

APLICAÇÃO DA TECNOLOGIA KEPPE-MOTOR® PARA VIABILIZAR O PROCESSO DE MOTO-BOMBEAMENTO DE ÁGUA EM REGIÕES SEM ACESSO À REDE ELÉTRICA CONVENCIONAL MEDIANTE O USO DE PAINÉIS FOTOVOLTAICOS DE MENOR CUSTO

CAROZZI, Helder José Costa¹
MAIA, Vânio da²
NOGUEIRA, Carlos Eduardo Camargo³

RESUMO

O presente trabalho tem por objetivo, fazer uma breve abordagem sobre a tecnologia do Keppe-Motor®, sua fundamentação teórica, e como esta tecnologia, tida como a mais eficiente, em nível mundial, em termos de motores elétricos, poderá viabilizar processos e sistemas de captação e bombeamento de água, utilizando como fonte primária de energia, painéis fotovoltaicos de baixo custo, que em sistemas com motores elétricos tidos como convencionais, demandariam um arranjo com vários painéis, o que em princípio, levaria à necessidade de maiores investimentos, o que por si só já inviabilizaria, em função dos custos da aquisição de tais painéis, seu uso prático em algumas regiões carentes do Brasil.

PALAVRAS-CHAVE: Keppe-Motor®, tecnologia, bombeamento de água, painel fotovoltaico, baixo custo

TECHNOLOGY APPLICATION KEPPE-MOTOR® TO PERMIT PROCESS WATER PUMPING IN REGIONS WITHOUT ACCESS TO CONVENTIONAL POWER LINES THROUGH THE USE OF MINOR PHOTOVOLTAIC PANELS COST

ABSTRACT

This paper aims to make a brief overview on the Keppe-Motor® technology, its theoretical foundation, and how this technology, considered the most efficient, worldwide, in terms of electric engines, may enable processes and systems capture and pumping water, using as a primary energy source, low cost photovoltaic panels that on systems with electric motors taken as conventional, would require an arrangement with several panels, which in principle would lead to the need for further investment, that in itself would remove, depending on the cost of acquisition of such panels, their practical use in some poor regions of Brazil.

KEYWORDS: Keppe-Motor®, technology, water pumping, photovoltaic panel, low cost

1 INTRODUÇÃO

Conforme Lovins (2013) e Hinrichs et al (2010), o mundo tem consumido cada vez mais energia e as demandas futuras, a continuar no ritmo que se encontram, só tendem a aumentar. Todavia, o planeta dá sinais de esgotamento. Recursos como petróleo, carvão mineral, gás, dentre outros, estão se tornando cada vez mais escassos, conforme dados estatísticos.

Muitos pesquisadores em nível mundial, seja de maneira isolada, sejam pertencentes a grandes centros de pesquisa, tanto público quanto privado, a exemplo do Rocky Mountain Institute – RMI e do Grupo Amana-Key, organização especializada em inovações radicais nas áreas de gestão, estratégia e negócio (LOVINS, 2013) tem buscado soluções para o desenvolvimento sustentável, mediante a criação de novas tecnologias, tidas como mais eficientes, principalmente no que diz respeito às *fontes renováveis de energia*, além de novas fontes de energia, como por exemplo, a exploração da energia *geotérmica* (NUNES, 2014). Ainda, neste contexto, busca-se tornar mais eficiente a engenharia de motores, sejam estes motores de combustão interna ou externa, ou, principalmente, os motores elétricos que, em princípio, não geram resíduos contaminantes ao meio ambiente e a vida.

Nesta linha, surgem dois pesquisadores brasileiros, os cientistas Cesar Soós e Roberto Frascari, que com base nos trabalhos desenvolvidos pelo, também brasileiro, Prof. Dr. Norberto R. Keppe, desenvolveram o Keppe-Motor®. (SOÓS, 2014)

O motor denominado Keppe-Motor®, se caracteriza por ser um dispositivo que funciona como motor e como gerador simultaneamente, que trabalha pelo princípio de *ressonância magnética* com base na teoria da *metafísica desinvertida* do Prof. Dr. Norberto R. Keppe. Tal dispositivo possui ponto de ajuste o que lhe confere o *ponto de ressonância* ou *corrente ressonante* (CR). Nesta situação, o consumo de corrente cai a um valor mínimo, garantindo de tal forma, o equilíbrio da *dualidade* do dispositivo, permitindo reutilizar a energia da fase geradora novamente no dispositivo, melhorando a eficiência da fase motora. Ainda, o motor, na fase *geradora*, pode alimentar outros dispositivos (ex.: banco de lâmpadas de LEDs de 4W total) sem tão pouco alterar suas características de consumo referente a fase *motora*, dentro de certos limites de potência. Algumas variações do Keppe-Motor®, possui eficiência comprovada com economia de 90% em relação a dispositivo equivalente no mercado (SOÓS, 2013).

¹ Eng. de Telecomunicações, Prof. Pós-Graduado (*latu-sensu*), Colegiado de Engenharia FAG e Mestrando do Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Energia na Agricultura, UNIOESTE/Cascavel - PR.

² Eng. Eletricista, Prof. Mestre, Coordenador dos Cursos de Engenharia Elétrica, de Controle e Automação e Telecomunicações da Faculdade Assis Gurgacz – FAG/Cascavel - PR

³ Eng. Agrícola e Eletricista, Prof. Doutor, Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Energia na Agricultura, UNIOESTE/Cascavel - PR

2 METODOLOGIA

A metodologia proposta consiste em se comparar, mediante cálculo, a viabilidade do uso de um motor Keppe-Motor®, e um motor elétrico convencional utilizado em moto-bombas existentes no mercado e verificar a viabilidade das tecnologias, tanto do ponto de vista do investimento inicial quanto a viabilidade a médio e longo prazo considerando a vida útil de cada um dos equipamentos e tecnologias empregadas: motor-bomba e painel fotovoltaico.

2.1 DEFINIÇÃO DA MOTO-BOMBA: VOLUME RECALCADO E POTÊNCIA REQUERIDA

Por questões de segurança, a pressão e a velocidade deverão ser limitadas a valores estabelecidos por norma, em todos os trechos da instalação. Com base nisto, para se calcular com segurança, conforme Justino (2012), a bomba centrífuga adequada a um determinado sistema de abastecimento de água, são necessários, alguns dados técnicos fundamentais do local da instalação e das necessidades do projeto:

- Altura de Sucção (AS) e Altura de Recalque (AR), em metros;
- Distância em metros entre a captação, ou reservatório inferior, e o ponto de uso final, ou reservatório superior, isto é, caminho a ser seguido pela tubulação, ou, se já estiver instalada, o seu comprimento em metros lineares, e os tipos e quantidades de conexões e acessórios existentes;
- Vazão requerida, em m³/h (ou m³/s);
- Diâmetro (Pol ou mm) e material (PVC), das tubulações de sucção e recalque;
- Determinar, se a velocidade econômica (v), fica entre 0,5 e 4,0 metros por segundo (m/s);
- Altitude do local em relação ao mar;
- Temperatura máxima e tipo de água (rio, poço, chuva);
- Determinação da perda de carga;
- Determinação da altura manométrica total;
- Seleção da Moto-Bomba.

3 DESENVOLVIMENTO

Conforme informado pela Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo – Sabesp, (SABESP, 2014) a Organização das Nações Unidas, prevê que cada pessoa necessita de 3,3 m³/pessoa/mês (cerca de 110 litros de água por dia para atender as necessidades de consumo e higiene).

Com base nesta informação, considerando uma família formada por 5 (cinco) indivíduos (dois adultos, e três crianças), e levando o anteriormente informado em consideração, uma família necessitará de 110 litros x 5 = 550 litros/dia, que corresponde a sua demanda (D). Entretanto, busca-se deixar uma reserva técnica de água bombeada para reservatório apropriado, o equivalente a três vezes a demanda mínima diária definida.

Desta maneira, torna-se necessário, garantir abastecimento contínuo e suficiente de água fria em todos os pontos de consumo, tornando a instalação econômica, sem comprometer a qualidade, proporcionando, ao mesmo tempo, conforto para a família.

3.1 ALTURA DE SUCCÃO (AS) E ALTURA DE RECALQUE (AR), EM METROS

A Altura de Sucção (AS) é de 2 m de um reservatório de água da chuva, e a Altura de Recalque (AR) é de 10 m. (desnível) com tubulação de 40 m de comprimento (desde a moto bomba até o reservatório superior).

3.2 DISTÂNCIA EM METROS ENTRE A CAPTAÇÃO, OU RESERVATÓRIO INFERIOR, E O PONTO DE USO FINAL, OU RESERVATÓRIO SUPERIOR, ISTO É, CAMINHO A SER SEGUIDO PELA TUBULAÇÃO, OU, SE JÁ ESTIVER INSTALADA, O SEU COMPRIMENTO EM METROS LINEARES, E OS TIPOS E QUANTIDADES DE CONEXÕES E ACESSÓRIOS EXISTENTES

A distância, desde a moto bomba até o reservatório superior, é de 40 m, sendo constituído por uma curva 90°, um registro de gaveta, uma válvula de retenção uma união e uma redução concêntrica e uma saída de canalização.

3.3 VAZÃO (Q) REQUERIDA, EM M³/H (OU M³/S)

Sabendo que o consumo é o consumo requerido de um dia de 24 horas, e que a moto bomba ficará ligada durante um período de no máximo 16 horas, é possível estabelecer a necessidade de bombeamento, médio, de (550 litros x 3) / 16 horas = 103,125 litros/hora, ou 0,02865 litros/segundo que é a vazão (Q) a ser recalçada.

Todavia, para determinação dos demais parâmetros, a vazão definida em litros/hora ou litros/segundo deverá ser convertido para m³/hora ou m³/segundo, conforme a expressão 3.1:

$$\text{Volume}_m^3 = 1 / 1000 \quad 3.1$$

Logo:

$$\text{Volume}_m^3 = 103,1251 / 1000 \quad 3.2$$

$$\text{Volume}_m^3 = 0,1031 \text{ m}^3 \quad 3.3$$

Ou

$$\text{Volume}_m^3 = 0,02865 \text{ l} / 1000 \quad 3.4$$

$$\text{Volume}_m^3 = 28,65 \times 10^{-6} \text{ m}^3 \quad 3.5$$

Finalmente, o valor da vazão, Q, é igual a:

$$Q = 0,1031 \text{ m}^3/\text{hora} \quad 3.6$$

Ou

$$Q = 28,65 \times 10^{-6} \text{ m}^3/\text{s} \quad 3.7$$

3.4 DIÂMETRO (POL OU MM) E MATERIAL PVC DAS TUBULAÇÕES DE SUCCÃO E RECALQUE

Para o dimensionamento da tubulação de recalque, recomenda-se o uso da ABNT (NBR-5626), fórmula de Forschheimer, representada pela equação 3.8 (JUSTINO, 2012):

$$D_r = 1,3 \cdot \sqrt[4]{Q} \cdot \sqrt[4]{(h/24)} \quad 3.8$$

Onde:

D_r é o diâmetro da tubulação de recalque (m);

Q é a vazão de recalque (m³/s);

h é o número de horas de funcionamento da moto-bomba (horas/dia).

Logo, pode-se calcular D_r, conforme a expressão 3.9:

$$D_r = 1,3 \cdot \sqrt[4]{28,65 \times 10^{-6}} \cdot \sqrt[4]{(16/24)} \quad 3.9$$

Finalmente:

$$D_r = 6,29 \times 10^{-3} \text{ m} \quad 3.10$$

Ou

$$D_r = 6,29 \text{ mm} \quad 3.11$$

Todavia, como o diâmetro encontrado, em função da demanda, volume, vazão e tempo estimado é muito menor que os diâmetros internos comerciais dos tubos de PVC roscáveis encontrados no mercado, deverá ser adotado o tubo comercial de menor diâmetro possível encontrado para o D_r (diâmetro da tubulação de recalque) e o diâmetro comercial imediatamente superior ao diâmetro de recalque estimado para o D_s (diâmetro da tubulação de sucção).

Conforme informado pela TIGRE (2014), o tubo de PVC roscável para água fria de menor diâmetro encontrado no mercado é o de 12,7 mm (ou 1/2 polegada). Entretanto, os valores Quadros para moto bombeamento (Quadro 3.1) se iniciam em 19,05mm (ou 3/4 de polegada). Logo, será adotado este cano para o D_r e o cano de diâmetro, Quadro, imediatamente superior, neste caso o de 25,4 mm (ou 1 polegada), para o D_s .

3.5 DETERMINAR, MEDIANTE CÁLCULO, SE A VELOCIDADE ECONÔMICA (V), FICA ENTRE 0,5 E 4,0 METROS POR SEGUNDO (M/S), UTILIZANDO A EXPRESSÃO 3.12

$$v = \frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot D_r^2} \quad 3.12$$

Logo:

$$V = \frac{4 \cdot (28,65 \times 10^{-6})}{3,14 \cdot (19,05 \times 10^{-3})^2} \quad 3.13$$

$$v = 0,1 \text{ m/s} \quad 3.14$$

Como o valor calculado está abaixo do limite aceitável, deverão ser ajustados os parâmetros de vazão (Q) ou de tempo de funcionamento diário da bomba (h), uma vez que o menor diâmetro comercial de tubo de PVC é o anteriormente informado.

Entretanto, o que se busca é um sistema que utilize painéis fotovoltaicos, sem baterias associadas. Em razão disto, o tempo máximo de funcionamento da moto bomba deverá continuar em 16 horas por dia. Logo, resta alterar os parâmetros de v (m/s), com a tubulação referente ao D_r , fixa e definir que v, será $v_{\text{mín}}$, que é igual a 0,5 m/s.

3.6 DETERMINAR O NOVO VALOR DA VAZÃO, Q_I , PARA GARANTIR QUE A VELOCIDADE ECONÔMICA (V), FIQUE ENTRE 0,5 E 4,0 METROS POR SEGUNDO (M/S), UTILIZANDO A EXPRESSÃO 3.12

$$0,5 = \frac{4 \cdot Q_I}{3,14 \cdot (19,05 \times 10^{-3})^2} \quad 3.15$$

$$0,5 \cdot 1,1395 \times 10^{-3} = 4 \cdot Q_I \quad 3.16$$

$$\frac{0,5 \cdot (1,1395 \times 10^{-3})}{4} = Q_I \quad 3.17$$

$$Q_I = 142,44 \times 10^{-6} \text{ m}^3/\text{s} \quad 3.18$$

Logo, o novo valor encontrado para Q_I , permite alcançar o critério de $v_{\text{mín}}$.

3.7 VERIFICAÇÃO DA COMPATIBILIDADE DA NOVA VAZÃO, Q_I , COM O VOLUME DIÁRIO A SER BOMBEADO

Utilizando-se a expressão 3.19, calcula-se o volume recalado em litros por hora:

$$Q_I = [(142,44 \times 10^{-6} \text{ m}^3/\text{s}) \cdot 1000] \cdot 3600\text{s} \quad 3.19$$

$$Q_I = 512,78 \text{ l/h} \quad 3.20$$

Tendo em vista, que o volume total bombeado diário será de 1650 litros, e considerando que a bomba consegue bombear 512,78 l/h, então, a bomba só precisará trabalhar 3 horas e 13 minutos por dia.

3.8 ALTITUDE DO LOCAL EM RELAÇÃO AO MAR:

A região do Brasil a ser atendida, diz respeito ao sertão pernambucano, localidade de Tupanatinga-Pe, cujas coordenadas são 8°43'49,44" S e 37°22'26,26" O (GOOGLE, 2014), com altura (elevação), em relação ao nível do mar, igual a 785 m.

3.9 TEMPERATURA MÁXIMA E TIPO DE ÁGUA (RIO, POÇO, CHUVA):

O tipo de água a ser utilizado, conforme já mencionado, é proveniente de chuva, com temperatura média de 25°C, com base na temperatura média anual do município de Tupanatinga-Pe (CPRM, 2014).

3.10 DETERMINAÇÃO DA PERDA DE CARGA

A determinação da perda de carga, P_c , é obtida mediante a expressão 3.21:

$$P_c = CT \times F_{pc} (\%) \quad 3.21$$

Onde:

P_c = perda de carga

CT = comprimento total considerado

F_{pc} = porcentagem de perda de carga ao longo de 100 metros de tubulações novas de PVC ou tubos de ferro fundido ou galvanizado.

Para o estudo em questão, considerando que o F_{pc} para o duto novo de PVC de 3/4", conforme Quadro XX é de 1,5%; então, P_c , será de:

$$P_c = 40 \text{ m} \times 0,015 \quad 3.22$$

$$P_c = 0,6 \text{ m c.a.} \quad 3.23$$

3.11 DETERMINAÇÃO DA ALTURA MANOMÉTRICA TOTAL

A altura manométrica total, AMT, leva em conta a Altura de Sucção (AS) a Altura de Recalque (Ar) e as Perdas de Carga (P_c). Conforme recomendação de alguns fabricantes de moto bombas deverá ser acrescido mais 5% para compensar as perdas de cargas nas conexões.

Para o estudo, o valor da AMT, será dado pela expressão 3.24:

$$AMT = (As + Ar + P_c) + 0,05 \cdot (As + Ar + P_c) \quad 3.24$$

$$AMT = (2,0 + 10 + 0,6) + 0,05 \cdot (2,0 + 10 + 0,6) \quad 3.25$$

$$AMT = (12,6) + 0,05 \cdot (12,6) \quad 3.26$$

$$AMT = (12,6) + 0,63 \quad 3.27$$

$$AMT = 13,23 \text{ m c.a.} \quad 3.28$$

3.12 MOTO BOMBA

Considerando a o valor inteiro para AMT, imediatamente superior ao calculado, AMT será de 14 m c.a.

3.12.1 Seleção da Moto-Bomba

Para a seleção da moto bomba, deverão ser considerados os valores definidos para a altura manométrica total, AMT, e a vazão definida para v_{\min} , Q_t . Então:

$$AMT = 14 \text{ m c.a.} \quad 3.29$$

$$Q_t = 0,513 \text{ m}^3/\text{h} \quad 3.30$$

a) Moto Bomba Convencional

Pela Quadro 3.1, do fabricante Schneider (2014) a moto bomba a ser selecionada, por atender os parâmetros mínimos calculados, será o modelo BCR-2000 de ¼ de CV (184 watts) monofásico.

Tendo em vista que o motor a ser utilizado na rede apresenta uma potência nominal de 184 watts, e monofásico, ligado a uma rede de 127 Vca (nominais), seu consumo de corrente será da ordem de 1,45 A (≈ 1,5A).

O motor utilizado pela moto bomba é o motor WEG IP-00, com capa de proteção, termostato e capacitor permanente, 2 pólos e 60 Hz (SCHNEIDER, 2014).

Quadro 3.1 – Especificações Schneider Motobombas

MODELO	Potência (cv)	Monofásico	Ø Sucção (pol)	Ø Recalque (pol)	Pressão máxima sem vazão (m c.a.)	Altura máxima de sucção (m c.a.)	Ø Rotor (mm)	CARACTERÍSTICAS HIDRÁULICAS													
								ALTURA MANOMÉTRICA TOTAL (m c.a.)													
								2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	
								VAZÃO EM m³/h VÁLIDA PARA SUÇÃO DE 0 m c.a.													
BCR-2000	1/4	x	3/4	3/4	18	8	106	3,5	3,4	3,2	3,1	2,9	2,7	2,6	2,4	2,2	2,0	1,7	1,5	1,2	
	1/3	x	3/4	3/4	20	8	113			3,6	3,5	3,3	3,2	3,0	2,9	2,7	2,5	2,3	2,1	1,9	
	1/2	x	3/4	3/4	22	8	115				4,1	3,9	3,7	3,6	3,4	3,2	3,0	2,8	2,5	2,3	

Motor WEG IP-00, com capa de proteção, termostato e capacitor permanente, 2 Polos, 60 Hz
Rotor fechado de alumínio.
Temperatura máxima do líquido bombeado: 55°C.
Equipamento desenvolvido para uso exclusivamente residencial.

Fonte: <http://www.schneider.ind.br/>

b) Custo moto-bomba

O custo da moto-bomba Schneider BCR-2000 ¼ de CV 110 ou 220Vca monofásica para pagamento a vista é de R\$325,85 (BOMBASHOPPING, 2014) e a prazo (3 x) é de R\$ 342,99. (Obs. em ambos os casos não está incluído o custo de envio).

c) Custo motor WEG ¼ CV

O motor WEG de ¼ CV e 60 Hz, pode ser adquirido, menor preço pesquisado (MERCADOLIVRE, 2014), para pagamento a vista, R\$ 180,00 e a prazo (12 x) é de R\$ 208,80. (Obs. não está incluído o custo de envio).

d) Moto bomba solar volumétrica de baixa vazão para montagem sobre superfície

Uma solução muito usada para cisternas e bombeamento de águas superficiais é o uso de uma moto bomba de corrente contínua, montada sobre uma superfície que flutua e é ligada diretamente aos módulos fotovoltaicos. As aplicações mais importantes para esta moto bomba volumétrica de baixa vazão estão nas residências remotas distantes da rede elétrica, nos bebedouros para animais e na irrigação de culturas de baixo consumo de água. A fonte tanto pode ser superficial quanto uma cisterna ou poço sendo que a bomba de superfície deve ser instalada ao nível de solo e no caso da cisterna sobre flutuadores. O sistema pode bombear água em qualquer região do Brasil, com capacidades desde 1.500 litros por dia até 3.000 litros por dia para alturas manométricas inferiores a 30 metros e pode ser acionado por apenas um módulo fotovoltaico de 85 a 135 Wp.(ALVARENGA, 2014).

Conforme pesquisado (NEOSOLAR, 2014), a bomba modelo Solar Shurflo 2088 12V é a moto bomba que atende as especificações de projeto, tendo como principais características técnicas o descrito na Quadro 3.2:

Quadro 3.2 – Especificações Bomba Solar Shurflo 2088 12V

Bomba de superfície, flutuante - Bomba Solar Shurflo 2088 12Vcc		
Especificações Técnicas	Tensão de alimentação	12Vcc
	Temperatura de Bombeamento	até 54° C
	Altura máxima de recalque (AR máx)	35m
recalque (m)	Vazão (l/h)	Consumo (A)
Aberto	792	5,3
7	642	5,8
14	582	7
21	522	8
28	456	9,1
35	396	9,9

Fonte: <http://www.neosolar.com.br>

e) Custo moto-bomba solar volumétrica de baixa vazão para montagem sobre superfície

O custo da bomba Solar Shurflo 2088 12V para pagamento a vista é de R\$509,00 e a prazo (6 x) é de R\$ 545,04. (Obs. em ambos os casos não está incluído o custo de envio).

3.13 PAINEL FOTOVOLTAICO

a) Painel Fotovoltaico para moto-bomba Schneider BCR-2000 com motor WEG de ¼ CV, selado, monofásico 2 polos, 60 Hz (3600 RPM)

Como a moto bomba Schneider BCR-2000 utiliza motor WEG de ¼ CV, selado, monofásico 2 polos, 60 Hz (3600 RPM) com tensão de alimentação de 127 Vca (nominal), demandando um corrente de aproximadamente 1,5A, então independentemente de qual painel será utilizado, o sistema demandará um inversor para converter a tensão Vcc gerada pelo(s) painel(éis) fotovoltaico(s), para tensão Vca, necessária ao correto suprimento de potência elétrica (180 watts em 127 Vca).

b) Dimensionamento do inversor

Conforme levantamento, o micro inversor, modelo comercial micro inversor Grid-tie Enphase – M215-60-2LL-S22 (MINHACASASOLAR, 2014) é próprio para sistemas conectados à rede das concessionárias de energia elétrica, sendo possível sua operação com módulos de até 270W (60 células), cerca de 47% à mais do que a potência nominal requerida pela moto bomba dimensionada, além de possuir 25 anos de garantia contra defeitos de fabricação.

O micro inversor Enphase, modelo M215-60-2LL-S22, permite que a energia produzida pelo painel solar seja convertida para corrente alternada (CA), padrão utilizado pelas concessionárias de energia elétrica. Quando utilizado em conjunto com o painel solar, este micro inversor permite a geração de energia pelo próprio consumidor. Apesar deste inversor não ser próprio para sistemas isolados em locais remotos que funcionam com baterias (MINHACASASOLAR, 2014), conhecidos como sistemas *off-grid*, conforme fabricante, ainda sim, considerando que não será utilizado banco de baterias e o tempo de funcionamento não deverá exceder 4 horas diárias, o mesmo poderá ser utilizado no sistema dimensionado sem maiores problemas.

c) Custo do inversor

O custo do inversor (MINHACASASOLAR, 2014) para pagamento à vista é de R\$ 609,00 e a prazo (10 x) é de R\$ 677,60. (Obs. em ambos os casos não está incluído o custo de envio).

d) Dimensionamento do painel fotovoltaico

Foi escolhido o painel fotovoltaico de 245W da Yingli Solar (MINHACASASOLAR, 2014) que possui selo INMETRO nota A, apresentando eficiência de 15%, que fornece 10 anos de garantia contra defeitos de fabricação.

O módulo solar fotovoltaico Yingli Solar de 245W é otimizado, segundo seu fabricante, para uso em sistemas conectados à rede (*grid-tied*) e também pode ser utilizado em sistemas isolados com baterias (*off-grid*) com um controlador de carga MPPT adequado. (MINHACASASOLAR, 2014)

O *Maximum Power Point Tracking* - MPPT (Rastreamento de Ponto de Potência Máxima) se caracteriza por uma técnica que ligada em rede e inversores, carregadores de baterias solares e dispositivos semelhantes, são usados para obter a máxima potência possível a partir de um ou mais dispositivos fotovoltaicos, tipicamente painéis solares. O fabricante do módulo solar fotovoltaico Yingli Solar de 245W recomenda utilizar 01 controlador de carga MPPT de 20A para uso com 01 painel de 245W em 12Vcc ou de 10A para funcionamento em 24Vcc. O rendimento do módulo, conforme dados do fabricante pode ser observado na Quadro 3.3.

Quadro 3.3 – Rendimento médio do módulo

Geração de Energia Diária - Yingli Solar de 245W - modelo YL245P-29b*			
Insolação Média Diária	Potência (W)	Corrente Elétrica (A)	Tensão considerada (Vcc)
04 Horas de Sol	980	34,44	29,8
05 horas de Sol (média Brasil)	1225	40,55	29,8
06 Horas de Sol	1470	48,66	29,8
Produção Média Mensal de Energia	30,62 kWh/mês		
*CPT: Irradiação de 1000W / m ² , Espectro de Massa de Ar 1.5 e Temperatura de Célula de 25°C			

Fonte: <http://minhacasasolar.lojavirtualfc.com.br>

O painel solar fotovoltaico Yingli, modelo YL245P-29b, possui estrutura em alumínio, pesa 19,1Kg e tem dimensões de 1650 x 990 x 40 (mm). As células fotovoltaicas são protegidas por uma camada de vidro temperado sendo que a moldura em alumínio já vem com as furações para fixação.

Em condições ideais de insolação, este módulo solar fotovoltaico produz 245W, 8,11A e 30,2V em corrente contínua.

O resumo sobre as especificações do produto pode ser observado na Quadro 3.4.

Quadro 3.4 – Especificações do Produto

Condições Padrões de Teste*(CPT)	
Potência máxima (Pmax)	245 Wp
Tolerância	0 % a +5 %
Tensão em circuito aberto (Voc)	37,8 V
Tensão de Pico (Vmpp)	30,2 V
Corrente de curto-circuito (Isc)	8,63 A
Corrente de Pico (Impp)	8,11 A
Tensão máxima do sistema	1000 V
Tipo de célula	Silício Policristalino
Dimensões painel	1650 x 990 x 40 mm
Moldura	Alumínio
Peso	19,1 kg
Vida útil (estimado)	+ 20 anos
*CPT: Irradiação de 1000W / m ² , Espectro de Massa de Ar 1.5 e Temperatura de Célula de 25°C	

Fonte: <http://minhacasasolar.lojavirtualfc.com.br>

e) Instalação do painel

O módulo deve ser instalado em um local ensolarado e sem sombras, orientado para a direção norte, com inclinação de acordo com Quadro fornecida pelo fabricante, devendo ser encoberto durante sua instalação, por questões de segurança, para evitar a geração de corrente elétrica.

A fixação deve ser feita em suportes ou perfis resistentes a corrosão, sol, ventos fortes e tempestades, pois existe a expectativa de duração do módulo, conforme fabricante, de mais de 20 anos.

O painel fotovoltaico já vem com furação para fixação.

É recomendado deixar um espaço entre o módulo e a superfície em que ele está fixado para reduzir a temperatura e evitar a condensação de água na parte traseira.

Deve se certificar que a polaridade está correta e que a fiação seja a mais curta possível.

Uma vez instalado, deverá ser feito, pelo menos uma vez por ano, a verificação do módulo, a fiação, a estrutura e os acessórios.

A chuva e o vento naturalmente limpam o painel solar, entretanto, caso seja necessário limpar o painel, deverá ser utilizado somente água e uma esponja macia, sem detergentes.

f) Custo do painel fotovoltaico modelo YL245P-29b:

O custo do painel fotovoltaico (MINHACASASOLAR, 2014), modelo YL245P-29b, para pagamento à vista é de R\$ 860,00 e a prazo (10 x) é de R\$ 956,90. (Obs. em ambos os casos não está incluído o custo de envio).

g) Painel Fotovoltaico para bomba Solar Shurflo 2088 12V:

Como sistema de bomba Solar Shurflo 2088 12V, trabalha com tensão em corrente contínua (NEOSOLAR, 2014), não será necessário o uso de inversor para converter a tensão Vcc gerada pelo(s) painel(éis) fotovoltaico(s) para o correto suprimento de potência elétrica ao conjunto moto bomba dimensionado.

Considerando a corrente média demandada por este sistema, em torno de 7,01 A, sendo que o mesmo trabalha com uma tensão de 12Vcc, então a potência média será de 84,2 watts.

O sistema de painel fotovoltaico que atende a especificação de projeto é o painel solar fotovoltaico policristalino de 140W da Solar Leading, modelo SL6P36-140W (MINHACASASOLAR, 2014). O módulo solar fotovoltaico Solar Leading possui 140W de potência de pico e conta com certificação INMETRO nota A.

O rendimento médio do módulo pode ser visto na Quadro 3.5.

Quadro 3.5 – Rendimento médio do módulo

Geração de Energia Diária - SL6P36-140W*			
Insolação Média Diária	Potência (W)	Corrente Elétrica (A)	Tensão considerada (Vcc)
04 Horas de Sol	560	31,48	17,8
05 horas de Sol (média Brasil)	700	39,35	17,8
06 Horas de Sol	840	47,22	17,8
Produção Média Mensal de Energia	17,50 kWh/mês		
*CPT: Irradiação de 1000W / m ² , Espectro de Massa de Ar 1.5 e Temperatura de Célula de 25°C			

Fonte: <http://minhacasasolar.lojavirtualfc.com.br>

O resumo com as principais especificações do produto pode ser visualizado na Quadro 3.6.

Quadro 3.6 – Especificações do Produto

Condições Padrões de Teste*(CPT)	
Potência máxima (Pmax)	140 Wp
Tolerância	0 % a +5 %
Tensão em circuito aberto (Voc)	22,2 V
Tensão de Pico (Vmpp)	17,8 V
Corrente de curto-circuito (Isc)	8,1 A
Corrente de Pico (Impp)	7,87 A
Tensão máxima do sistema	1000 V
Tipo de célula	Silício Policristalino
Dimensões painel	992 x 992 x 40 mm
Moldura	Alumínio
Peso	12 kg
Vida útil (estimado)	25 anos
*CPT: Irradiação de 1000W / m ² , Espectro de Massa de Ar 1.5 e Temperatura de Célula de 25°C	

Fonte: <http://minhacasasolar.lojavirtualfc.com.br>

h) Custo do painel fotovoltaico modelo YL245P-29b:

O custo do painel fotovoltaico, Solar Leading, modelo SL6P36-140W, para pagamento à vista é de R\$ 615,00 e a prazo (10 x) é de R\$ 684,30. (Obs. Em ambos os casos não está incluído o custo de envio). (MINHACASASOLAR, 2014)

4 KEPPE-MOTOR®

Segundo Soós (2013) o Keppe-Motor® é um motor elétrico que apresenta alta eficiência, quando comparado a equivalentes no mercado. Desenvolvido em 2008 pelos cientistas César Soós, Roberto Frascari e Alexandre Frascari, que utiliza o princípio de ressonância para otimização de sua eficiência, funcionando com *corrente ressonante* (CR).

Por essa razão, abre uma nova ramificação na classificação de motores elétricos, os quais geralmente são divididos em motores de corrente alternada (CA) e motores de corrente contínua (CC), havendo os universais que se enquadram nas duas categorias.

Recebe este nome porque foi desenvolvido segundo princípios que surgiram da pesquisa do cientista Norberto Keppe sobre a física, e expostos em sua obra *A Nova Física da Metafísica Desinvertida*, escrita em 1996, na França (KEPPE, 2013).

O cientista Soós (2013) considera que, por limitações da tecnologia de motores convencionais, as eficiências maiores são atingidas apenas por motores de grande potência, sendo que os pequenos apresentam eficiência muito aquém do desejado. Todas as versões do Keppe-Motor® funcionam, basicamente com tensão em *corrente contínua*, podendo ser alimentado, entretanto, em qualquer sistema Vca.

a) Relevância da Tecnologia do Keppe-Motor®

Conforme Soós (2013), Lovins (2013) e Hinrichs et al (2010) as mudanças climáticas já são evidentes e isso tem forçado a conscientização sobre a importância de se encontrar fontes de energia mais eficientes e sustentáveis. Num futuro muito próximo (SOÓS, 2013), acredita que poderão ser comercializados apenas motores de elevado desempenho, cumprindo regulamentos e acordos que já estão sendo estudados e sancionados por órgãos governamentais de vários países.

O Keppe Motor® surge como resposta às demandas destes novos padrões globais, pois oferece até 90% de economia de energia, conforme certificação do INMETRO/PROCEL.

O benefício trazido por um motor que economiza até 90% de eletricidade para o meio ambiente e para a economia de uma nação é evidente. Os motores elétricos de baixa potência são os mais utilizados pois acionam eletrodomésticos, ferramentas elétricas, bombas hidráulicas, sistemas de refrigeração doméstica, etc. Eles somam centenas de milhões em todo o mundo e estão diretamente vinculados ao desenvolvimento de um país ou região, pois com o aumento do poder aquisitivo das famílias, mais motores são proporcionalmente adquiridos. (SOÓS, C., 2013)

O Keppe Motor® se apresenta como uma opção viável para os governos que têm que garantir energia elétrica para suas populações em desenvolvimento. O consumo reduzido do Keppe Motor® permite sua utilização em pequenos sistemas de bombeamento de água e refrigeração, quando conjugado a um sistema de baterias e placas fotovoltaicas em regiões remotas onde o sol é abundante e a rede pública se faz ausente. Projetos de sistemas auto-sustentáveis com energia solar poderiam ser implementados pelos governos com o Keppe Motor. (SOÓS, C., 2013)

b) Moto-Bomba com Motor-Keppe®

Uma versão do Keppe-Motor®, numa configuração de moto-bomba, com 3 (três) bobinas foi testada por R. Frascari (2010) apresentando as seguintes características (Quadro 3.7):

Quadro 3.7 – Desempenho Moto-Bomba

	KEPPE-MOTOR® - CONFIGURAÇÃO MOTO-BOMBA	
	VAZÃO	
	Q = 720 l/h	Q = 1260 l/h
Tensão (Vcc)	12,90	22,50
Corrente (A)	0,98	2,14
Potência (W)	16,64	48,15

Fonte: www.keppemotor.com

c) Custo Keppe-Motor®

Tomando como exemplo o motor utilizado no Exaustor residencial de 6” (15 cm), com as seguintes especificações (Quadro 3.8):

Quadro 3.8 – Parâmetros técnicos exaustor

Exaustor Residencial 6" (15cm)	
Tensão (Vca)	220,00
Corrente alternada (A)	0,18
Potência nominal (W)	40W (AC) / 8W (RC)
Vazão de ar (Pressão)	4,3 m ³ /min
Rotação (RPM)	1800

Fonte: www.keppemotor.com

Tem-se que o custo estimado (com base no Ventilador Universe Turbo Prata com Luminária LED) é de, tanto para pagamento à vista, quanto a prazo (10 x), R\$ 599,00. (Obs. não está incluído o custo de envio). (ECOSTART, 2014)

Tendo em vista que o Keppe-Motor® na configuração de moto bomba atende adequadamente os parâmetros de bombeamento, neste caso a vazão Q_1 , para o problema proposto, resta então determinar qual o painel ou módulo fotovoltaico que atende aos parâmetros determinados na expressão 3.30 e na Quadro 3.7.

d) Painel Fotovoltaico para Keppe-Motor® na configuração moto-bomba:

Tendo em vista a potência de 16,64 watts, em 12 Vcc, requerida pelo Keppe-Motor® na configuração moto-bomba, o painel ou módulo que atende os parâmetros é o painel solar fotovoltaico monocristalino de 20W, da marca Solar Leading, modelo SL5M36-20W. (MINHACASASOLAR, 2014)

Este painel, segundo o fabricante, conta com potência de 20W e certificação INMETRO, apresentando eficiência de 10,9% e nota E, possuindo células fotovoltaicas monocristalinas, o que aumenta a eficiência do painel em locais onde a temperatura é mais alta.

O rendimento médio do módulo pode ser visto na Quadro 3.9.

Quadro 3.9 – Rendimento médio do módulo

Geração de Energia Diária - Solar Leading – SL5M36-20W*			
Insolação Média Diária	Potência (W)	Corrente Elétrica (A)	Tensão considerada (Vm)
04 Horas de Sol	80	4,64	17,28
05 horas de Sol (média Brasil)	100	5,8	17,28
06 Horas de Sol	120	6,96	17,28
Produção Média Mensal de Energia	2,50 kWh/mês		
*CPT: Irradiação de 1000W / m ² , Espectro de Massa de Ar 1.5 e Temperatura de Célula de 25°C			

Fonte: <http://minhacasasolar.lojavirtualfc.com.br>

O resumo com as principais especificações do produto pode ser visualizado na Quadro 3.10.

Quadro 3.10 – Especificações do Produto

Condições Padrões de Teste*(CPT)	
Potência máxima (Pmax)	20 Wp
Tolerância da potência	+/- 3 %
Tensão em circuito aberto (Voc)	21,24 V
Tensão de potência máxima (Vm)	17,28 V
Corrente de curto-circuito (Isc)	1,31 A
Corrente de Potência Máxima (Im)	1,16 A
Tensão máxima do sistema	600 Vcc
Tipo de célula	Silício Monocristalino
Dimensões painel	630 x 290 x 25 mm
Moldura	Alumínio
Peso	2,4 kg
Vida útil (estimado)	25 anos
*CPT: Irradiação de 1000W / m ² , Espectro de Massa de Ar 1.5 e Temperatura de Célula de 25°C	

Fonte: <http://minhacasasolar.lojavirtualfc.com.br>

e) Custo do painel fotovoltaico modelo Solar Leading – SL5M36-20W:

O custo do painel fotovoltaico, Solar Leading, Solar Leading – SL5M36-20W, para pagamento à vista é de R\$ 239,00 e a prazo (10 x) é de R\$ 265,90. (Obs. em ambos os casos não está incluído o custo de envio). (MINHACASASOLAR, 2014)

5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Com os dados levantados até aqui, agora é o momento fazer um comparativo entre os custos do uso de ambas as tecnologias: bombeamento convencional usando a moto bomba modelo BCR-2000 da empresa Schneider Motobombas, acionada por motor WEG IP-00, de ¼ CV, com capa de proteção, termostato e capacitor permanente, 2 pólos e 60 Hz (3600 rpm), Bomba Solar Shurflo 2088 12V e Keppe-Motor na configuração moto-bomba.

A Quadro 3.11, trás o comparativo entre as três tecnologias.

Quadro 3.11 – Comparativo entre as três moto bombas consideradas

Moto-Bomba			
	Schneider - BCR-2000	Bomba Solar Shurflo 2088 12V	Keppe-Motor - 12/24 Vcc
Custo motobomba completo (R\$)	342,99	509,00	599,00
Custo o inversor Vcc para Vca (R\$)	609,00	não necessita	não necessita
Custo do painel fotovoltaico (R\$)	860,00	615,00	239,00
Total (R\$)	1811,99	1124,00	838,00

Fonte: O Autor

Não entrou na Quadro, e nem tão pouco foram considerados neste trabalho, os custos decorrentes da utilização de tubos de PVC, conexões e demais elementos, referente às partes hidráulicas, nem tão pouco os custos de acessórios elétricos, como fios, cabos, conexões elétricas, chaves e comandos, nem tão pouco elementos de fixação mecânica, como parafusos, suportes, braçadeiras comuns à estrutura como um todo, uma vez que tais custos, salvo um ou outro item de menor importância, demandam a mesma quantidade e, por conseguinte, o mesmo valor (custo) para qualquer uma das moto-bombas consideradas.

Logo, o diferencial de custo ficou na comparação do valor das próprias moto bombas e do custo do sistema de energia demandado por cada uma.

Com base na Quadro, o Keppe-Motor na configuração moto-bomba, apesar de ser a moto bomba de maior custo (R\$599,00), foi o sistema que apresentou o menor custo total, por conta do uso de painel fotovoltaico de menor custo (239,00), o que permitiu uma economia de R\$286,00, cerca 34,13%, em relação ao segundo colocado, e uma economia de R\$973,99, cerca de 116,23%, em relação à opção de maior custo.

Ainda, a opção de maior custo, foi a que utilizou a moto bomba Schneider - BCR-2000, que apesar de apresentar a moto bomba de menor custo (R\$342,99) apresentou maior custo por conta da necessidade de se utilizar um painel de mais alta potência (245W) quando comparado com os demais, além da necessidade de se implantar um inversor, o que encareceu grandemente o sistema (acréscimo de R\$609,00). As duas outras opções, por trabalharem diretamente com tensão em corrente contínua, não demandaram o dispositivo inversor.

A Quadro 3.12 apresenta o custo médio por Watt para cada painel selecionado.

Quadro 3.12 – Custo médio por Watt – Painel Fotovoltaico

	Painel Fotovoltaico		
	Modelo		
	YL245P-29b	SL6P36-140W	SL5M36-20W
Custo (R\$)	860,00	615,00	239,00
Potência (W)	245,00	140,00	20,00
Média (R\$/W)	3,51	4,39	11,95

Fonte: O Autor

Ao se analisar a Quadro 3.12, percebe-se que apesar do painel SL5M36-20W ser o de menor custo geral, é o que apresenta o maior custo por watt (11,95 R\$/W), contra 3,51 R\$/W, apresentado pelo painel de maior custo geral, YL245P-29b.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com base no estudo e nos dados levantados é possível concluir que, para o atendimento de moto-bombeamento de água para uma família de até 5 pessoas, num total de 1650 l/dia dos quais, 2/3 correspondem a reserva técnica, para dias em que não houver sol suficientemente para acionamento da moto bomba via painel fotovoltaico, em locais não servidos, de maneira adequada, pelas concessionárias de energia elétrica, é possível realizar a tarefa com vantagens em relação aos sistemas de moto bombeamento convencionais utilizando painéis fotovoltaicos, com o emprego do Keppe-Motor na configuração moto bomba.

Apesar do custo por watt do painel SL5M36-20W ser o mais alto (11,95 R\$/W), e o Keppe-Motor® também apresentar o maior custo dentre os modelos/tecnologias considerados neste trabalho, ainda assim o custo final total para a adoção da tecnologia é vantajoso, uma vez que o consumo do sistema é da ordem 16,64 watts, o que permite o uso de painéis de menores valores.

Entretanto, considerando que o painel fotovoltaico possa ficar em funcionamento, em condições climáticas tidas como parâmetros normais, sem manutenções corretivas, apenas preditivas, é possível inferir que o painel possa operar durante um tempo de vida útil superior ao dos motores considerados.

Finalmente, a decisão pela escolha da tecnologia deverá recair nos recursos financeiros disponíveis no momento dos levantamentos de custos e do que se pode esperar a médio e longo prazo, como a possibilidade de redução dos custos do Keppe-Motor® na configuração moto bomba, uma vez que a tecnologia possa ser cada vez mais difundida, reduzindo os custos globais totais, para a adoção de um sistema de moto bombeamento de água confiável e cada vez mais acessível às camadas da população menos afortunadas, tanto do ponto de vista financeiro, quanto do ponto de vista das condições climáticas do local onde tais indivíduos vivem e desenvolvem suas atividades diárias.

REFERÊNCIAS

ALVARENGA, C. A. **Bombeamento de água com energia solar fotovoltaica**. Belo Horizonte: Solenerg Engenharia e Comércio Ltda, 2014. Disponível em <<http://www.solenerg.com.br>. Acesso em 23 de novembro de 2014.

BOMBASHOPPING. **Bomba Schneider BCR-2000 1/4 CV 110 ou 220V monofásica**. Disponível em <<http://www.bombashopping.com.br/>. Acesso em: 23 de novembro de 2014.

Cadernos uniFOA, edição nº 18. JUSTINO, D.; NOGUEIRA, E. **Dimensionamento do sistema de recalque para abastecimento de água da comunidade de Macundú, distrito de São João Marcos, município de Rio Claro, Rio de Janeiro**. Volta Redonda: uniFOA, 2012. Disponível em <web.unifoa.edu.br/cadernos/edicao/18/11.pdf. Acesso em 20 de novembro de 2014.

CPRM. **Projeto cadastro de fontes de abastecimento por água subterrânea: Pernambuco**. Serviço Geológico do Brasil. Disponível em <www.cprm.gov.br/rehi/atlas/pernambuco/relatorios/TUPA166.pdf. Acesso em 18 de outubro de 2014.

ECOSTART. **Ventilador Universe Turbo prata com luminária LED**. Disponível em <<http://www.ecostartshop.com.br/>. Acesso em 23 de novembro de 2014.

FRASCARI, A. **Keppe Motor: bomba d'água / painel solar / lâmpada LED**. Disponível em <<http://www.keppemotor.com/institucional/>. Acesso em 23 de novembro de 2014.

GOOGLE. Google Earth: **Tupataninga, PE, Brasil**. © Google; image © 2014 Digital Globe; © 2014 Cnes/Spot Image; Image © 2014 CNES/Astrium – Imagens com data de 22 de março de 2014. Acesso em 18 de outubro de 2014.

HINRICH, R.A.; KLEINBACH, M.; DOS REIS, L. B. **Energia e meio ambiente**. 4.ed. São Paulo: Cengage Learning, 2010.

INMETRO. **Eficiência energética – ventiladores de teto/ 127 V - Edição 02/2014**. Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia – PROCEL – Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica. Disponível em <<http://www.inmetro.gov.br/busca/>. Acesso em 23 de novembro de 2014.

KEPPE, N. R. **A nova física**. Disponível em <<http://www.keppemotor.com/institucional/>. Acesso em 23 de novembro de 2014.

KEPPE, N. R. **Magnetônica**. 1.ed. São Paulo: Proton Editora, 2013.

LOVINS, A. B. **Reinventando o fogo: soluções ousadas de negócios na nova era da energia**. São Paulo: Editora Cultrix, 2013.

MERCADOLIVRE. **Motor WEG 1/4 cv 110/220**. Disponível em <<http://lista.mercadolivre.com.br/motor-weg-1%2F4-cv-110%2F220>. Acesso em 23 de novembro de 2014.

MINHACASASOLAR. **Microinversor grid-tie Enphase – M215-60-2LL-S22**. Disponível em <<http://minhacasasolar.lojavirtualfc.com.br/>. Acesso em 23 de novembro de 2014.

MINHACASASOLAR. **Painel solar fotovoltaico monocristalino de 20W Solar Leading – SL5M36-20W**. Disponível em <<http://minhacasasolar.lojavirtualfc.com.br/>. Acesso em 23 de novembro de 2014.

MINHACASASOLAR. **Painel solar fotovoltaico policristalino de 140W Solar Leading – SL6P36-140W**. Disponível em <<http://minhacasasolar.lojavirtualfc.com.br/>. Acesso em 23 de novembro de 2014.

MINHACASASOLAR. **Painel solar fotovoltaico policristalino de 245W Yingli Solar – YL245P-29B**. Disponível em <<http://minhacasasolar.lojavirtualfc.com.br/>. Acesso em 23 de novembro de 2014.

NEOSOLAR. **Bomba solar Shurflo 2088 12V**. Disponível em <<http://www.neosolar.com.br/loja/>. Acesso em 23 de novembro de 2014.

Revista IstoÉ nº 2322, ano 38. NUNES, A. C. **Vulcão elétrico**: Islândia começa a gerar energia a partir dos rios subterrâneos de lava que cortam seu território. São Paulo: Editora Três, 2014.

SABESP. **Uso racional da água**. Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo. Disponível em <<http://www.sabesp.com.br/CalandraWeb/>>. Acesso em 18 de outubro de 2014.

SCHEIDER. **Abastecimento residencial**. Disponível em <<http://www.schneider.ind.br/produtos>>. Acesso em 20 de novembro de 2014.

SOÓS, C.; FRASCARI, A.; FRASCARI, R. **Como funciona o KeppeMotor?** Disponível em <<http://www.keppemotor.com/institucional/>>. Acesso em 23 de novembro de 2014.

SOÓS, C.; FRASCARI, A.; FRASCARI, R. **O que é o KeppeMotor?** Disponível em <<http://www.keppemotor.com/institucional/>>. Acesso em 23 de novembro de 2014.

TIGRE. **Linha roscável**. Tigre S/A. Disponível em <<http://www.tigre.com.br/pt/>>. Acesso em 19 de outubro de 2014.