

NEUTRO À TERRA

Revista Técnico-Científica | Nº18 | dezembro de 2016

<http://www.neutroaterra.blogspot.com>

Ao terminar mais um ano, honramos o nosso compromisso convosco e voltamos à vossa presença com a publicação da 18ª Edição da nossa revista “Neutro à Terra”. O ano que agora termina, sem deixar de ser ainda um ano difícil para a indústria eletrotécnica, verificou-se que esta manteve apesar de tudo uma dinâmica muito apreciável, apresentando novas ideias, novos projetos, novas soluções e assumindo novos compromissos com diversas instituições. Também no âmbito da nossa revista, continuou a verificar-se um interesse crescente pelas nossas publicações, destacando-se a vontade de algumas empresas em colaborar connosco, mas também o crescimento que se tem verificado da procura e visualização da revista “Neutro à Terra” um pouco por todo o mundo, destacando-se neste caso os Estados Unidos.

José Beleza Carvalho, Professor Doutor



Máquinas e Veículos Elétricos



Produção, Transporte e Distribuição Energia



Instalações Elétricas



Telecomunicações



Segurança



Gestão de Energia e Eficiência Energética



Automação, Gestão Técnica e Domótica

Índice

03| Editorial

05| Eficiência Energética em Equipamentos de Força-Motriz

José António Beleza Carvalho

Instituto Superior de Engenharia do Porto

16| Conducting and Insulating Materials

Manuel Bolotinha

Engenheiro Eletrotécnico - Consultor

20| Proteção das Pessoas nos Esquemas de Ligação à Terra “TN” e “IT”

José António Beleza Carvalho

Instituto Superior de Engenharia do Porto

28| ITED 3 – Evolução nas Regras Técnicas de Projeto e Instalação de Infraestruturas de Telecomunicações em Edifícios

Nuno Cota

Instituto Superior de Engenharia de Lisboa

36| KNX - standard internacional para o controlo da habitação e edifícios

Benilde Magalhães

Tev 2-Distribuição de Material Eléctrico Lda

40| Avaliação dos primeiros 6 anos de uma microprodução fotovoltaica

António Carvalho de Andrade

Instituto Superior de Engenharia do Porto

46| Fundamentos da deteção automática de incêndios em edifícios. Parte 2.

Antonio Augusto Araújo Gomes

Instituto Superior de Engenharia do Porto

51| Autores

FICHA TÉCNICA

DIRETOR:	José António Beleza Carvalho, Doutor
SUBDIRETORES:	António Augusto Araújo Gomes, Eng.º Roque Filipe Mesquita Brandão, Doutor Sérgio Filipe Carvalho Ramos, Doutor
PROPRIEDADE:	Área de Máquinas e Instalações Elétricas Departamento de Engenharia Electrotécnica Instituto Superior de Engenharia do Porto
CONTATOS:	jbc@isep.ipp.pt ; aag@isep.ipp.pt
PUBLICAÇÃO SEMESTRAL:	ISSN: 1647-5496

Estimados leitores

Ao terminar mais um ano, honramos o nosso compromisso convosco e voltamos à vossa presença com a publicação da 18ª Edição da nossa revista “Neutro à Terra”. O ano que agora termina, sem deixar de ser ainda um ano difícil para a indústria eletrotécnica, verificou-se que esta manteve apesar de tudo uma dinâmica muito apreciável, apresentando novas ideias, novos projetos, novas soluções e assumindo novos compromissos com diversas instituições. Também no âmbito da nossa revista, continuou a verificar-se um interesse crescente pelas nossas publicações, destacando-se a vontade de algumas empresas em colaborar connosco, mas também o crescimento que se tem verificado da procura e visualização da revista “Neutro à Terra” um pouco por todo o mundo, destacando-se neste caso os Estados Unidos.

Procurando que esta revista seja também uma referência no setor eletrotécnico em diversos países estrangeiros, de língua oficial portuguesa e não só, mantemos o compromisso de publicar um artigo de natureza mais científica em língua Inglesa. Nesta edição um interessante artigo sobre materiais condutores e materiais isolantes, “*Conducting and Insulating Materials*”, da autoria do Professor Manuel Bolotinha.

Os motores elétricos são de longe as cargas mais importantes na indústria e no sector terciário. A União Europeia, através do organismo EU MEPS (*European Minimum Energy Performance Standard*) definiu um novo regime obrigatório para os níveis mínimos de eficiência dos motores elétricos que sejam introduzidos no mercado europeu. O novo regime abrange motores de indução trifásica até 375 kW, de velocidade simples. Entrou em vigor em três fases a partir de meados de 2011. Nesta publicação, apresenta-se um artigo sobre “Eficiência Energética em Equipamentos de Força-Motriz” que aborda a nova classificação relacionada com as classes de eficiência, assim como algumas metodologias que se podem adotar para uma utilização mais eficiente dos equipamentos de força motriz.

O correto dimensionamento dos dispositivos de proteção das pessoas contra contactos indiretos em instalações elétricas de Baixa Tensão (BT), é uma das condições fundamentais para que uma instalação possa ser utilizada e explorada com conforto e em perfeitas condições de segurança. De acordo com a normalização em vigor, é, também, uma das condições essenciais para a certificação ou licenciamento das instalações elétricas por parte das entidades ou organismos responsáveis, a quem estão atribuídas estas competências. Nesta publicação da revista “Neutro à Terra” apresenta-se um interessante artigo científico sobre a proteção de pessoas contra contactos indiretos nos Esquemas de Ligação à Terra em “TN” e “IT”.

As Infraestruturas de Telecomunicações em Edifícios são sempre um assunto importante e alvo de várias publicações na nossa revista. Nesta edição apresentamos um artigo sobre a evolução das Regras Técnicas de Projeto e Instalação no âmbito do ITED 3, da autoria do Engº Nuno Cota.

Na conceção de qualquer edifício, os termos conforto e poupança energética assumem uma relevância crescente. Para além dos aspetos puramente arquitetónicos, a introdução de elementos tecnológicos como é o caso da domótica ou imótica, contribuem simultaneamente para controlar as despesas energéticas e proporcionar maior conforto aos utilizadores. Nesta edição da revista, apresenta-se um artigo técnico que efetua análise global da distribuição dos consumos energéticos em edifícios de habitação em termos de energia final, revelando que 50% dos consumos incidem nos sectores que agregam a iluminação, eletrodomésticos, aquecimento e arrefecimento.

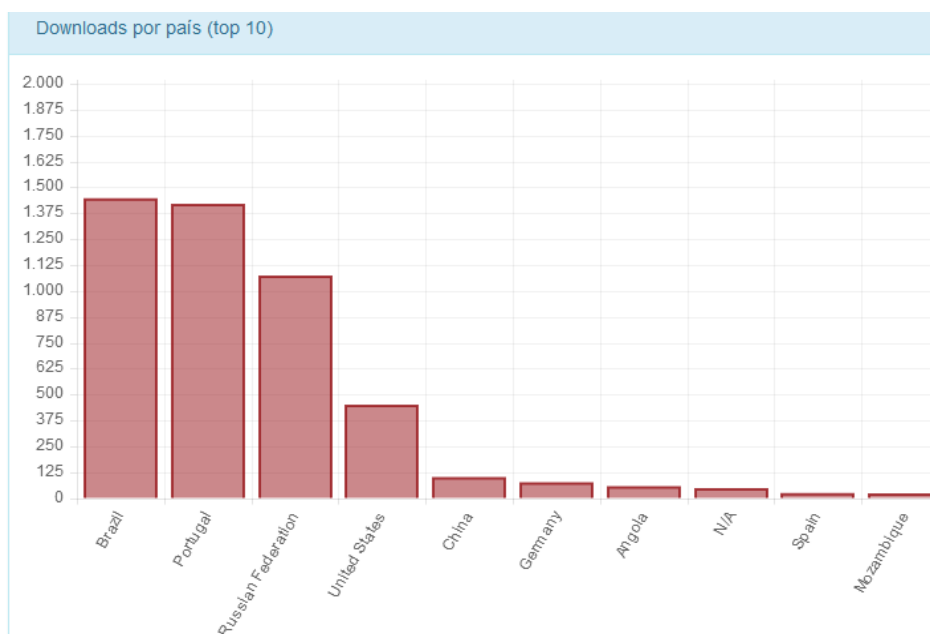
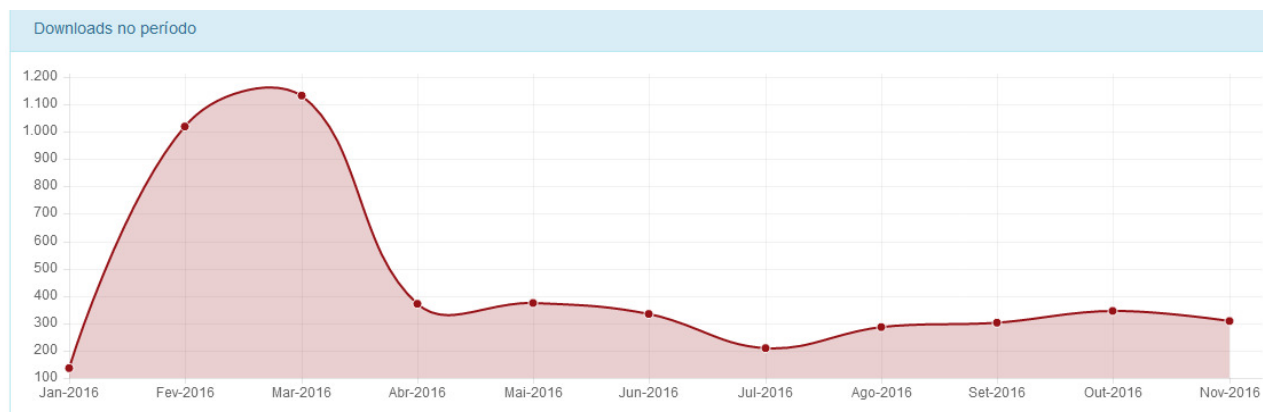
Nesta edição da revista destacam-se ainda a publicação de outros interessantes artigos, como “Avaliação Técnica e Económica dos primeiros 6 anos de uma instalação residencial de Microprodução Fotovoltaica”, e a publicação da 2ª parte do artigo técnico sobre “Fundamentos da Deteção Automática de incêndios em Edifícios”.

Estando certo que esta edição da revista “Neutro à Terra” apresenta artigos de elevado interesse para todos os profissionais do setor eletrotécnico, satisfazendo assim as expectativas dos nossos leitores, apresento os meus cordiais cumprimentos e desejo a todos um Bom Ano de 2017.

Porto, 26 dezembro de 2016

José António Beleza Carvalho

Downloads entre janeiro e novembro de 2016



Blog:

www.neutroaterra.blogspot.com

Visualização de páginas

Entrada	Visualizações de páginas
Portugal	18985
Estados Unidos	2532
Brasil	1387
Alemanha	392
França	220
Rússia	180
Angola	172
Reino Unido	166
Ucrânia	115
Espanha	93

AVALIAÇÃO DOS PRIMEIROS 6 ANOS DE UMA MICROPRODUÇÃO FOTOVOLTAICA

1. Introdução

As energias fósseis foram um fator vital para a industrialização até à atualidade. Mas a sua utilização não é neutra do ponto de vista ambiental, pois são libertados gases de efeito de estufa (GEE), que estão a alterar o equilíbrio da nossa atmosfera que existia no período pré-industrial.

Apoiado em estudos científicos cada vez mais credibilizados pela comunidade científica, o poder político está a ficar cada vez mais consciente das suas consequências climáticas, e por isso empenhado em mudar a matriz energética com vista à sua progressiva redução, substituindo-as por energias renováveis. Por outro lado, o custo unitário de produção de energia elétrica a partir da energia solar e eólica, devido à progressiva evolução tecnológica que se está a verificar na sua conversão, está continuamente a baixar, concorrendo já em mercado em igualdade de circunstâncias com as energias fósseis, permitindo dessa forma a anulação de subsídios que foram inicialmente necessários para que fosse viável economicamente a sua exploração.

Portugal não é exceção, e para cumprir compromissos internacionais de redução de produção de GEE, tem incrementado a exploração de energias renováveis endógenas, como a energia eólica, solar e biomassa, baixando a utilização e dependência das energias fósseis, que na sua totalidade são importadas.

Neste sentido foi publicado o Decreto-Lei n.º 363/2007, abrindo a possibilidade da instalação de microprodução por particulares, que é o caso descrito neste artigo, pois a microprodução fotovoltaica está localizada na residência do autor.

2. Projeto

2.1. Estudo da viabilidade económica

O estudo de viabilidade económica foi realizado com base em três orçamentos solicitados a três empresas diferentes, para o fornecimento de uma unidade de microprodução fotovoltaica (FV), em igualdade de exigência de trabalhos a realizar.

Um dos aspetos fundamentais solicitados foi o fornecimento de histórico de produção de outras unidades idênticas já instaladas pelas empresas, no sentido de aferir de uma forma real da sua viabilidade económica, pois após a publicação do Decreto-Lei n.º 363/2007, já tinham sido pedidos orçamentos, e a não existência de dados reais impediram o investimento por a sua viabilidade económica não estar assegurada. Os resultados deste estudo são apresentados na Tabela 2.1.

Como se pode ver na Tabela 2.1, a proposta 3 foi a escolhida por ter os melhores indicadores económicos. O investimento foi realizado recorrendo a capitais próprios.

Tabela 2.1 – Características das unidades FV, orçamentos e indicadores económicos

Proposta	Painéis				Produção (kWh)			Investimento					Euros / Wp
	Marca	Refer.	Quant.	Potência (Wp)		Real	Simulação SunnyDesign	Valor	Menos IRS	Payback	VAL	TIR	
				Unitária	Total								
Proposta 1	Martifer		18	220	3960	5330	5580	18 384 €	17 584 €	7 A e 9 meses	4 921 €	7,48%	4,440 €
	Martifer		20	220	4400	5920	5962	20 809 €	20 009 €	8 A e 5 meses	4 969 €	7,09%	4,548 €
Proposta 2	Suntech	STP180S	24	180	4320	5850		21 840 €	21 040 €	8 A e 11 meses	4 527 €	6,69%	4,870 €
Proposta 3 Eurico Ferreira	TITAN	S6-60	18	240	4320	5810	6024	19 600 €	18 800 €	7 A e 6 meses	5 746 €	7,78%	4,352 €

2.2. Localização e entrada em serviço

A unidade de microprodução FV está localizada em Santo Tirso, no telhado da residência do autor (Figura 2.1), e entrou ao serviço às 15:15 horas do dia 25 de Junho de 2010.



Figura 2.1 – Microprodução FV instalada no telhado da residência do autor

Os painéis estão fixados a uma estrutura metálica presa ao telhado da casa.

O inversor (Equinox da Salicru) foi colocado no interior da garagem localizada no piso inferior, ficando desta forma protegido do mau tempo e das variações da temperatura que ocorrem durante o ano.

O contador encontra-se no muro exterior da casa junto ao contador da casa.

3. AVALIAÇÃO DOS PRIMEIROS 6 ANOS

3.1. Análise da produção de energia elétrica no 1º ano

O registo diário da produção de energia elétrica através da leitura do contador no 1º ano permitiu a sua caracterização. No período de ausência de registo diário (férias) foi registado o valor médio no mesmo período.

Na Figura 3.1 são apresentados os valores de produção mínima e máxima por mês, referentes ao 1º ano.

O mês com menor variação de produção foi o mês de Agosto de 2010, com a produção máxima diária de 28 kWh e a mínima de 20 kWh. No outro extremo, estão as produções do mês de Janeiro de 2011 com uma produção máxima de 17 kWh e uma mínima de 1 kWh.

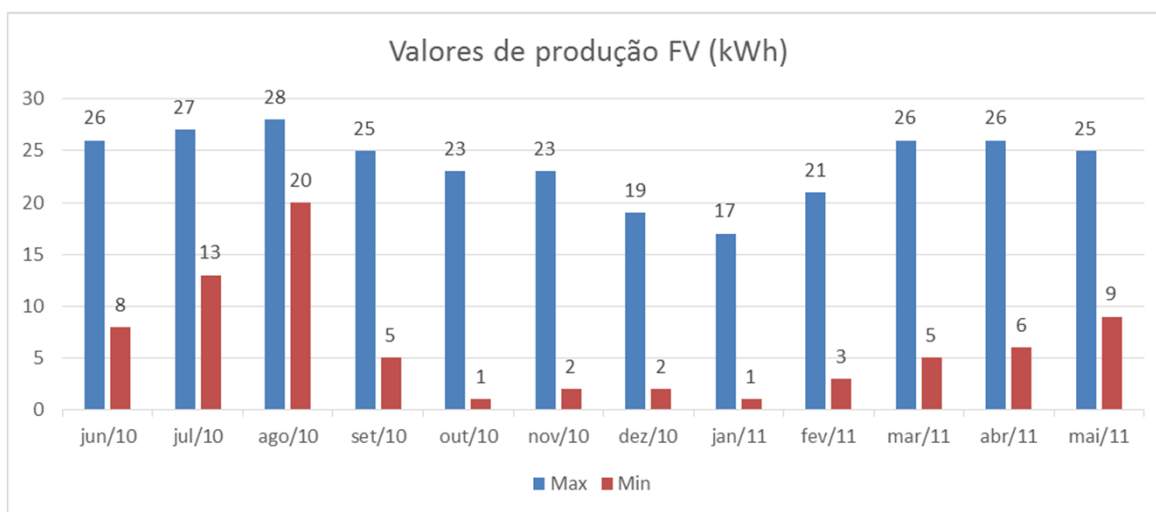


Figura 3.1 – Valores máximos e mínimos diários no 1º ano de produção

Na Figura 3.2 são apresentadas as produções diárias por mês, onde se pode verificar que as grandes variações de produção correspondem aos meses de inverno, refletindo claramente os períodos de maior variação da radiação solar.

É também de salientar que em todos os dias do ano houve produção, mesmo em dias de muita fraca radiação.

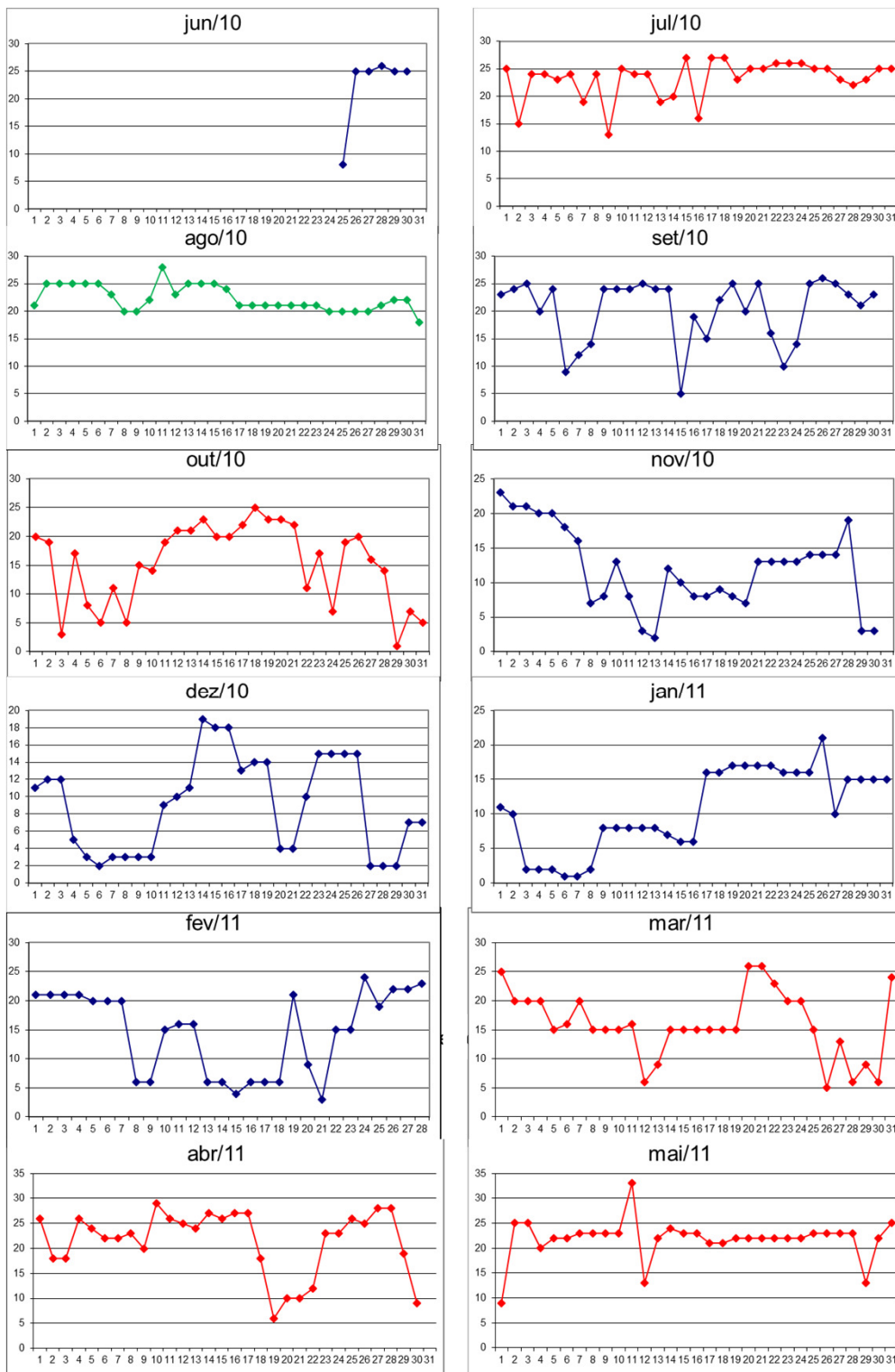


Figura 3.2 – Produção diária da microprodução FV por mês no primeiro ano (kWh)

3.2. Análise da produção de energia elétrica até Dezembro de 2016

A partir das faturas enviadas mensalmente pela EDP Universal, cujo fecho é ao dia 13 de cada mês, foi possível registar as produções mensais até ao presente mês de Dezembro de 2016, e que são apresentadas na Tabela 3.1.

Tabela 3.1 – Produções mensais até Dezembro de 2016

Mês	Produção (kWh)						
	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
jan		265	395	244	190	385	189
fev		467	503	278	197	338	251
mar		413	604	372	395	384	450
abr		586	585	418	502	596	503
mai		627	457	683	611	460	493
jun		701	598	627	638	701	636
jul	417	616	609	669	610	642	666
ago	743	706	718	667	600	629	691
set	656	590	651	703	631	539	664
out	516	614	501	516	430	528	549
nov	470	388	387	306	347	399	359
dez	268	298	302	440	298	351	319

Na Tabela 3.2, apresentam-se as variações mensais calculadas a partir dos valores mensais das faturas (ver Tabela 3.1). Estas variações refletem as variações da radiação solar ao longo do ano sendo mais expressivas no inverno.

No mês de Janeiro é onde se verifica as maiores variações, havendo em 2015 um crescimento de 102,6 % face ao ano anterior, e em 2016 um decréscimo de 50,9 % face à produção verificada em 2015. Por outro lado, nos meses de verão é que se verifica a menor variação, havendo nos meses de Julho e Agosto aumentos/decréscimos abaixo dos 10%.

Na Tabela 3.3 são apresentadas as produções anuais registadas a partir das leituras efetuadas nos dias 25 de Junho de cada ano, obtendo-se assim as produções anuais.

Tabela 3.2 – Variação das produções mensais face ao mês do ano anterior (até Dezembro de 2016)

Mês	Variações da produção face ao mês do ano anterior (%)					
	2011	2012	2013	2014	2015	2016
jan		49,1%	-38,2%	-22,1%	102,6%	-50,9%
fev		7,7%	-44,7%	-29,1%	71,6%	-25,7%
mar		46,2%	-38,4%	6,2%	-2,8%	17,2%
abr		-0,2%	-28,5%	20,1%	18,7%	-15,6%
mai		-27,1%	49,5%	-10,5%	-24,7%	7,2%
jun		-14,7%	4,8%	1,8%	9,9%	-9,3%
jul	47,7%	-1,1%	9,9%	-8,8%	5,2%	3,7%
ago	-5,0%	1,7%	-7,1%	-10,0%	4,8%	9,9%
set	-10,1%	10,3%	8,0%	-10,2%	-14,6%	23,2%
out	19,0%	-18,4%	3,0%	-16,7%	22,8%	4,0%
nov	-17,4%	-0,3%	-20,9%	13,4%	15,0%	-10,0%
dez	11,2%	1,3%	45,7%	-32,3%	17,8%	-9,1%

Tabela 3.3 – Produções anuais (até Junho de 2016)

Ano	Produção (kWh)	
1ª	6 393	
2ª	6 335	-0,91%
3ª	5 817	-8,18%
4ª	5 788	-0,50%
5ª	5 811	0,39%
6ª	5 952	2,43%

Como se pode ver na mesma Tabela 3.3, no primeiro ano a produção foi de 6 393 kWh, valor acima do verificado no primeiro ano numa outra unidade FV (5 810 kWh) instalada pela mesma empresa (ver Tabela 2.1).

Sendo também um valor acima da produção encontrada na simulação efetuada com o *software SunnyDesign* da SMA (6 040 kWh).

Este resultado surpreendente é justificado pela boa dissipação de calor dos painéis, devido à localização da casa proporcionar uma brisa natural e da distância ao telhado proporcionar uma boa ventilação.

A variação da produção anual oscila refletindo a variação da radiação solar anual e a redução progressiva da produção dos painéis.

O fabricante dos painéis garante uma produção de 90% ao fim de 12 anos, mas teríamos que ter uma radiação solar anual constante para que fosse possível a sua avaliação rigorosa.

Calculando a reta de tendência da curva de produções anuais através da sua regressão linear, verifica-se que esta é coincidente com a redução anual à taxa de 2% (ver Figura 3.3). Por essa razão, podemos concluir que a redução da produção está a ser mais elevada do que previsto pelo fabricante.

3.3. Avarias verificadas nos primeiros 6 anos

Até ao momento, a microprodução FV não registou nenhuma avaria, havendo só a registar uma único desarme da proteção devido a uma descarga atmosférica.

O inversor, o equipamento mais sensível e mais sujeito a avarias, ao ter ficado instalado no interior da garagem, contribuiu decididamente para uma boa fiabilidade registado até ao momento.

3.4. Análise da evolução económica nos primeiros 6 anos

A aplicação do Decreto-Lei n.º 363/2007 permitiu a tarifa bonificada de 0,5573 €/kWh no ano zero (2010) e nos 5 anos seguintes.

Esgotado o primeiro período, em janeiro de 2016 a tarifa foi reduzida para 0,2861 €/kWh.

Na Tabela 3.4 é apresentada a evolução económica até ao mês de Dezembro de 2016.

Variação da produção

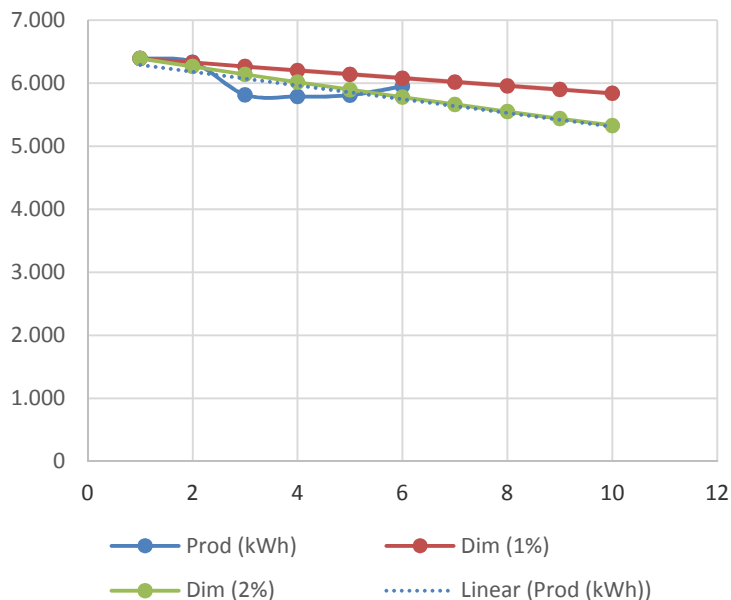


Figura 3.3 – Variação da produção anual da microprodução FV nos primeiros 6 anos

Tabela 3.4 – Evolução económica (até Dezembro de 2016)

Ano	Produção (kWh)	Receita Líquida		
		Anual	Acumulada	%
2010	3 070	1 710,91 €	1 710,91 €	9,10%
2011	6 271	3 494,83 €	5 205,74 €	27,69%
2012	6 310	3 516,56 €	8 722,30 €	46,40%
2013	5 923	3 300,89 €	12 023,19 €	63,95%
2014	5 449	3 036,73 €	15 059,92 €	80,11%
2015	5 952	3 317,05 €	18 376,97 €	97,75%
2016	5 770	1 680,36 €	20 057,33 €	106,69%

O retorno total do capital (Payback) ocorreu no mês de Abril de 2016, 6 anos e 8 meses após a entrada em serviço e 10 meses antes do previsto no estudo económico (ver Tabela 2.1). Para este bom desempenho económico muito contribuiu a produção acima do esperado.

Como se pode ver na Tabela 3.4, no mês de Dezembro de 2016 o capital já atingiu uma remuneração bruta de 6,7 %, que corresponde a uma remuneração anual de cerca de 1%.

4. Conclusões

A análise realizada às produções diárias (1º ano de serviço), mensais e anuais permitem concluir que estas estão muito dependentes dos níveis da radiação solar, que são mais constantes nos meses de verão e muito variáveis no inverso, seguindo naturalmente a variação das condições atmosféricas.

A produção está acima do previsto na simulação efetuada, assim como a registada noutra instalação equivalente

instalado pelo mesmo fabricante, indiciando uma boa ventilação dos painéis, que permite baixar a temperatura dos painéis e aumentar a produção.

A microprodução FV não registou nenhuma avaria até ao momento, tendo por isso uma fiabilidade de 100%, havendo só a registar uma único desarme da proteção devido a uma descarga atmosférica.

O investimento efetuado com capitais próprios foi crucial para o bom desempenho económico.

Notas soltas: (Decreto-Lei n.º 118/2013, de 20 de agosto)

Energia primária: a energia proveniente de fontes renováveis ou não renováveis não transformada ou convertida.

Energias renováveis: a energia de fontes não fósseis renováveis, designadamente eólica, solar, aerotérmica, geotérmica, hidrotérmica e oceânica, hídrica, de biomassa e de biogás.

Sistema passivo: o sistema construtivo concebido especificamente para reduzir as necessidades energéticas dos edifícios, sem comprometer o conforto térmico dos ocupantes, através do aumento dos ganhos solares, designadamente ganhos solares diretos, paredes de trombe ou estufas, na estação de aquecimento ou através do aumento das perdas térmicas, designadamente ventilação, arrefecimento evaporativo, radiativo ou pelo solo, na estação de arrefecimento.

Sistema técnico: o conjunto dos equipamentos associados ao processo de climatização, incluindo o aquecimento, arrefecimento e ventilação natural, mecânica ou híbrida, a preparação de águas quentes sanitárias e a produção de energia renovável, bem como, nos edifícios de comércio e serviços, os sistemas de iluminação e de gestão de energia, os elevadores e as escadas rolantes.

Plano de racionalização energética (PRE): o conjunto de medidas exequíveis e economicamente viáveis de racionalização do consumo ou dos custos com a energia, tendo em conta uma avaliação energética prévia.

Sistema de climatização: o conjunto de equipamentos coerentemente combinados com vista a satisfazer objetivos da climatização, designadamente, ventilação, aquecimento, arrefecimento, humidificação, desumidificação e filtragem do ar.

Sistema de climatização centralizado: o sistema de climatização em que os equipamentos de produção térmica se concentrem numa instalação e num local distintos dos espaços a climatizar, sendo o frio, calor ou humidade transportados por um fluido térmico.

Potência térmica: a potência térmica máxima que um equipamento pode fornecer para efeitos de aquecimento ou arrefecimento do ambiente, em condições de ensaio normalizadas.

Sistema solar térmico: o sistema composto por um coletor capaz de captar a radiação solar e transferir a energia a um fluido interligado a um sistema de acumulação, permitindo a elevação da temperatura da água neste armazenada.

COLABORARAM NESTA EDIÇÃO:



António Augusto Araújo Gomes

aag@isep.ipp.pt

Mestre (pré-bolonha) em Engenharia Eletrotécnica e Computadores, pela Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto.

Professor do Instituto Superior de Engenharia do Porto desde 1999. Coordenador de Obras na CERBERUS - Engenharia de Segurança, entre 1997 e 1999.

Prestação, para diversas empresas, de serviços de projeto de instalações elétricas, telecomunicações e segurança, formação, assessoria e consultadoria técnica.



António Carvalho de Andrade

ata@isep.ipp.pt

Licenciatura. Mestrado e Doutoramento em Engenharia Eletrotécnica e de Computadores, pela Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto.

Colaborador da EDP – Energias de Portugal (22 anos)

Professor ajunto do departamento de Engenharia Eletrotécnica do Instituto Superior de Engenharia do Porto

Benilde Magalhães



José António Beleza Carvalho

jbc@isep.ipp.pt

Nasceu no Porto em 1959. Obteve o grau de B.Sc em engenharia eletrotécnica no Instituto Superior de Engenharia do Porto, em 1986, e o grau de M.Sc e Ph.D. em engenharia eletrotécnica na especialidade de sistemas de energia na Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, em 1993 e 1999, respetivamente.

Atualmente, é Professor Coordenador no Departamento de Engenharia Eletrotécnica do Instituto Superior de Engenharia do Porto, desempenhando as funções de Diretor do Departamento.



Manuel Bolotinha

manuelbolotinha@gmail.com

Licenciou-se em 1974 em Engenharia Eletrotécnica no Instituto Superior Técnico, onde foi Professor Assistente. Tem desenvolvido a sua atividade profissional nas áreas do projeto, fiscalização de obras e gestão de contratos de empreitadas de instalações elétricas, não só em Portugal, mas também em África, na Ásia e na América do Sul. Membro Sénior da Ordem dos Engenheiros e Membro da Cigré, é também Formador Profissional, credenciado pelo IEFP, conduzindo cursos de formação, de cujos manuais é autor, em Portugal, África e Médio Oriente.



Nuno António Fraga Juliano Cota

Professor Adjunto do Instituto Superior de Engenharia de Lisboa (ISEL) na área de telecomunicações. Detentor do Título de Especialista em Engenharia de Telecomunicações pelo Instituto Politécnico de Lisboa.

Mestre em Engenharia Eletrotécnica e Computadores pelo Instituto Superior Técnico.

Presidente do Colégio de Eletrónica e Telecomunicações da Ordem dos Engenheiros Técnicos.

Consultor Externo da ANACOM para a elaboração das regras técnicas ITED3 e ITUR2.

