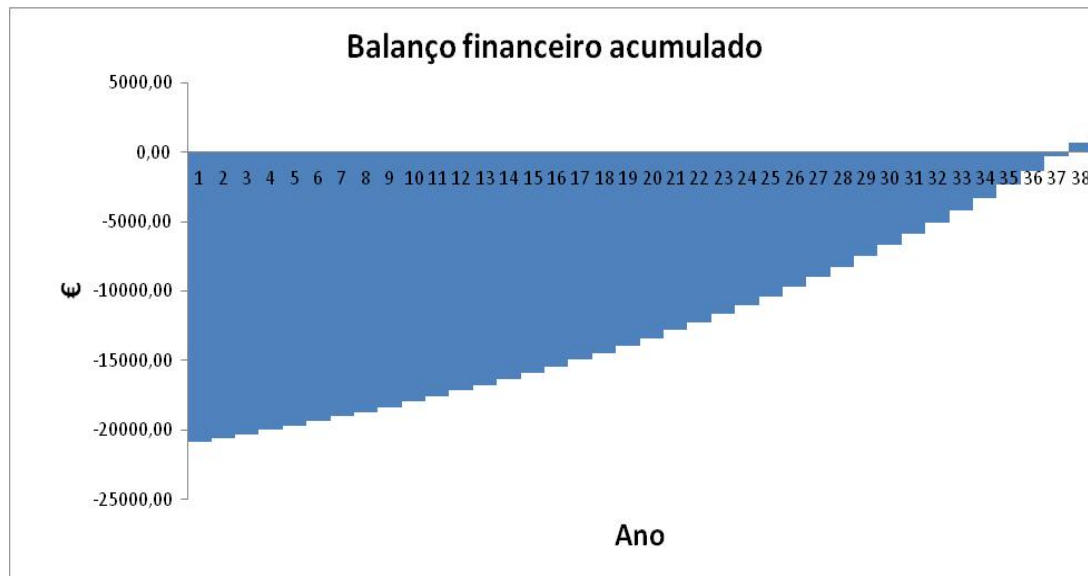


Figura A.3.8 – Modelo 2 – Balanço financeiro acumulado – Green House – Isolado – H – 3.2

Ano	Nº	Regime geral (€/kWh)	Tarifa (€/kWh)	Produção (kWh)	Cash Flow (€)	Cash Flow acumulado (€)
2011	0				-20849,92	-20849,92
2011	1	0,1406	0,1406	1890,00	265,73	-20584,19
2012	2	0,1459	0,1459	1890,00	275,83	-20308,36
2013	3	0,1515	0,1515	1890,00	286,31	-20022,04
2014	4	0,1572	0,1572	1890,00	297,19	-19724,85
2015	5	0,1632	0,1632	1890,00	308,49	-19416,36
2016	6	0,1694	0,1694	1890,00	320,21	-19096,15
2017	7	0,1759	0,1759	1890,00	332,38	-18763,78
2018	8	0,1825	0,1825	1890,00	345,01	-18418,77
2019	9	0,1895	0,1895	1890,00	358,12	-18060,65
2020	10	0,1967	0,1967	1890,00	371,73	-17688,93
2021	11	0,2042	0,2042	1890,00	385,85	-17303,07
2022	12	0,2119	0,2119	1890,00	400,51	-16902,56
2023	13	0,2200	0,2200	1890,00	415,73	-16486,83
2024	14	0,2283	0,2283	1890,00	431,53	-16055,29
2025	15	0,2370	0,2370	1890,00	447,93	-15607,36
2026	16	0,2460	0,2460	1890,00	464,95	-15142,41
2027	17	0,2554	0,2554	1890,00	482,62	-14659,79
2028	18	0,2651	0,2651	1890,00	500,96	-14158,83
2029	19	0,2751	0,2751	1890,00	520,00	-13638,84
2030	20	0,2856	0,2856	1890,00	539,76	-13099,08
2031	21	0,2964	0,2964	1890,00	560,27	-12538,82
2032	22	0,3077	0,3077	1890,00	581,56	-11957,26
2033	23	0,3194	0,3194	1890,00	603,66	-11353,61
2034	24	0,3315	0,3315	1890,00	626,59	-10727,01
2035	25	0,3441	0,3441	1890,00	650,40	-10076,61
2036	26	0,3572	0,3572	1890,00	675,12	-9401,49
2037	27	0,3708	0,3708	1890,00	700,77	-8700,71
2038	28	0,3849	0,3849	1890,00	727,40	-7973,31
2039	29	0,3995	0,3995	1890,00	755,05	-7218,26
2040	30	0,4147	0,4147	1890,00	783,74	-6434,53
2041	31	0,4304	0,4304	1890,00	813,52	-5621,01
2042	32	0,4468	0,4468	1890,00	844,43	-4776,58
2043	33	0,4638	0,4638	1890,00	876,52	-3900,05
2044	34	0,4814	0,4814	1890,00	909,83	-2990,23
2045	35	0,4997	0,4997	1890,00	944,40	-2045,82
2046	36	0,5187	0,5187	1890,00	980,29	-1065,53
2047	37	0,5384	0,5384	1890,00	1017,54	-48,07
2048	38	0,5588	0,5588	1890,00	1056,21	1008,14

Green House – Isolado
1890 kWh/Ano
Sistema Isolado - H – 3.3
Modelo 3

Tabela A.3.18 – Modelo 3 - Produção Total – Green House – Isolado – H – 3.3

E (kWh) Bornay 1500 (1500 W)	E (kWh) FV
1261,71	628,29

Tabela A.3.19 – Modelo 3 – Orçamento – Green House – Isolado – H – 3.3

Orçamento						
Equipamentos	Potência	Unidade	Preço € (unitário)	Quantidade	Total €	Total € (c/IVA 13%)
Módulos FV	180	W	685,00	2	1370,00	1548
Estrutura modular galvanizada			400,00	1	400,00	452
Bornay 1500	1500	W	4261,00	1	4261,00	4815
WPB Box 400			1447,26	1	1447,26	1635
Torre de 12 m			2030,00	1	2030,00	2294
Baterias	800	Ah	376,00	12	4512,00	5099
Regulador	60	Ah	575,00	1	575,00	650
Inversor	3000	VA	2137,00	1	2137,00	2415
Instalação e material elétrico			1500,00	1	1500,00	1695
						20602

Tabela A.3.20 – Modelo 3 – Indicadores Económicos – Green House – Isolado – H – 3.3

		20 anos	8,00%	
Orçamento (€)	Produção Anual (kWh/ano)	TIR	VAL	Payback
20602,45	1890,00	-	-17137,45	36
		25 anos	8,00%	
		TIR	VAL	Payback
		-	-16622,59	36

Green House – Isolado
1890 kWh/Ano
Sistema Isolado - H – 3.3

Tabela A.3.21 – Modelo 3 – Estudo económico microgeração – Green House – Isolado – H – 3.3

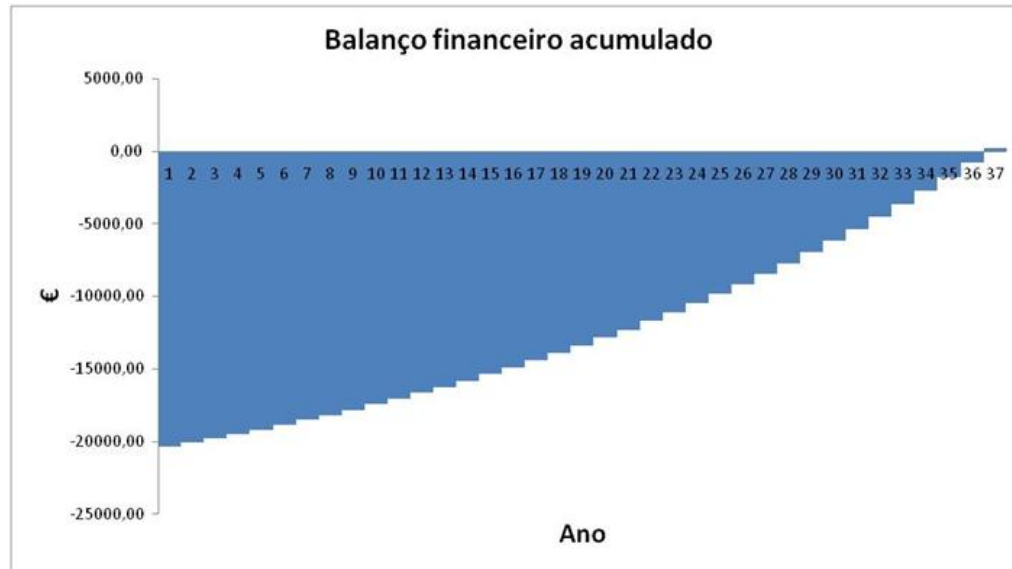


Figura A.3.9 – Modelo 3 – Balanço financeiro acumulado – Green House – Isolado – H – 3.3

Ano	Nº	Regime geral (€/kWh)	Tarifa (€/kWh)	Produção (kWh)	Cash Flow (€)	Cash Flow acumulado (€)
2011	0				-20602,45	-20602,45
2011	1	0,1406	0,1406	1890,00	265,73	-20336,72
2012	2	0,1459	0,1459	1890,00	275,83	-20060,89
2013	3	0,1515	0,1515	1890,00	286,31	-19774,57
2014	4	0,1572	0,1572	1890,00	297,19	-19477,38
2015	5	0,1632	0,1632	1890,00	308,49	-19168,89
2016	6	0,1694	0,1694	1890,00	320,21	-18848,68
2017	7	0,1759	0,1759	1890,00	332,38	-18516,31
2018	8	0,1825	0,1825	1890,00	345,01	-18171,30
2019	9	0,1895	0,1895	1890,00	358,12	-17813,18
2020	10	0,1967	0,1967	1890,00	371,73	-17441,46
2021	11	0,2042	0,2042	1890,00	385,85	-17055,60
2022	12	0,2119	0,2119	1890,00	400,51	-16655,09
2023	13	0,2200	0,2200	1890,00	415,73	-16239,36
2024	14	0,2283	0,2283	1890,00	431,53	-15807,82
2025	15	0,2370	0,2370	1890,00	447,93	-15359,89
2026	16	0,2460	0,2460	1890,00	464,95	-14894,94
2027	17	0,2554	0,2554	1890,00	482,62	-14412,32
2028	18	0,2651	0,2651	1890,00	500,96	-13911,36
2029	19	0,2751	0,2751	1890,00	520,00	-13391,37
2030	20	0,2856	0,2856	1890,00	539,76	-12851,61
2031	21	0,2964	0,2964	1890,00	560,27	-12291,35
2032	22	0,3077	0,3077	1890,00	581,56	-11709,79
2033	23	0,3194	0,3194	1890,00	603,66	-11106,14
2034	24	0,3315	0,3315	1890,00	626,59	-10479,54
2035	25	0,3441	0,3441	1890,00	650,40	-9829,14
2036	26	0,3572	0,3572	1890,00	675,12	-9154,02
2037	27	0,3708	0,3708	1890,00	700,77	-8453,24
2038	28	0,3849	0,3849	1890,00	727,40	-7725,84
2039	29	0,3995	0,3995	1890,00	755,05	-6970,79
2040	30	0,4147	0,4147	1890,00	783,74	-6187,06
2041	31	0,4304	0,4304	1890,00	813,52	-5373,54
2042	32	0,4468	0,4468	1890,00	844,43	-4529,11
2043	33	0,4638	0,4638	1890,00	876,52	-3652,58
2044	34	0,4814	0,4814	1890,00	909,83	-2742,76
2045	35	0,4997	0,4997	1890,00	944,40	-1797,90
2046	36	0,5187	0,5187	1890,00	980,29	-817,61
2047	37	0,5384	0,5384	1890,00	1017,54	199,93

Green House – Ligado
1890 kWh/Ano

Tabela A.3.22 – Resumo do Sistema – Green House – Ligado – E - 4

Sistema Ligado - E - 4

3000 W		Orçamento (€)	Produção Anual (kWh/ano)	20 anos			25 anos		
Eólico	Ligado RESP			TIR	VAL	Payback	TIR	VAL	Payback
		18085,85	2481,60	-	-11622,62	26	-	-10946,59	26

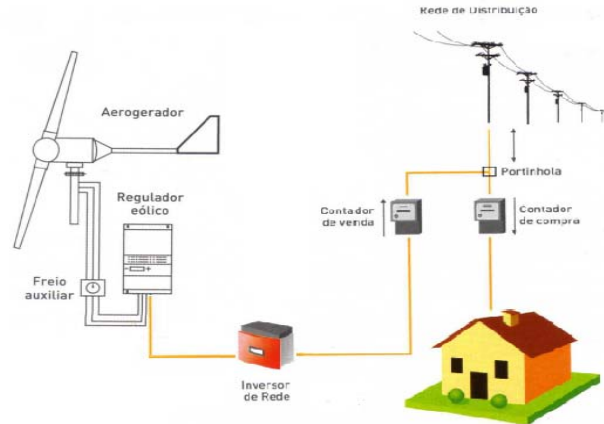


Figura A.3.10 – Sistema de microprodução ligado à rede

Tabela A.3.23 – Orçamento – Green House – Ligado – E – 4

Orçamento ligado à RESP				
Componente	Preço Unitário €	Quantidade	Total €	Total € (c/IVA 13%)
Aerogerador	6470,00	1	6470,00	7311,10
Inversor SMA Windy Boy wB 3000	1555,00	1	1555,00	1757,15
WPB Box 500	1447,26	1	1447,26	1635,40
Torre de 12 m	2030,00	1	2030,00	2293,90
Contador de Energia Eléctrica	750,00	1	750,00	847,50
Caixa para contador	45,00	1	45,00	50,85
Potinhola	115,00	1	115,00	129,95
Transporte e Montagem	1500,00	1	1500,00	1695,00
Sistema AQS	1592,92	1	1592,92	1800
Taxa para registo da unidade de microprodução	500,00	1	500,00	565
				18085,85

Green House – Ligado
1890 kWh/Ano
Sistema Ligado - E - 4

Tabela A.3.25 – Indicadores Económicos – Green House – Ligado – E – 4

Bornay 3000		20 anos	8,00%	
Orçamento (€)	Produção Anual (kWh/ano)	TIR	VAL	Payback
18085,85	2481,60	-	-11622,62	26
		25 anos	8,00%	
		TIR	VAL	Payback
		-	-10946,59	26

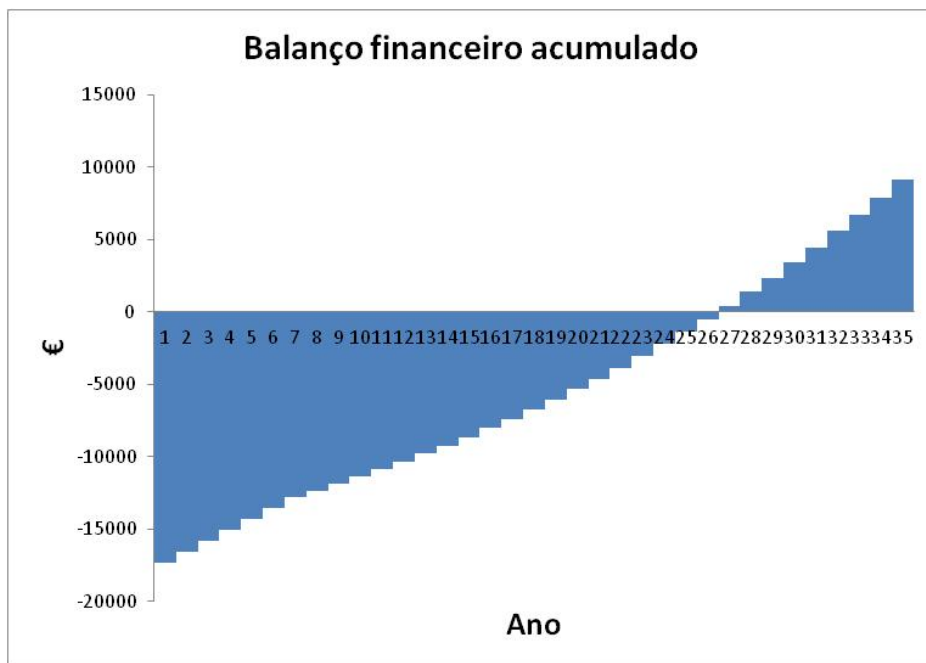


Figura A.3.11 – Balanço financeiro acumulado – Green House – Ligado – E – 4

Tabela A.3.24 – Estudo económico microgeração – Green House – Ligado – E – 4

Ano	Nº	Regime bonificado (€/kWh)	Regime geral (€/kWh)	Tarifa (€/kWh)	Produção (kWh)	Cash Flow (€)	Cash Flow acumulado (€)
2011	0					-18085,85	-18085,85
2011	1	0,304	0,1406	0,3040	2481,60	754,41	-17331,447
2012	2	0,304	0,1459	0,3040	2481,60	754,41	-16577,041
2013	3	0,304	0,1515	0,3040	2481,60	754,41	-15822,634
2014	4	0,304	0,1572	0,3040	2481,60	754,41	-15068,228
2015	5	0,304	0,1632	0,3040	2481,60	754,41	-14313,821
2016	6	0,304	0,1694	0,3040	2481,60	754,41	-13559,415
2017	7	0,304	0,1759	0,3040	2481,60	754,41	-12805,009
2018	8	0,176	0,1825	0,1825	2481,60	453,00	-12352,008
2019	9	0,176	0,1895	0,1895	2481,60	470,21	-11881,794
2020	10	0,176	0,1967	0,1967	2481,60	488,08	-11393,711
2021	11	0,176	0,2042	0,2042	2481,60	506,63	-10887,082
2022	12	0,176	0,2119	0,2119	2481,60	525,88	-10361,2
2023	13	0,176	0,2200	0,2200	2481,60	545,87	-9815,3348
2024	14	0,176	0,2283	0,2283	2481,60	566,61	-9248,7268
2025	15	0,176	0,2370	0,2370	2481,60	588,14	-8660,5877
2026	16	-	0,2460	0,2460	2481,60	610,49	-8050,0994
2027	17	-	0,2554	0,2554	2481,60	633,69	-7416,4124
2028	18	-	0,2651	0,2651	2481,60	657,77	-6758,6454
2029	19	-	0,2751	0,2751	2481,60	682,76	-6075,8832
2030	20	-	0,2856	0,2856	2481,60	708,71	-5367,176
2031	21	-	0,2964	0,2964	2481,60	735,64	-4631,538
2032	22	-	0,3077	0,3077	2481,60	763,59	-3867,9457
2033	23	-	0,3194	0,3194	2481,60	792,61	-3075,3369
2034	24	-	0,3315	0,3315	2481,60	822,73	-2252,609
2035	25	-	0,3441	0,3441	2481,60	853,99	-1398,6175
2036	26	-	0,3572	0,3572	2481,60	886,44	-512,1742
2037	27	-	0,3708	0,3708	2481,60	920,13	407,953895
2038	28	-	0,3849	0,3849	2481,60	955,09	1363,04686
2039	29	-	0,3995	0,3995	2481,60	991,39	2354,43336
2040	30	-	0,4147	0,4147	2481,60	1029,06	3383,49254
2041	31	-	0,4304	0,4304	2481,60	1068,16	4451,65597
2042	32	-	0,4468	0,4468	2481,60	1108,75	5560,40962
2043	33	-	0,4638	0,4638	2481,60	1150,89	6711,2959
2044	34	-	0,4814	0,4814	2481,60	1194,62	7905,91586
2045	35	-	0,4997	0,4997	2481,60	1240,02	9145,93138

Green House – Ligado
1890 kWh/Ano

Tabela A.3.26 – Resumo do Sistema – Green House – Ligado – FV - 5

Sistema Ligado - FV - 5

1089 W		Orçamento (€)	Produção Anual (kWh/ano)	20 anos			25 anos		
FV	Ligado RESP			TIR	VAL	Payback	TIR	VAL	Payback
		11367,80	1890	-	-5427,69	20	1,92%	-4912,82	20

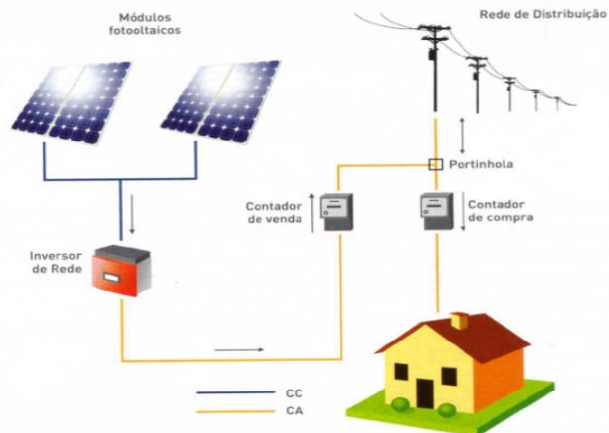


Figura A.3.12 – Sistema de microprodução ligado à rede

Tabela A.3.27 – Orçamento – Green House – Ligado – FV – 5

Orçamento Sistema Ligado à RESP						
Equipamentos	Potência	Unidade	Preço € (unitário)	Quantidade	Total €	Total € (c/IVA 13%)
Módulos FV	180	W	685,00	6	4110,00	4644
Estrutura modular galvanizada			400,00	1	400,00	452
Inversor SMA SB 1100			840,00	1	840,00	949
Contador de Energia Eléctrica			750,00	1	750,00	848
Caixa para contador			45,00	1	45,00	51
Potinhola			115,00	1	115,00	130
Transporte / Montagem / material eléctrico			1500,00	1	1500,00	1695
Sistema AQS			1800,00	1	1800,00	2034
Taxa para registo da unidade de microprodução			500,00	1	500,00	565

11367,80

Green House – Ligado
1890 kWh/Ano
Sistema Ligado - FV - 5

Tabela A.3.28 – Estudo económico microgeração – Green House – Ligado – FV – 5

Tabela A.3.29 – Indicadores Económicos – Green House – Ligado – FV – 5

Orçamento (€)	Produção Anual (kWh/ano)	20 anos		Payback
		TIR	VAL	
11367,80	1890	-	-5427,69	20

25 anos		8,00%	
TIR	VAL	Payback	
1,92%	-4912,82	20	

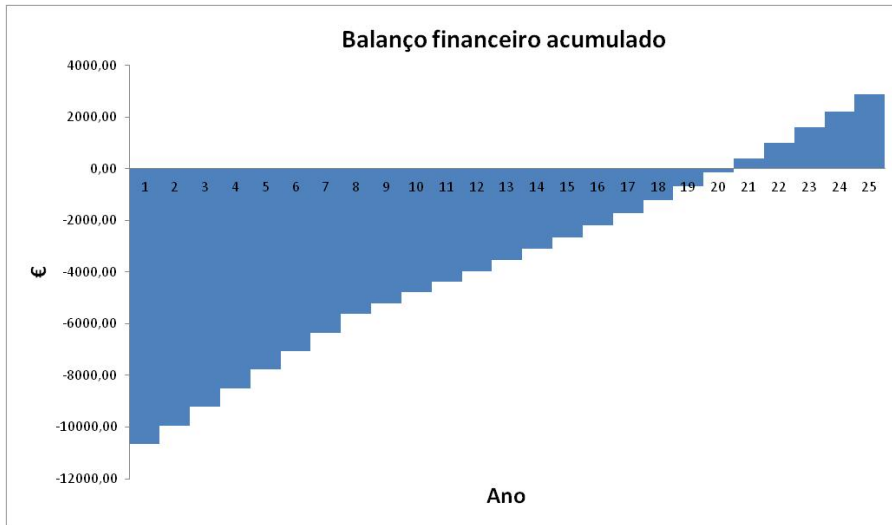


Figura A.3.13 – Balanço financeiro acumulado – Green House – Ligado – FV – 5

Ano	Nº	Regime bonificado (€/kWh)	Regime geral (€/kWh)	Tarifa (€/kWh)	Produção (kWh)	Cash Flow (€)	Cash Flow acumulado (€)
2011	0					-11367,80	-11367,80
2011	1	0,38	0,1406	0,3800	1890,00	718,20	-10649,6
2012	2	0,38	0,1459	0,3800	1890,00	718,20	-9931,4
2013	3	0,38	0,1515	0,3800	1890,00	718,20	-9213,2
2014	4	0,38	0,1572	0,3800	1890,00	718,20	-8495
2015	5	0,38	0,1632	0,3800	1890,00	718,20	-7776,8
2016	6	0,38	0,1694	0,3800	1890,00	718,20	-7058,6
2017	7	0,38	0,1759	0,3800	1890,00	718,20	-6340,4
2018	8	0,38	0,1825	0,3800	1890,00	718,20	-5622,2
2019	9	0,22	0,1895	0,2200	1890,00	415,80	-5206,4
2020	10	0,22	0,1967	0,2200	1890,00	415,80	-4790,6
2021	11	0,22	0,2042	0,2200	1890,00	415,80	-4374,8
2022	12	0,22	0,2119	0,2200	1890,00	415,80	-3959
2023	13	0,22	0,2200	0,2200	1890,00	415,80	-3543,2
2024	14	0,22	0,2283	0,2283	1890,00	431,53	-3111,6683
2025	15	0,22	0,2370	0,2370	1890,00	447,93	-2663,7384
2026	16	-	0,2460	0,2460	1890,00	464,95	-2198,7871
2027	17	-	0,2554	0,2554	1890,00	482,62	-1716,1677
2028	18	-	0,2651	0,2651	1890,00	500,96	-1215,2088
2029	19	-	0,2751	0,2751	1890,00	520,00	-695,21337
2030	20	-	0,2856	0,2856	1890,00	539,76	-155,45816
2031	21	-	0,2964	0,2964	1890,00	560,27	404,807744
2032	22	-	0,3077	0,3077	1890,00	581,56	986,363755
2033	23	-	0,3194	0,3194	1890,00	603,66	1590,01889
2034	24	-	0,3315	0,3315	1890,00	626,59	2216,61293
2035	25	-	0,3441	0,3441	1890,00	650,40	2867,01754

Green House – Ligado
1890 kWh/Ano
Sistema Ligado - H - 6

Tabela A.3.30 – Resumo do Sistema – Green House – Ligado – H - 6

Equipamentos	Pot. Ligação		Orçamento (€)	Produção Anual (kWh/ano)	20 anos			25 anos		
					TIR	VAL	Payback	TIR	VAL	Payback
mod1	2,4 kW	Ligado RESP	18587,96	1890	-	-12784,30	30	-	-12269,43	30
Módulos FV Bornay 600										
mod2	2,26 kW	Ligado RESP	18314,50	1890	-	-12827,92	30	-	-12313,05	30
Módulos FV Wisper 80										
mod3	2,2 kW	Ligado RESP	18259,87	1890	-	-13119,97	31	-	-12605,10	31
Módulos FV Bornay 1500										

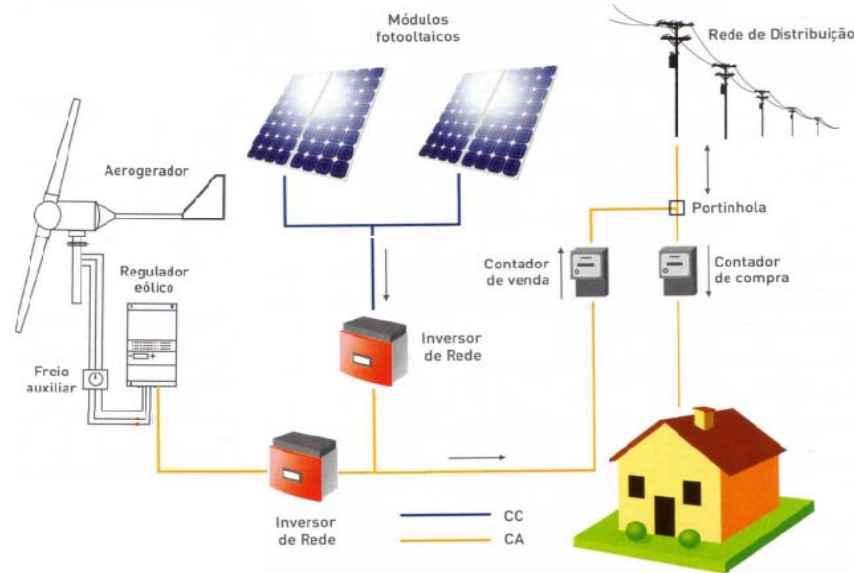


Figura A.3.14 – Sistema de microprodução ligado à rede

Green House – Ligado
1890 kWh/Ano

Sistema Ligado - H – 6.1

Tabela A.3.31 – Modelo 1 - Produção Total – Green House – Ligado – H – 6.1

E (kWh) Bornay 600	E (kWh) FV
434,67	1455,33

Tabela A.3.32 – Orçamento – Green House – Ligado – H – 6.1

Orçamento ligado à rede						
Equipamentos	Potência	Unidade	Preço € (unitário)	Quantidade	Total €	Total € (c/IVA 13%)
Módulos FV	180	W	685,00	5	3425,00	3870
Inversor SMA SB 1100	1100	W	840,00	1	840,00	949
Estrutura modular galvanizada			400,00	1	400,00	452
Bornay 600	600	W	2667,00	1	2667,00	3014
Inversor SMA Windy Boy wB 1100	1100	W	840,00	1	949,20	1073
WPB Box 400			1447,26	1	1635,40	1848
Torre de 12 m			2030,00	1	2030,00	2294
Contador de Energia Elétrica			750,00	1	750,00	848
Caixa para contador			45,00	1	45,00	51
Potinhola			115,00	1	115,00	130
Transporte / Montagem / material elétrico			1500,00	1	1500,00	1695
Sistema AQS			1592,92	1	1592,92	1800
Taxa para registo da unidade de microprodução			500,00	1	500,00	565

18588

Tabela A.3.33 – Indicadores Económicos – Green House – Ligado – H – 6.1

Orçamento (€)	Produção Anual (kWh/ano)	20 anos 8,00%		
		TIR	VAL	Payback
18587,96	1890,00	-	-12784,30	30

25 anos 8,00%		
TIR	VAL	Payback
-	-12269,43	30

Green House – Ligado
1890 kWh/Ano
Sistema Ligado - H – 6.1

Tabela A.3.34 – Estudo económico microgeração – Green House – Ligado – H – 6.1

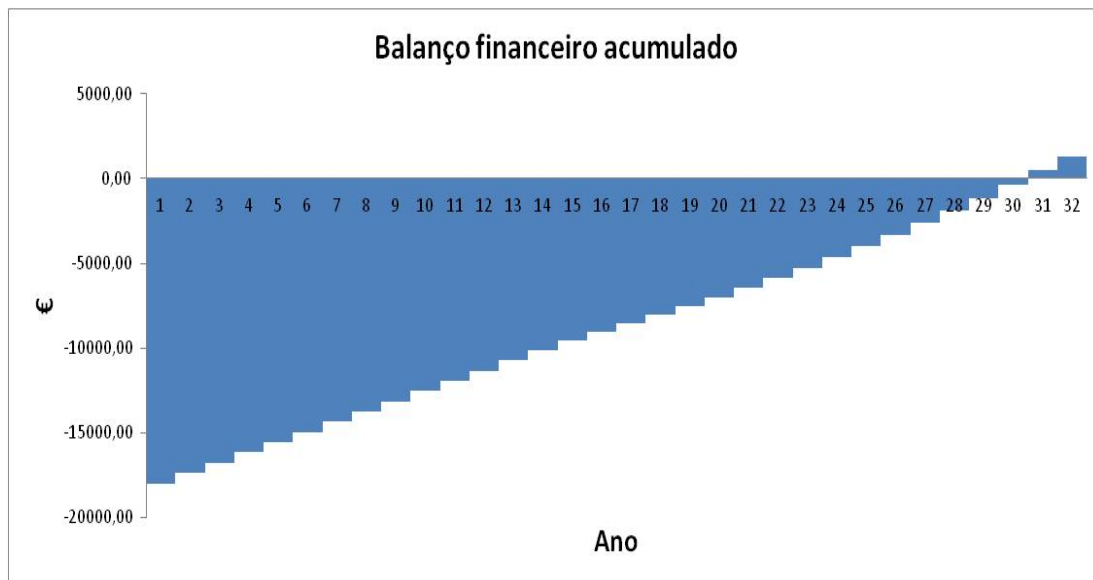


Figura A.3.15 – Balanzo financeiro acumulado – Green House – Ligado – H – 6.1

Ano	Nº	Regime Bonificado	Regime geral (€/kWh)	Tarifa (€/kWh)	Produção (kWh)	Cash Flow (€)	Cash Flow acumulado (€)
2011	0					-18587,96	-18587,96
2011	1	0,3199	0,1406	0,3199	1890,00	604,69	-17983,27
2012	2	0,3199	0,1459	0,3199	1890,00	604,69	-17378,58
2013	3	0,3199	0,1515	0,3199	1890,00	604,69	-16773,88
2014	4	0,3199	0,1572	0,3199	1890,00	604,69	-16169,19
2015	5	0,3199	0,1632	0,3199	1890,00	604,69	-15564,50
2016	6	0,3199	0,1694	0,3199	1890,00	604,69	-14959,81
2017	7	0,3199	0,1759	0,3199	1890,00	604,69	-14355,11
2018	8	0,3199	0,1825	0,3199	1890,00	604,69	-13750,42
2019	9	0,3199	0,1895	0,3199	1890,00	604,69	-13145,73
2020	10	0,3199	0,1967	0,3199	1890,00	604,69	-12541,04
2021	11	0,3199	0,2042	0,3199	1890,00	604,69	-11936,34
2022	12	0,3199	0,2119	0,3199	1890,00	604,69	-11331,65
2023	13	0,3199	0,2200	0,3199	1890,00	604,69	-10726,96
2024	14	0,3199	0,2283	0,3199	1890,00	604,69	-10122,26
2025	15	0,3199	0,2370	0,3199	1890,00	604,69	-9517,57
2026	16		0,2460	0,2460	1890,00	464,95	-9052,62
2027	17		0,2554	0,2554	1890,00	482,62	-8570,00
2028	18		0,2651	0,2651	1890,00	500,96	-8069,04
2029	19		0,2751	0,2751	1890,00	520,00	-7549,05
2030	20		0,2856	0,2856	1890,00	539,76	-7009,29
2031	21		0,2964	0,2964	1890,00	560,27	-6449,03
2032	22		0,3077	0,3077	1890,00	581,56	-5867,47
2033	23		0,3194	0,3194	1890,00	603,66	-5263,81
2034	24		0,3315	0,3315	1890,00	626,59	-4637,22
2035	25		0,3441	0,3441	1890,00	650,40	-3986,82
2036	26		0,3572	0,3572	1890,00	675,12	-3311,70
2037	27		0,3708	0,3708	1890,00	700,77	-2610,92
2038	28		0,3849	0,3849	1890,00	727,40	-1883,52
2039	29		0,3995	0,3995	1890,00	755,05	-1128,47
2040	30		0,4147	0,4147	1890,00	783,74	-344,73
2041	31		0,4304	0,4304	1890,00	813,52	468,78
2042	32		0,4468	0,4468	1890,00	844,43	1313,22

Green House – Ligado

1890 kWh/Ano

Sistema Ligado - H – 6.2

Tabela A.3.35 – Modelo 2 - Produção Total – Green House – Ligado – H – 6.2

E (kWh) Wisper 80 (1000 W)	E (kWh) FV
565,85	1324,15

Tabela A.3.36 – Modelo 2 – Orçamento – Green House – Ligado – H – 6.2

Orçamento ligado à rede						
Equipamentos	Potência	Unidade	Preço € (unitário)	Quantidade	Total €	Total € (c/IVA 13%)
Módulos FV	180	W	685,00	4	2740,00	3096
Inversor SMA SB 1100	1100	W	840,00	1	840,00	949
Estrutura modular galvanizada			400,00	1	400,00	452
Wisper 80	1000	W	3110,00	1	3110,00	3514
Inversor SMA Windy Boy wB 1100	1100	W	840,00	1	949,20	1073
WPB Box 400			1447,26	1	1635,40	1848
Torre de 12 m			2030,00	1	2030,00	2294
Contador de Energia Elétrica			750,00	1	750,00	848
Caixa para contador			45,00	1	45,00	51
Portinhola			115,00	1	115,00	130
Transporte / Montagem / material elétrico			1500,00	1	1500,00	1695
Sistema AQS			1592,92	1	1592,92	1800
Taxa para registo da unidade de microprodução			500,00	1	500,00	565

18315

Tabela A.3.37 – Indicadores Económicos – Green House – Ligado – H – 6.2

Orçamento (€)	Produção Anual (kWh/ano)	20 anos		Payback
		TIR	VAL	
18314,50	1890,00	-	-12827,92	30

TIR	25 anos		Payback
	VAL		
-	-12313,05		30

Green House – Ligado
1890 kWh/Ano
Sistema Ligado - H – 6.2

Tabela A.3.38 – Modelo 2 - Estudo económico microgeração – Green House – Ligado – H – 6.2

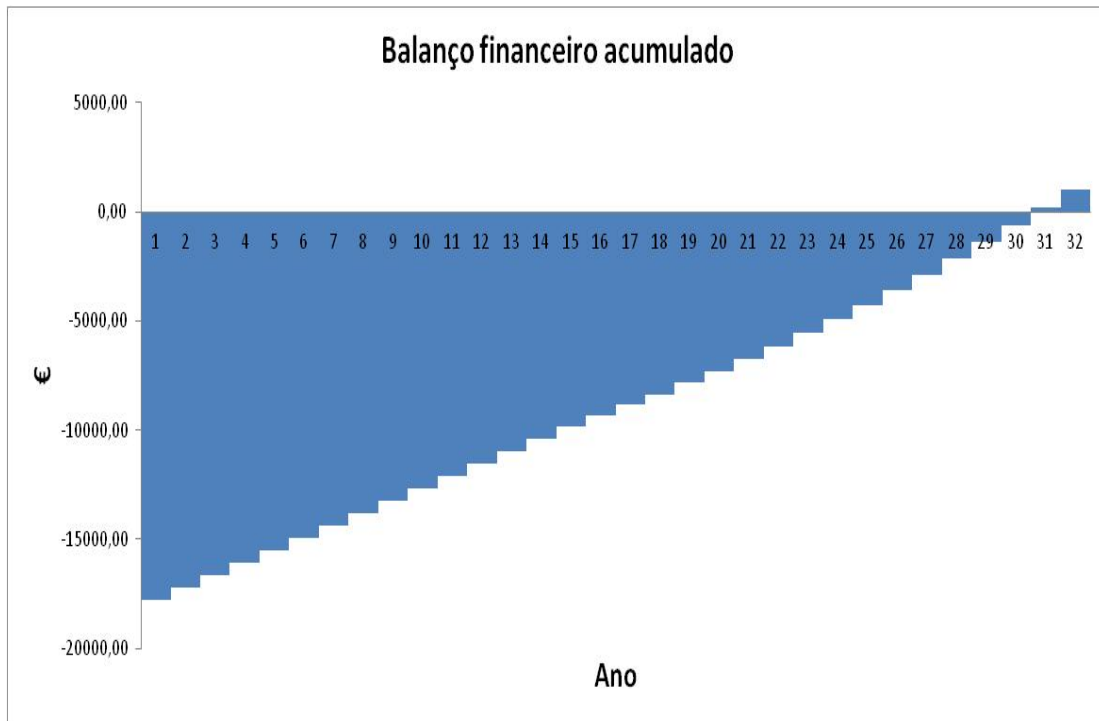


Figura A.3.16 – Modelo 2 - Balanço financeiro acumulado – Green House – Ligado – H – 6.2

Ano	Nº	Regime Bonificado	Regime geral (€/kWh)	Tarifa (€/kWh)	Produção (kWh)	Cash Flow (€)	Cash Flow acumulado (€)
2011	0					0,00	0,00
2011	1	0,3003	0,1406	0,3003	0,00	0,00	0,00
2012	2	0,3003	0,1855	0,3003	0,00	0,00	0,00
2013	3	0,3003	0,2448	0,3003	0,00	0,00	0,00
2014	4	0,3003	0,3229	0,3229	0,00	0,00	0,00
2015	5	0,3003	0,4261	0,4261	0,00	0,00	0,00
2016	6	0,3003	0,5622	0,5622	0,00	0,00	0,00
2017	7	0,3003	0,7417	0,7417	0,00	0,00	0,00
2018	8	0,3003	0,9786	0,9786	0,00	0,00	0,00
2019	9	0,3003	1,2912	1,2912	0,00	0,00	0,00
2020	10	0,3003	1,7036	1,7036	0,00	0,00	0,00
2021	11	0,3003	2,2477	2,2477	0,00	0,00	0,00
2022	12	0,3003	2,9656	2,9656	0,00	0,00	0,00
2023	13	0,3003	3,9127	3,9127	0,00	0,00	0,00
2024	14	0,3003	5,1624	5,1624	0,00	0,00	0,00
2025	15	0,3003	6,8113	6,8113	0,00	0,00	0,00
2026	16		8,9868	8,9868	0,00	0,00	0,00
2027	17		11,8571	11,8571	0,00	0,00	0,00
2028	18		15,6442	15,6442	0,00	0,00	0,00
2029	19		20,6409	20,6409	0,00	0,00	0,00
2030	20		27,2334	27,2334	0,00	0,00	0,00
2031	21		35,9316	35,9316	0,00	0,00	0,00
2032	22		47,4080	47,4080	0,00	0,00	0,00
2033	23		62,5498	62,5498	0,00	0,00	0,00
2034	24		82,5279	82,5279	0,00	0,00	0,00
2035	25		108,8869	108,8869	0,00	0,00	0,00
2036	26		143,6647	143,6647	0,00	0,00	0,00
2037	27		189,5504	189,5504	0,00	0,00	0,00
2038	28		250,0917	250,0917	0,00	0,00	0,00
2039	29		329,9695	329,9695	0,00	0,00	0,00
2040	30		435,3599	435,3599	0,00	0,00	0,00
2041	31		574,4113	574,4113	0,00	0,00	0,00
2042	32		757,8750	757,8750	0,00	0,00	0,00

Green House – Ligado

1890 kWh/Ano

Sistema Ligado - H – 6.3

Tabela A.3.39 – Modelo 3 - Produção Total – Green House – Ligado – H – 6.3

E (kWh) Bornay 1500	E (kWh) FV
1261,71	628,29

Tabela A.3.40 – Modelo 3 – Orçamento – Green House – Ligado – H – 6.3

Orçamento ligado à rede						
Equipamentos	Potência	Unidade	Preço € (unitário)	Quantidade	Total €	Total € (c/IVA 13%)
Módulos FV	180	W	685,00	2	1370,00	1548
Inversor SMA SB 1100	1100	W	840,00	1	840,00	949
Estrutura modular galvanizada			400,00	1	400,00	452
Bornay 1500	1500	W	4261,00	1	4261,00	4815
Inversor SMA Windy Boy wB 2100 TL	2100	W	1308,00	1	1308,00	1478
WPB Box 400			1447,26	1	1447,26	1635
Torre de 12 m			2030,00	1	2030,00	2294
Contador de Energia Elétrica			750,00	1	750,00	848
Caixa para contador			45,00	1	45,00	51
Portinhola			115,00	1	115,00	130
Transporte / Montagem / material elétrico			1500,00	1	1500,00	1695
Sistema AQS			1592,92	1	1592,92	1800
Taxa para registo da unidade de microprodução			500,00	1	500,00	565

18260

Tabela A.3.41 – Modelo 3 – Indicadores Económicos – Green House – Ligado – H – 6.3

Orçamento (€)	Produção Anual (kWh/ano)	20 anos 8,00%		
		TIR	VAL	Payback
18259,87	1890,00	-	-13119,97	31

25 anos 8,00%		
TIR	VAL	Payback
-	-12605,10	31

Green House – Ligado
1890 kWh/Ano
Sistema Ligado - H – 6.3

Tabela A.3.42 – Modelo 3 - Estudo económico microgeração – Green House – Ligado – H – 6.3

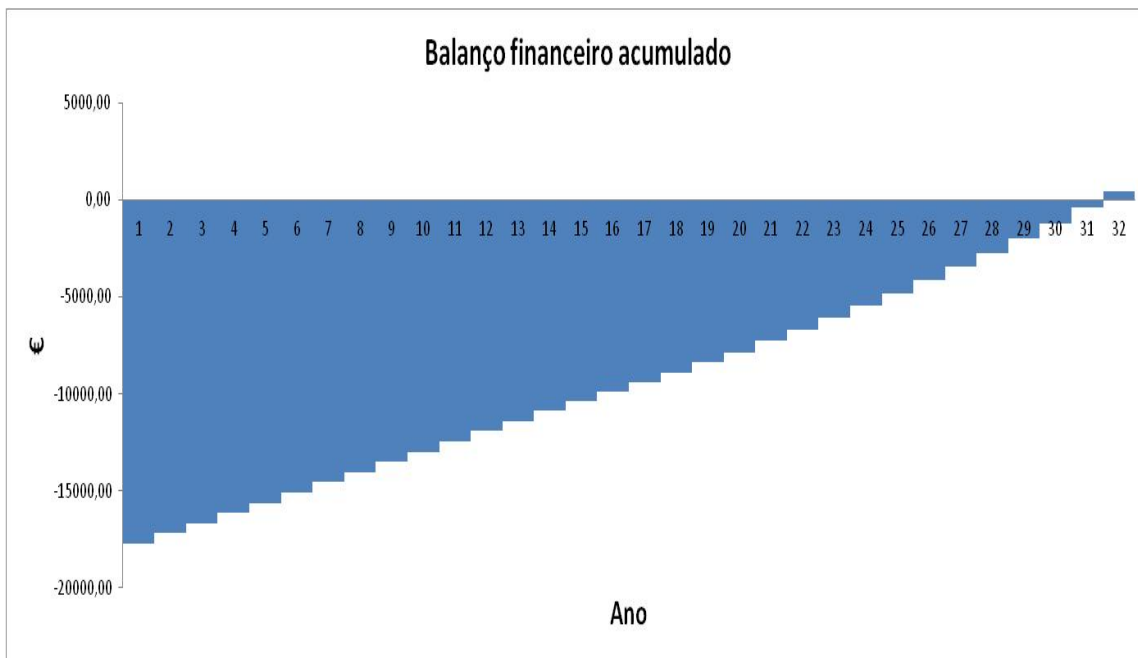


Figura A.3.17 – Modelo 3 – Balanço financeiro acumulado – Green House – Ligado – H – 6.3

Ano	Nº	Regime Bonificado	Regime geral (€/kWh)	Tarifa (€/kWh)	Produção (kWh)	Cash Flow (€)	Cash Flow acumulado (€)
2011	0					-18259,87	-18259,87
2011	1	0,2789	0,1406	0,2789	1890,00	527,15	-17732,73
2012	2	0,2789	0,1459	0,2789	1890,00	527,15	-17205,58
2013	3	0,2789	0,1515	0,2789	1890,00	527,15	-16678,44
2014	4	0,2789	0,1572	0,2789	1890,00	527,15	-16151,29
2015	5	0,2789	0,1632	0,2789	1890,00	527,15	-15624,14
2016	6	0,2789	0,1694	0,2789	1890,00	527,15	-15097,00
2017	7	0,2789	0,1759	0,2789	1890,00	527,15	-14569,85
2018	8	0,2789	0,1825	0,2789	1890,00	527,15	-14042,70
2019	9	0,2789	0,1895	0,2789	1890,00	527,15	-13515,56
2020	10	0,2789	0,1967	0,2789	1890,00	527,15	-12988,41
2021	11	0,2789	0,2042	0,2789	1890,00	527,15	-12461,27
2022	12	0,2789	0,2119	0,2789	1890,00	527,15	-11934,12
2023	13	0,2789	0,2200	0,2789	1890,00	527,15	-11406,97
2024	14	0,2789	0,2283	0,2789	1890,00	527,15	-10879,83
2025	15	0,2789	0,2370	0,2789	1890,00	527,15	-10352,68
2026	16		0,2460	0,2460	1890,00	464,95	-9887,73
2027	17		0,2554	0,2554	1890,00	482,62	-9405,11
2028	18		0,2651	0,2651	1890,00	500,96	-8904,15
2029	19		0,2751	0,2751	1890,00	520,00	-8384,16
2030	20		0,2856	0,2856	1890,00	539,76	-7844,40
2031	21		0,2964	0,2964	1890,00	560,27	-7284,14
2032	22		0,3077	0,3077	1890,00	581,56	-6702,58
2033	23		0,3194	0,3194	1890,00	603,66	-6098,92
2034	24		0,3315	0,3315	1890,00	626,59	-5472,33
2035	25		0,3441	0,3441	1890,00	650,40	-4821,93
2036	26		0,3572	0,3572	1890,00	675,12	-4146,81
2037	27		0,3708	0,3708	1890,00	700,77	-3446,03
2038	28		0,3849	0,3849	1890,00	727,40	-2718,63
2039	29		0,3995	0,3995	1890,00	755,05	-1963,58
2040	30		0,4147	0,4147	1890,00	783,74	-1179,85
2041	31		0,4304	0,4304	1890,00	813,52	-366,33
2042	32		0,4468	0,4468	1890,00	844,43	478,11

Sensibilidade ao consumo

4000 kWh/Ano

Sistema Isolado - FV - 8

Tabela A.3.43 – Resumo do Sistema – 4000 kWh/Ano – Isolado – FV - 8

2340 Wp		Orçamento (€)	Produção Anual (kWh/ano)	20 anos			25 anos		
				TIR	VAL	Payback	TIR	VAL	Payback
FV	Isolado	20937,77	4000	-	-13604,44	23	0,58%	-12514,77	23

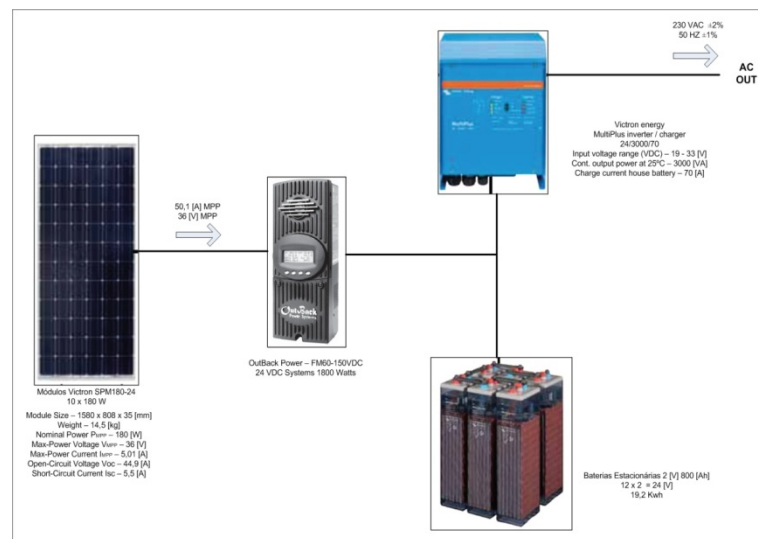


Figura A.3.18 – Constituição do sistema fotovoltaico isolado da RESP

Tabela A.3.44 – Orçamento – 4000 kWh/Ano – Isolado – FV - 8

Orçamento						
Equipamentos	Potência	Unidade	Preço € (unitário)	Quantidade	Total €	IVA (%)
Módulos FV	180	W	685,00	13	8905,00	13
Baterias	1200	Ah	451,00	12	5412,00	13
Regulador	60	Ah	575,00	1	575,00	13
Inversor	3000	VA	2137,00	1	2137,00	13
Instalação e material elétrico					1500,00	13
					18529,00	20937,77

Sensibilidade ao consumo
4000 kWh/Ano
Sistema Isolado - FV - 8

Tabela A.3.46 – Indicadores Económicos – 4000 kWh/Ano – Isolado – FV - 8

Orçamento (€)	Produção Anual (kWh/ano)	20 anos		Payback
		TIR	VAL	
20937,77	4000	-	-13604,44	23

25 anos		Payback
TIR	VAL	
0,58%	-12514,77	23

Tabela A.3.45 – Modelo 3 - Estudo económico microgeração – 4000 kWh/Ano – Isolado – FV - 8

Ano	Nº	Regime geral (€/kWh)	Tarifa (€/kWh)	Produção (kWh)	Cash Flow (€)	Cash Flow acumulado (€)
2011	0				-20937,77	-20937,77
2011	1	0,1406	0,1406	4000,0000	562,40	-20375,37
2012	2	0,1459428	0,1459	4000,0000	583,77	-19791,60
2013	3	0,151488626	0,1515	4000,0000	605,95	-19185,64
2014	4	0,157245194	0,1572	4000,0000	628,98	-18556,66
2015	5	0,163220512	0,1632	4000,0000	652,88	-17903,78
2016	6	0,169422891	0,1694	4000,0000	677,69	-17226,09
2017	7	0,175860961	0,1759	4000,0000	703,44	-16522,65
2018	8	0,182543677	0,1825	4000,0000	730,17	-15792,47
2019	9	0,189480337	0,1895	4000,0000	757,92	-15034,55
2020	10	0,19668059	0,1967	4000,0000	786,72	-14247,83
2021	11	0,204154452	0,2042	4000,0000	816,62	-13431,21
2022	12	0,211912322	0,2119	4000,0000	847,65	-12583,56
2023	13	0,21996499	0,2200	4000,0000	879,86	-11703,70
2024	14	0,228323659	0,2283	4000,0000	913,29	-10790,41
2025	15	0,236999958	0,2370	4000,0000	948,00	-9842,41
2026	16	0,246005957	0,2460	4000,0000	984,02	-8858,38
2027	17	0,255354183	0,2554	4000,0000	1021,42	-7836,97
2028	18	0,265057642	0,2651	4000,0000	1060,23	-6776,73
2029	19	0,275129833	0,2751	4000,0000	1100,52	-5676,22
2030	20	0,285584766	0,2856	4000,0000	1142,34	-4533,88
2031	21	0,296436987	0,2964	4000,0000	1185,75	-3348,13
2032	22	0,307701593	0,3077	4000,0000	1230,81	-2117,32
2033	23	0,319394253	0,3194	4000,0000	1277,58	-839,75
2034	24	0,331531235	0,3315	4000,0000	1326,12	486,38
2035	25	0,344129422	0,3441	4000,0000	1376,52	1862,90
2036	26	0,35720634	0,3572	4000,0000	1428,83	3291,72

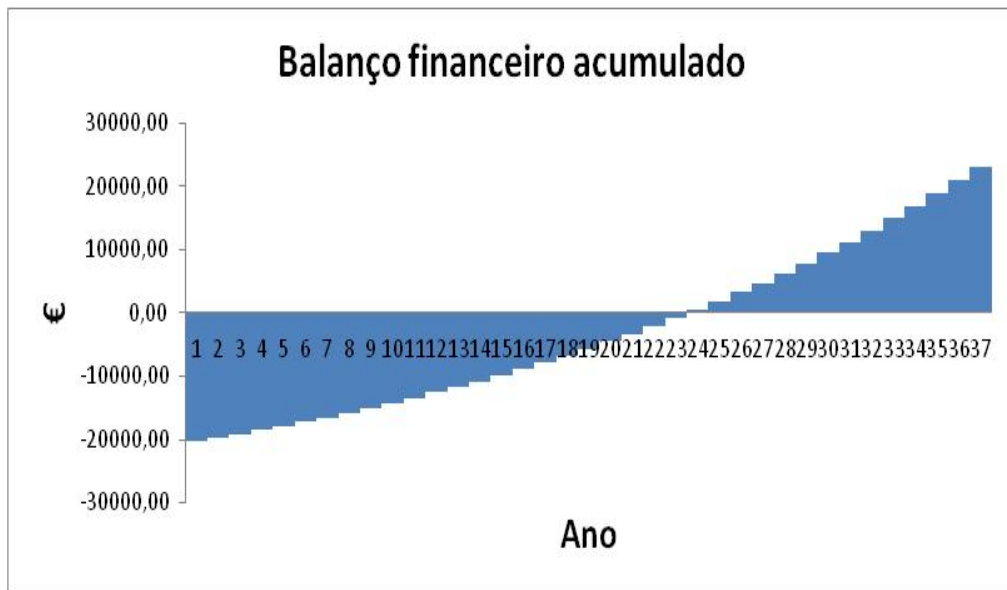


Figura A.3.19 – Modelo 3 – Balanço financeiro acumulado – 4000 kWh/Ano – Isolado – FV - 8

Sensibilidade ao consumo

4000 kWh/Ano

Sistema Isolado - H - 9

Tabela A.3.47 – Resumo do Sistema – 4000 kWh/Ano – Isolado – H - 9

4000 kWh/ano					20 anos			25 anos			
Equipamentos	Pot. Ligação		Orçamento (€)	Produção Anual (kWh/ano)	TIR	VAL	Payback	TIR	VAL	Payback	
mod1	Módulos FV	2,74 kW	Isolado	27645,18	4000	-	-20311,85	28	-	-19222,18	28
	Bornay 600										
mod2	Módulos FV	2,98 kW	Isolado	27371,72	4000	-	-20038,39	28	-	-18948,72	28
	Wisper 80										
mod3	Módulos FV	2,94 kW	Isolado	26263,75	4000	-	-18930,42	27	-	-17840,76	27
	Bornay 1500										

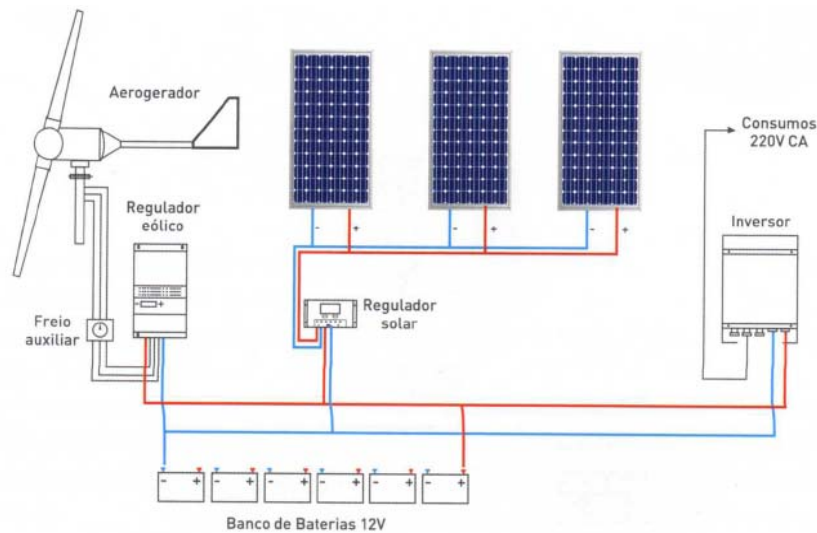


Figura A.3.20 – Constituição do sistema híbrido isolado da RESP

Sensibilidade ao consumo

4000 kWh/Ano

Sistema Isolado - H – 9.1

Modelo 1

Tabela A.3.48 – Modelo 1 - Produção Total – 4000 kWh/Ano – Isolado – H – 9.1

E (kWh) Bornay 600	E (kWh) FV
434,67	3565,33

Tabela A.3.49 – Modelo 1 – Orçamento – 4000 kWh/Ano – Isolado – H – 9.1

Orçamento						
Equipamentos	Potência	Unidade	Preço € (unitário)	Quantidade	Total €	Total € (c/IVA 13%)
Módulos FV	180	W	685,00	12	8220,00	9289
Estrutura modular galvanizada			400,00	1	400,00	452
Bornay 600	600	W	2667,00	1	2667,00	3014
WPB Box 400			1447,26	1	1447,26	1635
Torre de 12 m			2030,00	1	2030,00	2294
Baterias	1200	Ah	451,00	12	5412,00	6116
Regulador	80	Ah	651,50	1	651,50	736
Inversor	3000	VA	2137,00	1	2137,00	2415
Instalação e material elétrico			1500,00	1	1500,00	1695
						27645

Tabela A.3.50 – Indicadores Económicos – 4000 kWh/Ano – Isolado – H – 9.1

Orçamento (€)	Produção Anual (kWh/ano)	20 anos 8,00%		
		TIR	VAL	Payback
27645,18	4000	-	-20311,85	28
		25 anos 8,00%		
		TIR	VAL	Payback
		-	-19222,18	28

Sensibilidade ao consumo
4000 kWh/Ano
Sistema Isolado - H – 9.1
Modelo 1

Tabela A.3.51 – Modelo 1 - Estudo económico microgeração – 4000 kWh/Ano – Isolado – H – 9.1

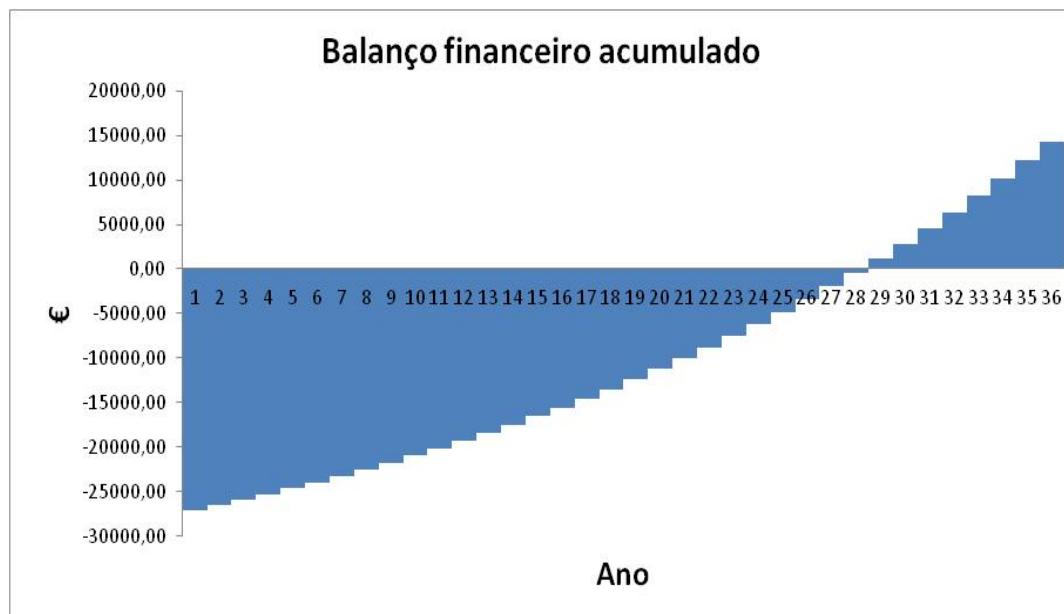


Figura A.3.21 – Modelo 1 – Balanco financeiro acumulado – 4000 kWh/Ano – Isolado – H – 9.1

Ano	Nº	Regime geral (€/kWh)	Tarifa (€/kWh)	Produção (kWh)	Cash Flow (€)	Cash Flow acumulado (€)
2011	0				-27645,2	-27645,18
2011	1	0,1406	0,1406	4000	562,40	-27082,78
2012	2	0,145943	0,1459	4000	583,77	-26499,01
2013	3	0,151489	0,1515	4000	605,95	-25893,05
2014	4	0,157245	0,1572	4000	628,98	-25264,07
2015	5	0,163221	0,1632	4000	652,88	-24611,19
2016	6	0,169423	0,1694	4000	677,69	-23933,50
2017	7	0,175861	0,1759	4000	703,44	-23230,05
2018	8	0,182544	0,1825	4000	730,17	-22499,88
2019	9	0,18948	0,1895	4000	757,92	-21741,96
2020	10	0,196681	0,1967	4000	786,72	-20955,24
2021	11	0,204154	0,2042	4000	816,62	-20138,62
2022	12	0,211912	0,2119	4000	847,65	-19290,97
2023	13	0,219965	0,2200	4000	879,86	-18411,11
2024	14	0,228324	0,2283	4000	913,29	-17497,81
2025	15	0,237	0,2370	4000	948,00	-16549,81
2026	16	0,246006	0,2460	4000	984,02	-15565,79
2027	17	0,255354	0,2554	4000	1021,42	-14544,37
2028	18	0,265058	0,2651	4000	1060,23	-13484,14
2029	19	0,27513	0,2751	4000	1100,52	-12383,62
2030	20	0,285585	0,2856	4000	1142,34	-11241,29
2031	21	0,296437	0,2964	4000	1185,75	-10055,54
2032	22	0,307702	0,3077	4000	1230,81	-8824,73
2033	23	0,319394	0,3194	4000	1277,58	-7547,15
2034	24	0,331531	0,3315	4000	1326,12	-6221,03
2035	25	0,344129	0,3441	4000	1376,52	-4844,51
2036	26	0,357206	0,3572	4000	1428,83	-3415,69
2037	27	0,37078	0,3708	4000	1483,12	-1932,57
2038	28	0,38487	0,3849	4000	1539,48	-393,09
2039	29	0,399495	0,3995	4000	1597,98	1204,89
2040	30	0,414676	0,4147	4000	1658,70	2863,60

Sensibilidade ao consumo
4000 kWh/Ano
Sistema Isolado - H – 9.2
Modelo 2

Tabela A.3.52 – Modelo 2 - Produção Total – 4000 kWh/Ano – Isolado – H – 9.2

E (kWh) Wisper 80 (1000 W)	E (kWh) FV
565,85	3434,15

Tabela A.3.53 – Modelo 2 – Orçamento – 4000 kWh/Ano – Isolado – H – 9.2

Orçamento						
Equipamentos	Potência	Unidade	Preço € (unitário)	Quantidade	Total €	Total € (c/IVA 13%)
Módulos FV	180	W	685,00	11	7535,00	8515
Estrutura modular galvanizada			400,00	1	400,00	452
Wisper 80	1000	W	3110,00	1	3110,00	3514
WPB Box 400			1447,26	1	1447,26	1635
Torre de 12 m			2030,00	1	2030,00	2294
Baterias	1200	Ah	451,00	12	5412,00	6116
Regulador	80	Ah	651,50	1	651,50	736
Inversor	3000	VA	2137,00	1	2137,00	2415
Instalação e material elétrico			1500,00	1	1500,00	1695
						27372

Tabela A.3.54 – Indicadores Económicos – 4000 kWh/Ano – Isolado – H – 9.2

Orçamento (€)	Produção Anual (kWh/ano)	20 anos 8,00%		
		TIR	VAL	Payback
20519,70	4000	-	-13186,37	28
		25 anos 8,00%		
		TIR	VAL	Payback
		-	-12096,70	28

Sensibilidade ao consumo
4000 kWh/Ano
Sistema Isolado - H – 9.2
Modelo 2

Tabela A.3.55 – Modelo 2 - Estudo económico microgeração – 4000 kWh/Ano – Isolado – H – 9.2

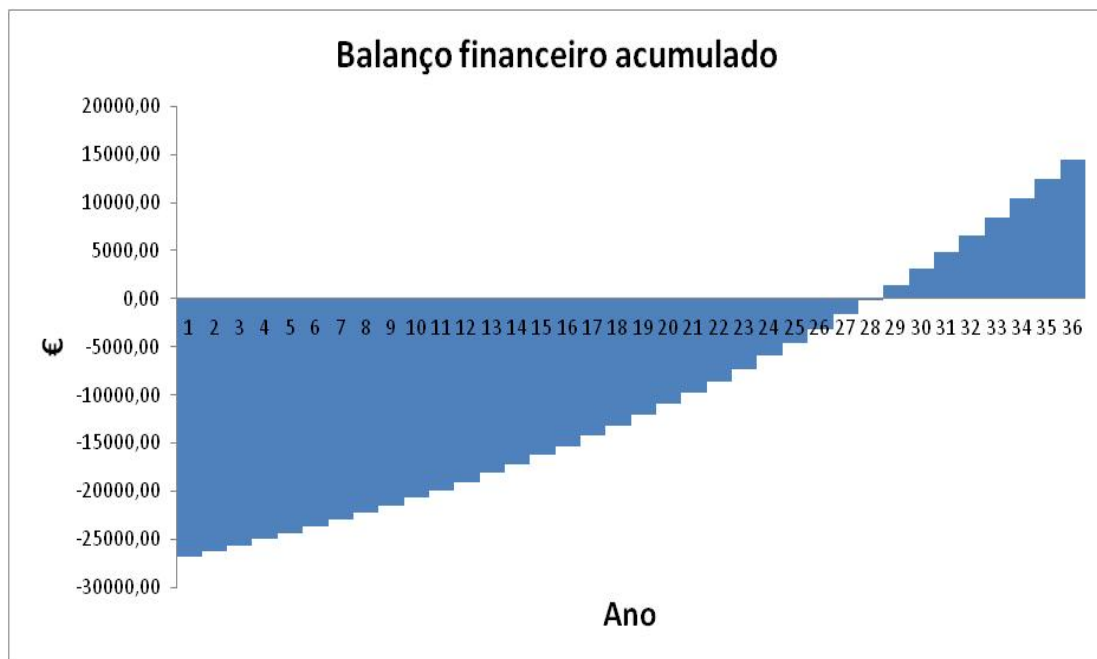


Figura A.3.22 – Modelo 2 – Balanço financeiro acumulado – 4000 kWh/Ano – Isolado – H – 9.2

Ano	Nº	Regime geral (€/kWh)	Tarifa (€/kWh)	Produção (kWh)	Cash Flow (€)	Cash Flow acumulado (€)
2011	0				-27371,72	-27371,72
2011	1	0,1406	0,1406	4000,00	562,40	-26809,32
2012	2	0,1459	0,1459	4000,00	583,77	-26225,55
2013	3	0,1515	0,1515	4000,00	605,95	-25619,59
2014	4	0,1572	0,1572	4000,00	628,98	-24990,61
2015	5	0,1632	0,1632	4000,00	652,88	-24337,73
2016	6	0,1694	0,1694	4000,00	677,69	-23660,04
2017	7	0,1759	0,1759	4000,00	703,44	-22956,59
2018	8	0,1825	0,1825	4000,00	730,17	-22226,42
2019	9	0,1895	0,1895	4000,00	757,92	-21468,50
2020	10	0,1967	0,1967	4000,00	786,72	-20681,78
2021	11	0,2042	0,2042	4000,00	816,62	-19865,16
2022	12	0,2119	0,2119	4000,00	847,65	-19017,51
2023	13	0,2200	0,2200	4000,00	879,86	-18137,65
2024	14	0,2283	0,2283	4000,00	913,29	-17224,35
2025	15	0,2370	0,2370	4000,00	948,00	-16276,35
2026	16	0,2460	0,2460	4000,00	984,02	-15292,33
2027	17	0,2554	0,2554	4000,00	1021,42	-14270,91
2028	18	0,2651	0,2651	4000,00	1060,23	-13210,68
2029	19	0,2751	0,2751	4000,00	1100,52	-12110,16
2030	20	0,2856	0,2856	4000,00	1142,34	-10967,83
2031	21	0,2964	0,2964	4000,00	1185,75	-9782,08
2032	22	0,3077	0,3077	4000,00	1230,81	-8551,27
2033	23	0,3194	0,3194	4000,00	1277,58	-7273,69
2034	24	0,3315	0,3315	4000,00	1326,12	-5947,57
2035	25	0,3441	0,3441	4000,00	1376,52	-4571,05
2036	26	0,3572	0,3572	4000,00	1428,83	-3142,23
2037	27	0,3708	0,3708	4000,00	1483,12	-1659,11
2038	28	0,3849	0,3849	4000,00	1539,48	-119,63
2039	29	0,3995	0,3995	4000,00	1597,98	1478,35
2040	30	0,4147	0,4147	4000,00	1658,70	3137,06

Sensibilidade ao consumo

4000 kWh/Ano

Sistema Isolado - H – 9.3

Modelo 3

Tabela A.3.56 – Modelo 3 - Produção Total – 4000 kWh/Ano – Isolado – H – 9.3

E (kWh) Bornay 1500	E (kWh) FV
1261,71	2738,29

Tabela A.3.57 – Modelo 3 – Orçamento – 4000 kWh/Ano – Isolado – H – 9.3

Orçamento						
Equipamentos	Potência	Unidade	Preço € (unitário)	Quantidade	Total €	Total € (c/IVA 13%)
Módulos FV	180	W	685,00	8	5480,00	6192
Estrutura modular galvanizada			400,00	1	400,00	452
Bornay 1500	1500	W	4261,00	1	4261,00	4815
WPB Box 400			1447,26	1	1447,26	1635
Torre de 12 m			2030,00	1	2030,00	2294
Baterias	1200	Ah	451,00	12	5412,00	6116
Regulador	60	Ah	575,00	1	575,00	650
Inversor	3000	VA	2137,00	1	2137,00	2415
Instalação e material elétrico			1500,00	1	1500,00	1695

26264

Tabela A.3.58 – Indicadores Económicos – 4000 kWh/Ano – Isolado – H – 9.3

Orçamento (€)	Produção Anual (kWh/ano)	20 anos 8,00%		
		TIR	VAL	Payback
26263,75	4000,00	-	-18930,42	27

25 anos 8,00%		
TIR	VAL	Payback
-	-17840,76	27

Sensibilidade ao consumo
4000 kWh/Ano
Sistema Isolado - H – 9.3
Modelo 3

Tabela A.3.59 – Modelo 3 - Estudo económico microgeração – 4000 kWh/Ano – Isolado – H – 9.3

Ano	Nº	Regime geral (€/kWh)	Tarifa (€/kWh)	Produção (kWh)	Cash Flow (€)	Cash Flow acumulado (€)
2011	0				-26263,75	-26263,75
2011	1	0,1406	0,1406	4000,00	562,40	-25701,35
2012	2	0,1459	0,1459	4000,00	583,77	-25117,58
2013	3	0,1515	0,1515	4000,00	605,95	-24511,63
2014	4	0,1572	0,1572	4000,00	628,98	-23882,65
2015	5	0,1632	0,1632	4000,00	652,88	-23229,77
2016	6	0,1694	0,1694	4000,00	677,69	-22552,07
2017	7	0,1759	0,1759	4000,00	703,44	-21848,63
2018	8	0,1825	0,1825	4000,00	730,17	-21118,46
2019	9	0,1895	0,1895	4000,00	757,92	-20360,53
2020	10	0,1967	0,1967	4000,00	786,72	-19573,81
2021	11	0,2042	0,2042	4000,00	816,62	-18757,19
2022	12	0,2119	0,2119	4000,00	847,65	-17909,54
2023	13	0,2200	0,2200	4000,00	879,86	-17029,68
2024	14	0,2283	0,2283	4000,00	913,29	-16116,39
2025	15	0,2370	0,2370	4000,00	948,00	-15168,39
2026	16	0,2460	0,2460	4000,00	984,02	-14184,37
2027	17	0,2554	0,2554	4000,00	1021,42	-13162,95
2028	18	0,2651	0,2651	4000,00	1060,23	-12102,72
2029	19	0,2751	0,2751	4000,00	1100,52	-11002,20
2030	20	0,2856	0,2856	4000,00	1142,34	-9859,86
2031	21	0,2964	0,2964	4000,00	1185,75	-8674,11
2032	22	0,3077	0,3077	4000,00	1230,81	-7443,31
2033	23	0,3194	0,3194	4000,00	1277,58	-6165,73
2034	24	0,3315	0,3315	4000,00	1326,12	-4839,60
2035	25	0,3441	0,3441	4000,00	1376,52	-3463,09
2036	26	0,3572	0,3572	4000,00	1428,83	-2034,26
2037	27	0,3708	0,3708	4000,00	1483,12	-551,14
2038	28	0,3849	0,3849	4000,00	1539,48	988,34
2039	29	0,3995	0,3995	4000,00	1597,98	2586,32
2040	30	0,4147	0,4147	4000,00	1658,70	4245,02

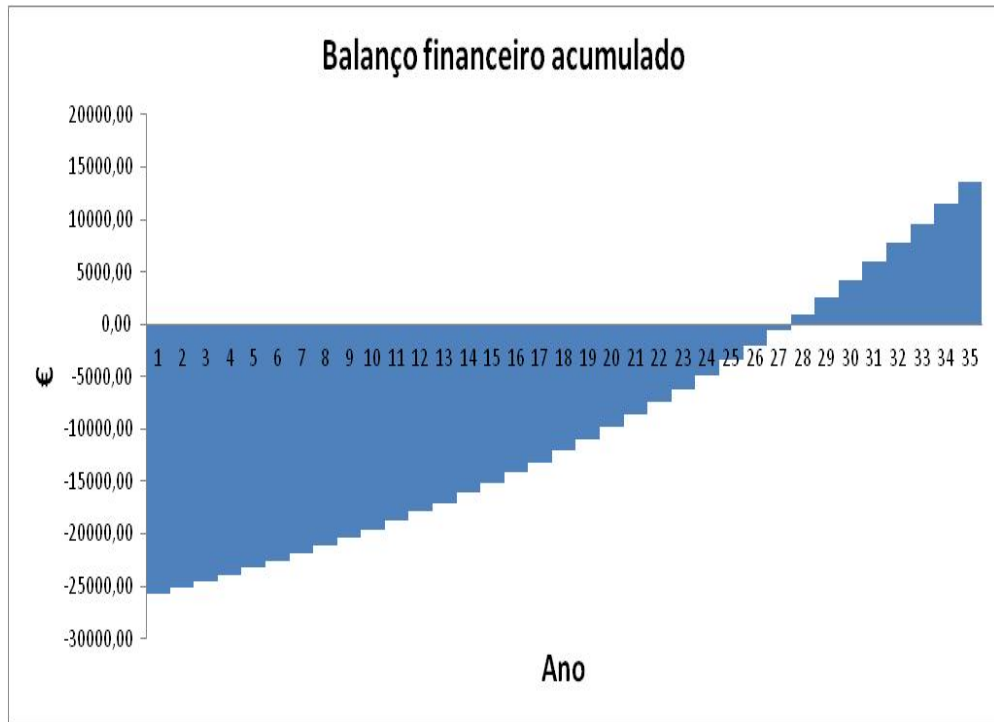


Figura A.3.23 – Modelo 3 – Balanço financeiro acumulado – 4000 kWh/Ano – Isolado – H – 9.3

Sensibilidade ao consumo

4000 kWh/Ano

Sistema Ligado - FV – 11

Tabela A.3.60 – Resumo do Sistema – 4000 kWh/Ano – Ligado – FV – 11

2340 Wp		Orçamento (€)	Produção Anual (kWh/ano)	20 anos			25 anos		
				TIR	VAL	Payback	TIR	VAL	Payback
FV	Ligado RESP	17455,11	4000	3,50%	-4883,45	13	5,09%	-3793,78	13

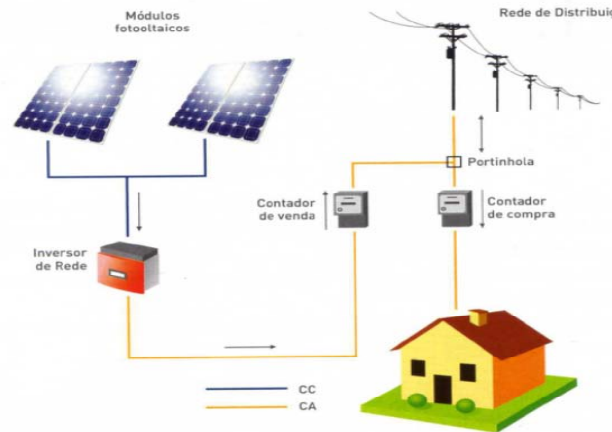


Figura A.3.24 – Sistema de microprodução ligado à rede [3]

Tabela A.3.61 – Orçamento – 4000 kWh/Ano – Ligado – FV - 11

Orçamento Sistema Ligado à RESP						
Equipamentos	Potência	Unidade	Preço € (unitário)	Quantidade	Total €	Total € (c/IVA 13%)
Módulos FV	180	W	685,00	13	8905,00	10063
Estrutura modular galvanizada			400,00	1	400,00	452
Inversor SMA Windy Boy wB 2500	2500		1432,00	1	1432,00	1618
Contador de Energia Elétrica			750,00	1	750,00	848
Caixa para contador			45,00	1	45,00	51
Portinhola			115,00	1	115,00	130
Transporte / Montagem / material elétrico			1500,00	1	1500,00	1695
Sistema AQS			1800,00	1	1800,00	2034
Taxa para registo da unidade de microprodução			500,00	1	500,00	565

17455,11

Sensibilidade ao consumo
4000 kWh/Ano
Sistema Ligado - FV – 11

Tabela A.3.63 – Indicadores Económicos – 4000 kWh/Ano – Ligado – FV – 11

Orçamento (€)	Produção Anual (kWh/ano)	20 anos		Payback
		TIR	VAL	
17455,11	4000	3,49%	-4883,45	13

TIR	25 anos		Payback
	VAL	8,00%	
5,09%	-3793,78		13

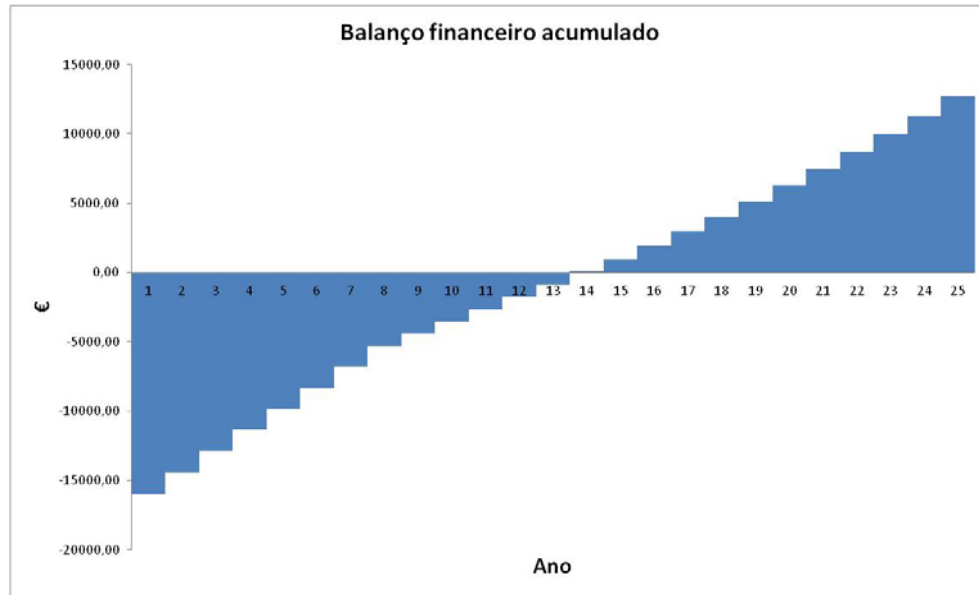


Figura A.3.25 – Balanço financeiro acumulado – 4000 kWh/Ano – Ligado – FV - 11

Tabela A.3.62 – Estudo económico microgeração – 4000 kWh/Ano – Ligado – FV - 11

Ano	Nº	Regime bonificado (€/kWh)	Regime geral (€/kWh)	Tarifa (€/kWh)	Produção (kWh)	Cash Flow (€)	Cash Flow acumulado (€)
2011	0					-17455,11	-17455,11
2011	1	0,38	0,1406	0,3800	4000	1520,00	-15935,11
2012	2	0,38	0,1459	0,3800	4000	1520,00	-14415,11
2013	3	0,38	0,1515	0,3800	4000	1520,00	-12895,11
2014	4	0,38	0,1572	0,3800	4000	1520,00	-11375,11
2015	5	0,38	0,1632	0,3800	4000	1520,00	-9855,11
2016	6	0,38	0,1694	0,3800	4000	1520,00	-8335,11
2017	7	0,38	0,1759	0,3800	4000	1520,00	-6815,11
2018	8	0,38	0,1825	0,3800	4000	1520,00	-5295,11
2019	9	0,22	0,1895	0,2200	4000	880,00	-4415,11
2020	10	0,22	0,1967	0,2200	4000	880,00	-3535,11
2021	11	0,22	0,2042	0,2200	4000	880,00	-2655,11
2022	12	0,22	0,2119	0,2200	4000	880,00	-1775,11
2023	13	0,22	0,2200	0,2200	4000	880,00	-895,11
2024	14	0,22	0,2283	0,2283	4000	913,29	18,18
2025	15	0,22	0,2370	0,2370	4000	948,00	966,18
2026	16	-	0,2460	0,2460	4000	984,02	1950,21
2027	17	-	0,2554	0,2554	4000	1021,42	2971,63
2028	18	-	0,2651	0,2651	4000	1060,23	4031,86
2029	19	-	0,2751	0,2751	4000	1100,52	5132,37
2030	20	-	0,2856	0,2856	4000	1142,34	6274,71
2031	21	-	0,2964	0,2964	4000	1185,75	7460,46
2032	22	-	0,3077	0,3077	4000	1230,81	8691,27
2033	23	-	0,3194	0,3194	4000	1277,58	9968,85
2034	24	-	0,3315	0,3315	4000	1326,12	11294,97
2035	25	-	0,3441	0,3441	4000	1376,52	12671,49

Sensibilidade ao consumo
4000 kWh/Ano
Sistema Ligado – H – 12

Tabela A.3.64 – Resumo do Sistema – 4000 kWh/Ano – Ligado – H – 12

	Equipamentos	Pot. Ligação	Ligado RESP	Orçamento (€)	Produção Anual (kWh/ano)	20 anos			25 anos		
						TIR	VAL	Payback	TIR	VAL	Payback
mod1	Módulos FV Bornay 600	2,74 kW	Ligado RESP	24535,15	4000	0,54%	-11456,82	18	2,31%	-10367,16	18
mod2	Módulos FV Wisper 80	2,98 kW	Ligado RESP	24261,69	4000	0,29%	-11708,40	19	2,13%	-10618,73	19
mod3	Módulos FV Bornay 1500	2,94 kW	Ligado RESP	18788,71	4000	2,41%	-6928,02	15	4,05%	-5838,35	15

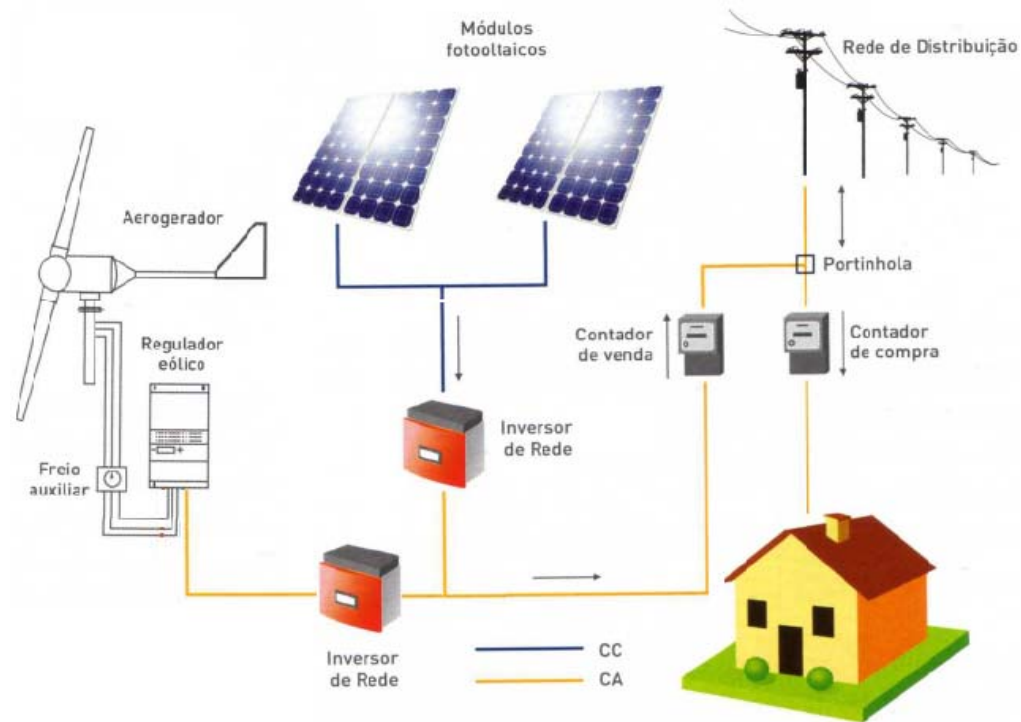


Figura A.3.26 – Constituição do sistema híbrido ligado à RESP

Sensibilidade ao consumo

4000 kWh/Ano

Sistema Ligado – H – 12.1

Modelo 1

Tabela A.3.65 – Modelo 1 – Potencia de Ligação – 4000 kWh/Ano – Ligado – H – 12.1

Equipamentos	Pot. Ligação
Módulos FV	2,74 kW
Bornay 600	

Tabela A.3.66 – Modelo 1 – Orçamento – 4000 kWh/Ano – Ligado – H – 12.1

Orçamento ligado à rede						
Equipamentos	Potência	Unidade	Preço € (unitário)	Quantidade	Total €	Total € (c/IVA 13%)
Módulos FV	180	W	685,00	12	8220,00	9289
Inversor SMA SB 2100	2100	W	1308,00	1	1308,00	1478
Estrutura modular galvanizada			400,00	1	400,00	452
Bornay 600	600	W	2667,00	1	2667,00	3014
Inversor SMA Windy Boy wB 1100	1100	W	840,00	1	949,20	1073
WPB Box 400			1447,26	1	1635,40	1848
Torre de 12 m			2030,00	1	2030,00	2294
Contador de Energia Elétrica			750,00	1	750,00	848
Caixa para contador			45,00	1	45,00	51
Portinhola			115,00	1	115,00	130
Transporte / Montagem / material elétrico			1500,00	1	1500,00	1695
Sistema AQS			1592,92	1	1592,92	1800
Taxa para registo da unidade de microprodução			500,00	1	500,00	565

24535

Tabela A.3.67 – Indicadores Económicos – 4000 kWh/Ano – Ligado – H – 12.1

Orçamento (€)	Produção Anual (kWh/ano)	20 anos		8,00%
		TIR	VAL	Payback
24535,15	4000,00	0,54%	-11456,82	18

25 anos		8,00%
TIR	VAL	Payback
2,31%	-10367,16	18

Sensibilidade ao consumo
4000 kWh/Ano
Sistema Ligado – H – 12.1
Modelo 1

Tabela A.3.68 – Modelo 1 - Estudo económico microgeração – 4000 kWh/Ano – Ligado – H – 12.1

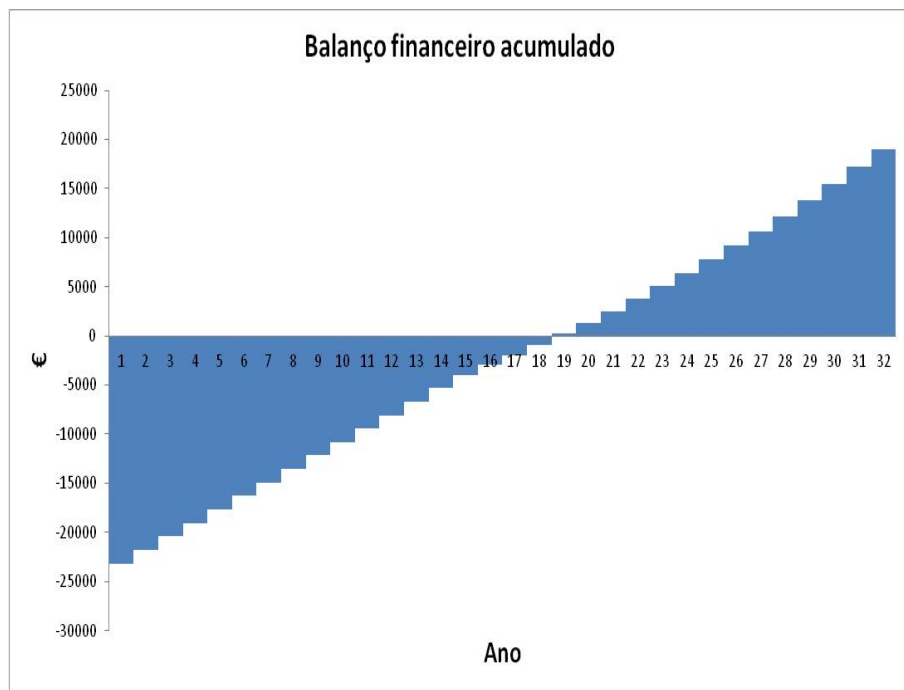


Figura A.3.27 – Modelo 1 – Balanco financeiro acumulado – 4000 kWh/Ano – Ligado – H – 12.1

Ano	Nº	Regime Bonificado	Regime geral (€/kWh)	Tarifa (€/kWh)	Produção (kWh)	Cash Flow (€)	Cash Flow acumulado (€)
2011	0					-24535,15	-24535,15
2011	1	0,3432	0,1406	0,3432	4000	1372,70	-23162,45
2012	2	0,3432	0,1459	0,3432	4000	1372,70	-21789,74
2013	3	0,3432	0,1515	0,3432	4000	1372,70	-20417,04
2014	4	0,3432	0,1572	0,3432	4000	1372,70	-19044,34
2015	5	0,3432	0,1632	0,3432	4000	1372,70	-17671,63
2016	6	0,3432	0,1694	0,3432	4000	1372,70	-16298,93
2017	7	0,3432	0,1759	0,3432	4000	1372,70	-14926,22
2018	8	0,3432	0,1825	0,3432	4000	1372,70	-13553,52
2019	9	0,3432	0,1895	0,3432	4000	1372,70	-12180,82
2020	10	0,3432	0,1967	0,3432	4000	1372,70	-10808,11
2021	11	0,3432	0,2042	0,3432	4000	1372,70	-9435,41
2022	12	0,3432	0,2119	0,3432	4000	1372,70	-8062,70
2023	13	0,3432	0,2200	0,3432	4000	1372,70	-6690,00
2024	14	0,3432	0,2283	0,3432	4000	1372,70	-5317,30
2025	15	0,3432	0,2370	0,3432	4000	1372,70	-3944,59
2026	16		0,2460	0,2460	4000	984,02	-2960,57
2027	17		0,2554	0,2554	4000	1021,42	-1939,15
2028	18		0,2651	0,2651	4000	1060,23	-878,92
2029	19		0,2751	0,2751	4000	1100,52	221,60
2030	20		0,2856	0,2856	4000	1142,34	1363,94
2031	21		0,2964	0,2964	4000	1185,75	2549,69
2032	22		0,3077	0,3077	4000	1230,81	3780,49
2033	23		0,3194	0,3194	4000	1277,58	5058,07
2034	24		0,3315	0,3315	4000	1326,12	6384,19
2035	25		0,3441	0,3441	4000	1376,52	7760,71

Sensibilidade ao consumo
4000 kWh/Ano
Sistema Ligado – H – 12.2
Modelo 2

Tabela A.3.69 – Modelo 2 - Potencia de Ligação – 4000 kWh/Ano – Ligado – H – 12.2

Equipamentos	Pot. Ligação
Módulos FV	2,98 kW
Wisper 80	

Tabela A.3.70 – Modelo 2 – Orçamento – 4000 kWh/Ano – Ligado – H – 12.2

Orçamento ligado à rede						
Equipamentos	Potência	Unidade	Preço € (unitário)	Quantidade	Total €	Total € (c/IVA 13%)
Módulos FV	180	W	685,00	11	7535,00	8515
Inversor SMA SB 2100	2100	W	1308,00	1	1308,00	1478
Estrutura modular galvanizada			400,00	1	400,00	452
Wisper 80	1000	W	3110,00	1	3110,00	3514
Inversor SMA Windy Boy wB 1100	1100	W	840,00	1	949,20	1073
WPB Box 400			1447,26	1	1635,40	1848
Torre de 12 m			2030,00	1	2030,00	2294
Contador de Energia Elétrica			750,00	1	750,00	848
Caixa para contador			45,00	1	45,00	51
Portinhola			115,00	1	115,00	130
Transporte / Montagem / material elétrico			1500,00	1	1500,00	1695
Sistema AQS			1592,92	1	1592,92	1800
Taxa para registo da unidade de microprodução			500,00	1	500,00	565

24262

Tabela A.3.71 – Indicadores Económicos – 4000 kWh/Ano – Ligado – H – 12.2

Orçamento (€)	Produção Anual (kWh/ano)	20 anos 8,00%		
		TIR	VAL	Payback
24261,69	4000,00	0,29%	-11708,40	19

25 anos 8,00%		
TIR	VAL	Payback
2,13%	-10618,73	19

Sensibilidade ao consumo
4000 kWh/Ano
Sistema Ligado – H – 12.2
Modelo 2

Tabela A.3.72 – Modelo 2 - Estudo económico microgeração – 4000 kWh/Ano – Ligado – H – 12.2

Ano	Nº	Regime Bonificado	Regime geral (€/kWh)	Tarifa (€/kWh)	Produção (kWh)	Cash Flow (€)	Cash Flow acumulado (€)
2011	0					-24261,69	-24261,69
2011	1	0,3278	0,1406	0,3278	4000,00	1311,36	-22950,33
2012	2	0,3278	0,1459	0,3278	4000,00	1311,36	-21638,96
2013	3	0,3278	0,1515	0,3278	4000,00	1311,36	-20327,60
2014	4	0,3278	0,1572	0,3278	4000,00	1311,36	-19016,23
2015	5	0,3278	0,1632	0,3278	4000,00	1311,36	-17704,87
2016	6	0,3278	0,1694	0,3278	4000,00	1311,36	-16393,51
2017	7	0,3278	0,1759	0,3278	4000,00	1311,36	-15082,14
2018	8	0,3278	0,1825	0,3278	4000,00	1311,36	-13770,78
2019	9	0,3278	0,1895	0,3278	4000,00	1311,36	-12459,41
2020	10	0,3278	0,1967	0,3278	4000,00	1311,36	-11148,05
2021	11	0,3278	0,2042	0,3278	4000,00	1311,36	-9836,68
2022	12	0,3278	0,2119	0,3278	4000,00	1311,36	-8525,32
2023	13	0,3278	0,2200	0,3278	4000,00	1311,36	-7213,95
2024	14	0,3278	0,2283	0,3278	4000,00	1311,36	-5902,59
2025	15	0,3278	0,2370	0,3278	4000,00	1311,36	-4591,23
2026	16		0,2460	0,2460	4000,00	984,02	-3607,20
2027	17		0,2554	0,2554	4000,00	1021,42	-2585,79
2028	18		0,2651	0,2651	4000,00	1060,23	-1525,56
2029	19		0,2751	0,2751	4000,00	1100,52	-425,04
2030	20		0,2856	0,2856	4000,00	1142,34	717,30
2031	21		0,2964	0,2964	4000,00	1185,75	1903,05
2032	22		0,3077	0,3077	4000,00	1230,81	3133,86
2033	23		0,3194	0,3194	4000,00	1277,58	4411,43
2034	24		0,3315	0,3315	4000,00	1326,12	5737,56
2035	25		0,3441	0,3441	4000,00	1376,52	7114,08

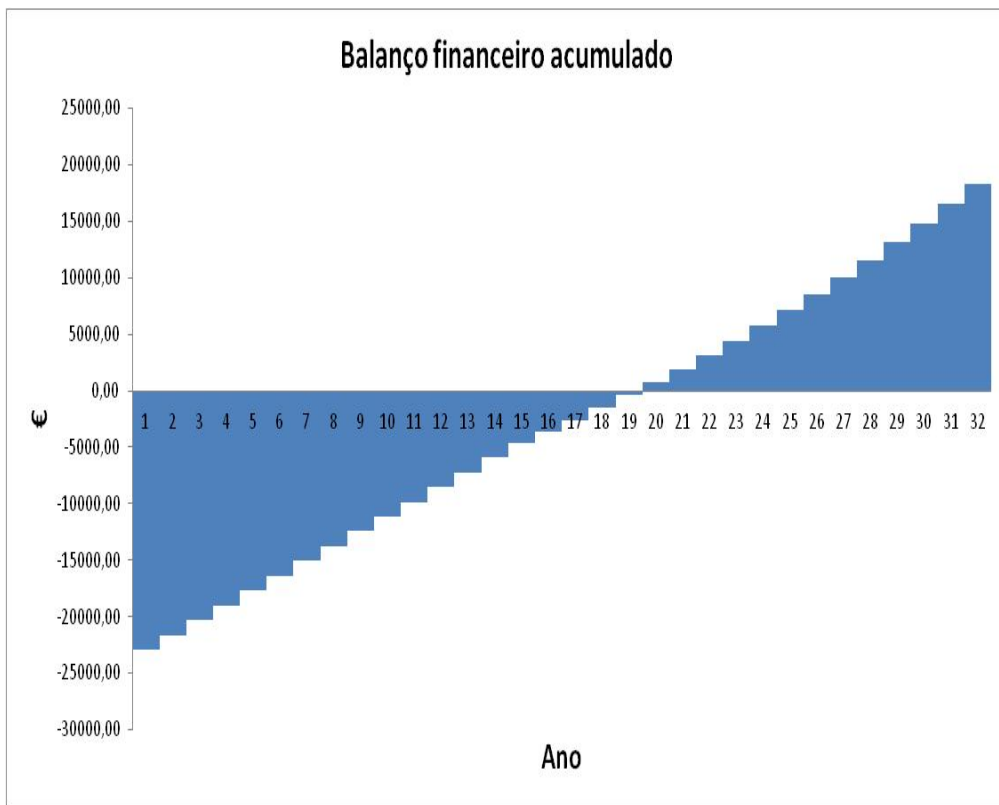


Figura A.3.28 – Modelo 2 – Balanço financeiro acumulado – 4000 kWh/Ano – Ligado – H – 12.2

Sensibilidade ao consumo
4000 kWh/Ano
Sistema Ligado – H – 12.3
Modelo 3

Tabela A.3.73 – Modelo 3 - Produção Total – 4000 kWh/Ano – Ligado – H – 12.3

Equipamentos	Pot. Ligação
Módulos FV	2,94 kW
Bornay 1500	

Tabela A.3.74 – Modelo 3 – Orçamento – 4000 kWh/Ano – Ligado – H – 12.3

Orçamento ligado à rede						
Equipamentos	Potência	Unidade	Preço € (unitário)	Quantidade	Total €	Total € (c/IVA 13%)
Módulos FV	180	W	685,00	2	1370,00	1548
Inversor SMA SB 2100	2100	W	1308,00	1	1308,00	1478
Estrutura modular galvanizada			400,00	1	400,00	452
Bornay 1500	1500	W	4261,00	1	4261,00	4815
Inversor SMA Windy Boy wB 2100 TL	2100	W	1308,00	1	1308,00	1478
WPB Box 400			1447,26	1	1447,26	1635
Torre de 12 m			2030,00	1	2030,00	2294
Contador de Energia Elétrica			750,00	1	750,00	848
Caixa para contador			45,00	1	45,00	51
Portinhola			115,00	1	115,00	130
Transporte / Montagem / material elétrico			1500,00	1	1500,00	1695
Sistema AQS			1592,92	1	1592,92	1800
Taxa para registo da unidade de microprodução			500,00	1	500,00	565

18789

Tabela A.3.75 – Indicadores Económicos – 4000 kWh/Ano – Ligado – H – 12.3

Orçamento (€)	Produção Anual (kWh/ano)	20 anos		Payback
		TIR	VAL	
18788,71	4000	2,41%	-6928,02	15

25 anos		Payback
TIR	VAL	
4,05%	-5838,35	15

Sensibilidade ao consumo
4000 kWh/Ano
Sistema Ligado – H – 12.3
Modelo 3

Tabela A.3.76 – Modelo 3 - Estudo económico microgeração – 4000 kWh/Ano – Ligado – H – 12.3

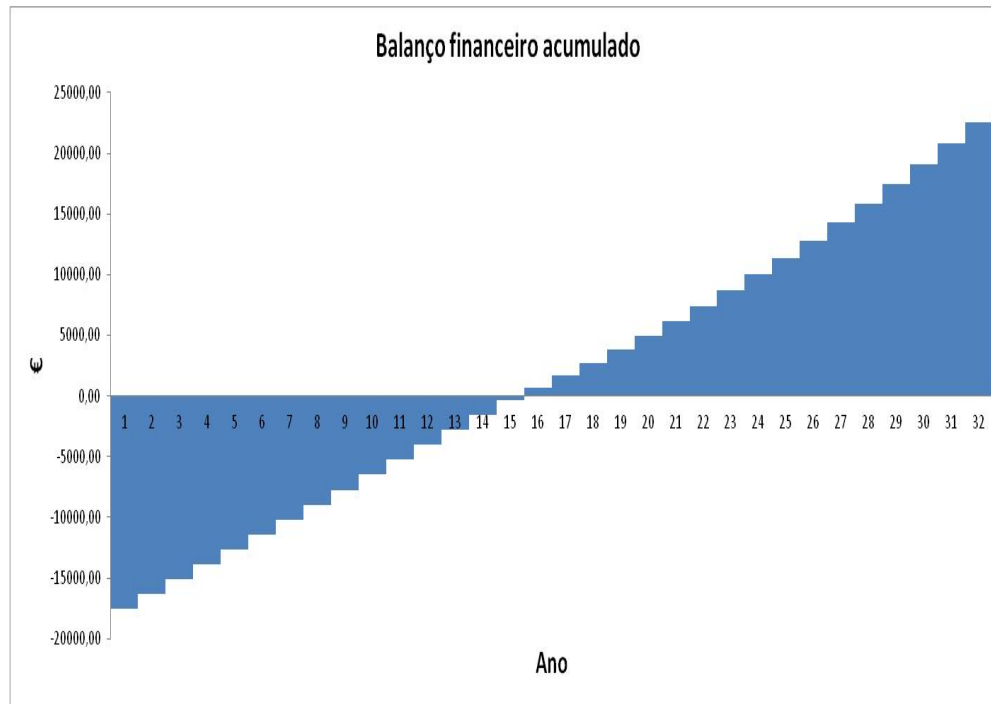


Figura A.3.29 – Modelo 3 – Balanço financeiro acumulado – 4000 kWh/Ano – Ligado – H – 12.3

Ano	Nº	Regime Bonificado	Regime geral (€/kWh)	Tarifa (€/kWh)	Produção (kWh)	Cash Flow (€)	Cash Flow acumulado (€)
2011	0					-18788,71	-18788,71
2011	1	0,3076	0,1406	0,3076	4000,00	1230,45	-17558,26
2012	2	0,3076	0,1459	0,3076	4000,00	1230,45	-16327,82
2013	3	0,3076	0,1515	0,3076	4000,00	1230,45	-15097,37
2014	4	0,3076	0,1572	0,3076	4000,00	1230,45	-13866,92
2015	5	0,3076	0,1632	0,3076	4000,00	1230,45	-12636,47
2016	6	0,3076	0,1694	0,3076	4000,00	1230,45	-11406,02
2017	7	0,3076	0,1759	0,3076	4000,00	1230,45	-10175,57
2018	8	0,3076	0,1825	0,3076	4000,00	1230,45	-8945,12
2019	9	0,3076	0,1895	0,3076	4000,00	1230,45	-7714,68
2020	10	0,3076	0,1967	0,3076	4000,00	1230,45	-6484,23
2021	11	0,3076	0,2042	0,3076	4000,00	1230,45	-5253,78
2022	12	0,3076	0,2119	0,3076	4000,00	1230,45	-4023,33
2023	13	0,3076	0,2200	0,3076	4000,00	1230,45	-2792,88
2024	14	0,3076	0,2283	0,3076	4000,00	1230,45	-1562,43
2025	15	0,3076	0,2370	0,3076	4000,00	1230,45	-331,98
2026	16		0,2460	0,2460	4000,00	984,02	652,04
2027	17		0,2554	0,2554	4000,00	1021,42	1673,46
2028	18		0,2651	0,2651	4000,00	1060,23	2733,69
2029	19		0,2751	0,2751	4000,00	1100,52	3834,21
2030	20		0,2856	0,2856	4000,00	1142,34	4976,55
2031	21		0,2964	0,2964	4000,00	1185,75	6162,29
2032	22		0,3077	0,3077	4000,00	1230,81	7393,10
2033	23		0,3194	0,3194	4000,00	1277,58	8670,68
2034	24		0,3315	0,3315	4000,00	1326,12	9996,80
2035	25		0,3441	0,3441	4000,00	1376,52	11373,32

Sensibilidade ao consumo
6000 kWh/Ano
Sistema Isolado - FV - 14

Tabela A.3.77 – Resumo do Sistema – 6000 kWh/Ano – Isolado – FV - 14

3,42 kWp		Orçamento (€)	Produção Anual (kWh/ano)	20 anos			25 anos		
				TIR	VAL	Payback	TIR	VAL	Payback
FV	Isolado	31919,675	6000	-	-20919,68	23	0,47%	-19285,17806	23

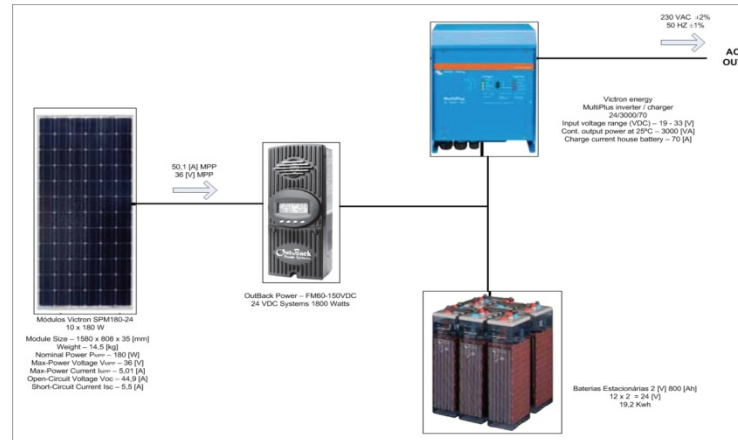


Figura A.3.30 – Constituição do sistema fotovoltaico isolado da RESP

Tabela A.3.78 – Orçamento – 6000 kWh/Ano – Isolado – FV - 14

Orçamento						
Equipamentos	Potência	Unidade	Preço € (unitário)	Quantidade	Total €	IVA (%)
Módulos FV	180	W	685,00	19	13015,00	13
Baterias	2000	Ah	912,00	12	10944,00	13
Regulador	80	Ah	651,50	1	651,50	13
Inversor	3000	VA	2137,00	1	2137,00	13
Instalação e material elétrico					1500,00	13
					28247,50	31919,67

Sensibilidade ao consumo

6000 kWh/Ano

Sistema Isolado - FV - 14

Tabela A.3.79 – Modelo 3 - Estudo económico microgeração – 6000 kWh/Ano – Isolado – FV – 14

Tabela A.3.80 – Indicadores Económicos – 6000 kWh/Ano – Isolado – FV – 14

Orçamento (€)	Produção Anual (kWh/ano)	20 anos		Payback
		TIR	VAL	
31919,68	6000	-	-20919,68	23

25 anos		8,00%	
TIR	VAL	Payback	
0,47%	-19285,18	23	

Ano	Nº	Regime geral (€/kWh)	Tarifa (€/kWh)	Produção (kWh)	Cash Flow (€)	Cash Flow acumulado (€)
2011	0				-31919,68	-31919,68
2011	1	0,1406	0,1406	6000	843,60	-31076,08
2012	2	0,1459	0,1459	6000	875,66	-30200,42
2013	3	0,1515	0,1515	6000	908,93	-29291,49
2014	4	0,1572	0,1572	6000	943,47	-28348,02
2015	5	0,1632	0,1632	6000	979,32	-27368,69
2016	6	0,1694	0,1694	6000	1016,54	-26352,15
2017	7	0,1759	0,1759	6000	1055,17	-25296,99
2018	8	0,1825	0,1825	6000	1095,26	-24201,73
2019	9	0,1895	0,1895	6000	1136,88	-23064,85
2020	10	0,1967	0,1967	6000	1180,08	-21884,76
2021	11	0,2042	0,2042	6000	1224,93	-20659,83
2022	12	0,2119	0,2119	6000	1271,47	-19388,36
2023	13	0,2200	0,2200	6000	1319,79	-18068,57
2024	14	0,2283	0,2283	6000	1369,94	-16698,63
2025	15	0,2370	0,2370	6000	1422,00	-15276,63
2026	16	0,2460	0,2460	6000	1476,04	-13800,59
2027	17	0,2554	0,2554	6000	1532,13	-12268,47
2028	18	0,2651	0,2651	6000	1590,35	-10678,12
2029	19	0,2751	0,2751	6000	1650,78	-9027,34
2030	20	0,2856	0,2856	6000	1713,51	-7313,83
2031	21	0,2964	0,2964	6000	1778,62	-5535,21
2032	22	0,3077	0,3077	6000	1846,21	-3689,00
2033	23	0,3194	0,3194	6000	1916,37	-1772,64
2034	24	0,3315	0,3315	6000	1989,19	216,55
2035	25	0,3441	0,3441	6000	2064,78	2281,33

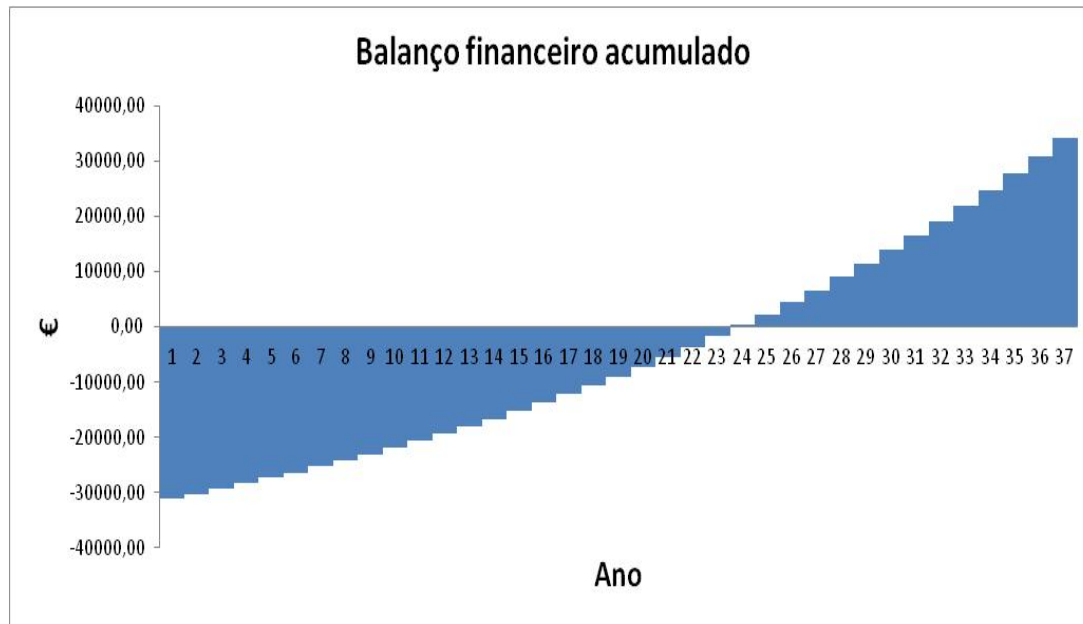


Figura A.3.31 – Modelo 3 – Balanço financeiro acumulado – 6000 kWh/Ano – Isolado – FV - 14

Sensibilidade ao consumo
6000 kWh/Ano
Sistema Isolado – H – 15

Tabela A.3.81 – Resumo do Sistema – 6000 kWh/Ano – Isolado – H – 15

Equipamentos	Pot. Ligação		Orçamento (€)	Produção Anual (kWh/ano)	20 anos			25 anos		
					TIR	VAL	Payback	TIR	VAL	Payback
mod1	3,84 kW	Isolado	38540,64	6000	-	-27540,64	26	-	-25906,14	26
Módulos FV Bornay 600										
mod2	4,06 kW	Isolado	38267,18	6000	-	-27267,18	26	-	-25632,68	26
Módulos FV Wisper 80										
mod3	4,2 kW	Isolado	38019,71	6000	-	-27019,71	26	-	-25385,21	26
Módulos FV Bornay 1500										
mod4	3,8 kW	Isolado	37420,00	6000	-	-26420,00	26	-	-24785,50	26
Módulos FV Bornay 3000										

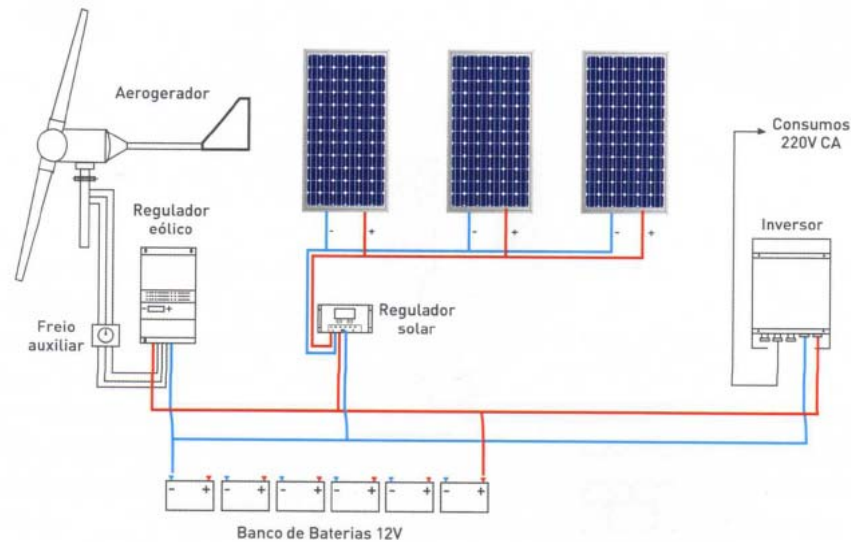


Figura A.3.32 – Constituição do sistema híbrido isolado da RESP

Sensibilidade ao consumo
6000 kWh/Ano
Sistema Isolado – H – 15.1
Modelo 1

Tabela A.3.82 – Modelo 1 – Produção Total – 6000 kWh/Ano – Isolado – H – 15.1

E (kWh) Bornay 600	E (kWh) FV
434,67	5565,33

Tabela A.3.83 – Modelo 1 – Orçamento – 6000 kWh/Ano – Isolado – H – 15.1

Orçamento						
Equipamentos	Potência	Unidade	Preço € (unitário)	Quantidade	Total €	Total € (c/IVA 13%)
Módulos FV	180	W	685,00	18	12330,00	13933
Estrutura modular galvanizada			400,00	1	400,00	452
Bornay 600	600	W	2667,00	1	2667,00	3014
WPB Box 400			1447,26	1	1447,26	1635
Torre de 12 m			2030,00	1	2030,00	2294
Baterias	2000	Ah	912,00	12	10944,00	12367
Regulador	80	Ah	651,50	1	651,50	736
Inversor	3000	VA	2137,00	1	2137,00	2415
Instalação e material elétrico			1500,00	1	1500,00	1695

38541

Tabela A.3.84 – Indicadores Económicos – 6000 kWh/Ano – Isolado – H – 15.1

Orçamento (€)	Produção Anual (kWh/ano)	20 anos 8,00%		
		TIR	VAL	Payback
38540,64	6000	-	-27540,64	26

25 anos 8,00%		
TIR	VAL	Payback
-	-25906,14	26

Sensibilidade ao consumo
6000 kWh/Ano
Sistema Isolado – H – 15.1
Modelo 1

Tabela A.3.85 – Modelo 1 - Estudo económico microgeração – 6000 kWh/Ano – Isolado – H – 15.1

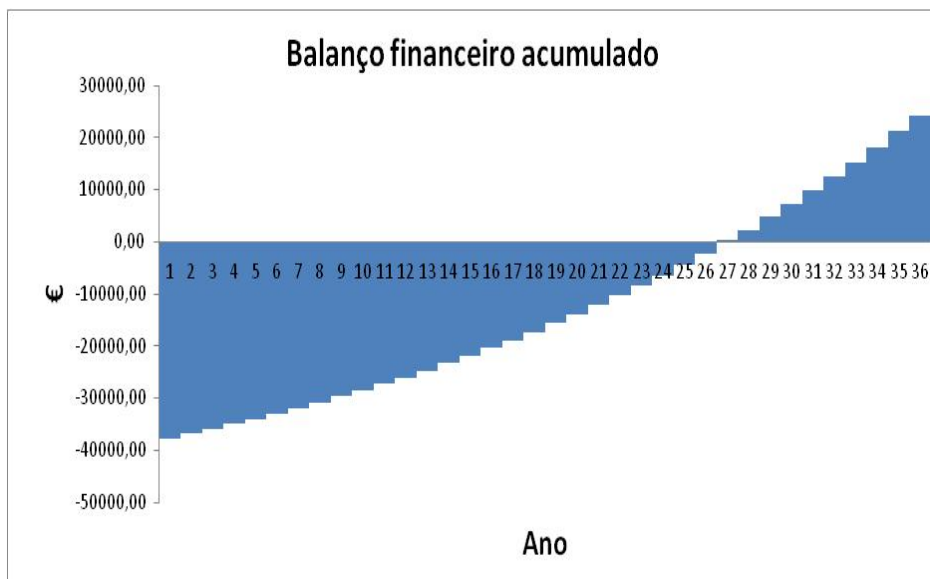


Figura A.3.33 – Modelo 1 – Balanço financeiro acumulado – 6000 kWh/Ano – Isolado – H – 15.1

Ano	Nº	Regime geral (€/kWh)	Tarifa (€/kWh)	Produção (kWh)	Cash Flow (€)	Cash Flow acumulado (€)
2011	0				-38540,64	-38540,64
2011	1	0,1406	0,1406	6000,00	843,60	-37697,04
2012	2	0,1459	0,1459	6000,00	875,66	-36821,38
2013	3	0,1515	0,1515	6000,00	908,93	-35912,45
2014	4	0,1572	0,1572	6000,00	943,47	-34968,98
2015	5	0,1632	0,1632	6000,00	979,32	-33989,66
2016	6	0,1694	0,1694	6000,00	1016,54	-32973,12
2017	7	0,1759	0,1759	6000,00	1055,17	-31917,95
2018	8	0,1825	0,1825	6000,00	1095,26	-30822,69
2019	9	0,1895	0,1895	6000,00	1136,88	-29685,81
2020	10	0,1967	0,1967	6000,00	1180,08	-28505,73
2021	11	0,2042	0,2042	6000,00	1224,93	-27280,80
2022	12	0,2119	0,2119	6000,00	1271,47	-26009,32
2023	13	0,2200	0,2200	6000,00	1319,79	-24689,53
2024	14	0,2283	0,2283	6000,00	1369,94	-23319,59
2025	15	0,2370	0,2370	6000,00	1422,00	-21897,59
2026	16	0,2460	0,2460	6000,00	1476,04	-20421,56
2027	17	0,2554	0,2554	6000,00	1532,13	-18889,43
2028	18	0,2651	0,2651	6000,00	1590,35	-17299,09
2029	19	0,2751	0,2751	6000,00	1650,78	-15648,31
2030	20	0,2856	0,2856	6000,00	1713,51	-13934,80
2031	21	0,2964	0,2964	6000,00	1778,62	-12156,18
2032	22	0,3077	0,3077	6000,00	1846,21	-10309,97
2033	23	0,3194	0,3194	6000,00	1916,37	-8393,60
2034	24	0,3315	0,3315	6000,00	1989,19	-6404,41
2035	25	0,3441	0,3441	6000,00	2064,78	-4339,64
2036	26	0,3572	0,3572	6000,00	2143,24	-2196,40
2037	27	0,3708	0,3708	6000,00	2224,68	28,28
2038	28	0,3849	0,3849	6000,00	2309,22	237,50

Sensibilidade ao consumo
6000 kWh/Ano
Sistema Isolado – H – 15.2
Modelo 2

Tabela A.3.86 – Modelo 2 – Produção Total – 6000 kWh/Ano – Isolado – H – 15.2

E (kWh) Wisper 80 (1000 W)	E (kWh) FV
565,85	5434,15

Tabela A.3.87 – Modelo 2 – Orçamento – 6000 kWh/Ano – Isolado – H – 15.2

Orçamento						
Equipamentos	Potência	Unidade	Preço € (unitário)	Quantidade	Total €	Total € (c/IVA 13%)
Módulos FV	180	W	685,00	17	11645,00	13159
Estrutura modular galvanizada			400,00	1	400,00	452
Wisper 80	1000	W	3110,00	1	3110,00	3514
WPB Box 400			1447,26	1	1447,26	1635
Torre de 12 m			2030,00	1	2030,00	2294
Baterias	2000	Ah	912,00	12	10944,00	12367
Regulador	80	Ah	651,50	1	651,50	736
Inversor	3000	VA	2137,00	1	2137,00	2415
Instalação e material elétrico			1500,00	1	1500,00	1695

38267

Tabela A.3.88 – Indicadores Económicos – 6000 kWh/Ano – Isolado – H – 15.2

Orçamento (€)	Produção Anual (kWh/ano)	20 anos 8,00%		
		TIR	VAL	Payback
38267,18	6000	-	-27267,18	26

25 anos 8,00%		
TIR	VAL	Payback
-	-25632,68	26

Sensibilidade ao consumo
6000 kWh/Ano
Sistema Isolado – H – 15.2
Modelo 2

Tabela A.3.89 – Modelo 2 - Estudo económico microgeração – 6000 kWh/Ano – Isolado – H – 15.2

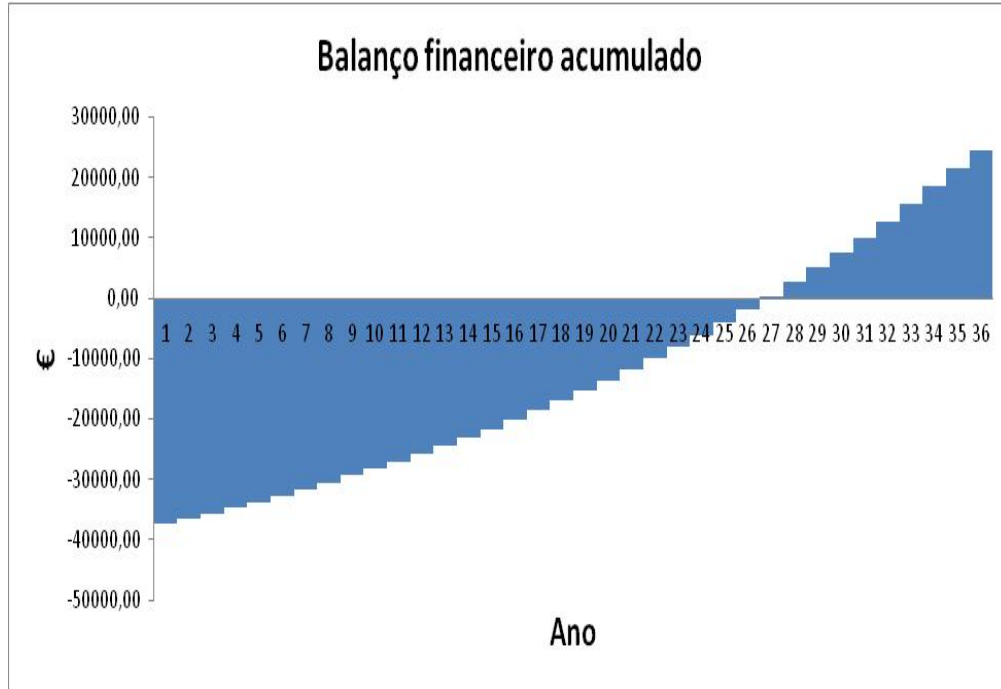


Figura A.3.34 – Modelo 2 – Balanço financeiro acumulado – 6000 kWh/Ano – Isolado – H – 15.2

Ano	Nº	Regime geral (€/kWh)	Tarifa (€/kWh)	Produção (kWh)	Cash Flow (€)	Cash Flow acumulado (€)
2011	0				-38267,18	-38267,18
2011	1	0,1406	0,1406	6000,00	843,60	-37423,58
2012	2	0,1459	0,1459	6000,00	875,66	-36547,92
2013	3	0,1515	0,1515	6000,00	908,93	-35638,99
2014	4	0,1572	0,1572	6000,00	943,47	-34695,52
2015	5	0,1632	0,1632	6000,00	979,32	-33716,20
2016	6	0,1694	0,1694	6000,00	1016,54	-32699,66
2017	7	0,1759	0,1759	6000,00	1055,17	-31644,49
2018	8	0,1825	0,1825	6000,00	1095,26	-30549,23
2019	9	0,1895	0,1895	6000,00	1136,88	-29412,35
2020	10	0,1967	0,1967	6000,00	1180,08	-28232,27
2021	11	0,2042	0,2042	6000,00	1224,93	-27007,34
2022	12	0,2119	0,2119	6000,00	1271,47	-25735,86
2023	13	0,2200	0,2200	6000,00	1319,79	-24416,07
2024	14	0,2283	0,2283	6000,00	1369,94	-23046,13
2025	15	0,2370	0,2370	6000,00	1422,00	-21624,13
2026	16	0,2460	0,2460	6000,00	1476,04	-20148,10
2027	17	0,2554	0,2554	6000,00	1532,13	-18615,97
2028	18	0,2651	0,2651	6000,00	1590,35	-17025,63
2029	19	0,2751	0,2751	6000,00	1650,78	-15374,85
2030	20	0,2856	0,2856	6000,00	1713,51	-13661,34
2031	21	0,2964	0,2964	6000,00	1778,62	-11882,72
2032	22	0,3077	0,3077	6000,00	1846,21	-10036,51
2033	23	0,3194	0,3194	6000,00	1916,37	-8120,14
2034	24	0,3315	0,3315	6000,00	1989,19	-6130,95
2035	25	0,3441	0,3441	6000,00	2064,78	-4066,18
2036	26	0,3572	0,3572	6000,00	2143,24	-1922,94
2037	27	0,3708	0,3708	6000,00	2224,68	301,74
2038	28	0,3849	0,3849	6000,00	2309,22	2610,96

Sensibilidade ao consumo
6000 kWh/Ano
Sistema Isolado – H – 15.3
Modelo 3

Tabela A.3.90 – Modelo 3 – Produção Total – 6000 kWh/Ano – Isolado – H – 15.3

E (kWh) Bornay 1500	E (kWh) FV
1261,71	4738,29

Tabela A.3.91 – Modelo 3 – Orçamento – 6000 kWh/Ano – Isolado – H – 15.3

Orçamento						
Equipamentos	Potência	Unidade	Preço € (unitário)	Quantidade	Total €	Total € (c/IVA 13%)
Módulos FV	180	W	685,00	15	10275,00	11611
Estrutura modular galvanizada			400,00	1	400,00	452
Bornay 1500	1500	W	4261,00	1	4261,00	4815
WPB Box 400			1447,26	1	1447,26	1635
Torre de 12 m			2030,00	1	2030,00	2294
Baterias	2000	Ah	912,00	12	10944,00	12367
Regulador	80	Ah	651,50	1	651,50	736
Inversor	3000	VA	2137,00	1	2137,00	2415
Instalação e material elétrico			1500,00	1	1500,00	1695
						38020

Tabela A.3.92 – Indicadores Económicos – 6000 kWh/Ano – Isolado – H – 15.3

Orçamento (€)	Produção Anual (kWh/ano)	20 anos		8,00%	
		TIR	VAL	Payback	
38019,71	6000,00	-	-27019,71	26	
		25 anos		8,00%	
		TIR	VAL	Payback	
		-	-25385,21	26	

Sensibilidade ao consumo
6000 kWh/Ano
Sistema Isolado – H – 15.3
Modelo 3

Tabela A.3.93 – Modelo 3 - Estudo económico microgeração – 6000 kWh/Ano – Isolado – H – 15.3

Ano	Nº	Regime geral (€/kWh)	Tarifa (€/kWh)	Produção (kWh)	Cash Flow (€)	Cash Flow acumulado (€)
2011	0				-38019,71	-38019,71
2011	1	0,1406	0,1406	6000,00	843,60	-37176,11
2012	2	0,1459	0,1459	6000,00	875,66	-36300,45
2013	3	0,1515	0,1515	6000,00	908,93	-35391,52
2014	4	0,1572	0,1572	6000,00	943,47	-34448,05
2015	5	0,1632	0,1632	6000,00	979,32	-33468,73
2016	6	0,1694	0,1694	6000,00	1016,54	-32452,19
2017	7	0,1759	0,1759	6000,00	1055,17	-31397,02
2018	8	0,1825	0,1825	6000,00	1095,26	-30301,76
2019	9	0,1895	0,1895	6000,00	1136,88	-29164,88
2020	10	0,1967	0,1967	6000,00	1180,08	-27984,80
2021	11	0,2042	0,2042	6000,00	1224,93	-26759,87
2022	12	0,2119	0,2119	6000,00	1271,47	-25488,39
2023	13	0,2200	0,2200	6000,00	1319,79	-24168,60
2024	14	0,2283	0,2283	6000,00	1369,94	-22798,66
2025	15	0,2370	0,2370	6000,00	1422,00	-21376,66
2026	16	0,2460	0,2460	6000,00	1476,04	-19900,63
2027	17	0,2554	0,2554	6000,00	1532,13	-18368,50
2028	18	0,2651	0,2651	6000,00	1590,35	-16778,16
2029	19	0,2751	0,2751	6000,00	1650,78	-15127,38
2030	20	0,2856	0,2856	6000,00	1713,51	-13413,87
2031	21	0,2964	0,2964	6000,00	1778,62	-11635,25
2032	22	0,3077	0,3077	6000,00	1846,21	-9789,04
2033	23	0,3194	0,3194	6000,00	1916,37	-7872,67
2034	24	0,3315	0,3315	6000,00	1989,19	-5883,48
2035	25	0,3441	0,3441	6000,00	2064,78	-3818,71
2036	26	0,3572	0,3572	6000,00	2143,24	-1675,47
2037	27	0,3708	0,3708	6000,00	2224,68	549,21
2038	28	0,3849	0,3849	6000,00	2309,22	2858,43

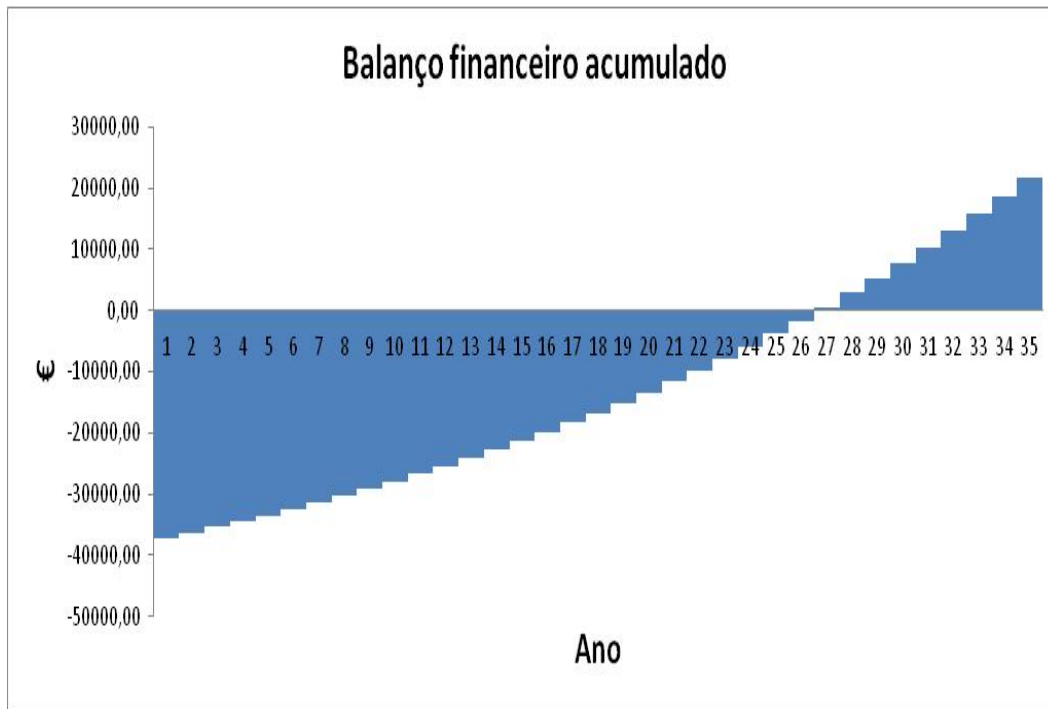


Figura A.3.35 – Modelo 3 – Balanço financeiro acumulado – 6000 kWh/Ano – Isolado – H – 15.3

Sensibilidade ao consumo
6000 kWh/Ano
Sistema Isolado – H – 15.4
Modelo 4

Tabela A.3.94 – Modelo 4 – Potencia de Ligação – 6000 kWh/Ano – Isolado – H – 15.4

E (kWh) Bornay 3000	E (kWh) FV
2481,60	3518,40

Tabela A.3.95 – Modelo 4 – Orçamento – 6000 kWh/Ano – Isolado – H – 15.4

Orçamento						
Equipamentos	Potência	Unidade	Preço € (unitário)	Quantidade	Total €	Total € (c/IVA 13%)
Módulos FV	180	W	685,00	11	7535,00	8515
Estrutura modular galvanizada			400,00	1	400,00	452
Bornay 3000	3000	W	6470,00	1	6470,00	7311
WPB Box 500			1447,26	1	1447,26	1635
Torre de 12 m			2030,00	1	2030,00	2294
Baterias	2000	Ah	912,00	12	10944,00	12367
Regulador	80	Ah	651,50	1	651,50	736
Inversor	3000	VA	2137,00	1	2137,00	2415
Instalação e material elétrico			1500,00	1	1500,00	1695

37420

Tabela A.3.96 – Indicadores Económicos – 6000 kWh/Ano – Isolado – H – 15.4

Orçamento (€)	Produção Anual (kWh/ano)	20 anos 8,00%		
		TIR	VAL	Payback
37420,00	6000	-	-26420,00	26

25 anos 8,00%		
TIR	VAL	Payback
-	-24785,50	26

Sensibilidade ao consumo
6000 kWh/Ano
Sistema Isolado – H – 15.4
Modelo 4

Tabela A.3.97 – Modelo 4 - Estudo económico microgeração – 6000 kWh/Ano – Isolado – H – 15.4

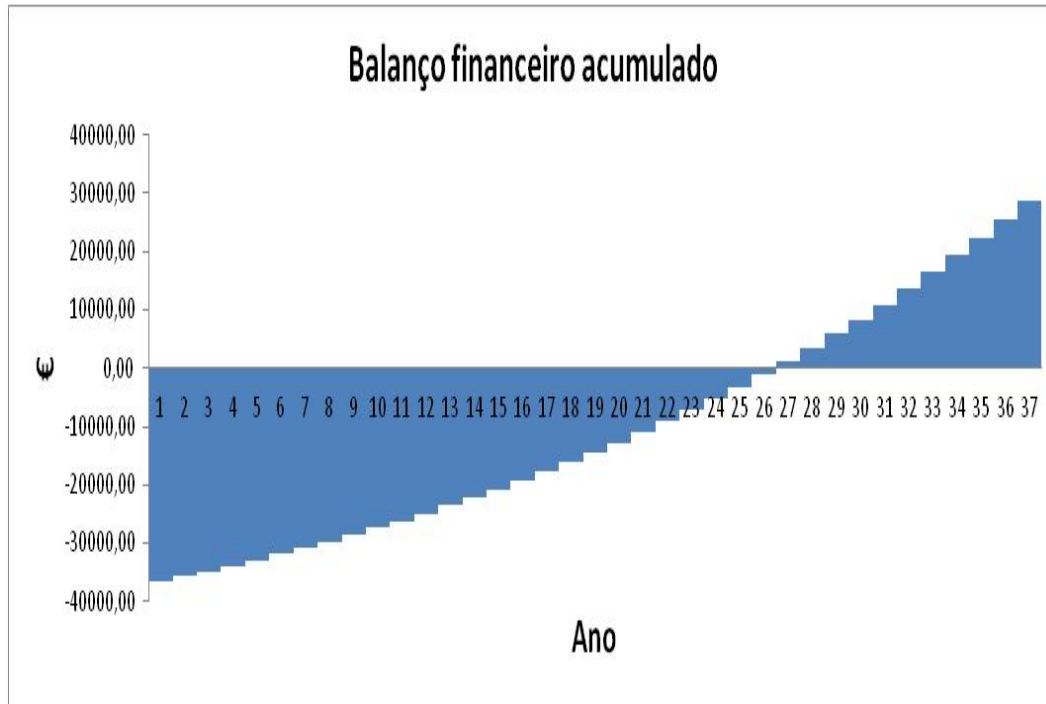


Figura A.3.36 – Modelo 4 – Balanço financeiro acumulado – 6000 kWh/Ano – Isolado – H – 15.4

Ano	Nº	Regime geral (€/kWh)	Tarifa (€/kWh)	Produção (kWh)	Cash Flow (€)	Cash Flow acumulado (€)
2011	0				-37420,00	-37420,00
2011	1	0,1406	0,1406	6000,00	843,60	-36576,40
2012	2	0,1459	0,1459	6000,00	875,66	-35700,74
2013	3	0,1515	0,1515	6000,00	908,93	-34791,81
2014	4	0,1572	0,1572	6000,00	943,47	-33848,34
2015	5	0,1632	0,1632	6000,00	979,32	-32869,02
2016	6	0,1694	0,1694	6000,00	1016,54	-31852,48
2017	7	0,1759	0,1759	6000,00	1055,17	-30797,31
2018	8	0,1825	0,1825	6000,00	1095,26	-29702,05
2019	9	0,1895	0,1895	6000,00	1136,88	-28565,17
2020	10	0,1967	0,1967	6000,00	1180,08	-27385,09
2021	11	0,2042	0,2042	6000,00	1224,93	-26160,16
2022	12	0,2119	0,2119	6000,00	1271,47	-24888,69
2023	13	0,2200	0,2200	6000,00	1319,79	-23568,90
2024	14	0,2283	0,2283	6000,00	1369,94	-22198,95
2025	15	0,2370	0,2370	6000,00	1422,00	-20776,95
2026	16	0,2460	0,2460	6000,00	1476,04	-19300,92
2027	17	0,2554	0,2554	6000,00	1532,13	-17768,79
2028	18	0,2651	0,2651	6000,00	1590,35	-16178,45
2029	19	0,2751	0,2751	6000,00	1650,78	-14527,67
2030	20	0,2856	0,2856	6000,00	1713,51	-12814,16
2031	21	0,2964	0,2964	6000,00	1778,62	-11035,54
2032	22	0,3077	0,3077	6000,00	1846,21	-9189,33
2033	23	0,3194	0,3194	6000,00	1916,37	-7272,96
2034	24	0,3315	0,3315	6000,00	1989,19	-5283,78
2035	25	0,3441	0,3441	6000,00	2064,78	-3219,00
2036	26	0,3572	0,3572	6000,00	2143,24	-1075,76
2037	27	0,3708	0,3708	6000,00	2224,68	1148,92
2038	28	0,3849	0,3849	6000,00	2309,22	3458,14

Sensibilidade ao consumo

6000 kWh/Ano

Sistema Ligado - FV – 17

Tabela A.3.98 – Resumo do Sistema – 6000 kWh/Ano – Ligado – FV – 17

3,42 kWp		Orçamento (€)	Produção Anual (kWh/ano)	20 anos			25 anos		
				TIR	VAL	Payback	TIR	VAL	Payback
FV	Ligado RESP	22525,42	6000	5,44%	-3667,93	11	6,82%	-2033,43	11

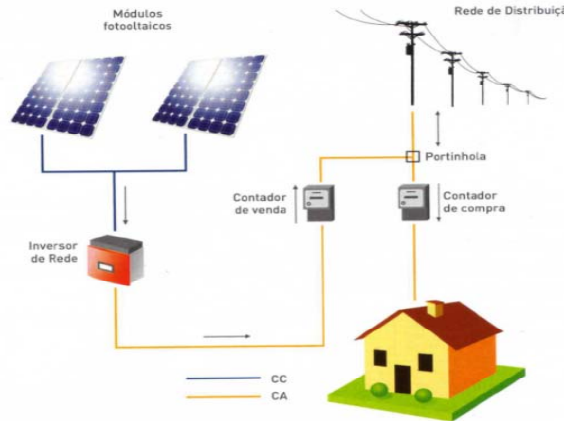


Figura A.3.37 – Sistema fotovoltaico ligado à rede [3]

Tabela A.3.99 – Orçamento – 6000 kWh/Ano – Ligado – FV – 17

Orçamento Sistema Ligado à RESP						
Equipamentos	Potência	Unidade	Preço € (unitário)	Quantidade	Total €	Total € (c/IVA 13%)
Módulos FV	180	W	685,00	19	13015,00	14707
Estrutura modular galvanizada			400,00	1	400,00	452
Inversor SMA SB 3800			1809,00	1	1809,00	2044
Contador de Energia Elétrica			750,00	1	750,00	848
Caixa para contador			45,00	1	45,00	51
Portinhola			115,00	1	115,00	130
Transporte / Montagem / material elétrico			1500,00	1	1500,00	1695
Sistema AQS			1800,00	1	1800,00	2034
Taxa para registo da unidade de microprodução			500,00	1	500,00	565

22525,42

Sensibilidade ao consumo
6000 kWh/Ano
Sistema Ligado - FV – 17

Tabela A.3.101 – Indicadores Económicos – 6000 kWh/Ano – Ligado – FV – 17

Orçamento (€)	Produção Anual (kWh/ano)	TIR	VAL	Payback
22525,42	6000	5,44%	-3667,93	11
		25 anos	8,00%	
		TIR	VAL	Payback
		6,82%	-2033,43	11

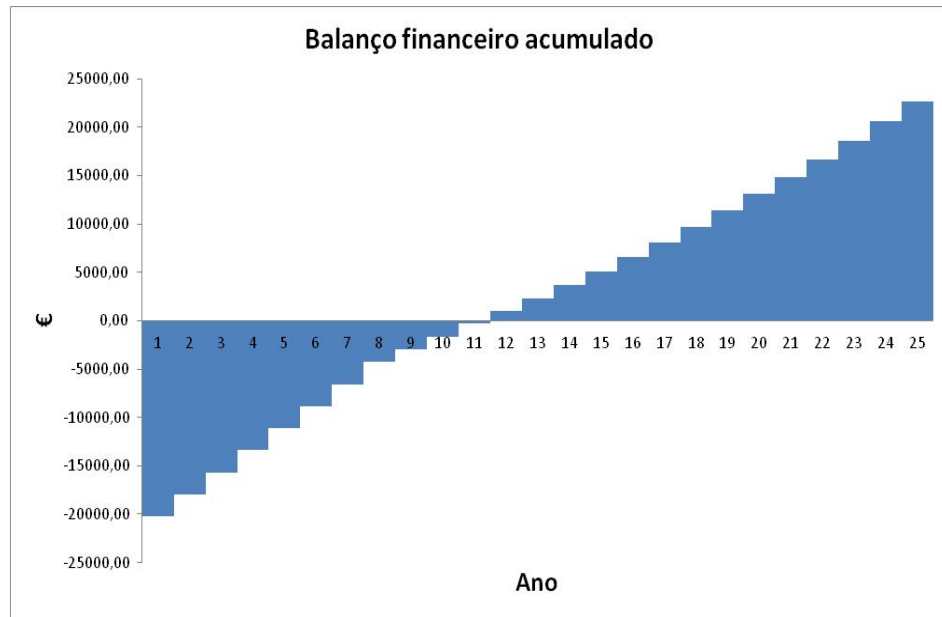


Figura A.3.38 – Balanço financeiro acumulado – 6000 kWh/Ano – Ligado – FV - 17

Tabela A.3.100 – Estudo económico microgeração – 6000 kWh/Ano – Ligado – FV - 17

Ano	Nº	Regime bonificado (€/kWh)	Regime geral (€/kWh)	Tarifa (€/kWh)	Produção (kWh)	Cash Flow (€)	Cash Flow acumulado (€)
2011	0					-22525,42	-22525,42
2011	1	0,38	0,1406	0,3800	6000	2280,00	-20245,42
2012	2	0,38	0,1459	0,3800	6000	2280,00	-17965,42
2013	3	0,38	0,1515	0,3800	6000	2280,00	-15685,42
2014	4	0,38	0,1572	0,3800	6000	2280,00	-13405,42
2015	5	0,38	0,1632	0,3800	6000	2280,00	-11125,42
2016	6	0,38	0,1694	0,3800	6000	2280,00	-8845,42
2017	7	0,38	0,1759	0,3800	6000	2280,00	-6565,42
2018	8	0,38	0,1825	0,3800	6000	2280,00	-4285,42
2019	9	0,22	0,1895	0,2200	6000	1320,00	-2965,42
2020	10	0,22	0,1967	0,2200	6000	1320,00	-1645,42
2021	11	0,22	0,2042	0,2200	6000	1320,00	-325,42
2022	12	0,22	0,2119	0,2200	6000	1320,00	994,58
2023	13	0,22	0,2200	0,2200	6000	1320,00	2314,58
2024	14	0,22	0,2283	0,2283	6000	1369,94	3684,52
2025	15	0,22	0,2370	0,2370	6000	1422,00	5106,52
2026	16	-	0,2460	0,2460	6000	1476,04	6582,56
2027	17	-	0,2554	0,2554	6000	1532,13	8114,68
2028	18	-	0,2651	0,2651	6000	1590,35	9705,03
2029	19	-	0,2751	0,2751	6000	1650,78	11355,81
2030	20	-	0,2856	0,2856	6000	1713,51	13069,32
2031	21	-	0,2964	0,2964	6000	1778,62	14847,94
2032	22	-	0,3077	0,3077	6000	1846,21	16694,15
2033	23	-	0,3194	0,3194	6000	1916,37	18610,51
2034	24	-	0,3315	0,3315	6000	1989,19	20599,70
2035	25	-	0,3441	0,3441	6000	2064,78	22664,48

Sensibilidade ao consumo
6000 kWh/Ano
Sistema Ligado – H – 18

Tabela A.3.102 – Resumo do Sistema – 6000 kWh/Ano – Ligado – H – 18

Equipamentos	Pot. Ligação		Orçamento (€)	Produção Anual (kWh/ano)	20 anos			25 anos		
					TIR	VAL	Payback	TIR	VAL	Payback
mod1	3,84 kW	Ligado RESP	29745,58	6000	3,11%	-9569,59	14	4,55%	-7935,09	14
Módulos FV Bornay 600										
mod2	4,06 kW	Ligado RESP	29185,10	6000	2,93%	-9743,53	14	4,43%	-8109,03	14
Módulos FV Wisper 80										
mod3	4,2 kW	Ligado RESP	29130,47	6000	2,55%	-10439,49	14	4,12%	-8804,99	14
Módulos FV Bornay 1500										
mod4	3,8 kW	Ligado RESP	25755,16	6000	3,94%	-7064,18	13	5,36%	-5429,68	13
Módulos FV Bornay 3000										

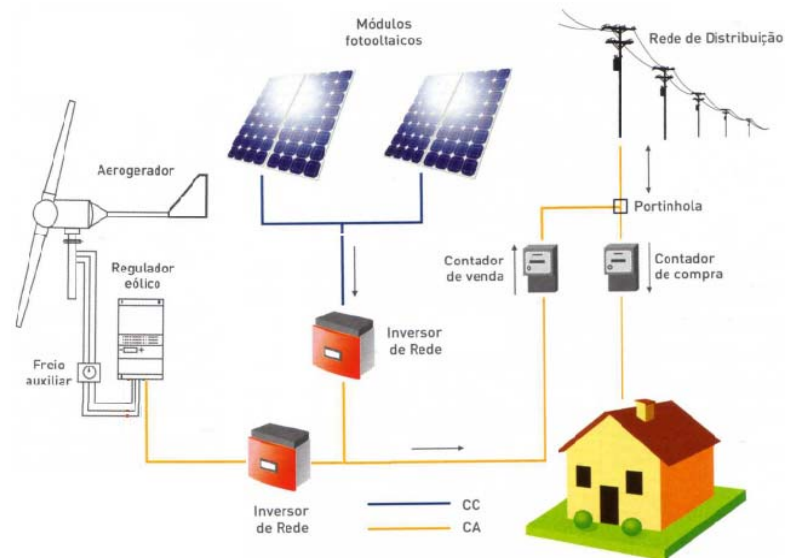


Figura A.3.39 – Constituição do sistema híbrido Ligado da RESP

Sensibilidade ao consumo

6000 kWh/Ano

Sistema Ligado – H – 18.1

Tabela A.3.103 – Modelo 1 – Potência de Ligação – 6000 kWh/Ano – Ligado – H – 18.1

Equipamentos	Pot. Ligação
Módulos FV	3,84 kW
Bornay 600	

Tabela A.3.104 – Modelo 1 – Orçamento – 6000 kWh/Ano – Ligado – H – 18.1

Orçamento ligado à rede						
Equipamentos	Potência	Unidade	Preço € (unitário)	Quantidade	Total €	Total € (c/IVA 13%)
Módulos FV	180	W	685,00	18	12330,00	13933
Inversor SMA SB 3800	3800	W	1809,00	1	1809,00	2044
Estrutura modular galvanizada			400,00	1	400,00	452
Bornay 600	600	W	2667,00	1	2667,00	3014
Inversor SMA Windy Boy wB 1100	1100	W	840,00	1	949,20	1073
WPB Box 400			1447,26	1	1635,40	1848
Torre de 12 m			2030,00	1	2030,00	2294
Contador de Energia Elétrica			750,00	1	750,00	848
Caixa para contador			45,00	1	45,00	51
Portinhola			115,00	1	115,00	130
Transporte / Montagem / material elétrico			1500,00	1	1500,00	1695
Sistema AQS			1592,92	1	1592,92	1800
Taxa para registo da unidade de microprodução			500,00	1	500,00	565

29746

Tabela A.3.105 – Indicadores Económicos – 6000 kWh/Ano – Ligado – H – 18.1

Orçamento (€)	Produção Anual (kWh/ano)	20 anos		Payback
		TIR	VAL	
29745,58	6000	3,11%	-9569,59	14

25 anos		Payback
TIR	VAL	
4,55%	-7935,09	14

Sensibilidade ao consumo
6000 kWh/Ano
Sistema Ligado – H – 18.1

Tabela A.3.106 – Modelo 1 - Estudo económico microgeração – 6000 kWh/Ano – Ligado – H – 18.1

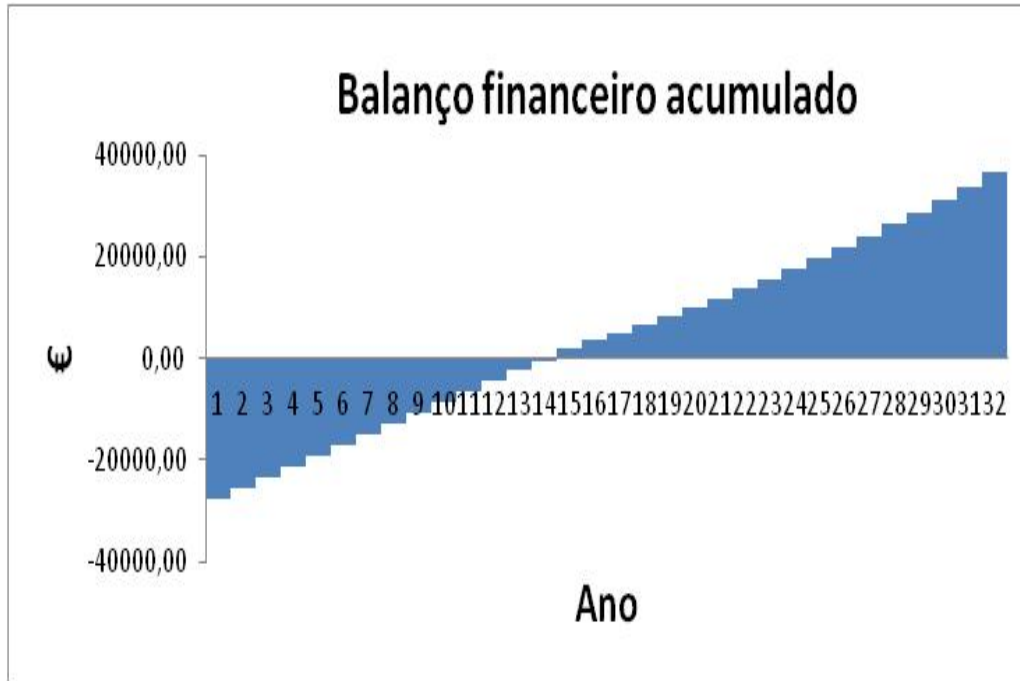


Figura A.3.40 – Modelo 1 – Balanco financeiro acumulado – 6000 kWh/Ano – Ligado – H – 18.1

Ano	Nº	Regime bonificado (€/kWh)	Regime geral (€/kWh)	Tarifa (€/kWh)	Produção (kWh)	Cash Flow (€)	Cash Flow acumulado (€)
2011	0					-29745,58	-29745,58
2011	1	0,3541	0,1406	0,3541	6000,00	2124,31	-27621,28
2012	2	0,3541	0,1459	0,3541	6000,00	2124,31	-25496,97
2013	3	0,3541	0,1515	0,3541	6000,00	2124,31	-23372,67
2014	4	0,3541	0,1572	0,3541	6000,00	2124,31	-21248,36
2015	5	0,3541	0,1632	0,3541	6000,00	2124,31	-19124,06
2016	6	0,3541	0,1694	0,3541	6000,00	2124,31	-16999,75
2017	7	0,3541	0,1759	0,3541	6000,00	2124,31	-14875,44
2018	8	0,3541	0,1825	0,3541	6000,00	2124,31	-12751,14
2019	9	0,3541	0,1895	0,3541	6000,00	2124,31	-10626,83
2020	10	0,3541	0,1967	0,3541	6000,00	2124,31	-8502,53
2021	11	0,3541	0,2042	0,3541	6000,00	2124,31	-6378,22
2022	12	0,3541	0,2119	0,3541	6000,00	2124,31	-4253,92
2023	13	0,3541	0,2200	0,3541	6000,00	2124,31	-2129,61
2024	14	0,3541	0,2283	0,3541	6000,00	2124,31	-5,31
2025	15	0,3541	0,2370	0,3541	6000,00	2124,31	2119,00
2026	16		0,2460	0,2460	6000,00	1476,04	3595,03
2027	17		0,2554	0,2554	6000,00	1532,13	5127,16
2028	18		0,2651	0,2651	6000,00	1590,35	6717,50
2029	19		0,2751	0,2751	6000,00	1650,78	8368,28
2030	20		0,2856	0,2856	6000,00	1713,51	10081,79
2031	21		0,2964	0,2964	6000,00	1778,62	11860,41
2032	22		0,3077	0,3077	6000,00	1846,21	13706,62
2033	23		0,3194	0,3194	6000,00	1916,37	15622,99
2034	24		0,3315	0,3315	6000,00	1989,19	17612,18
2035	25		0,3441	0,3441	6000,00	2064,78	19676,95

Sensibilidade ao consumo

6000 kWh/Ano

Sistema Ligado – H – 18.2

Tabela A.3.107 – Modelo 2 – Potência de Ligação – 6000 kWh/Ano – Ligado – H – 18.2

Equipamentos	Pot. Ligação
Módulos FV	4,06 kW
Wisper 80	

Tabela A.3.108 – Modelo 2 – Orçamento – 6000 kWh/Ano – Ligado – H – 18.2

Orçamento ligado à rede						
Equipamentos	Potência	Unidade	Preço € (unitário)	Quantidade	Total €	Total € (c/IVA 13%)
Módulos FV	180	W	685,00	17	11645,00	13159
Inversor SMA SB 3000	3000	W	1555,00	1	1555,00	1757
Estrutura modular galvanizada			400,00	1	400,00	452
Wisper 80	1000	W	3110,00	1	3110,00	3514
Inversor SMA Windy Boy wB 1100	1100	W	840,00	1	949,20	1073
WPB Box 400			1447,26	1	1635,40	1848
Torre de 12 m			2030,00	1	2030,00	2294
Contador de Energia Elétrica			750,00	1	750,00	848
Caixa para contador			45,00	1	45,00	51
Portinhola			115,00	1	115,00	130
Transporte / Montagem / material elétrico			1500,00	1	1500,00	1695
Sistema AQS			1592,92	1	1592,92	1800
Taxa para registo da unidade de microprodução			500,00	1	500,00	565

29185

Tabela A.3.109 – Indicadores Económicos – 6000 kWh/Ano – Ligado – H – 18.2

Orçamento (€)	Produção Anual (kWh/ano)	20 anos		8,00%
		TIR	VAL	Payback
29185,10	6000	2,93%	-9743,53	14

25 anos		8,00%
TIR	VAL	Payback
4,43%	-8109,03	14

Sensibilidade ao consumo
6000 kWh/Ano
Sistema Ligado – H – 18.2

Tabela A.3.110 – Modelo 2 - Estudo económico microgeração – 6000 kWh/Ano – Ligado – H – 18.2

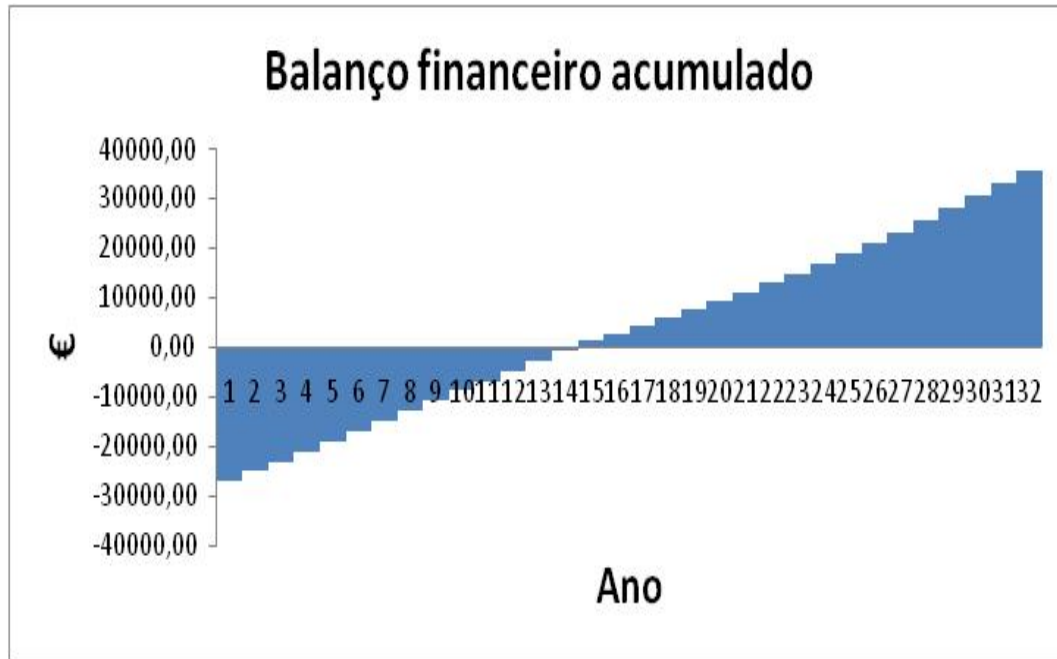


Figura A.3.41 – Modelo 2 – Balanco financeiro acumulado – 6000 kWh/Ano – Ligado – H – 18.2

Ano	Nº	Regime bonificado (€/kWh)	Regime geral (€/kWh)	Tarifa (€/kWh)	Produção (kWh)	Cash Flow (€)	Cash Flow acumulado (€)
2011	0					-29185,10	-29185,10
2011	1	0,3398	0,1406	0,3398	6000,00	2038,50	-27146,60
2012	2	0,3398	0,1459	0,3398	6000,00	2038,50	-25108,10
2013	3	0,3398	0,1515	0,3398	6000,00	2038,50	-23069,59
2014	4	0,3398	0,1572	0,3398	6000,00	2038,50	-21031,09
2015	5	0,3398	0,1632	0,3398	6000,00	2038,50	-18992,59
2016	6	0,3398	0,1694	0,3398	6000,00	2038,50	-16954,08
2017	7	0,3398	0,1759	0,3398	6000,00	2038,50	-14915,58
2018	8	0,3398	0,1825	0,3398	6000,00	2038,50	-12877,08
2019	9	0,3398	0,1895	0,3398	6000,00	2038,50	-10838,57
2020	10	0,3398	0,1967	0,3398	6000,00	2038,50	-8800,07
2021	11	0,3398	0,2042	0,3398	6000,00	2038,50	-6761,57
2022	12	0,3398	0,2119	0,3398	6000,00	2038,50	-4723,06
2023	13	0,3398	0,2200	0,3398	6000,00	2038,50	-2684,56
2024	14	0,3398	0,2283	0,3398	6000,00	2038,50	-646,06
2025	15	0,3398	0,2370	0,3398	6000,00	2038,50	1392,45
2026	16		0,2460	0,2460	6000,00	1476,04	2868,48
2027	17		0,2554	0,2554	6000,00	1532,13	4400,61
2028	18		0,2651	0,2651	6000,00	1590,35	5990,95
2029	19		0,2751	0,2751	6000,00	1650,78	7641,73
2030	20		0,2856	0,2856	6000,00	1713,51	9355,24
2031	21		0,2964	0,2964	6000,00	1778,62	11133,86
2032	22		0,3077	0,3077	6000,00	1846,21	12980,07
2033	23		0,3194	0,3194	6000,00	1916,37	14896,44
2034	24		0,3315	0,3315	6000,00	1989,19	16885,62
2035	25		0,3441	0,3441	6000,00	2064,78	18950,40

Sensibilidade ao consumo

6000 kWh/Ano

Sistema Ligado – H – 18.3

Tabela A.3.111 – Modelo 3 – Potência de Ligação – 6000 kWh/Ano – Ligado – H – 18.3

Equipamentos	Pot. Ligação
Módulos FV	4,2 kW
Bornay 1500	

Tabela A.3.112 – Modelo 3 – Orçamento – 6000 kWh/Ano – Ligado – H – 18.3

Orçamento ligado à rede						
Equipamentos	Potência	Unidade	Preço € (unitário)	Quantidade	Total €	Total € (c/IVA 13%)
Módulos FV	180	W	685,00	15	10275,00	11611
Inversor SMA SB 3000	3000	W	1555,00	1	1555,00	1757
Estrutura modular galvanizada			400,00	1	400,00	452
Bornay 1500	1500	W	4261,00	1	4261,00	4815
Inversor SMA Windy Boy wB 2100 TL	2100	W	1308,00	1	1308,00	1478
WPB Box 400			1447,26	1	1447,26	1635
Torre de 12 m			2030,00	1	2030,00	2294
Contador de Energia Elétrica			750,00	1	750,00	848
Caixa para contador			45,00	1	45,00	51
Portinhola			115,00	1	115,00	130
Transporte / Montagem / material elétrico			1500,00	1	1500,00	1695
Sistema AQS			1592,92	1	1592,92	1800
Taxa para registo da unidade de microprodução			500,00	1	500,00	565

29130

Tabela A.3.113 – Indicadores Económicos – 6000 kWh/Ano – Ligado – H – 18.3

Orçamento (€)	Produção Anual (kWh/ano)	20 anos 8,00%		
		TIR	VAL	Payback
29130,47	6000,00	2,55%	-10439,49	14
		25 anos 8,00%		
		TIR	VAL	Payback
		4,12%	-8804,99	14

Sensibilidade ao consumo
 6000 kWh/Ano
 Sistema Ligado – H – 18.3

Tabela A.3.114 – Modelo 3 - Estudo económico microgeração – 6000 kWh/Ano – Ligado – H – 18.3

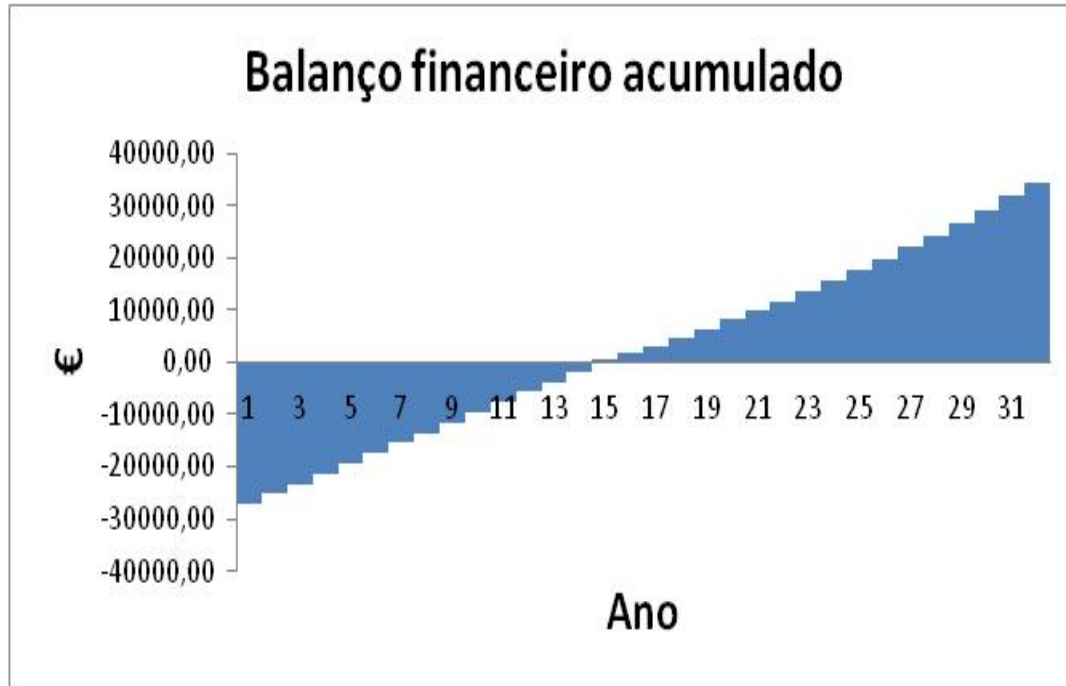


Figura A.3.42 – Modelo 3 – Balanço financeiro acumulado – 6000 kWh/Ano – Ligado – H – 18.3

Ano	Nº	Regime bonificado (€/kWh)	Regime geral (€/kWh)	Tarifa (€/kWh)	Produção (kWh)	Cash Flow (€)	Cash Flow acumulado (€)
2011	0					-29130,47	-29130,47
2011	1	0,3251	0,1406	0,3251	6000,00	1950,81	-27179,66
2012	2	0,3251	0,1459	0,3251	6000,00	1950,81	-25228,85
2013	3	0,3251	0,1515	0,3251	6000,00	1950,81	-23278,04
2014	4	0,3251	0,1572	0,3251	6000,00	1950,81	-21327,22
2015	5	0,3251	0,1632	0,3251	6000,00	1950,81	-19376,41
2016	6	0,3251	0,1694	0,3251	6000,00	1950,81	-17425,60
2017	7	0,3251	0,1759	0,3251	6000,00	1950,81	-15474,78
2018	8	0,3251	0,1825	0,3251	6000,00	1950,81	-13523,97
2019	9	0,3251	0,1895	0,3251	6000,00	1950,81	-11573,16
2020	10	0,3251	0,1967	0,3251	6000,00	1950,81	-9622,35
2021	11	0,3251	0,2042	0,3251	6000,00	1950,81	-7671,53
2022	12	0,3251	0,2119	0,3251	6000,00	1950,81	-5720,72
2023	13	0,3251	0,2200	0,3251	6000,00	1950,81	-3769,91
2024	14	0,3251	0,2283	0,3251	6000,00	1950,81	-1819,10
2025	15	0,3251	0,2370	0,3251	6000,00	1950,81	131,72
2026	16		0,2460	0,2460	6000,00	1476,04	1607,75
2027	17		0,2554	0,2554	6000,00	1532,13	3139,88
2028	18		0,2651	0,2651	6000,00	1590,35	4730,22
2029	19		0,2751	0,2751	6000,00	1650,78	6381,00
2030	20		0,2856	0,2856	6000,00	1713,51	8094,51
2031	21		0,2964	0,2964	6000,00	1778,62	9873,13
2032	22		0,3077	0,3077	6000,00	1846,21	11719,34
2033	23		0,3194	0,3194	6000,00	1916,37	13635,71
2034	24		0,3315	0,3315	6000,00	1989,19	15624,90
2035	25		0,3441	0,3441	6000,00	2064,78	17689,67

Sensibilidade ao consumo

6000 kWh/Ano

Sistema Ligado – H – 18.4

Tabela A.3.115 – Modelo 4 – Potência de Ligação – 6000 kWh/Ano – Ligado – H – 18.4

Equipamentos	Pot. Ligação
Módulos FV	3,8 kW
Bornay 3000	

Tabela A.3.116 – Modelo 4 – Orçamento – 6000 kWh/Ano – Ligado – H – 18.4

Orçamento ligado à rede						
Equipamentos	Potência	Unidade	Preço € (unitário)	Quantidade	Total €	Total € (c/IVA 13%)
Módulos FV	180	W	685,00	11	7535,00	8515
Inversor SMA SB 2100	2100	W	1308,00	1	1308,00	1478
Estrutura modular galvanizada			400,00	1	400,00	452
Bornay 1500	1500	W	4261,00	1	4261,00	4815
Inversor SMA Windy Boy wB 2100 TL	2100	W	1308,00	1	1308,00	1478
WPB Box 400			1447,26	1	1447,26	1635
Torre de 12 m			2030,00	1	2030,00	2294
Contador de Energia Elétrica			750,00	1	750,00	848
Caixa para contador			45,00	1	45,00	51
Portinhola			115,00	1	115,00	130
Transporte / Montagem / material elétrico			1500,00	1	1500,00	1695
Sistema AQS			1592,92	1	1592,92	1800
Taxa para registo da unidade de microprodução			500,00	1	500,00	565

25755

Tabela A.3.117 – Indicadores Económicos – 6000 kWh/Ano – Ligado – H – 18.4

Orçamento (€)	Produção Anual (kWh/ano)	20 anos		Payback
		TIR	VAL	
25755,16	6000	3,94%	-7064,18	13

25 anos		Payback
TIR	VAL	
5,36%	-5429,68	13

Sensibilidade ao consumo
6000 kWh/Ano
Sistema Ligado – H – 18.4

Tabela A.3.118 – Modelo 4 - Estudo económico microgeração – 6000 kWh/Ano – Ligado – H – 18.4

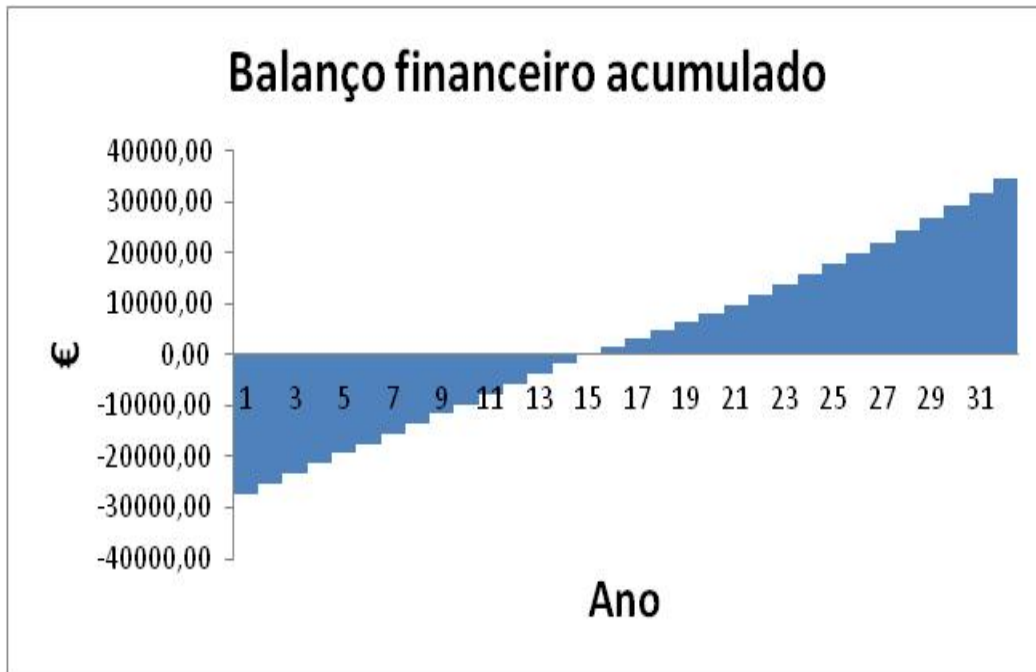


Figura A.3.43 – Modelo 4 – Balanço financeiro acumulado – 6000 kWh/Ano – Ligado – H – 18.4

Ano	Nº	Regime bonificado	Regime geral (€/kWh)	Tarifa (€/kWh)	Produção (kWh)	Cash Flow (€)	Cash Flow acumulado (€)
2011	0					-25755,16	-25755,16
2011	1	0,3251	0,1406	0,3251	6000,00	1950,81	-23804,35
2012	2	0,3251	0,1459	0,3251	6000,00	1950,81	-21853,54
2013	3	0,3251	0,1515	0,3251	6000,00	1950,81	-19902,73
2014	4	0,3251	0,1572	0,3251	6000,00	1950,81	-17951,91
2015	5	0,3251	0,1632	0,3251	6000,00	1950,81	-16001,10
2016	6	0,3251	0,1694	0,3251	6000,00	1950,81	-14050,29
2017	7	0,3251	0,1759	0,3251	6000,00	1950,81	-12099,47
2018	8	0,3251	0,1825	0,3251	6000,00	1950,81	-10148,66
2019	9	0,3251	0,1895	0,3251	6000,00	1950,81	-8197,85
2020	10	0,3251	0,1967	0,3251	6000,00	1950,81	-6247,04
2021	11	0,3251	0,2042	0,3251	6000,00	1950,81	-4296,22
2022	12	0,3251	0,2119	0,3251	6000,00	1950,81	-2345,41
2023	13	0,3251	0,2200	0,3251	6000,00	1950,81	-394,60
2024	14	0,3251	0,2283	0,3251	6000,00	1950,81	1556,21
2025	15	0,3251	0,2370	0,3251	6000,00	1950,81	3507,03
2026	16		0,2460	0,2460	6000,00	1476,04	4983,06
2027	17		0,2554	0,2554	6000,00	1532,13	6515,19
2028	18		0,2651	0,2651	6000,00	1590,35	8105,53
2029	19		0,2751	0,2751	6000,00	1650,78	9756,31
2030	20		0,2856	0,2856	6000,00	1713,51	11469,82
2031	21		0,2964	0,2964	6000,00	1778,62	13248,44
2032	22		0,3077	0,3077	6000,00	1846,21	15094,65
2033	23		0,3194	0,3194	6000,00	1916,37	17011,02
2034	24		0,3315	0,3315	6000,00	1989,19	19000,21
2035	25		0,3441	0,3441	6000,00	2064,78	21064,98

Sensibilidade à produção
1890 kWh/Ano

Sistema Isolado - E - 19.a

Tabela A.3.119 – Sensibilidade à produção – Produção – 1890 kWh/Ano – Isolado – H – 19.a

E 3000 W		20 anos		25 anos	
Sistema	Produção %	TIR	VAL	TIR	VAL
Isolado	0%	-	-15899,18	-	-15223,15
	5%	-	-15671,70	-	-14961,86
	10%	-	-15444,22	-	-14700,58
	15%	-	-15216,74	-	-14439,30
	20%	-	-14989,26	-	-14178,02
	25%	-	-14761,78	-	-13916,74

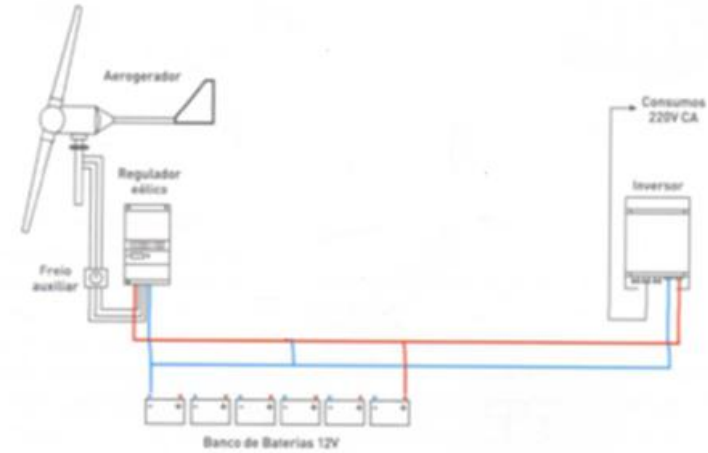


Figura A.3.44 – Constituição de um sistema com aerogerador isolado da rede

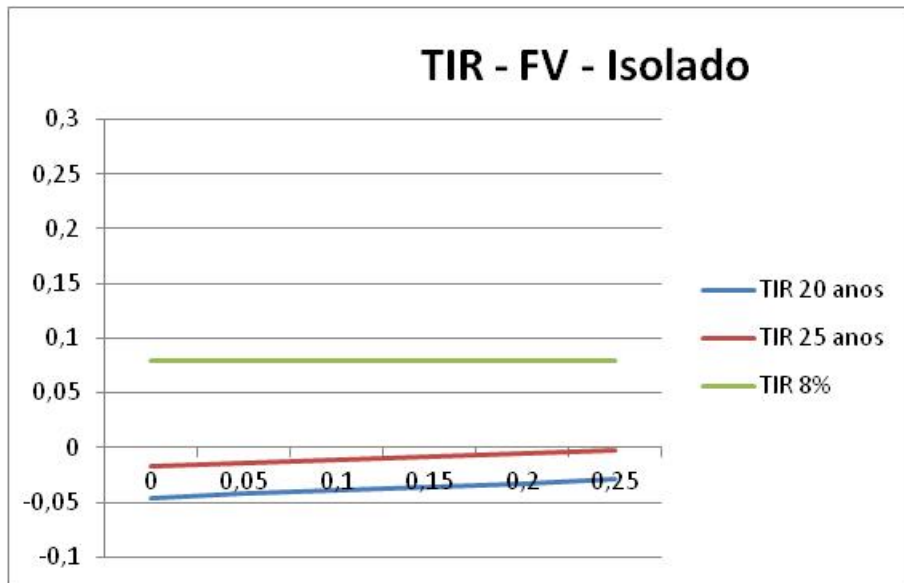


Figura A.3.45 – Taxa interna de rentabilidade – Isolado – H – 19.a

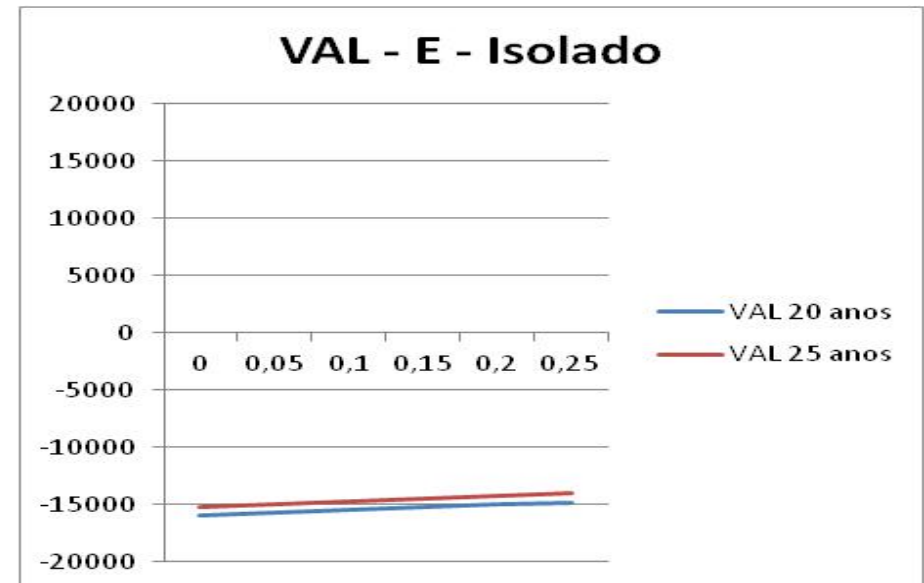


Figura A.3.46 – Valor atual líquido – Isolado – H – 19.a

Sensibilidade à produção
1890 kWh/Ano

Sistema Isolado - FV - 20.a

Tabela A.3.120 – Sensibilidade à produção – Produção – 1890 kWh/Ano – Isolado – FV – 20.a

FV 1080 Wp		20 anos		25 anos	
Sistema	Produção %	TIR	VAL	TIR	VAL
Isolado	0%	-	-10472,42	-	-9957,55
	5%	-	-10299,17	-	-9758,56
	10%	-	-10125,92	-	-9559,57
	15%	-	-9952,67	-	-9360,57
	20%	-	-9779,42	-	-9161,58
	25%	-	-9606,17	-	-8962,59

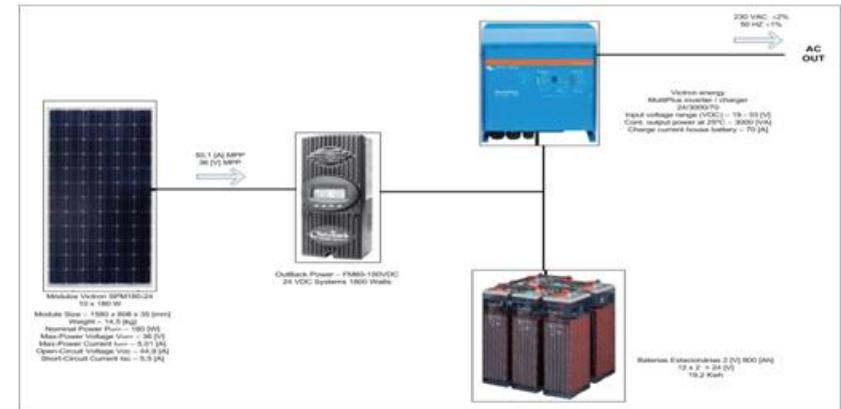


Figura A.3.47 – Constituição do sistema fotovoltaico isolado da RESP

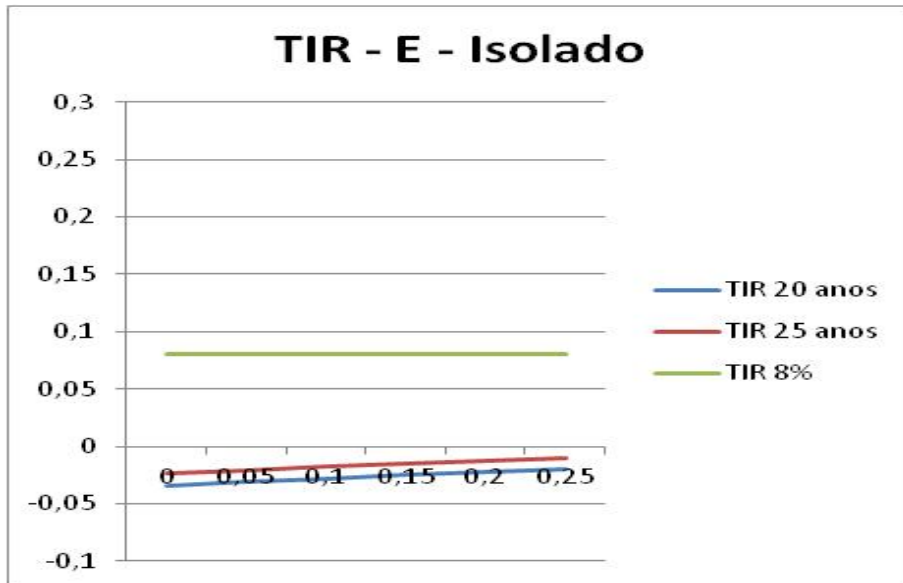


Figura A.3.48 – Taxa interna de rentabilidade – Isolado – FV – 20.a

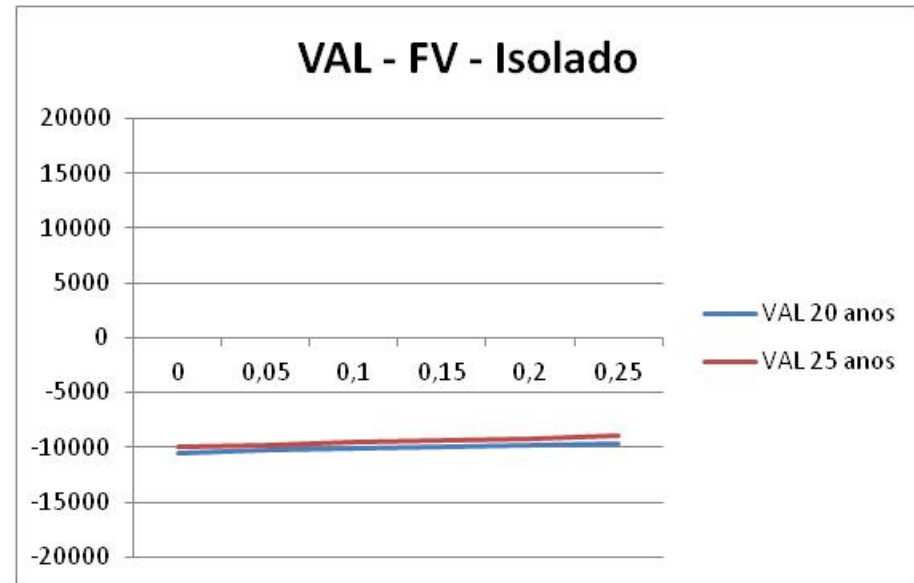


Figura A.3.49 – Valor atual líquido – Isolado – FV – 20.a

Sensibilidade à produção

4000 kWh/Ano

Sistema Isolado - FV - 20.b

Tabela A.3.121 – Sensibilidade à produção – Produção – 4000 kWh/Ano – Isolado – FV – 20.b

FV 2340 Wp		20 anos		25 anos	
Sistema	Produção %	TIR	VAL	TIR	VAL
Isolado	0%	-	-13604,44	0,58%	-12514,77
	5%	-	-13237,77	0,92%	-12093,62
	10%	-	-12871,11	1,24%	-11672,47
	15%	-	-12504,44	1,56%	-11251,32
	20%	-	-12137,77	1,87%	-10830,17
	25%	-	-11771,11	2,17%	-10409,02

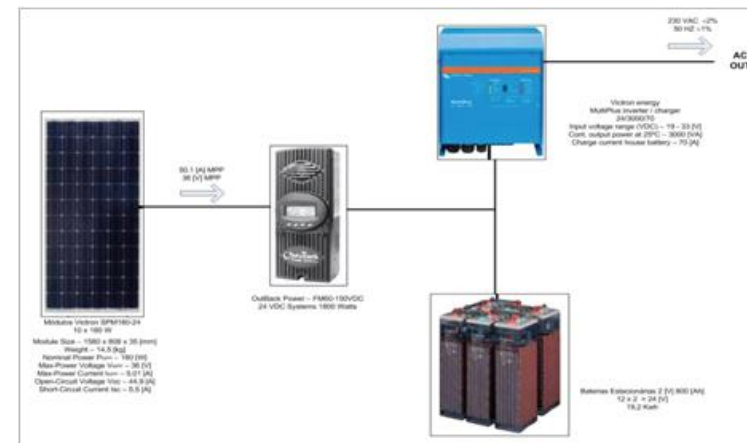


Figura A.3.50 – Constituição do sistema fotovoltaico isolado da RESP

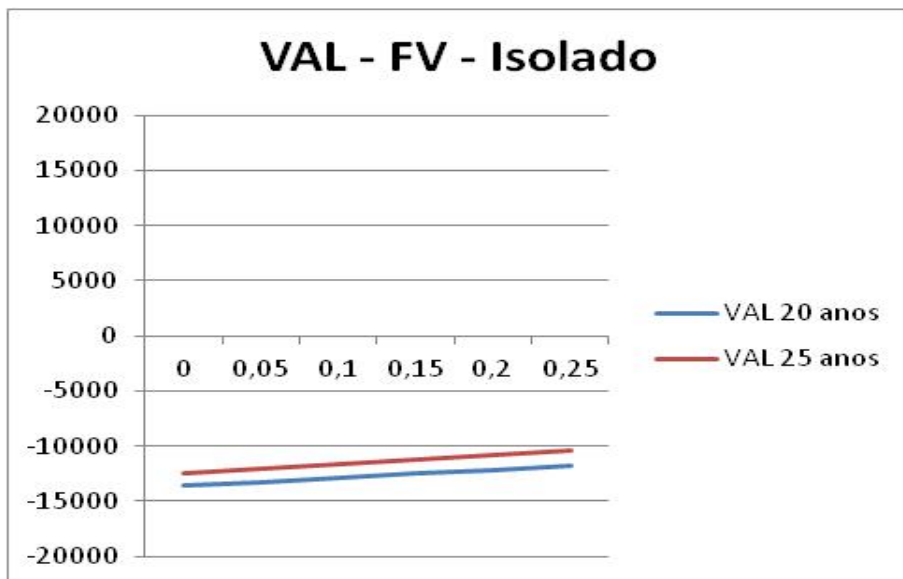


Figura A.3.51 – Valor atual líquido – Isolado – FV – 20.b

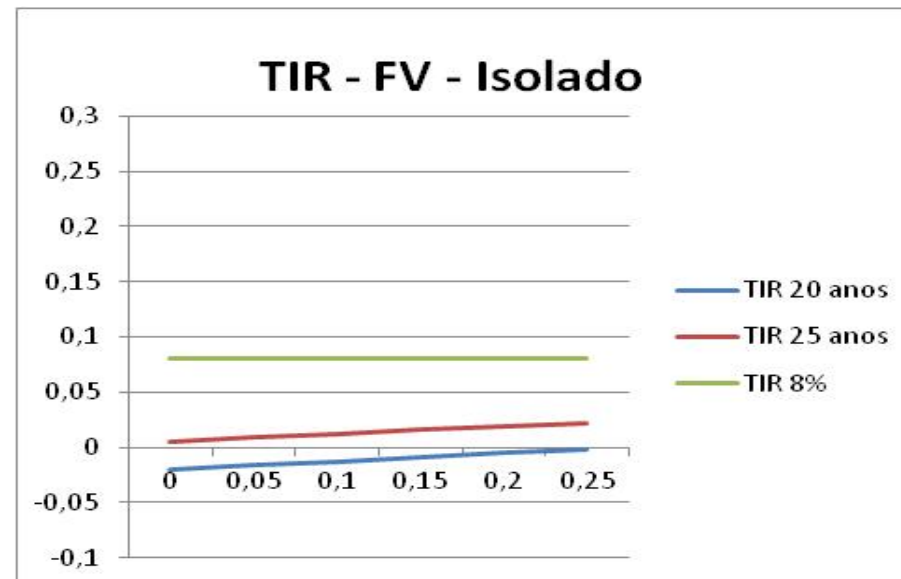


Figura A.3.52 – Taxa interna de rentabilidade – Isolado – FV – 20.b

Sensibilidade à produção

6000 kWh/Ano

Sistema Isolado - FV - 20.c

Tabela A.3.122 – Sensibilidade à produção – Produção – 6000 kWh/Ano – Isolado – FV – 20.c

FV 3420 Wp		20 anos		25 anos	
Sistema	Produção %	TIR	VAL	TIR	VAL
Isolado	0%	-	-20152,96	0,93%	-18404,54
	5%	-	-19564,63	1,28%	-17728,78
	10%	-	-18976,29	1,61%	-17053,02
	15%	-	-18387,96	1,93%	-16377,27
	20%	-	-17799,62	2,25%	-15701,51
	25%	0,26%	-17211,29	2,55%	-15025,75

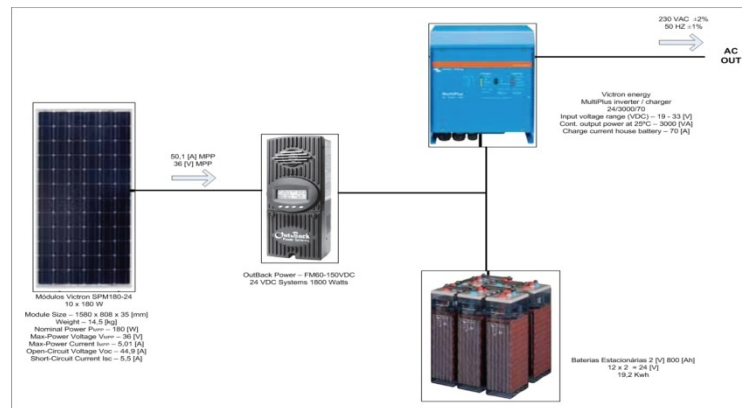


Figura A.3.53 – Constituição do sistema fotovoltaico isolado da RESP

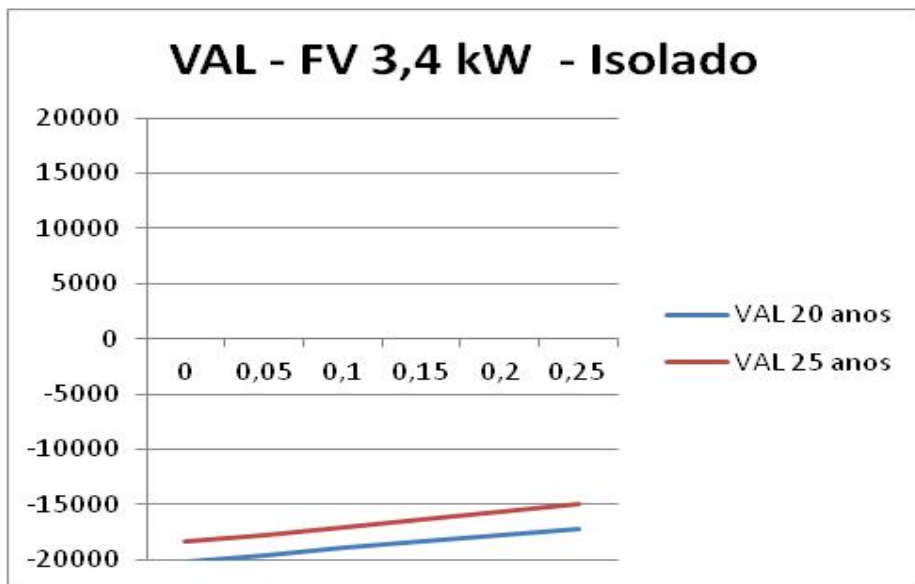


Figura A.3.54 – Valor atual líquido – Isolado – FV – 20.c

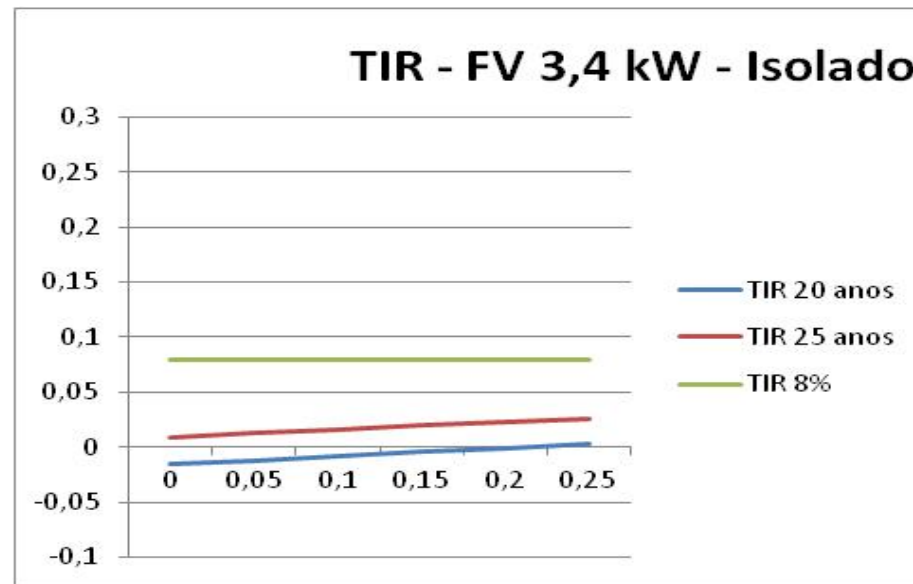


Figura A.3.55 – Taxa interna de rentabilidade – Isolado – FV – 20.c

Sensibilidade à produção
1890 kWh/Ano
Sistema Isolado - H - 21.a
Modelo 1

Tabela A.3.123 – Sensibilidade à produção – Produção – 1890 kWh/Ano – Isolado – H – 21.a – Mod1

2,4 kW		20 anos		25 anos	
Sistema	Produção %	TIR	VAL	TIR	VAL
Isolado	0%	-	-17658,38	-	-17143,52
	5%	-	-17485,13	-	-16944,52
	10%	-	-17311,89	-	-16745,53
	15%	-	-17138,64	-	-16546,54
	20%	-	-16965,39	-	-16347,54
	25%	-	-16792,14	-	-16148,55

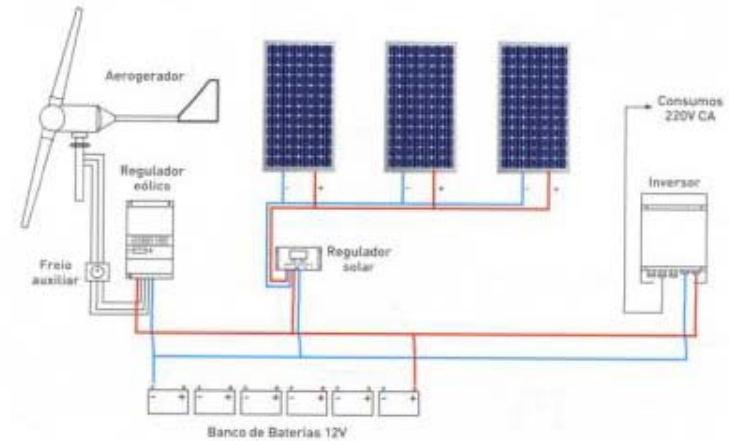


Figura A.3.56 – Constituição do sistema híbrido isolado da RESP

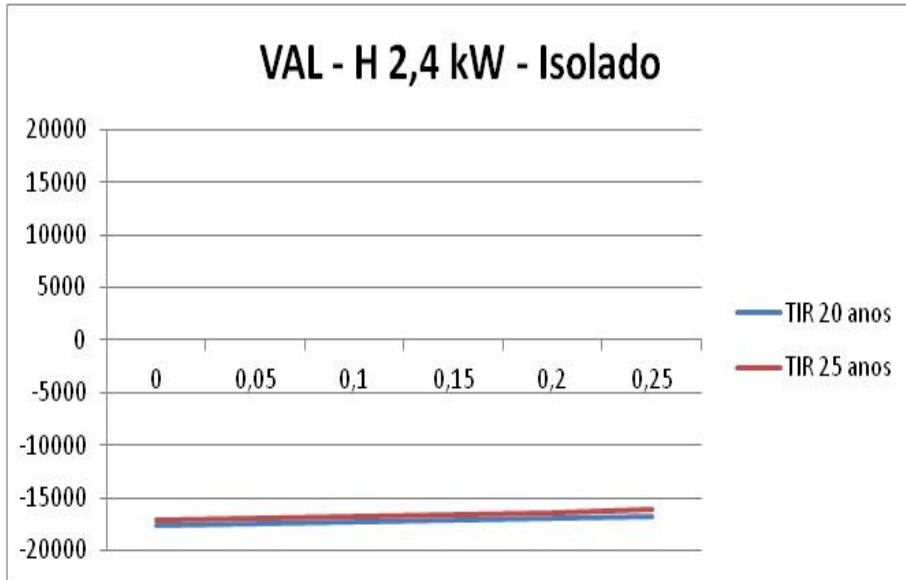


Figura A.3.57 – Valor atual líquido – Isolado – H – 21.a – Mod1

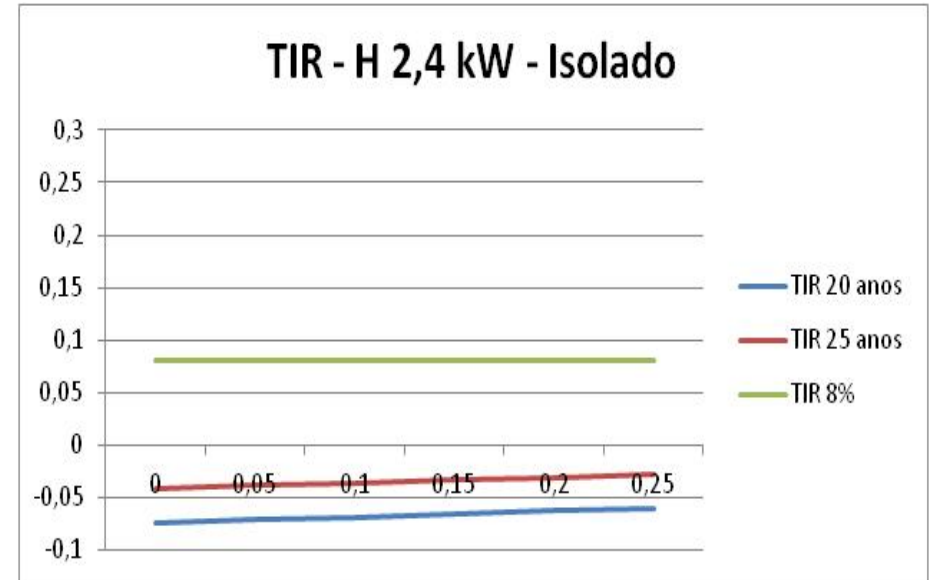


Figura A.3.58 – Taxa interna de rentabilidade – Isolado – H – 21.a – Mod1

Sensibilidade à produção
1890 kWh/Ano
Sistema Isolado - H - 21.a
Modelo 2

Tabela A.3.124 – Sensibilidade à produção – Produção – 1890 kWh/Ano – Isolado – H – 21.a – Mod2

2,26 kW		20 anos		25 anos	
Sistema	Produção %	TIR	VAL	TIR	VAL
Isolado	0%	-	-17384,92	-	-16870,06
	5%	-	-17211,67	-	-16671,06
	10%	-	-17038,43	-	-16472,07
	15%	-	-16865,18	-	-16273,08
	20%	-	-16691,93	-	-16074,08
	25%	-	-16518,68	-	-15875,09

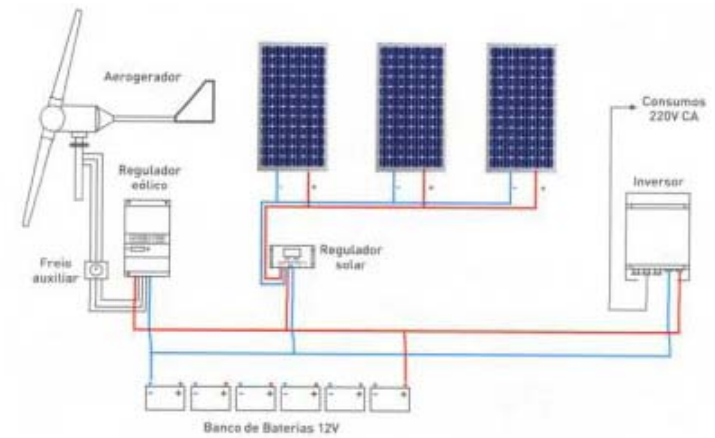


Figura A.3.59 – Constituição do sistema híbrido isolado da RESP

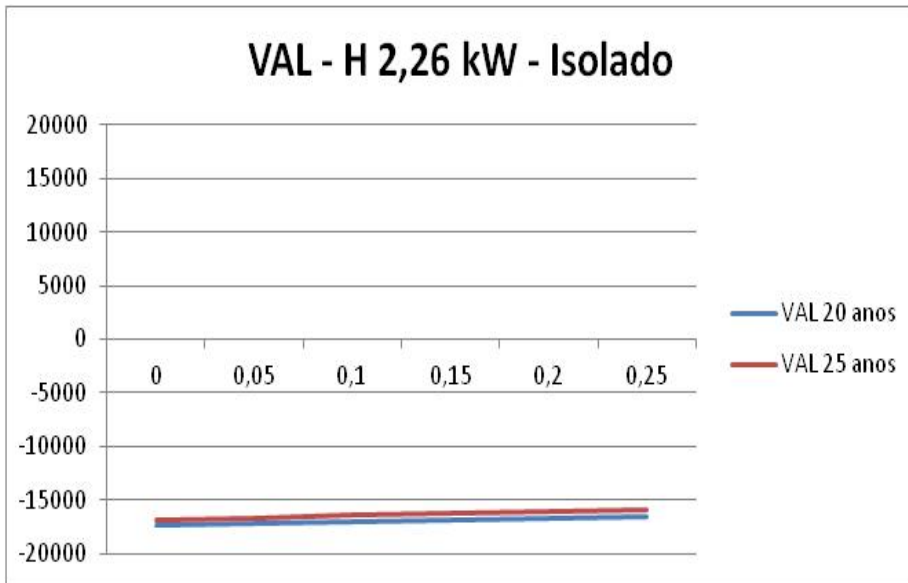


Figura A.3.60 – Valor atual líquido – Isolado – H – 21.a – Mod2

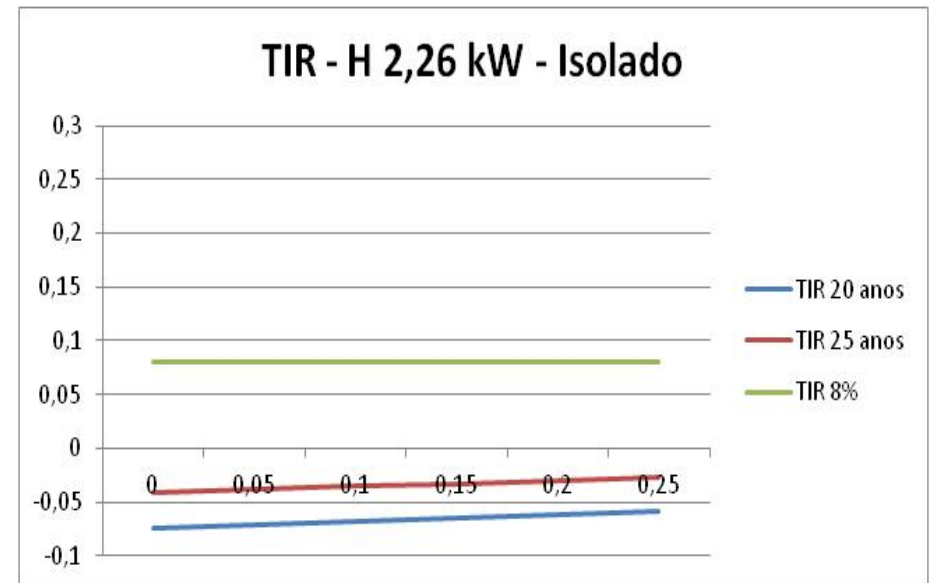


Figura A.3.61 – Taxa interna de rentabilidade – Isolado – H – 21.a – Mod2

Sensibilidade à produção
1890 kWh/Ano
Sistema Isolado - H - 21.a
Modelo 3

Tabela A.3.125 – Sensibilidade à produção – Produção – 1890 kWh/Ano – Isolado – H – 21.a – Mod3

2,2 kW		20 anos		25 anos	
Sistema	Produção %	TIR	VAL	TIR	VAL
Isolado	0%	-	-17137,45	-	-16622,59
	5%	-	-16964,20	-	-16423,59
	10%	-	-16790,96	-	-16224,60
	15%	-	-16617,71	-	-16025,61
	20%	-	-16444,46	-	-15826,61
	25%	-	-16271,21	-	-15627,62

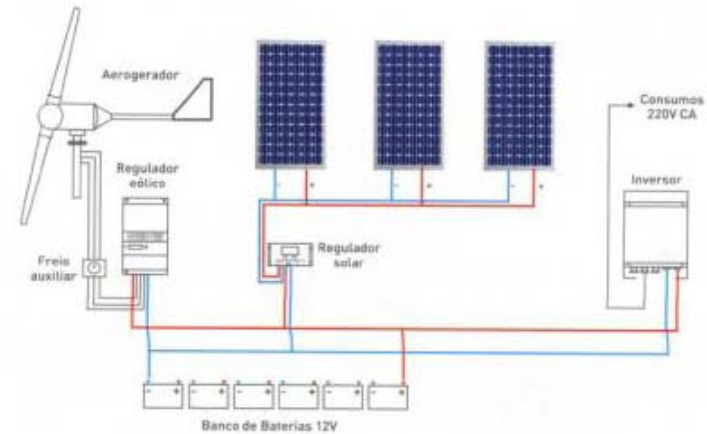


Figura A.3.62 – Constituição do sistema híbrido isolado da RESP

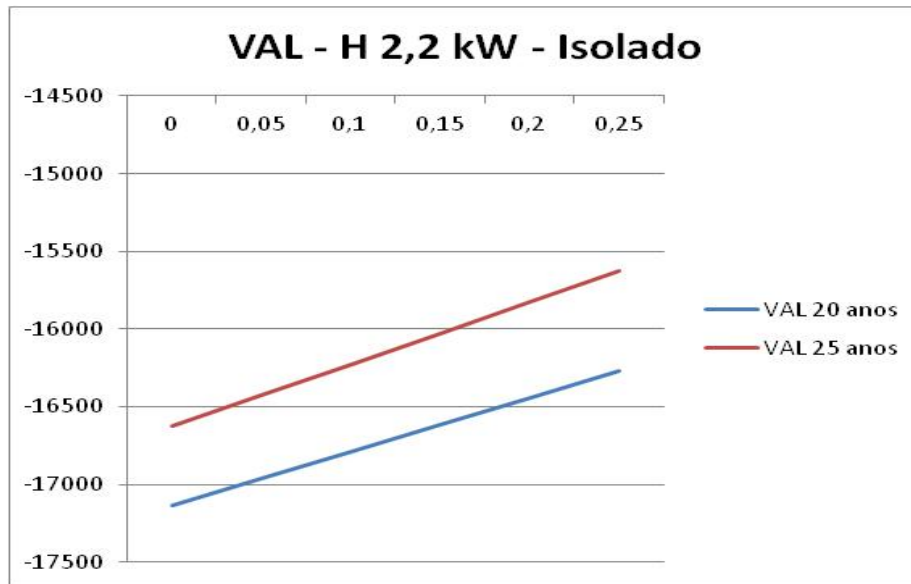


Figura A.3.63 – Valor atual líquido – Isolado – H – 21.a – Mod3

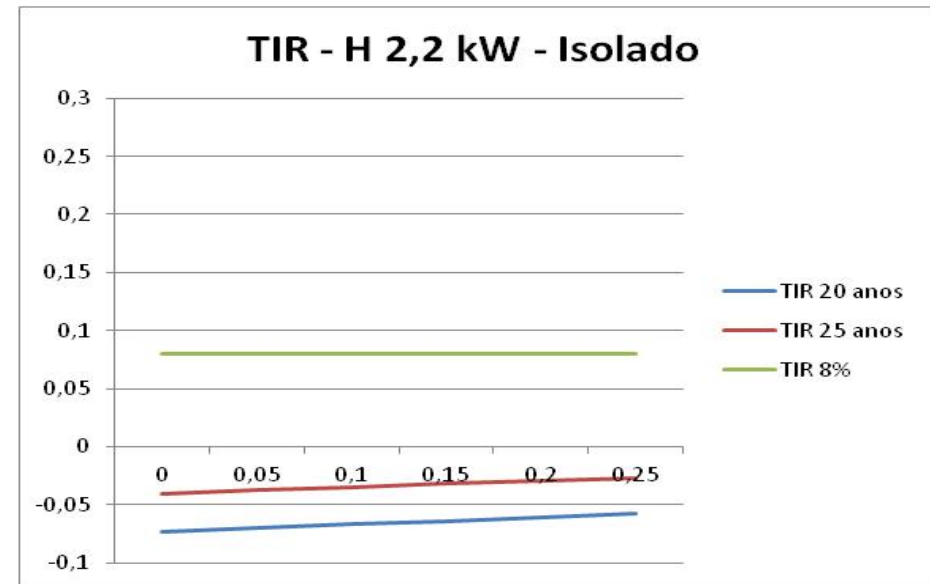


Figura A.3.64 – Taxa interna de rentabilidade – Isolado – H – 21.a – Mod3

Sensibilidade à produção
4000 kWh/Ano
Sistema Isolado - H - 21.b
Modelo 1

Tabela A.3.126 – Sensibilidade à produção – Produção – 4000 kWh/Ano – Isolado – H – 21.b – Mod1

2,74 kW		20 anos		25 anos	
Sistema	Produção %	TIR	VAL	TIR	VAL
Isolado	0%	-	-20311,85	-	-19222,18
	5%	-	-19945,18	-	-18801,03
	10%	-	-19578,51	-	-18379,88
	15%	-	-19211,85	-	-17958,73
	20%	-	-18845,18	-	-17537,58
	25%	-	-18478,52	0,21%	-17116,43

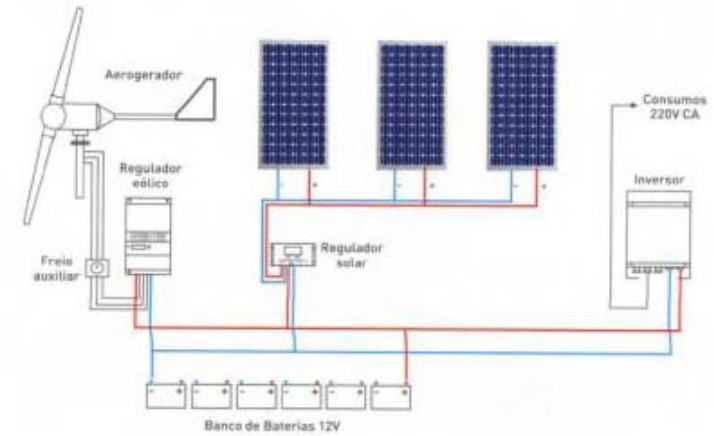


Figura A.3.65 – Constituição do sistema híbrido isolado da RESP

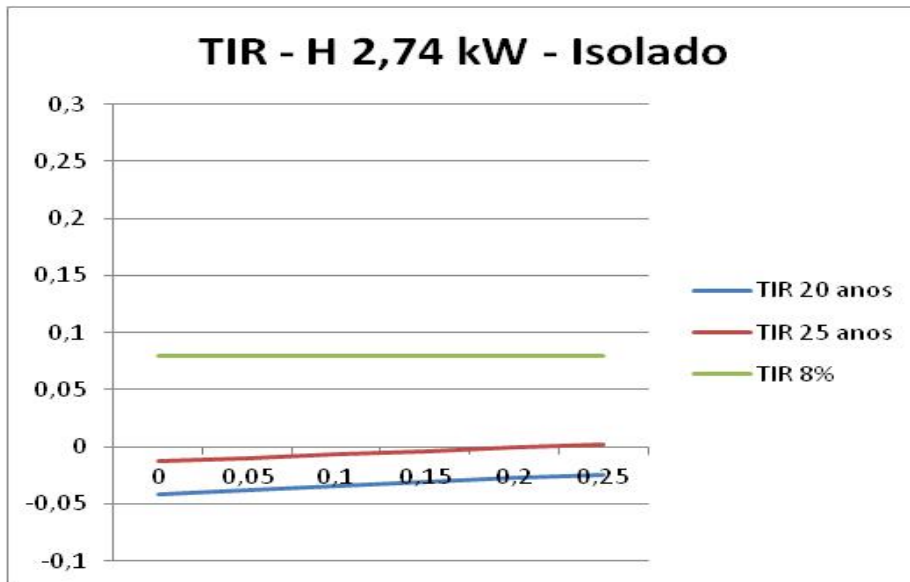


Figura A.3.66 – Taxa interna de rentabilidade – Isolado – H – 21.b – Mod1

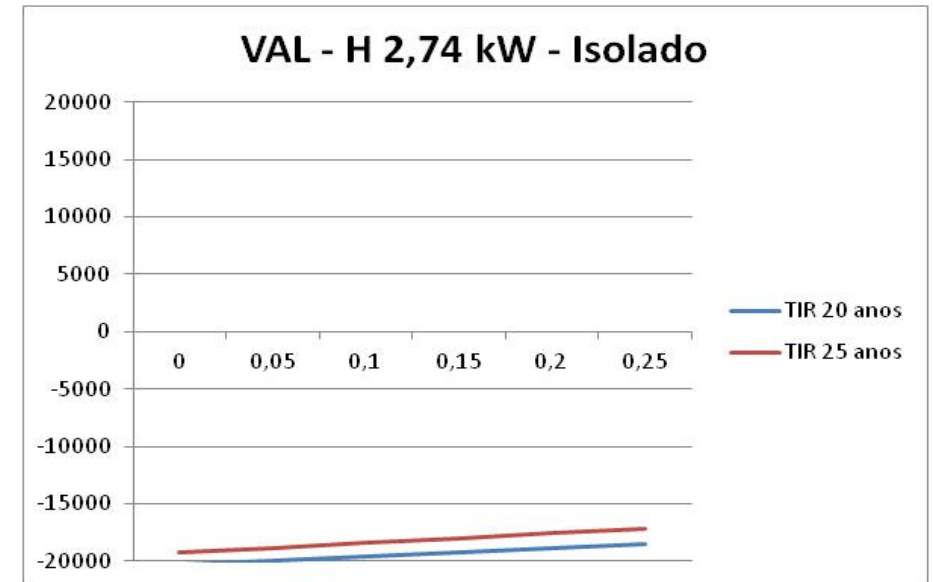


Figura A.3.67 – Valor atual líquido – Isolado – H – 21.b – Mod1

Sensibilidade à produção
4000 kWh/Ano
Sistema Isolado - H - 21.b
Modelo 2

Tabela A.3.127 – Sensibilidade à produção – Produção – 4000 kWh/Ano – Isolado – H – 21.b – Mod2

2,98 kW		20 anos		25 anos	
Sistema	Produção %	TIR	VAL	TIR	VAL
Isolado	0%	-	-20038,39	-	-19222,18
	5%	-	-19945,18	-	-18801,03
	10%	-	-19578,51	-	-18379,88
	15%	-	-19211,85	-	-17958,73
	20%	-	-18845,18	-	-17537,58
	25%	-	-18478,52	0,21%	-17116,43

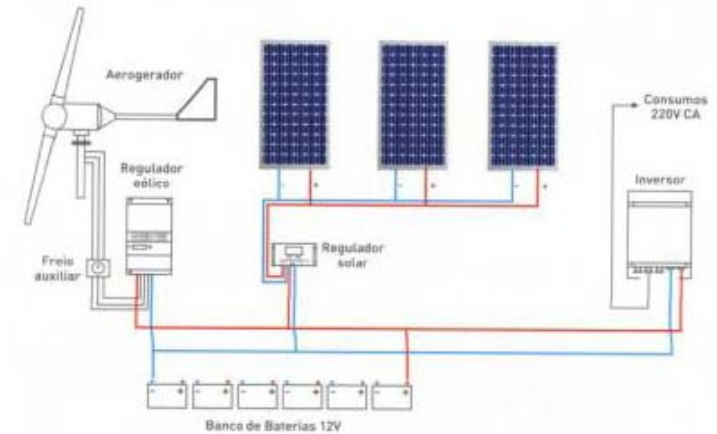


Figura A.3.68 – Constituição do sistema híbrido isolado da RESP

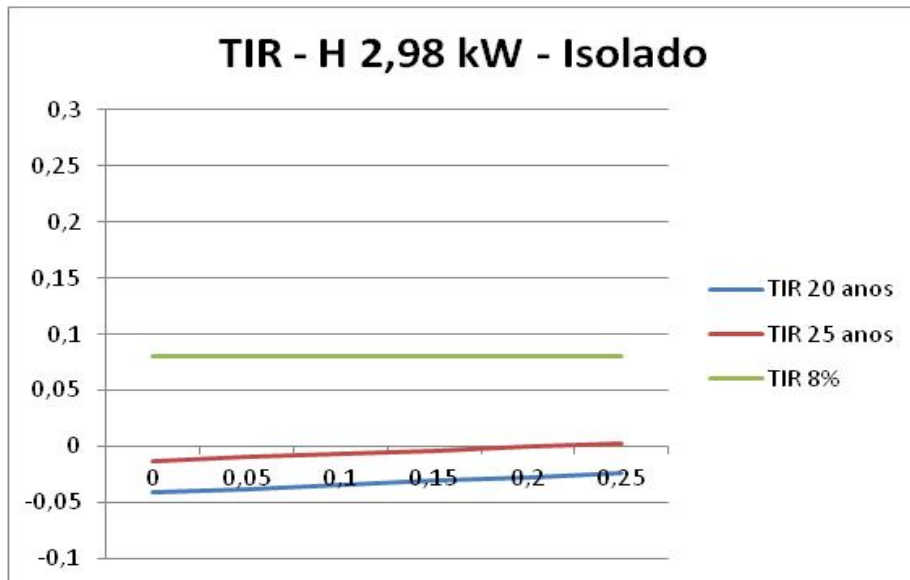


Figura A.3.69 – Taxa interna de rentabilidade – Isolado – H – 21.b – Mod2

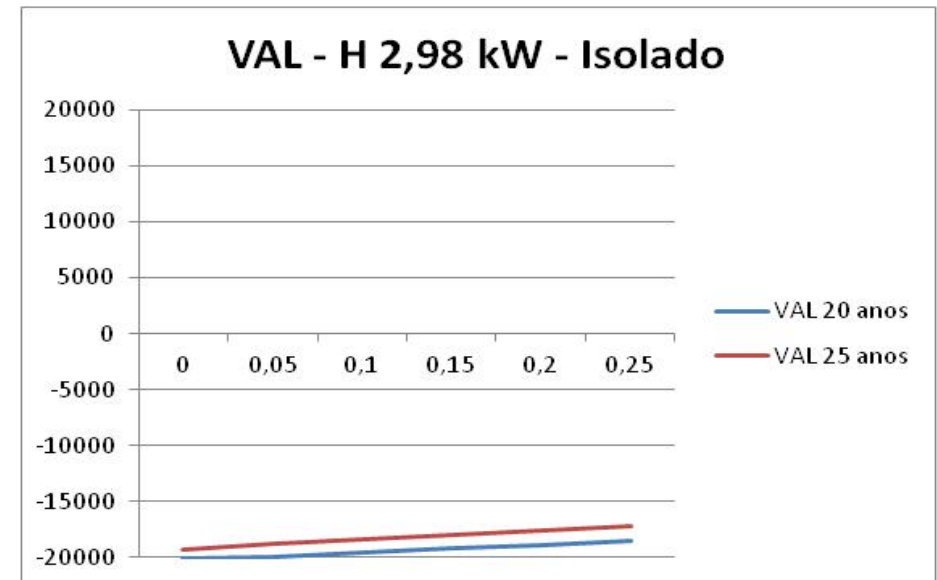


Figura A.3.70 – Valor atual líquido – Isolado – H – 21.b – Mod2

Sensibilidade à produção
4000 kWh/Ano
Sistema Isolado - H - 21.b
Modelo 3

Tabela A.3.128 – Sensibilidade à produção – Produção – 4000 kWh/Ano – Isolado – H – 21.b – Mod3

2,94 kW		20 anos		25 anos	
Sistema	Produção %	TIR	VAL	TIR	VAL
Isolado	0%	-	-18930,42	-	-17840,76
	5%	-	-18563,76	-	-17419,61
	10%	-	-18197,09	-	-16998,46
	15%	-	-17830,42	-	-16577,31
	20%	-	-17463,76	0,28%	-16156,16
	25%	-	-17097,09	0,55%	-15735,01

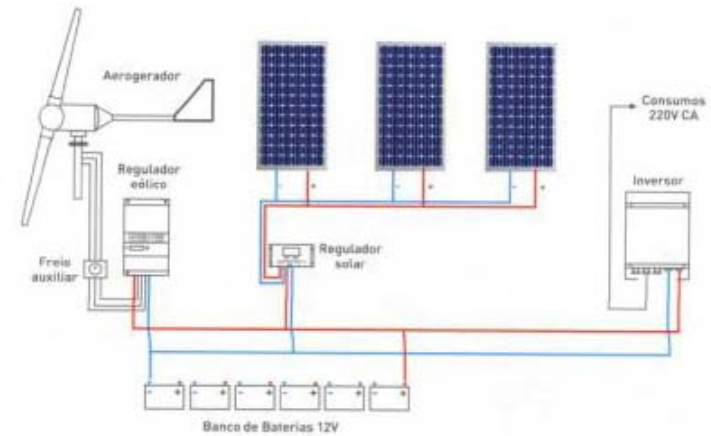


Figura A.3.71 – Constituição do sistema híbrido isolado da RESP

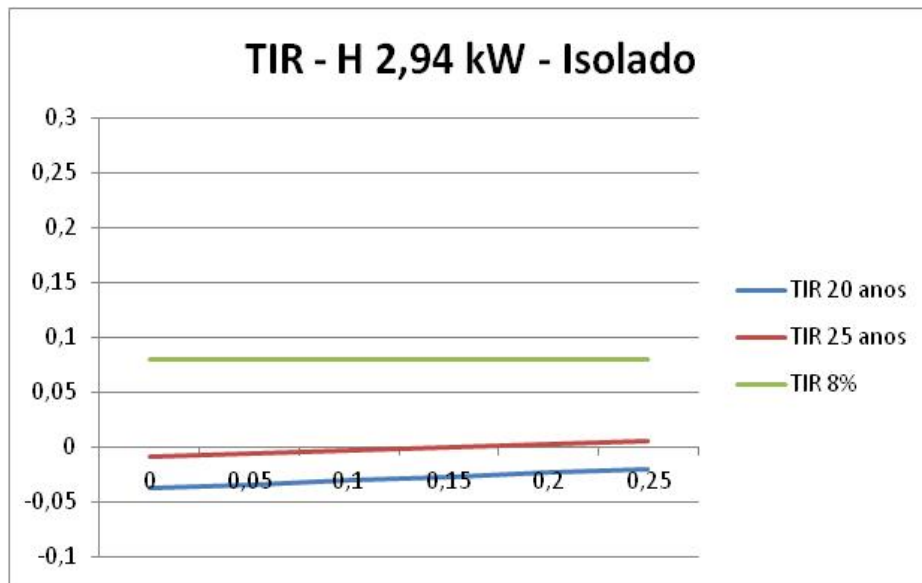


Figura A.3.72 – Taxa interna de rentabilidade – Isolado – H – 21.b – Mod3

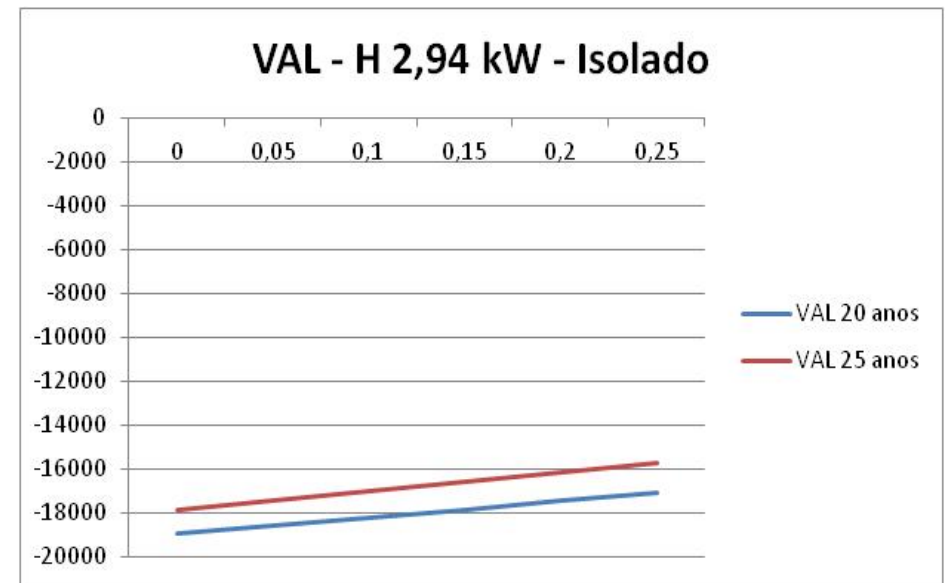


Figura A.3.73 – Valor atual líquido – Isolado – H – 21.b – Mod3

Sensibilidade à produção
6000 kWh/Ano
Sistema Isolado - H - 21.c
Modelo 1

Tabela A.3.129 – Sensibilidade à produção – Produção – 6000 kWh/Ano – Isolado – H – 21.c – Mod1

3,84 kW		20 anos		25 anos	
Sistema	Produção %	TIR	VAL	TIR	VAL
Isolado	0%	-	-27540,64	-	-25906,14
	5%	-	-26990,64	-	-25274,42
	10%	-	-26440,64	-	-24642,69
	15%	-	-25890,64	0,14%	-24010,97
	20%	-	-25340,64	0,43%	-23379,24
	25%	-	-24790,64	0,71%	-22747,52

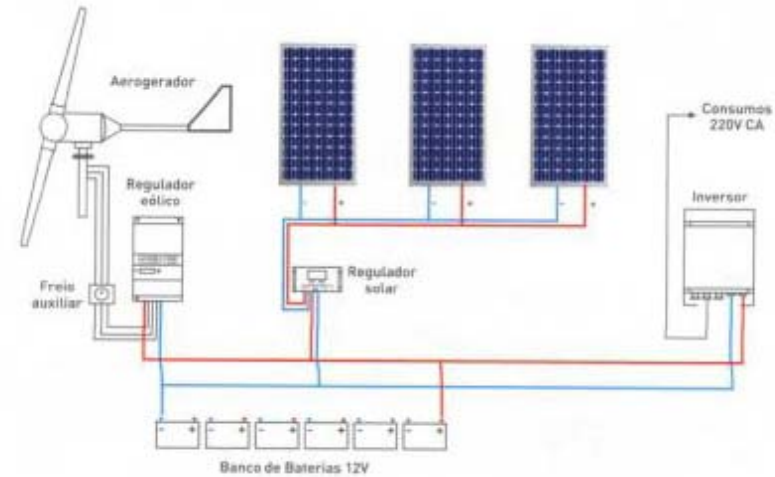


Figura A.3.74 – Constituição do sistema híbrido isolado da RESP

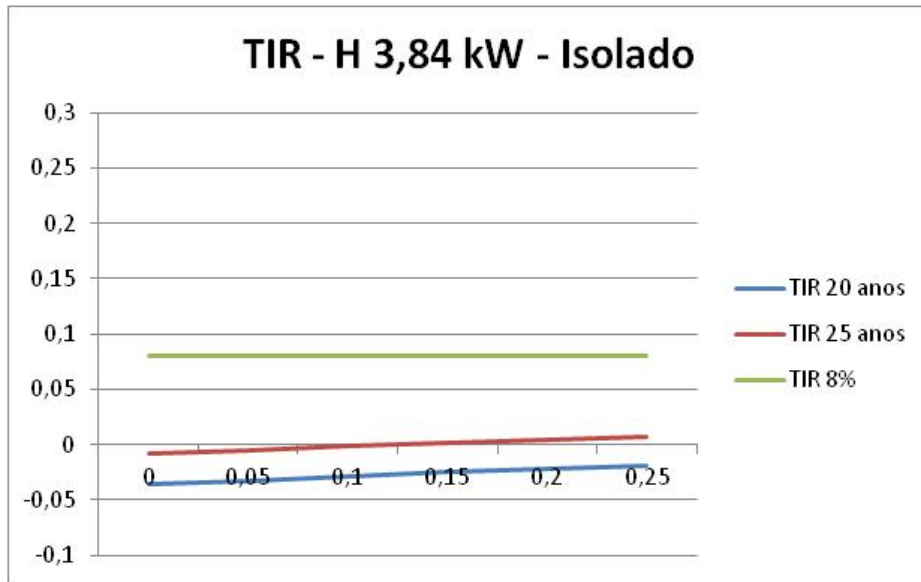


Figura A.3.75 – Taxa interna de rentabilidade – Isolado – H – 21.c – Mod1

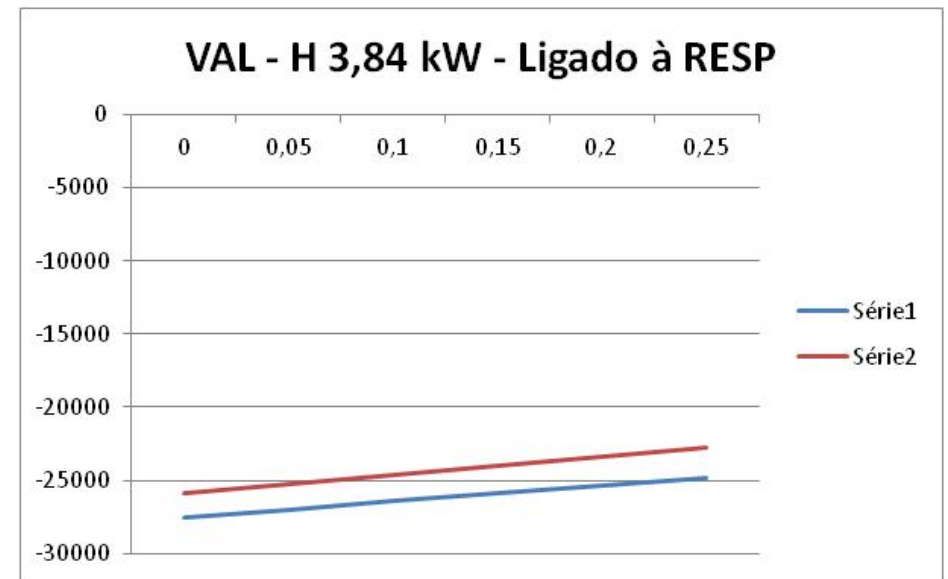


Figura A.3.76 – Valor atual líquido – Isolado – H – 21.c – Mod1

Sensibilidade à produção
6000 kWh/Ano
Sistema Isolado - H - 21.c
Modelo 2

Tabela A.3.130 – Sensibilidade à produção – Produção – 6000 kWh/Ano – Isolado – H – 21.c – Mod2

4,06 kW		20 anos		25 anos	
Sistema	Produção %	TIR	VAL	TIR	VAL
Isolado	0%	-	-27267,18	-	-25632,68
	5%	-	-26717,18	-	-25000,96
	10%	-	-26167,18	-	-24369,23
	15%	-	-25617,18	0,18%	-23737,51
	20%	-	-25067,18	0,47%	-23105,78
	25%	-	-24517,18	0,76%	-22474,06

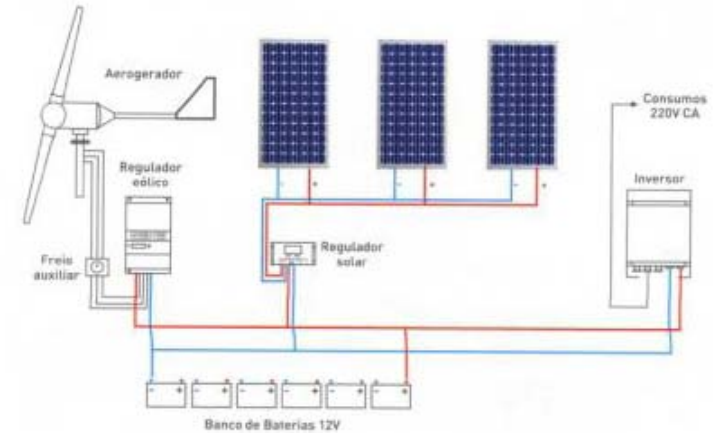


Figura A.3.77 – Constituição do sistema híbrido isolado da RESP

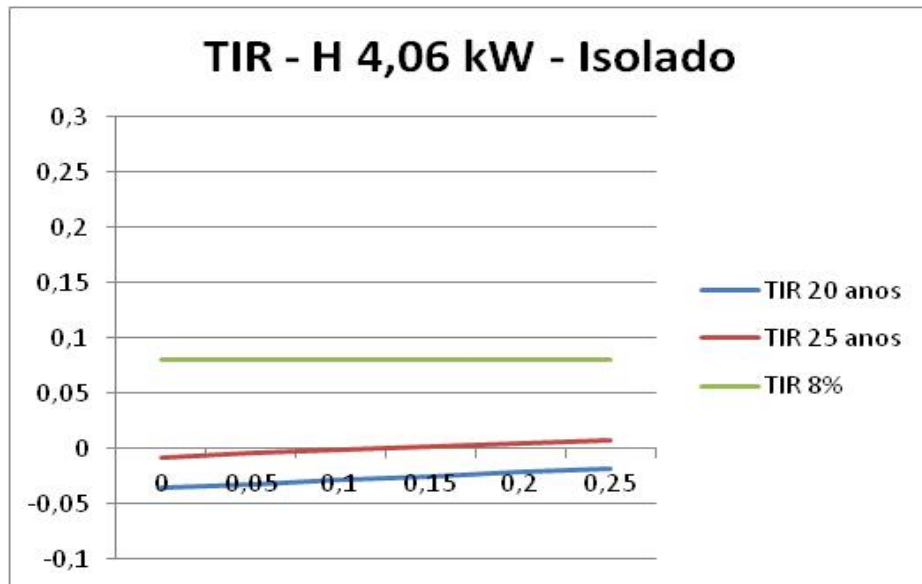


Figura A.3.78 – Taxa interna de rentabilidade – Isolado – H – 21.c – Mod2

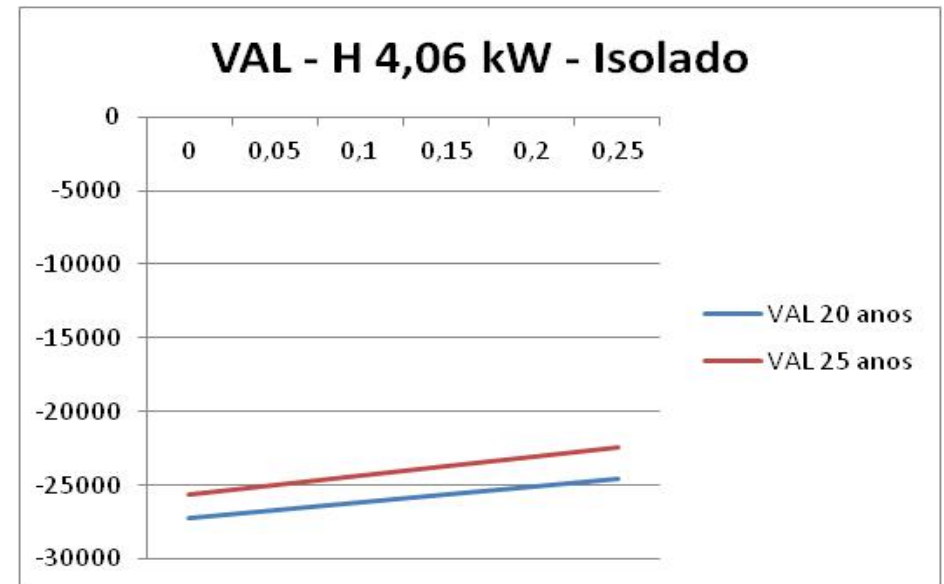


Figura A.3.79 – Valor atual líquido – Isolado – H – 21.c – Mod2

Sensibilidade à produção
6000 kWh/Ano
Sistema Isolado - H - 21.c
Modelo 3

Tabela A.3.131 – Sensibilidade à produção – Produção – 6000 kWh/Ano – Isolado – H – 21.c – Mod3

4,2 kW		20 anos		25 anos	
Sistema	Produção %	TIR	VAL	TIR	VAL
Isolado	0%	-	-27019,71	-	-25385,21
	5%	-	-26469,71	-	-24753,49
	10%	-	-25919,71	-	-24121,76
	15%	-	-25369,71	0,23%	-23490,04
	20%	-	-24819,71	0,52%	-22858,31
	25%	-	-24269,71	0,80%	-22226,59

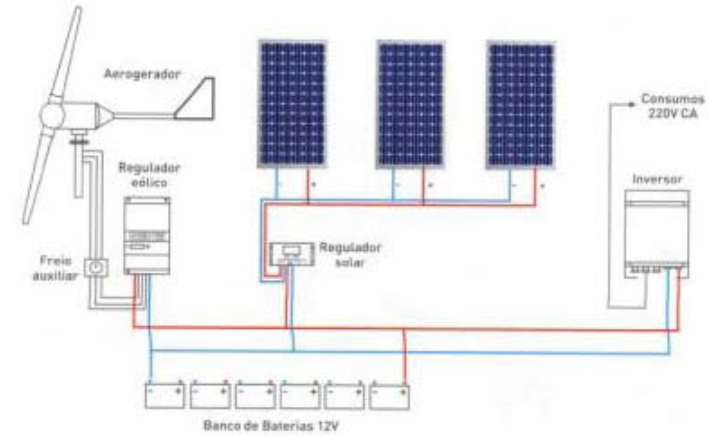


Figura A.3.80 – Constituição do sistema híbrido isolado da RESP

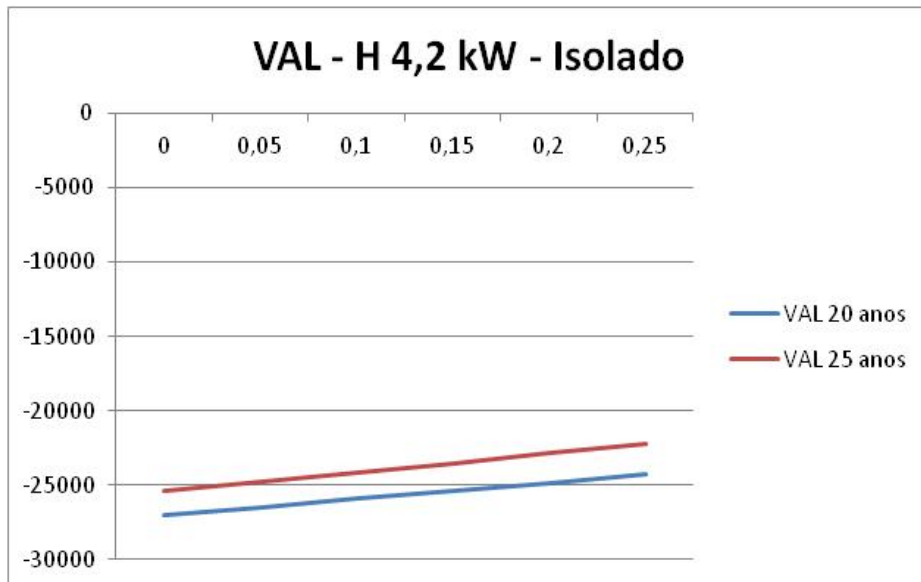


Figura A.3.81 – Taxa interna de rentabilidade – Isolado – H – 21.c – Mod3

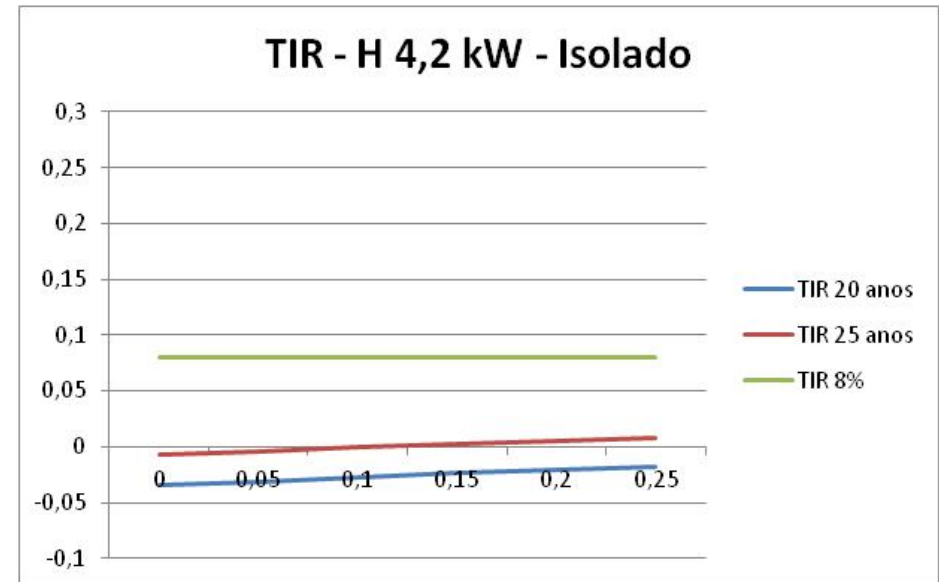


Figura A.3.82 – Valor atual líquido – Isolado – H – 21.c – Mod3

Sensibilidade à geração
Microprodutores
Sistema Ligado - H - 22

Tabela A.3.132 – Resumo do Sistema – Microprodutores – Ligado – H – 22

Pot. Contr. à EDP kVA	Pot. de Ligação W	Orçamento (€)	Produção Anual (kWh/ano)	20 anos			25 anos		
				TIR	VAL	Payback	TIR	VAL	Payback
6,90	3000	18085,85	591,60	-	-16545,05	58	-	-16383,89	58

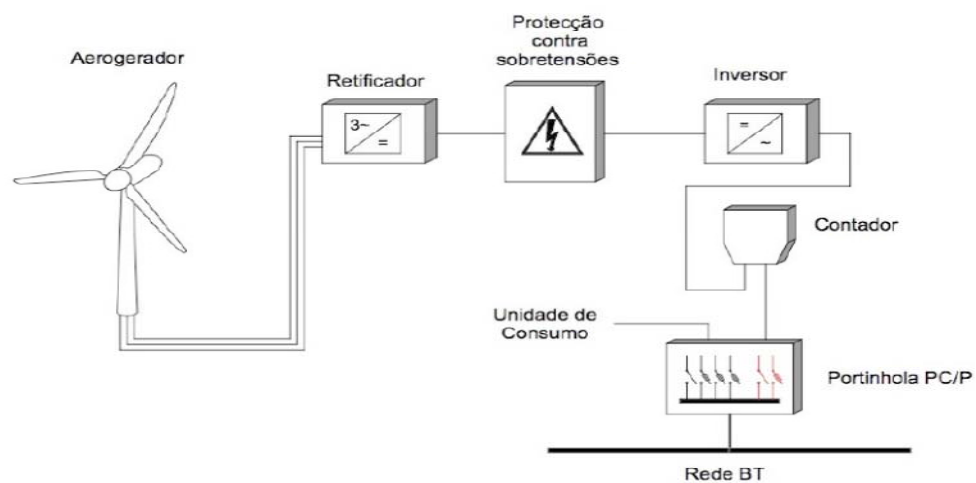


Figura A.3.83 – Constituição de um sistema com aerogerador ligado á rede

**Sensibilidade à geração
Microprodutores
Sistema Ligado - H - 22**

Tabela A.3.133 – Orçamento – H – 22

Orçamento ligado à RESP			
Componente	Preço Unitário €	Quantidade	Total € (IVA 13%)
Aerogerador Bornay 3000	6470,00	1	7311,10
Inversor SMA Windy Boy wB 3000	1555,00	1	1757,15
WPB Box 500	1447,26	1	1635,40
Torre de 12 m	2030,00	1	2293,90
Contador de Energia Elétrica	750	1	847,50
Caixa para contador	45	1	50,85
Portinhola	115	1	129,95
Transporte / Montagem / material elétrico	1500,00	1	1695,00
Sistema AQS	1592,92	1	1800,00
Taxa para registo da unidade de microprodução	500,00	1	565,00
Total			18085,85

Tabela A.3.134 – Indicadores Económicos – H – 22

		20 anos		8,00%
Orçamento (€)	Produção Anual (kWh/ano)	TIR	VAL	Payback
18085,85	591,60	-	-16545,05	58

		25 anos		8,00%
TIR	VAL	Payback		
-	-16383,89	58		

Sensibilidade à geração
Microprodutores
Sistema Ligado - H - 22

Tabela A.3.135 – Estudo económico microgeração – H – 22

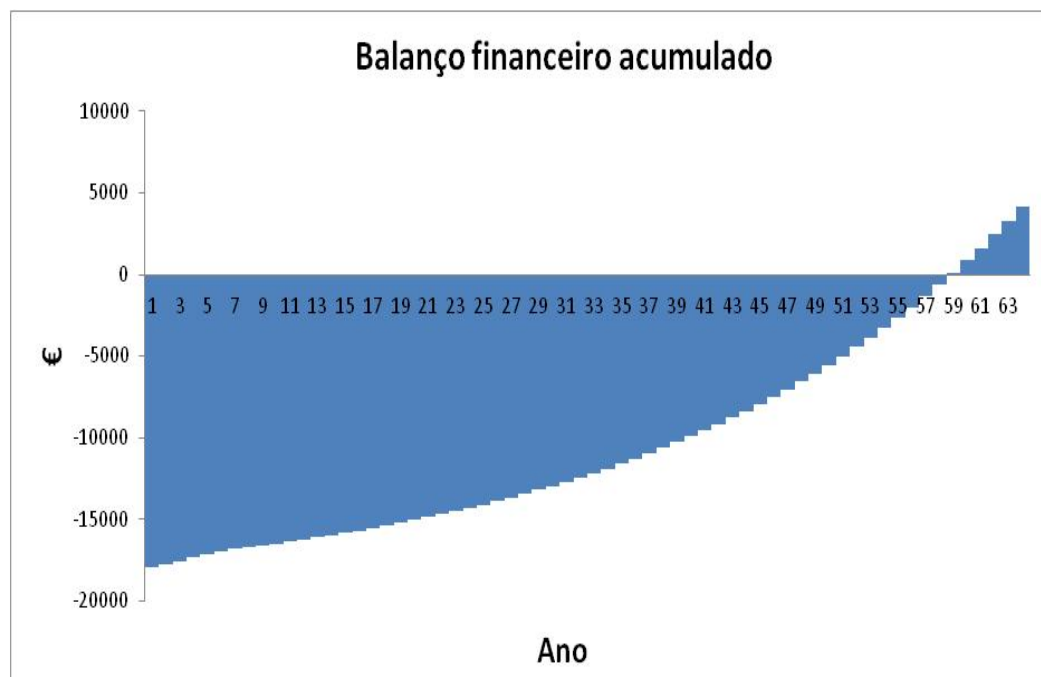


Figura A.3.84 – Balanço financeiro acumulado – H – 22

Ano	Nº	Regime bonificado (€/kWh)	Regime geral (€/kWh)	Tarifa (€/kWh)	Produção (kWh)	Cash Flow (€)	Cash Flow acumulado (€)
2011	0					-18085,85	-18085,85
2011	1	0,304	0,1406	0,3040	591,60	179,85	-17906,007
2012	2	0,304	0,1459	0,3040	591,60	179,85	-17726,161
2013	3	0,304	0,1515	0,3040	591,60	179,85	-17546,314
2014	4	0,304	0,1572	0,3040	591,60	179,85	-17366,468
2015	5	0,304	0,1632	0,3040	591,60	179,85	-17186,621
2016	6	0,304	0,1694	0,3040	591,60	179,85	-17006,775
2017	7	0,304	0,1759	0,3040	591,60	179,85	-16826,929
2018	8	0,176	0,1825	0,1825	591,60	107,99	-16718,936
2019	9	0,176	0,1895	0,1895	591,60	112,10	-16606,839
2020	10	0,176	0,1967	0,1967	591,60	116,36	-16490,483
2021	11	0,176	0,2042	0,2042	591,60	120,78	-16369,705
2022	12	0,176	0,2119	0,2119	591,60	125,37	-16244,338
2023	13	0,176	0,2200	0,2200	591,60	130,13	-16114,207
2024	14	0,176	0,2283	0,2283	591,60	135,08	-15979,13
2025	15	0,176	0,2370	0,2370	591,60	140,21	-15838,921
2026	16	-	0,2460	0,2460	591,60	145,54	-15693,384
2027	17	-	0,2554	0,2554	591,60	151,07	-15542,316
2028	18	-	0,2651	0,2651	591,60	156,81	-15385,508
2029	19	-	0,2751	0,2751	591,60	162,77	-15222,742
2030	20	-	0,2856	0,2856	591,60	168,95	-15053,79
2031	21	-	0,2964	0,2964	591,60	175,37	-14878,417
-	-	-	-	-	-	-	-
2068	58	-	1,1782	1,1782	591,60	697,05	-628,43117
2069	59	-	1,2230	1,2230	591,60	723,54	95,104575
2070	60	-	1,2695	1,2695	591,60	751,03	846,13468

**Sensibilidade à geração
Microprodutores
Sistema Ligado - FV - 23**

Tabela A.3.136 – Resumo dos Sistemas – Microprodutores – Ligado – FV – 23

Pot. Contr. à EDP kVA	Pot. de Ligação W	Orçamento (€)	Produção Anual (kWh/ano)	20 anos			25 anos		
				TIR	VAL	Payback	TIR	VAL	Payback
3,45	1800	13587,57	1012	-	-10406,94	38	-	-10131,25	38
5,75	2700	17724,50	2632	-	-9452,35	22	0,93%	-8735,35	22
6,90	3600	20933,70	4894	3,75%	-5552,28	13	5,31%	-4219,07	13
> 6,9	4050	22391,40	6450	1,46%	-10566,40	17	3,60%	-8809,32	17

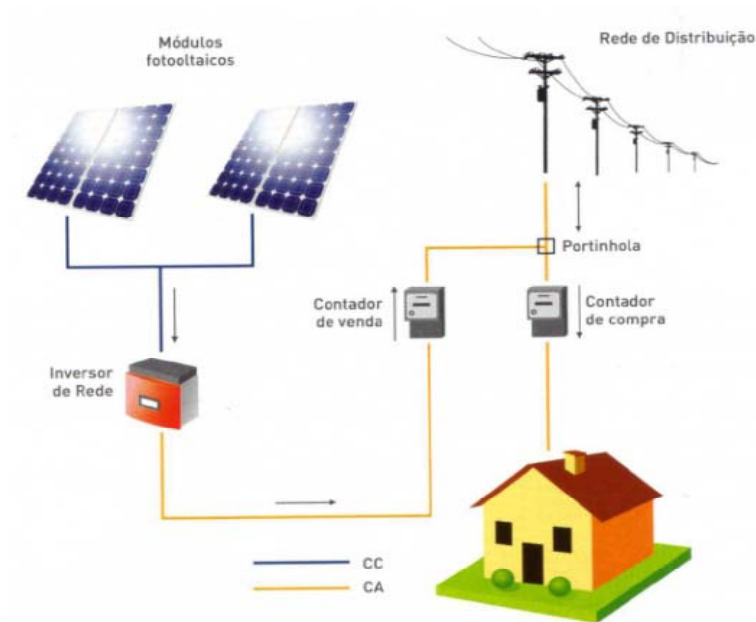


Figura A.3.85 – Sistema de microprodução FV ligado à rede [3]

Sensibilidade à geração

Microprodutores

Sistema Ligado - FV – 23

Modelo 1 - Potencia contratada à EDP – 3,45 kVA

Tabela A.3.138 – Indicadores Económicos – FV – 23 – Mod1

		20 anos		8%
Orçamento (€)	Produção Anual (kWh/ano)	TIR	VAL	Payback
13587,57	1012	-	-10406,94	38

		25 anos		8%
TIR	VAL	Payback		
-	-10131,25	38		

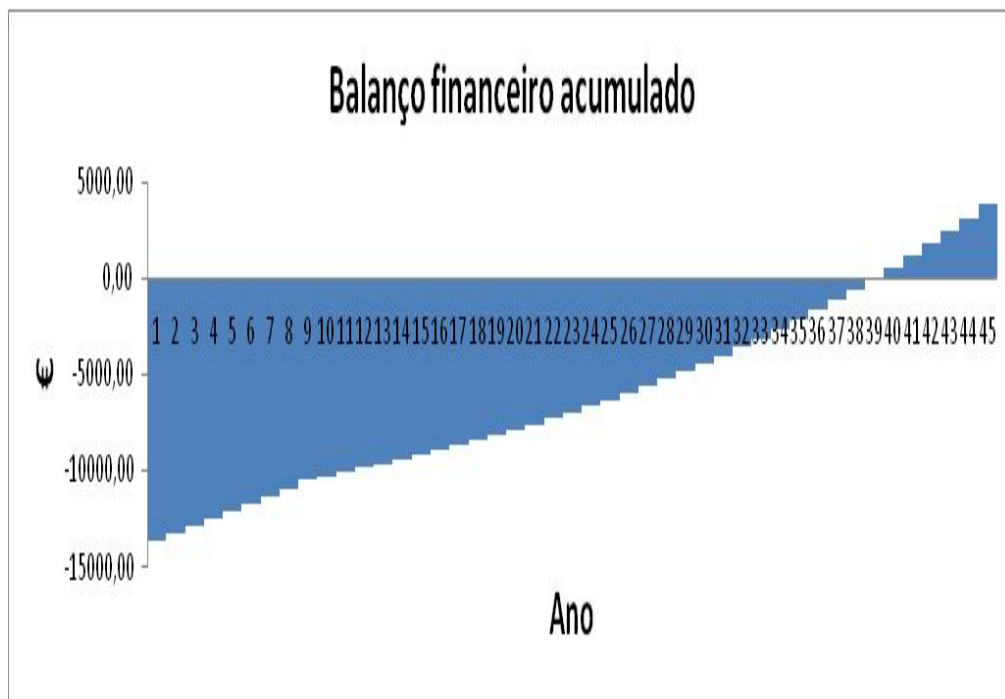


Figura A.3.86 – Balanço financeiro acumulado – FV – 23 – Mod1

Tabela A.3.137 – Estudo económico microgeração – FV – 23 – Mod1

Ano	Nº	Regime bonificado (€/kWh)	Regime geral (€/kWh)	Tarifa (€/kWh)	Produção (kWh)	Cash Flow (€)	Cash Flow acumulado (€)
2011	0					-13587,57	-13587,57
2011	1	0,38	0,1406	0,3800	1012	384,56	-13203,01
2012	2	0,38	0,1459	0,3800	1012	384,56	-12818,45
2013	3	0,38	0,1515	0,3800	1012	384,56	-12433,89
2014	4	0,38	0,1572	0,3800	1012	384,56	-12049,33
2015	5	0,38	0,1632	0,3800	1012	384,56	-11664,77
2016	6	0,38	0,1694	0,3800	1012	384,56	-11280,21
2017	7	0,38	0,1759	0,3800	1012	384,56	-10895,65
2018	8	0,38	0,1825	0,3800	1012	384,56	-10511,09
2019	9	0,22	0,1895	0,2200	1012	222,64	-10288,45
2020	10	0,22	0,1967	0,2200	1012	222,64	-10065,81
2021	11	0,22	0,2042	0,2200	1012	222,64	-9843,17
2022	12	0,22	0,2119	0,2200	1012	222,64	-9620,53
2023	13	0,22	0,2200	0,2200	1012	222,64	-9397,89
2024	14	0,22	0,2283	0,2283	1012	231,06	-9166,83
2025	15	0,22	0,2370	0,2370	1012	239,84	-8926,98
2026	16	-	0,2460	0,2460	1012	248,96	-8678,02
2027	17	-	0,2554	0,2554	1012	258,42	-8419,61
2028	18	-	0,2651	0,2651	1012	268,24	-8151,37
2029	19	-	0,2751	0,2751	1012	278,43	-7872,94
2030	20	-	0,2856	0,2856	1012	289,01	-7583,92
2031	21	-	0,2964	0,2964	1012	299,99	-7283,93
2032	22	-	0,3077	0,3077	1012	311,39	-6972,54
-	-	-	-	-	-	-	-
2049	39	-	0,5801	0,5801	1012	587,04	556,86
2050	40	-	0,6021	0,6021	1012	609,34	1166,21

Sensibilidade à geração

Microprodutores

Sistema Ligado - FV – 23

Modelo 2 - Potencia contratada à EDP – 5,75 kVA

Tabela A.3.140 – Indicadores Económicos – FV – 23 – Mod2

		20 anos		8%
Orçamento (€)	Produção Anual (kWh/ano)	TIR	VAL	Payback
13587,57	1012	-	-5315,42	22

		25 anos		8%
TIR	VAL	Payback		
0,93%	-4598,42	22		

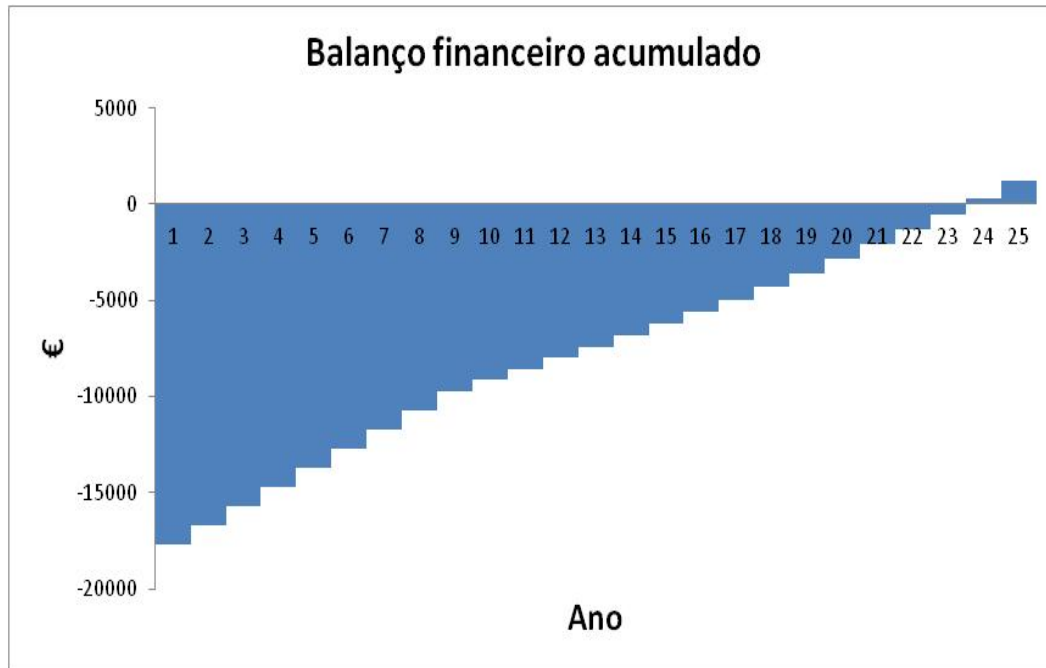


Figura A.3.87 – Balanço financeiro acumulado – FV – 23 – Mod2

Tabela A.3.139 – Estudo económico microgeração – FV – 23 – Mod2

Ano	Nº	Regime bonificado (€/kWh)	Regime geral (€/kWh)	Tarifa (€/kWh)	Produção (kWh)	Cash Flow (€)	Cash Flow acumulado (€)
2011	0					-17724,50	-17724,50
2011	1	0,38	0,1406	0,3800	2632	1000,16	-16724,34
2012	2	0,38	0,1459	0,3800	2632	1000,16	-15724,18
2013	3	0,38	0,1515	0,3800	2632	1000,16	-14724,02
2014	4	0,38	0,1572	0,3800	2632	1000,16	-13723,86
2015	5	0,38	0,1632	0,3800	2632	1000,16	-12723,70
2016	6	0,38	0,1694	0,3800	2632	1000,16	-11723,54
2017	7	0,38	0,1759	0,3800	2632	1000,16	-10723,38
2018	8	0,38	0,1825	0,3800	2632	1000,16	-9723,22
2019	9	0,22	0,1895	0,2200	2632	579,04	-9144,18
2020	10	0,22	0,1967	0,2200	2632	579,04	-8565,14
2021	11	0,22	0,2042	0,2200	2632	579,04	-7986,10
2022	12	0,22	0,2119	0,2200	2632	579,04	-7407,06
2023	13	0,22	0,2200	0,2200	2632	579,04	-6828,02
2024	14	0,22	0,2283	0,2283	2632	600,95	-6227,07
2025	15	0,22	0,2370	0,2370	2632	623,78	-5603,29
2026	16	-	0,2460	0,2460	2632	647,49	-4955,80
2027	17	-	0,2554	0,2554	2632	672,09	-4283,71
2028	18	-	0,2651	0,2651	2632	697,63	-3586,08
2029	19	-	0,2751	0,2751	2632	724,14	-2861,93
2030	20	-	0,2856	0,2856	2632	751,66	-2110,28
2031	21	-	0,2964	0,2964	2632	780,22	-1330,05
2032	22	-	0,3077	0,3077	2632	809,87	-520,18
2033	23	-	0,3194	0,3194	2632	840,65	320,46
2034	24	-	0,3315	0,3315	2632	872,59	1193,05
2035	25	-	0,3441	0,3441	2632	905,75	2098,80

Sensibilidade à geração

Microprodutores

Sistema Ligado - FV – 23

Modelo 3 - Potencia contratada à EDP – 6,9 kVA

Tabela A.3.142 – Indicadores Económicos – FV – 23 – Mod3

		20 anos		8%
Orçamento (€)	Produção Anual (kWh/ano)	TIR	VAL	Payback
20933,70	4894	3,75%	-5552,28	13

		25 anos		8%
TIR	VAL	Payback		
5,31%	-4219,07	13		

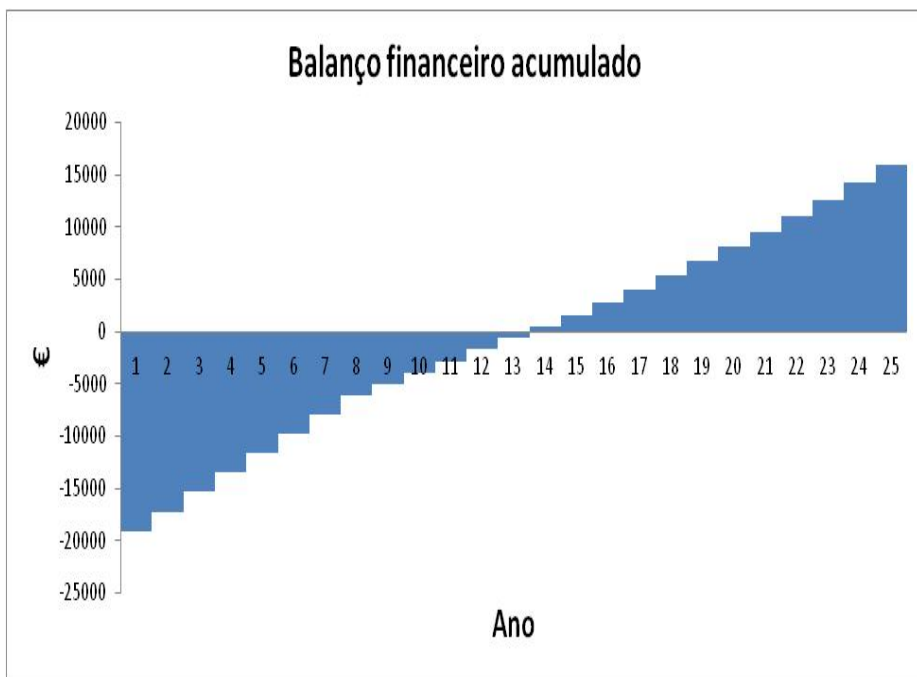


Figura A.3.88 – Balanço financeiro acumulado – FV – 23 – Mod3

Tabela A.3.141 – Estudo económico microgeração – FV – 23 – Mod3

Ano	Nº	Regime bonificado (€/kWh)	Regime geral (€/kWh)	Tarifa (€/kWh)	Produção (kWh)	Cash Flow (€)	Cash Flow acumulado (€)
2011	0					-20933,70	-20933,70
2011	1	0,38	0,1406	0,3800	4894	1859,72	-19073,98
2012	2	0,38	0,1459	0,3800	4894	1859,72	-17214,26
2013	3	0,38	0,1515	0,3800	4894	1859,72	-15354,54
2014	4	0,38	0,1572	0,3800	4894	1859,72	-13494,82
2015	5	0,38	0,1632	0,3800	4894	1859,72	-11635,10
2016	6	0,38	0,1694	0,3800	4894	1859,72	-9775,38
2017	7	0,38	0,1759	0,3800	4894	1859,72	-7915,66
2018	8	0,38	0,1825	0,3800	4894	1859,72	-6055,94
2019	9	0,22	0,1895	0,2200	4894	1076,68	-4979,26
2020	10	0,22	0,1967	0,2200	4894	1076,68	-3902,58
2021	11	0,22	0,2042	0,2200	4894	1076,68	-2825,90
2022	12	0,22	0,2119	0,2200	4894	1076,68	-1749,22
2023	13	0,22	0,2200	0,2200	4894	1076,68	-672,54
2024	14	0,22	0,2283	0,2283	4894	1117,42	444,88
2025	15	0,22	0,2370	0,2370	4894	1159,88	1604,75
2026	16	-	0,2460	0,2460	4894	1203,95	2808,71
2027	17	-	0,2554	0,2554	4894	1249,70	4058,41
2028	18	-	0,2651	0,2651	4894	1297,19	5355,60
2029	19	-	0,2751	0,2751	4894	1346,49	6702,09
2030	20	-	0,2856	0,2856	4894	1397,65	8099,74
2031	21	-	0,2964	0,2964	4894	1450,76	9550,50
2032	22	-	0,3077	0,3077	4894	1505,89	11056,39
2033	23	-	0,3194	0,3194	4894	1563,12	12619,51
2034	24	-	0,3315	0,3315	4894	1622,51	14242,02
2035	25	-	0,3441	0,3441	4894	1684,17	15926,19

**Sensibilidade à geração
Microprodutores
Sistema Ligado - H – 24**

Tabela A.3.143 – Resumo dos Sistemas – Microprodutores – Ligado – H – 24

Pot. Contr. à EDP kVA	Pot. de Ligação W	Orçamento (€)	Produção Anual (kWh/ano)	20 anos			25 anos		
				TIR	VAL	Payback	TIR	VAL	Payback
3,45	1680	19362,01	444,67	-	-17976,79	67	-	-17855,66	67
5,75	2940	23305,84	1871,71	-	-17767,77	36	-	-17257,88	36
6,90	3580	23884,23	1812,47	-	-18813,75	38	-	-18320,00	38

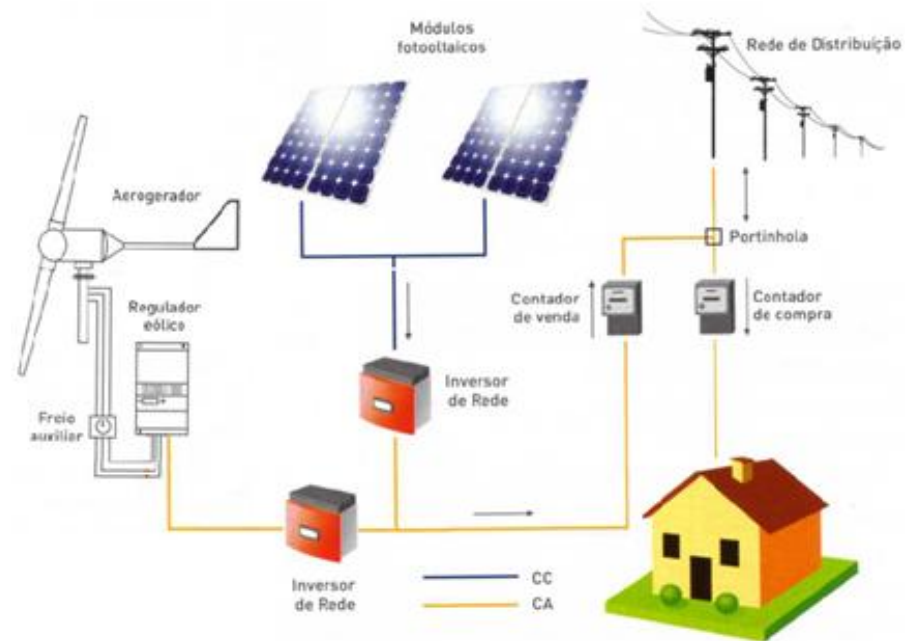


Figura A.3.89 – Constituição de um sistema com aerogerador/FV ligado à rede

Sensibilidade à geração

Microprodutores

Sistema Ligado - H – 24

Modelo 1 - Potencia contratada à EDP – 3,45 kVA

Tabela A.3.144 – Orçamento – H – 24 – Mod1

Orçamento ligado à rede						
Equipamentos	Potência	Unidade	Preço € (unitário)	Quantidade	Total €	Total € (c/IVA 13%)
Módulos FV	180	W	685,00	6	4110,00	4644
Inversor SMA SB 1100	1700	W	840,00	1	840,00	949
Estrutura modular galvanizada			400,00	1	400,00	452
Bornay 600	600	W	2667,00	1	2667,00	3014
Inversor SMA Windy Boy wB 1100	1100	W	840,00	1	949,20	1073
WPB Box 400			1447,26	1	1635,40	1848
Torre de 12 m			2030,00	1	2030,00	2294
Contador de Energia Elétrica			750,00	1	750,00	848
Caixa para contador			45,00	1	45,00	51
Portinhola			115,00	1	115,00	130
Transporte / Montagem / material elétrico			1500,00	1	1500,00	1695
Sistema AQS			1592,92	1	1592,92	1800
Taxa para registo da unidade de microprodução			500,00	1	500,00	565

19362

Tabela A.3.145 – Indicadores Económicos – H – 24 – Mod1

Orçamento (€)	Produção Anual (kWh/ano)	20 anos		Payback
		TIR	VAL	
19362,01	444,67	-	-17976,79	67

TIR	25 anos		Payback
	VAL	8,00%	
-	-17855,66	8,00%	67

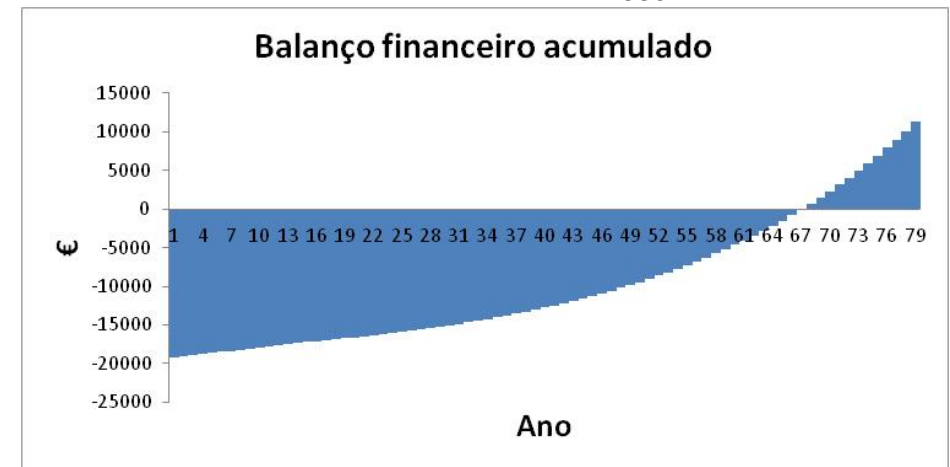


Figura A.3.90 – Balanço financeiro acumulado – H – 24 – Mod1

Sensibilidade à geração

Microprodutores

Sistema Ligado - H – 24

Modelo 2 - Potencia contratada à EDP – 5,75 kVA

Tabela A.3.146 – Orçamento – H – 24 – Mod2

Orçamento ligado à rede						
Equipamentos	Potência	Unidade	Preço € (unitário)	Quantidade	Total €	Total € (c/IVA 13%)
Módulos FV	180	W	685,00	8	5480,00	6192
Inversor SMA SB 1700	1700	W	1087,00	1	1087,00	1228
Estrutura modular galvanizada			400,00	1	400,00	452
Aerogerador Bornay 1500	1500	W	4261,00	1	4261,00	4815
Inversor SMA Windy Boy wB 1700	1700	W	1087,00	1	1228,31	1388
WPB Box 400			1447,26	1	1635,40	1848
Torre de 12 m			2030,00	1	2030,00	2294
Contador de Energia Elétrica			750,00	1	750,00	848
Caixa para contador			45,00	1	45,00	51
Portinhola			115,00	1	115,00	130
Transporte / Montagem / material elétrico			1500,00	1	1500,00	1695
Sistema AQS			1592,92	1	1592,92	1800
Taxa para registo da unidade de microprodução			500,00	1	500,00	565

23306

Tabela A.3.147 – Indicadores Económicos – H – 24 – Mod2

Orçamento (€)	Produção Anual (kWh/ano)	20 anos		Payback
		TIR	VAL	
23305,84	1871,71	-	-17767,77	36

25 anos		Payback
TIR	VAL	
-	-17257,88	36



Figura A.3.91 – Balanço financeiro acumulado – H – 24 – Mod2

Sensibilidade à geração

Microprodutores

Sistema Ligado - H – 24

Modelo 3 - Potencia contratada à EDP – 6,9 kVA

Tabela A.3.148 – Orçamento – H – 24 – Mod3

Orçamento ligado à rede						
Equipamentos	Potência	Unidade	Preço € (unitário)	Quantidade	Total €	Total € (c/IVA 13%)
Módulos FV	180	W	685,00	6	4110	4644
Inversor SMA SB 1100	1100	W	840,00	1	840	949
Estrutura modular galvanizada			400,00	1	400	452
Aerogerador Proven 2,5 kW	2500	W	6000,00	1	6000	6780
Inversor SMA Windy Boy wB 2500	2500	W	1432,00	1	1618,16	1829
WPB Box 600			1447,26	1	1635,40	1848
Torre de 12 m			2030,00	1	2030	2294
Contador de Energia Elétrica			750,00	1	750	848
Caixa para contador			45,00	1	45	51
Portinhola			115,00	1	115	130
Transporte / Montagem / material elétrico			1500,00	1	1500	1695
Sistema AQS			1592,92	1	1592,92	1800
Taxa para registo da unidade de microprodução			500,00	1	500	565

23884

Tabela A.3.149 – Indicadores Económicos – H – 24 – Mod3

Orçamento (€)	Produção Anual (kWh/ano)	20 anos		Payback
		TIR	VAL	
23884,23	1812,47	-	-18813,75	38

TIR	25 anos		Payback
	VAL		
-	-18320,00		38

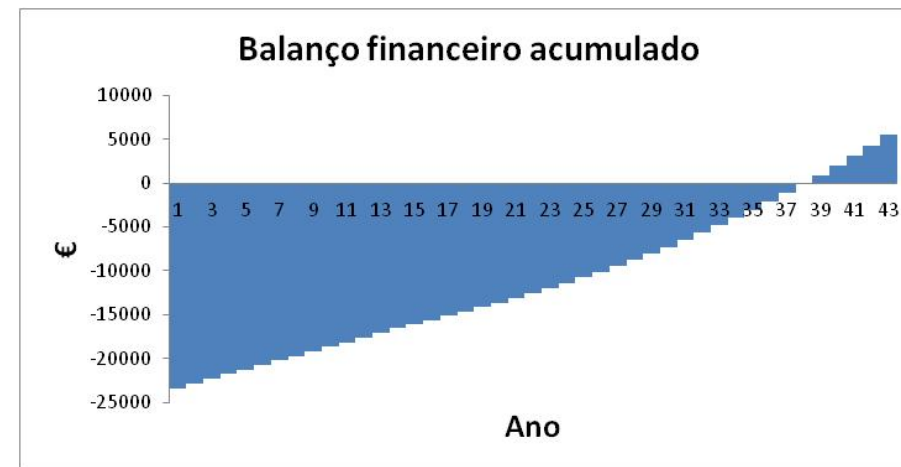


Figura A.3.92 – Balanço financeiro acumulado – H – 24 – Mod3

Green House - Rentável / Sustentável
1890 kWh/Ano
Sistema Isolado - E – 25
Sensibilidade - Orçamento

Tabela A.3.150 – Indicadores Económicos / Orçamento – E – 25

Orçamento (€)	Produção Anual (kWh/ano)	20 anos				25 anos			
		Orçamento %	TIR	VAL	Payback	Orçamento %	TIR	VAL	Payback
20448,77	2481,60	-76,00%	8,14%	-358,11	11	-75,00%	8,22%	113,43	11

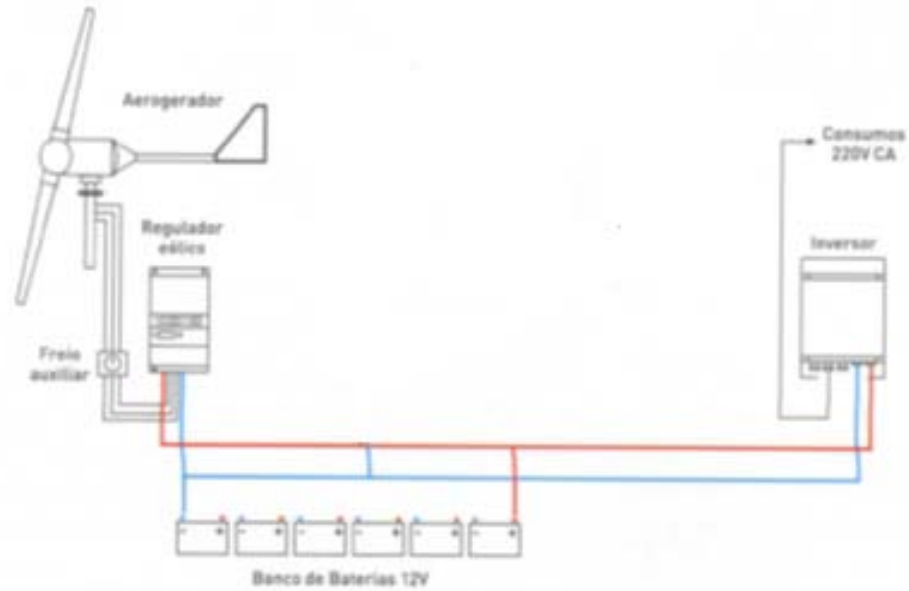


Figura A.3.93 – Constituição de um sistema com aerogerador isolado da rede

Green House - Rentável / Sustentável
1890 kWh/Ano
Sistema Isolado - FV – 26
Sensibilidade - Orçamento

Tabela A.3.151 – Indicadores Económicos / Orçamento – FV – 26

		Orçamento (€)	Produção Anual (kWh/ano)	20 anos				25 anos			
FV	Isolado			Orçamento %	TIR	VAL	Payback	Orçamento %	TIR	VAL	Payback
		13937,42	3362	-76,00%	8,42%	120,02	10	-72,00%	8,19%	77,39	11

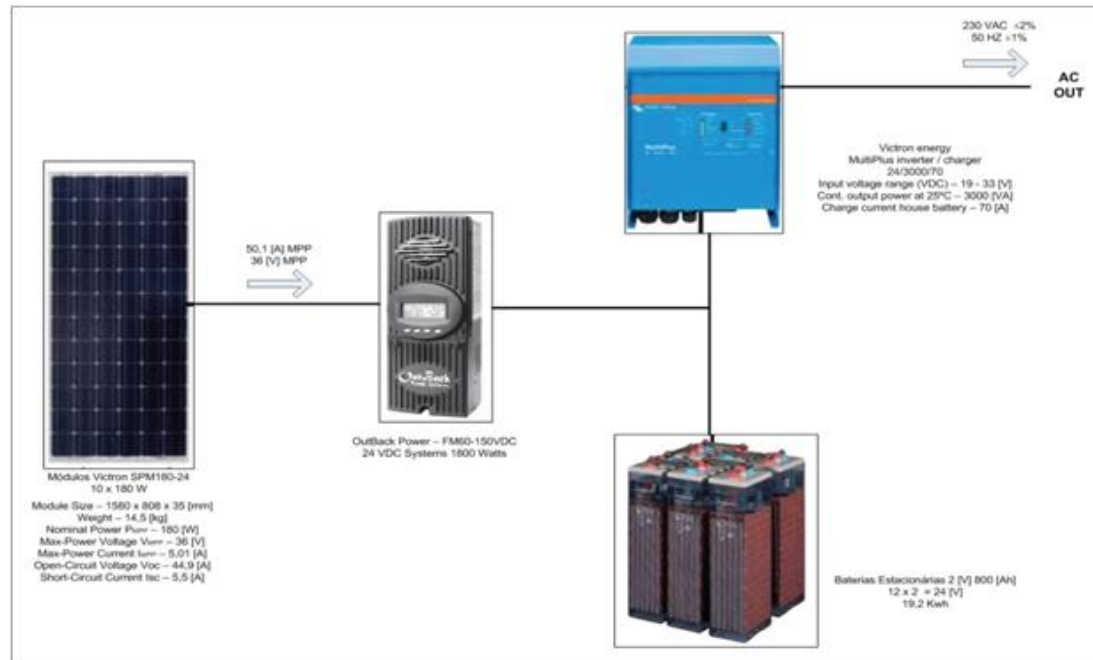


Figura A.3.94 – Constituição do sistema fotovoltaico isolado da RESP

Green House - Rentável / Sustentável
1890 kWh/Ano
Sistema Isolado - H – 27
Sensibilidade - Orçamento

Tabela A.3.152 – Indicadores Económicos / Orçamento – H – 27

Equipamentos	Pot. Ligação	Orçamento (€)	Produção Anual (kWh/ano)	20 anos				25 anos			
				Orçamento %	TIR	VAL	Payback	Orçamento %	TIR	VAL	Payback
mod1	2,4 kW	21123,38	1890	-84,00%	8,29%	85,26	10	-82,00%	8,45%	177,66	11
Módulos FV Bornay 600											
mod2	2,26 kW	20849,92	1890	-84,00%	8,45%	129,01	10	-81,00%	8,05%	18,38	12
Módulos FV Wisper 80											
mod3	2,2 kW	20602,45	1890	-84,00%	8,59%	168,61	10	-81,00%	8,16%	65,40	11
Módulos FV Bornay 1500											

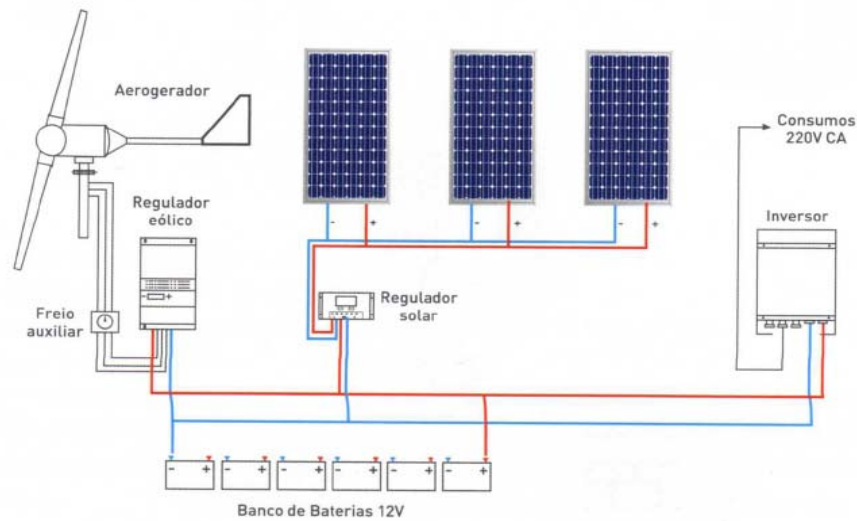


Figura A.3.95 – Constituição de um sistema com aerogerador/FV isolado da RESP

Green House - Rentável / Sustentável
1890 kWh/Ano
Sistema Ligado - E – 28
Sensibilidade – Regime Bonificado

Tabela A.3.153 – Indicadores Económicos / Orçamento – E – 28

Pot. Contr. à EDP kVA	Pot. de Ligação W	Orçamento €	Produção Anual kWh/ano	20 anos				25 anos			
				Reg. Bonificado %	TIR	VAL	Payback	Reg. Bonificado %	TIR	VAL	Payback
6,90	3000	11367,80	2481,60	221%	8,05%	47,52	7	208%	8,02%	22,56	8

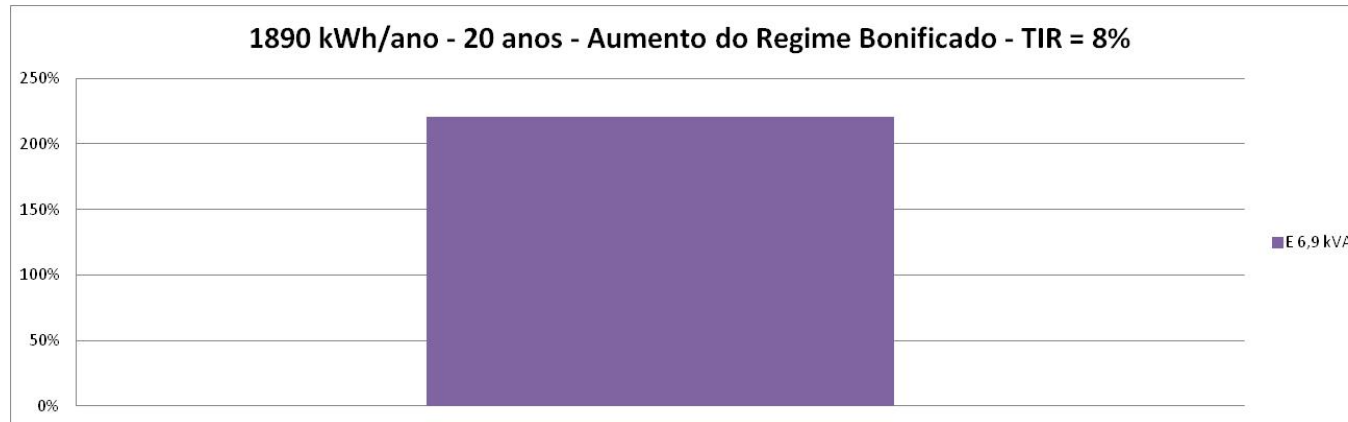


Figura A.3.96 – Aumento do Regime Bonificado – 20 anos



Figura A.3.97 – Aumento do Regime Bonificado – 25 anos

Green House - Rentável / Sustentável
1890 kWh/Ano
Sistema Ligado - FV – 29
Sensibilidade – Regime Bonificado

Tabela A.3.154 – Indicadores Económicos / Orçamento – FV – 29

Pot. Contr. à EDP kVA	Pot. de Ligação W	Orçamento €	Produção Anual kWh/ano	20 anos				25 anos			
				Reg. Bonificado %	TIR	VAL	Payback	Reg. Bonificado %	TIR	VAL	Payback
3,45	1089	15444,84	1890	103%	8,02%	12,54	7	94%	8,07%	50,70	8

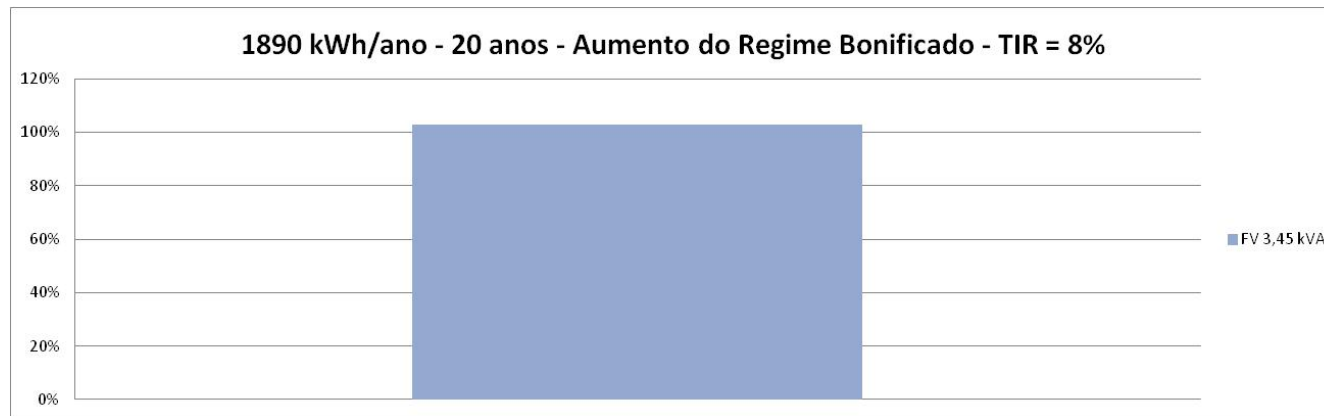


Figura A.3.98 – Aumento do Regime Bonificado – 20 anos

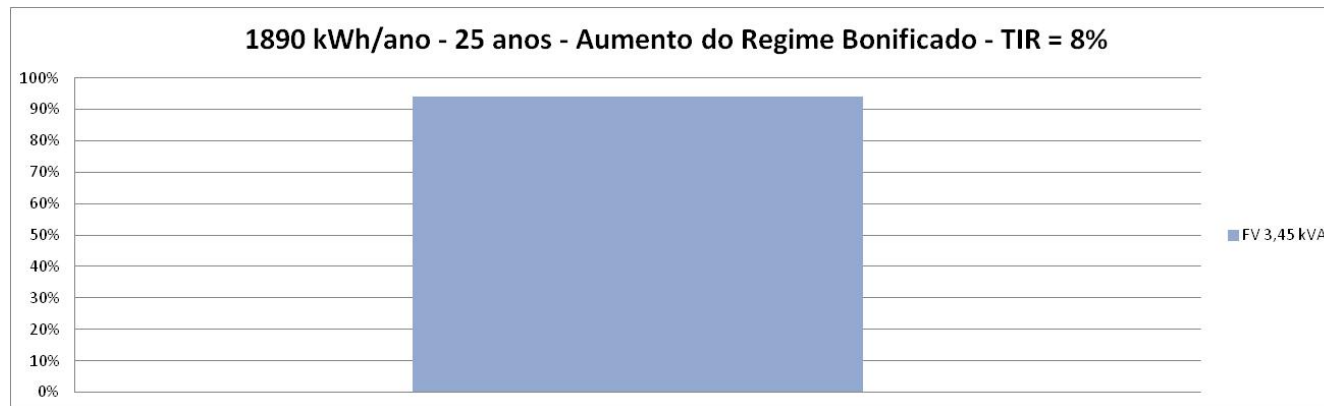


Figura A.3.99 – Aumento do Regime Bonificado – 25 anos

Green House - Rentável / Sustentável
1890 kWh/Ano
Sistema Ligado - H – 30
Sensibilidade – Regime Bonificado

Tabela A.3.155 – Indicadores Económicos / Orçamento – FV – 30

Pot. Contr. à EDP kVA	Pot. de Ligação W	Orçamento €	Produção Anual kWh/ano	20 anos				25 anos			
				Reg. Bonificado %	TIR	VAL	Payback	Reg. Bonificado %	TIR	VAL	Payback
5,75	2400	18587,96	1890	248%	8,04%	51,82	8	238%	8,04%	49,10	9
5,75	2260	18314,50	1890	265%	8,04%	47,84	8	254%	8,02%	28,24	9
5,75	2200	18259,87	1890	291%	8,01%	10,23	8	280%	8,02%	28,77	9

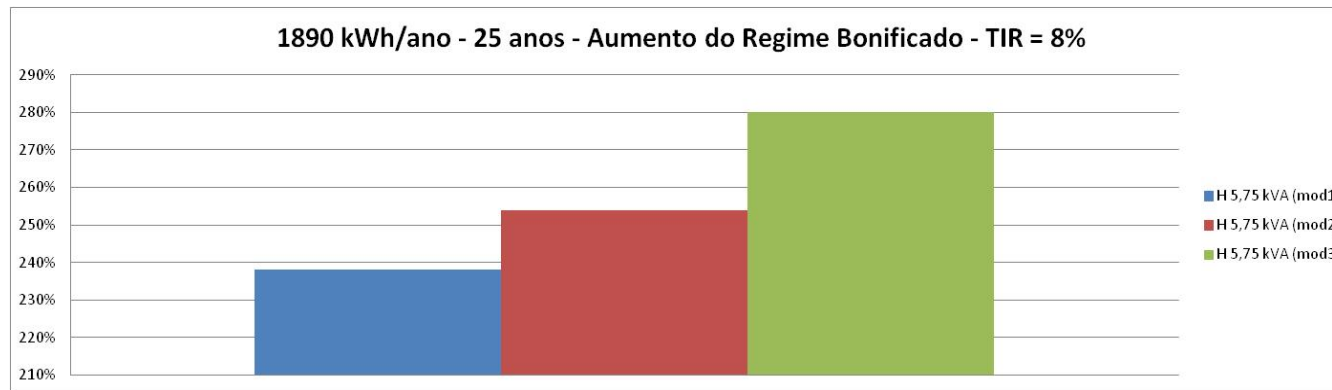


Figura A.3.100 – Aumento do Regime Bonificado – 20 anos

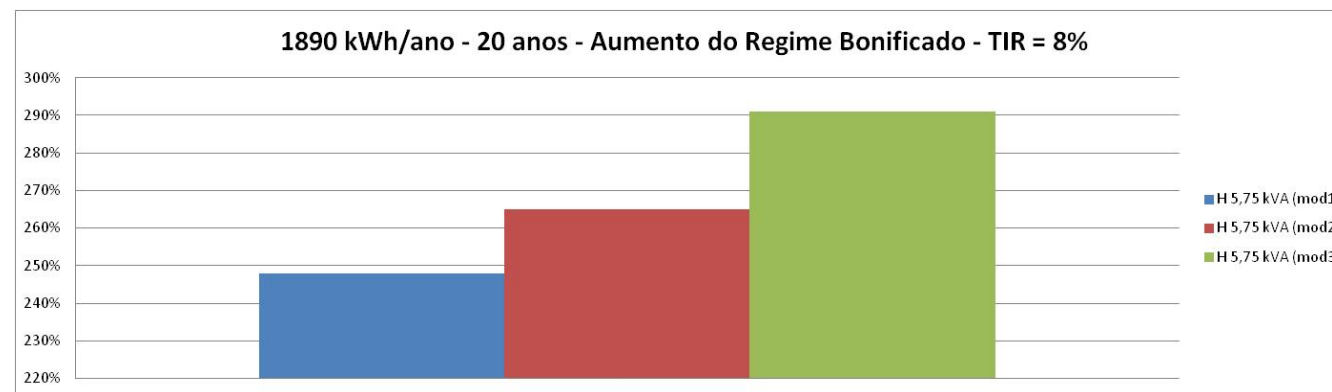


Figura A.3.101 – Aumento do Regime Bonificado – 25 anos