

Integração de sistemas de energia renovável a instalações residenciais

Raquel Marujo, Teresa Simões e Ana Estanqueiro, do Ineti - Instituto Nacional de Engenharia, Tecnologia e Inovação (Portugal)

Os sistemas de microgeração domésticos que produzem energia a partir de fontes renováveis necessitam de legislação específica e de ferramentas para identificar os potenciais e a viabilidade de implantação de soluções tecnológicas adaptadas ao ambiente urbano. Este artigo analisa exemplos de implementação de sistemas eólicos, fotovoltaicos e híbridos em uma edificação, debatendo questões econômicas e energéticas.

A queima de combustíveis fósseis é uma das maiores fontes de emissões de dióxido de carbono, as quais contribuem com o efeito estufa e o aquecimento global. Neste contexto, o uso de energias renováveis tornou-se mais relevante nos últimos anos. A escassez de fontes de combustíveis fósseis e o consumo crescente de eletricidade também figuram entre as razões que justificam a

mudança de rota no paradigma energético. A produção descentralizada de eletricidade por meio de fontes renováveis permite, além da preservação dos recursos naturais, segurança energética e fornecimento sem impactos ao meio ambiente. Contribui ainda para maior independência energética de um país.

Os sistemas elétricos enfrentam atualmente um enorme desafio em

função do crescimento da produção de energia em pequena escala, conhecida como microgeração. Devido a questões ambientais e econômicas, há uma preocupação crescente no setor de construção em relação à sustentabilidade e eficiência energética dos edifícios nos ambientes urbanos, os quais, por um lado, apresentam consumo de

Habiecologia



MGLS



ALICATE WATTÍMETRO ET-4091

Instrumento que combina a medida de distorção harmônica total (% THD-F) com a função de interface USB para transferência para o PC.

- MEDIÇÃO EM SISTEMAS DESBALANCEADOS
- POTÊNCIA kW / kVA / kVAR
- ENERGIA kWh
- FATOR DE POTÊNCIA
- DISTORÇÃO HARMÔNICA TOTAL
- PEAK HOLD (RMS)
- DISPLAY DUPLO COM ILUMINAÇÃO



ALICATE WATTÍMETRO

- Potência kW/kVA/kVAR
- Fator de Potência
- Trifásico 3 ou 4 Fios
- Função INRUSH (Corrente Partida)
- Distorção Harmônica Total (THD-F/R)
- Harmônica 1ª a 25ª
- Tensão e Corrente em PWM (Inversores de Frequência)



ET-4080

TERMÔMETRO INFRAVERMELHO

- Medida de -60°C~+1.500°C
- Mira Laser com 02 Pontos
- Campo de Visão 50:1
- Emissividade Ajustável
- Função Máx / Mín / AVG / Dif.
- Função Hi/Lo
- Entrada para Termopar Tipo K
- Display com Iluminação

50:1



MT-395

MULTÍMETRO DIGITAL

- Display Duplo até 500.000 Contagens (DCV)
- Resposta em Frequência de até 100kHz (ACV)
- Leitura de V & Hz
- Filtro PWM (VFD)
- Temperatura (T1 / T2)
- % 4~20mA
- Precisão Básica DCV de 0,02%



ET-2940

© Minipa 2010

CALIBRAÇÃO: Consulte a compra do seu equipamento calibrado com o distribuidor mais próximo.

<p>AM - MANAUS</p> <p>BA COMÉRCIO LTDA</p> <p>Tel.: (92) 2125-8000 / Fax: (92) 2125-8015</p> <p>sac@bacomercio.com.br</p> <p>www.bacomercio.com.br</p>	<p>MG - BELO HORIZONTE</p> <p>Loja Elétrica Ltda.</p> <p>Tel.: (31) 3218-8000 / Fax: (31) 3218-8001</p> <p>anel@lojaeletrica.com.br</p> <p>www.lojaeletrica.com.br</p>	<p>MG - UBERLÂNDIA</p> <p>CENTRO ELETRÔNICO</p> <p>Tel.: (34) 3232-5804 / Fax: (34) 3213-3259</p> <p>centroeletronico@triang.com.br</p>	<p>SC - TIMBÓ</p> <p>adam</p> <p>Tel. / Fax: (47) 3399-0024</p> <p>vendas@adamdistribuidora.com.br</p> <p>www.adamdistribuidora.com.br</p>	<p>SP - SÃO PAULO</p> <p>AnFreixo</p> <p>Inteligência em compras para MBU</p> <p>Tel.: (11) 3839 4900</p> <p>vendas@anfreixo.com.br</p> <p>www.anfreixo.com.br</p>
<p>SP - SÃO PAULO</p> <p>50 ANOS COMERCIAL GONCALVES</p> <p>EQUIPAMENTOS DE MEDIÇÃO LTDA.</p> <p>Tel.: (11) 3229-4044 / Fax: (11) 3227-6127</p> <p>vendas@comercialgoncalves.com.br</p> <p>www.comercialgoncalves.com.br</p>	<p>SP - SÃO PAULO</p> <p>iTEST</p> <p>Tel./Fax: (11) 2533-8003</p> <p>itest@itest.com.br</p> <p>www.itest.com.br (loja virtual)</p>	<p>SP - SÃO PAULO</p> <p>IPCOM</p> <p>Tel.: (11) 3227-3306</p> <p>ipcom@ipcomfer.com.br</p> <p>www.ipcomfer.com.br</p>	<p>SP - SÃO PAULO/CERQUILHO</p> <p>ELÉTRICA JAC</p> <p>COMÉRCIO DE MATERIAIS ELÉTRICOS LTDA.</p> <p>Tel.: (11) 3959-3131 / Fax: 3959-3133</p> <p>Tel.: (15) 3284-3558 / Fax: 3284-2407</p> <p>vendas@eletricajac.com.br</p> <p>www.eletricajac.com.br</p>	<p>SP / RO</p> <p>Haroluz</p> <p>São Caetano do Sul - Tel.: (11) 4234-1000</p> <p>Ijupeva - Tel.: (11) 4591-7777</p> <p>Porto Velho/RO - Te.: (69) 3221-2828</p> <p>www.haroluz.com.br</p>
<p>RJ - RIO DE JANEIRO</p> <p>TRIDUAR</p> <p>desde 1952</p> <p>Tel./Fax: (21) 2221-4825</p> <p>triduar@triduar.com.br</p> <p>www.triduar.com.br</p>	<p>RJ / ES / BA / PE</p> <p>CENTELHA</p> <p>equipamentos elétricos</p> <p>RJ - Tel.: (21) 2195-9200</p> <p>Itaguaí - Tel.: (21) 3782-8700</p> <p>Macacé - Tel.: (22) 2105-9000</p> <p>Vitória - Tel.: (27) 2123-5700</p> <p>Bahia - Tel.: (71) 3369-1786</p> <p>Recife - Tel.: (81) 3087-3450</p> <p>www.centelhario.com.br</p>	<p>Conheça nossa linha completa!</p> <p>www.minipa.com.br</p>		

Calibração conforme normas IEC 61010-1

Interface USB

True RMS

AG/AC-DC

Minipa Online

Dúvidas? Consulte: www.minipa.com.br

Accesse Fórum

Sua resposta em 24 horas

Minipa Online

tel.: (11) 5078 1850

MICROGERAÇÃO

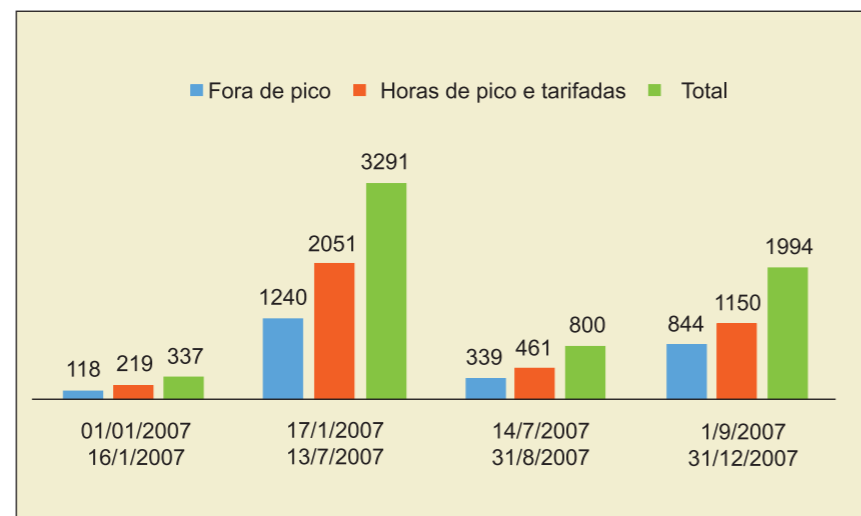


Fig. 1 – Consumo elétrico durante 2007 na residência em estudo

energia significativo, e, por outro, condições ideais para exploração dos recursos naturais e geração de energia.

Em Portugal, a figura do consumidor-produtor surgiu com o Decreto Lei 68/2002 [1], que autorizou a produção de energia elétrica para consumo próprio e a venda de 50% para a rede elétrica com tarifa similar à dos grandes parques eólicos e com capacidade máxima de 150 kW. Cinco anos depois de publicada a lei, não havia ainda um número significativo de sistemas licenciados segundo essa legislação. Desta forma, o governo português publicou um novo regulamento sobre microgeração, através do Decreto Lei 363/2007 [2], que tornou os procedimentos de licenciamento mais fáceis (utilizando a Internet) e as tarifas mais atrativas.

Decreto Lei 363/2007 - Microgeração

A lei regulamenta a produção de eletricidade em pequena escala a partir de fontes renováveis e fornece um regime de licenciamento simplificado para conexão dos produtores à rede de baixa tensão. Qualquer entidade que tenha um contrato para compra de energia elétrica pode tornar-se produtor de eletricidade

de a partir de fontes renováveis (solar, eólica, hidráulica, co-geração, biomassa e células de combustível).

Sistemas de microgeração podem possuir apenas uma fonte ou combinar duas ou mais fontes renováveis (sistema híbrido), desde que não seja excedido o limite anual de produção por kW instalado, de 2,4 MWh para energia solar e de 4 MWh para outras fontes.

A legislação contempla dois tipos de regime: geral e especial. No geral, a capacidade máxima instalada é de 5,75 kW e a tarifa é igual ao custo da eletricidade vendida sob o contrato de compra. Já no regime especial (“benefícios adicionais”), os produtores podem injetar até 50% da energia mencionada no contrato de compra, limitada a 3,68 kW. Contudo, para usufruir de tais benefícios, é necessário possuir 2 m² de coletores solares, no caso de residências isoladas, e uma certificação energética, no caso de condomínios.

Tab. I – Características do sistema

Casos	Sistema	Potência (kW)
A	1 T. Urban 2,5H*	2,5
B	1 T. Urban 2,5H* + 7 painéis fotovoltaicos BP de 170 W cada (SB1100)	2,5 + 1,19
C	2 T. Urban 2,5H (limitada)	3,68
D	21 painéis fotovoltaicos BP de 170 W cada (SB 3300)	3,57

* T. Urban é uma microturbina eólica com eixo de rotação horizontal e potência nominal de 2,5 kW, desenvolvida pelo Ineti.

A energia que o Brasil produz, a Trael transforma em desenvolvimento.



bornados



www.trael.com.br

Indústria
Rua N, nº 220 - Quadra 17 - Distrito Industrial - Cuiabá/MT - Brasil
e-mail: comercial@trael.com.br

Fone/Fax: (65) 3611-6500

Assistência técnica
Av. Beira Rio, nº 905 - Bela Marina - Cuiabá/MT - Brasil
e-mail: reformas-mt@trael.com.br

Fone/Fax: (65) 3634-8999

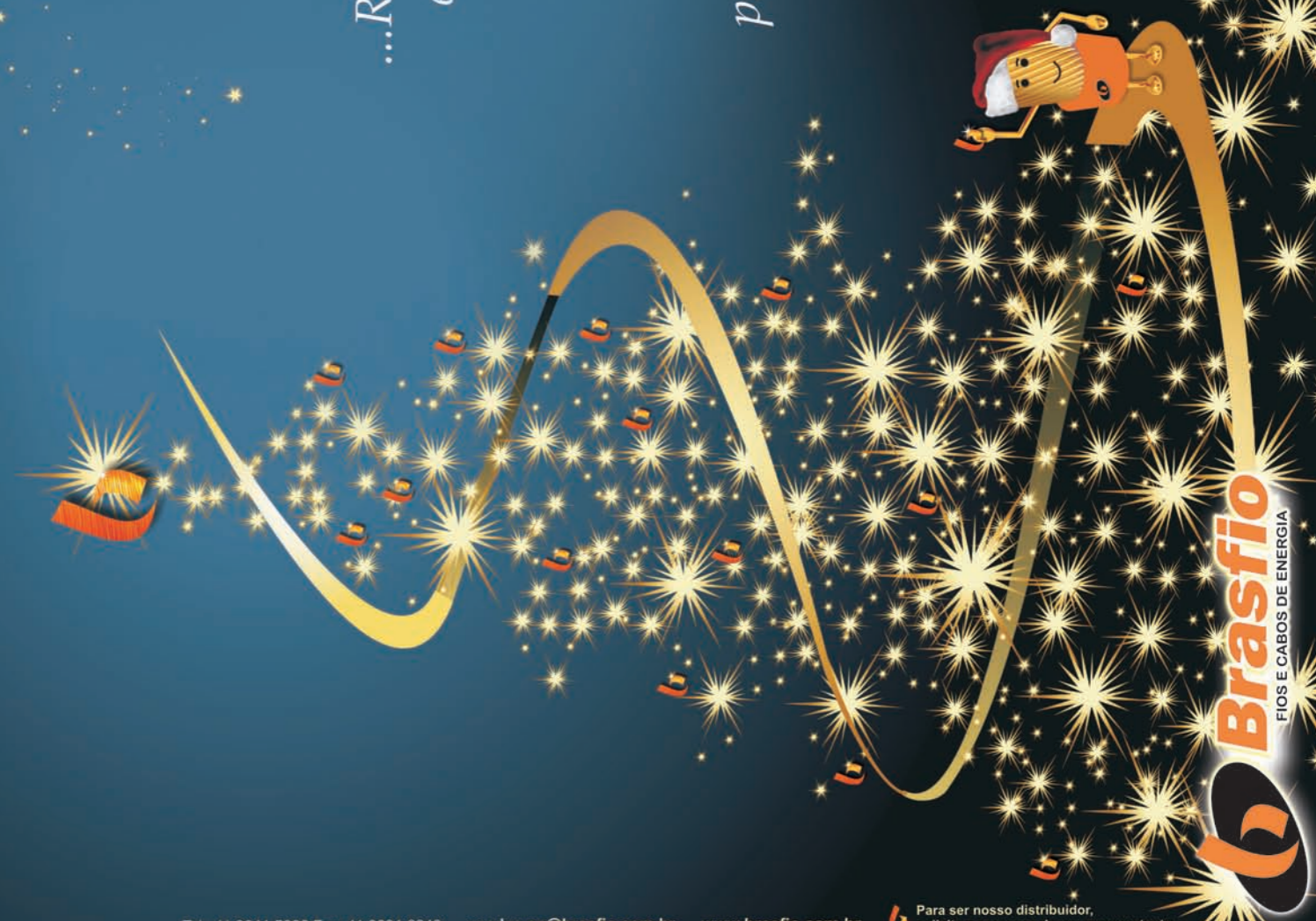
Av. Mal. Zaccarias de Assunção, nº 202
Distrito Industrial - Ananindeua/PA - Brasil
e-mail: reformas-pa@trael.com.br

Fone/Fax: (91) 3255-4004

MUNDO esta sempre em busca de novas IDEIAS...
...Renove as suas com muita ENERGIA e grandes oportunidades surgirão.

A Brasfio agradece à todos os seus colaboradores, amigos e parceiros de negócios por suas conquistas no ano de 2010.

Deseja também um Feliz Natal e que o Ano de 2011 seja repleto de PAZ.





TRANSFORMADORES:

- Locação de equipamentos para indústrias, feiras e eventos.
- Vendas
- Compras
- Reformas

TRATAMENTO DE ÓLEO ISOLANTE MINERAL

- Filtragem
- Substituição
- Análise Físico-Química
- Análise Cromatográfica
- Tratamento a Termo Vácuo



CABINES PRIMÁRIAS:

- Montagem
- Instalação
- Manutenção



Atendimento
24 horas
Tel.: (11) 9977-2394

TRANSVOLTS COM. E INST. ELÉTRICAS LTDA.

Rua Amazonas, 2.756 - Bairro Oswaldo Cruz
São Caetano do Sul - SP - CEP: 09540-204
Home Page: www.transvolts.com.br
E-mail: transvolts@transvolts.com.br

Fone: (11) 4238-7166 • Telefax: (11) 4238-5530

MICROGERAÇÃO

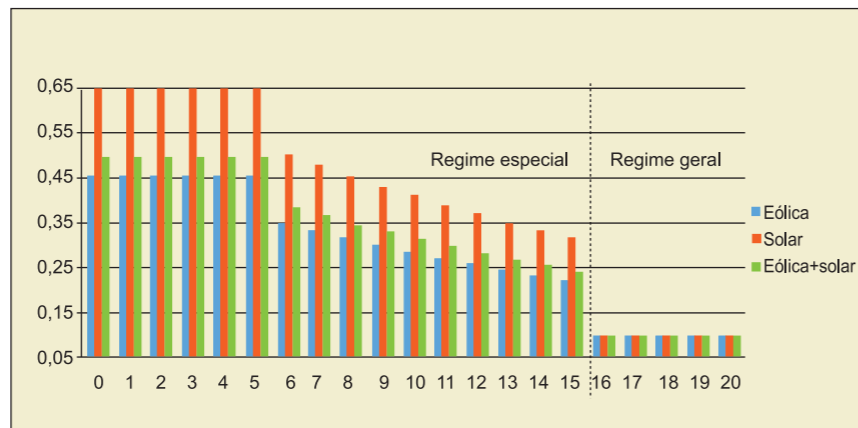


Fig. 2 - Evolução da tarifa no período de duração do projeto

A tarifa de referência, garantida por cinco anos após a instalação, é de € 650/MWh para os primeiros 10 MW instalados e diminui 5% a cada 10 MW adicionais constantes no sistema de registro de microgeradores anualmente. Ela depende da tecnologia utilizada: é de 100% para solar, 70% para eólica e 30% para hidráulica, co-geração, biomassa e outras. O licenciamento é feito pela Internet, por meio de uma plataforma eletrônica que permite aos produtores solicitar e registrar suas instalações [3].

A aplicação da lei foi iniciada em abril de 2008 com o registro dos sistemas de microgeração. Até o final de fevereiro, 5 MW (de um total de 25 MW registrados) esperavam pela inspeção. A meta era possuir, em 2010, 165 MW provenientes de pequenos sistemas e registrar aumento de 20% ao ano.

Embora a aplicação da nova legislação tenha sido bem-sucedida, a adesão reduzida de consumidores domésticos (produtores de energia por pequenas turbinas eólicas ou sistemas fotovoltaicos) surpreendeu, principalmente devido ao fato de recursos eólicos em algumas áreas urbanas e a provisão de tarifas colocarem as duas tecnologias em condições econômicas similares ou beneficiarem ligeiramente os sistemas eólicos. Portanto, este artigo visa principalmente demonstrar as vantagens de se tornar um microgerador de energia elétrica utilizando fontes renováveis sob a nova legislação, com ênfase nas microturbinas eólicas.

Metodologia

Para selecionar o sistema de microgeração e a fonte (fotovoltaica, eólica ou ambas) mais adequados e vantajosos, o produtor em potencial deve primeiramente analisar seu consumo mensal ou anual e estimar a produção. Após a escolha do sistema, deve-se avaliar a geração de energia e o potencial dos recursos eólicos e solares, com erros aceitáveis. Nesses casos, infelizmente, os recursos devem ser monitorados durante um ano, no mínimo, e os custos disso podem ser tão altos quanto os dos próprios sistemas de microgeração. Em Portugal, ferramentas publicadas pelo Ineti - Instituto Nacional de Engenharia, Tecnologia e Inovação permitem identificar os recursos potenciais em Portugal: os solares, por meio da SolTerm [4], e os eólicos, através da Eolos [5, 6] e Atlas [7, 8].

A metodologia desenvolvida para dimensionar os sistemas foi baseada apenas em um tipo de aplicação prevista na legislação: o regime especial, cuja potência máxima é de 3,68 kW, presumindo que anualmente seja cumprida a potência instalada obrigatória nacional de 10 MW, o que leva à redução da tarifa em 5% ao ano.

A avaliação econômica é baseada no cálculo de parâmetros econômicos comuns [9], considerando: a taxa de desconto de 3%, a manutenção anual dos sistemas, o NPV, que é o valor presente líquido de um investimento utilizando taxa de descontos e série de pagamentos futuros (valores negativos) e entradas (valores positivos), a

taxa interna de retorno (IRR), o retorno do investimento (ROI) e o tempo de *payback* (P) em anos:

$$NPV = -C_0 + \sum_{j=1}^n \frac{CF}{(1+r)^j} \quad (1)$$

$$ROI = \frac{\sum_{j=1}^n \frac{R_j}{(1+i)^j}}{I_T} \quad (2)$$

$$P = \frac{\ln \left(\frac{1}{\left(\frac{1}{r} - \frac{I}{R} \right) \times r} \right)}{\ln(1+r)} \quad (3)$$

onde:

r - taxa de desconto;

I_T - total investido;

R - ganho anual;

C_0 - investimento no ano zero

$$C_0 = \frac{I_T}{(1+r)^0}; e$$

CF - diferença entre ganhos e pagamentos anuais ($CF = R - D$).

É calculado também um indicador dos lucros anuais. Nessas avaliações, é necessário analisar a tarifa a ser aplicada. De acordo com o Decreto, a tarifa de referência é diferente para cada fonte de energia. No sistema híbrido, ela é calculada por [3]:

$$T_v = \frac{LME_{PS}(T_R \times P_S) + LME_{RP}[0,7(T_R \times P_E)]}{LME_{PS}P_S + LME_{RP}P_E} \quad (5)$$

onde:

LME_{PS} - produção máxima de energia solar;

LME_{RP} - produção máxima de outra energia renovável;

T_R - tarifa de referência;

P_S - potência da energia solar; e

P_E - potência de outra energia renovável.

Estudo de casos

Aqui se avaliam configurações técnicas diferentes no escopo dos sistemas integrados de microgeração. São mostrados quatro casos para uma residência doméstica localizada em uma área com altos níveis de radiação solar e potencial eólico. O local, que fica na região ocidental de Portugal (ao norte de Lisboa), possui fortes ventos

Pense no valor de uma boa blindagem.



Somente com condutores elétricos corretamente blindados é possível barrar todos os ruídos, evitando que PLCs e outros equipamentos sensíveis sejam danificados. Na hora de vencer as indesejáveis interferências e obter o melhor desempenho, especifique cabos Belden e garanta uma produção sem paradas.



BELDEN
TRANSMITINDO BONS SINAIS
www.belden.com.br

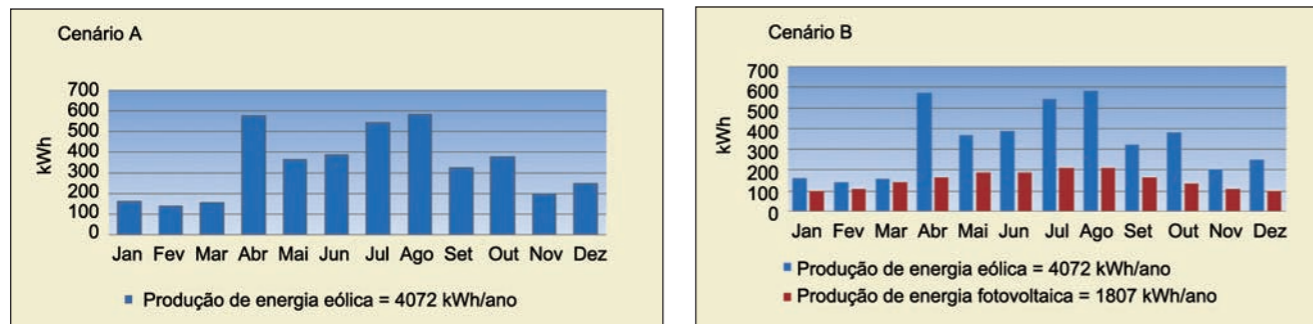


Fig. 3 – Produção anual potencial de energia eólica e solar para cada caso

estáveis em altitudes relativamente baixas, e a região já abriga muitos parques eólicos em operação. A residência, construída na vertente de uma colina, está localizada em uma área de 1200 m². O local tem poucas e pequenas edificações e registra velocidade média do vento de 6,9 m/s a 15 m a.g.l. e radiação solar média de 214 W/m².

O consumo de energia e a evolução anual da tarifa estão representados nas figuras 1 e 2, respectivamente. As características do sistema para cada caso estão apresentadas na tabela I.

Quatro cenários foram simulados para o primeiro ano do novo Decreto. A figura 3 apresenta os resultados para cada sistema escolhido.

Avaliação econômica

A vida útil considerada no estudo de viabilidade econômica foi de 15 anos para os sistemas eólicos e híbridos (turbina eólica + células fotovoltaicas) e de 20 anos para sistemas fotovoltaicos. As tarifas estimadas para os próximos 15 ou 20 anos estão alinhadas aos dados constantes na figura 2, onde há decréscimo de 5%

por ano após cinco anos de vida do sistema. Os resultados não levam em conta o custo e a instalação do coletor solar, pois eles são iguais em todos os casos e esses equipamentos já existem na maioria dos edifícios residenciais que realizam microgeração de eletricidade (tabelas II e III).

Conclusões

A legislação sobre microgeração adotada em Portugal está alinhada com outros regulamentos de eficiência energética e sustentabilidade, e com os esforços da Europa em reduzir a emis-

Tab. II – Parâmetros econômicos para cada caso

Parâmetros econômicos	A	B	C	D
Produção anual (kWh)	4072	5879	7695	5420
Investimento (€)	9,643	17,672	19,285	22,991
NPV (15 anos)	6712	8632	11543	9444
IRR (%)	13	10	12	10
Payback (ano)	6	7	6	8
ROI (%) (15 anos)	69,61	48,85	59,85	41,08
NPV (20 anos)	–	9163	–	11038
ROI (%) (20 anos)	–	51,85	–	48,01

Tab. III – Análise da fatura de energia para cada caso

Fatura de energia	A	B	C	D
Consumo anual (kWh)	6422	6422	6422	6422
Produção anual (kWh)	4072	5879	7695	5420
Fatura anual de energia (€)	558	558	558	558
Lucro - 15 anos (€)	51	1429	4882	2783
Lucro - 20 anos (€) **	–	320*	–	2736

* Nos últimos cinco anos, foi considerado apenas o lucro com o sistema fotovoltaico com produção anual de 1807 kWh
 ** Nos últimos cinco anos, a tarifa foi a mesma do regime geral (€ 100/MWh)

são de gases do efeito estufa. As avaliações iniciais indicam que a microgeração doméstica poderá suprir mais de 30% do consumo de eletricidade desse segmento.

O estudo de caso apresentado aqui mostra que essa legislação suporta adequadamente os consumidores finais e oferece indicadores econômicos bem aceitáveis para o retorno do investimento em sistemas fotovoltaicos, eólicos e híbridos, favorecendo-os a se tornarem microgeradores. É um investimento de longo prazo:

20 anos para sistemas fotovoltaicos e 15 anos para turbinas eólicas. Em geral, os lucros são 50% superiores aos investimentos. Infelizmente, a tarifa de referência decresce ao longo dos anos, até atingindo o valor de referência do regime de consumo em geral, tornando o investimento menos rentável.

Referências

- [1] Dec. – Law 68/2002, 25 of March, Diário da República, nº 71, 1st serie-A, pp. 2837-2839.
- [2] Dec. Law 363/2007, 2nd November, Diário da República, nº 211, 1st serie, pp. 7978-7984.
- [3] <http://www.renovaveisnadora.pt>
- [4] Aguiar, R.; Carvalho, M.: *Análise do desempenho de sistemas solares térmicos e fotovoltaicos*. SolTerm 5.0, CD-ROM, Ineti/DER, 2007.
- [5] Simões, T.; Estanqueiro, A.: *Base de dados do potencial energético do vento em Portugal - Eolos*, CD-ROM, Ineti/DER, 2000.
- [6] Brandão, R.; Rio, J.; Costa, P.; Teixeira, J.; Simões, T.; Estanqueiro, A.: *Base de dados do potencial energético do vento em Portugal - Eolos 2.0*, CD-ROM, Ineti/DER, 2004.
- [7] Costa, P.; Estanqueiro, A.: *Atlas do potencial eólico para Portugal continental*. CD-ROM, Ineti/DER, 2004.
- [8] Costa, P.; Miranda, P.; Estanqueiro, A.: *Development and validation of the portuguese wind atlas*. European Wind Energy Conference, 2006.
- [9] Caeiro, A.; Estanqueiro, A.; Rodrigues, A.: *Sistemas distribuídos de produção integrada de energia elétrica em ambiente urbano*. Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Nova de Lisboa, 2007.

moratori
 a escolha de quem quer mais branco!

Agora, você encontra uma variada linha de produtos da Moratori também na cor branca.

Acesse nosso novo site e conheça esta novidade!
www.moratori.com.br

Televendas: 0800 - 7265533
 Aceitamos o cartão BNDES.

CONFIANÇA
 uma conquista que só a qualidade pode alcançar.

- Áudio
- Automação
- Coaxiais
- Manga
- Especiais

CONDUTORES ELÉTRICOS
PEKON INDÚSTRIA E COMÉRCIO LTDA

Telefax: (11) 3921-2711
www.pekon.com.br - vendas@pekon.com.br
 R: Tenório Cavalcante, 7 A - São Paulo-SP

Onde a proteção de fios elétricos é vital, a S.P.T.F. tem a melhor solução.

Certificados pelo CEPEL e INMETRO

Eletrodutos de extrema flexibilidade à prova de tempo e de explosão.

- Impermeáveis a líquidos.
- Isolam vibrações.
- Compensam movimentos.
- Evitam a propagação de chamas.

Desde 1955

Fone 11 2065-3820
Fax 11 2272-5522
vendas@sptf.com.br
www.sptf.com.br