

## ENERGIA SOLAR TÉRMICA: INOVAÇÃO EM AQUECIMENTO DE ÁGUA PARA PROCESSOS INDUSTRIAIS

E. F. Carreira Junior\*, J. B. Sacomano, M. Mollo Neto

<sup>1</sup> Pós Graduação em Engenharia de Produção, UNIP - Univ Paulista, SP, Brasil

<sup>2</sup> UNESP - Univ Estadual Paulista, Campus de Tupã, SP, Brasil

### RESUMO

O aumento do consumo mundial de energia tem gerado a busca de fontes alternativas, inclusive a solar, de fácil utilização, não exigindo equipamentos muito sofisticados nem complexos. Muitos processos industriais utilizam água em temperaturas até 100°C. O uso de energia solar na indústria ainda é baixo se comparado ao consumo energético total. O objetivo deste artigo é investigar possibilidades de usos de aquecimento solar de água em processos industriais, para o que foi utilizada pesquisa bibliográfica em artigos internacionais visando identificar o estágio atual dessas aplicações no mundo. Pesquisa exploratória de dados secundários do mercado brasileiro de sistemas de aquecimento solar no Departamento Nacional de Aquecimento Solar (DASOL), e no Plano Nacional de Eficiência Energética 2010-2030 (PNEf-2010) do Ministério de Minas e Energia, buscou caracterizar o estágio atual desse setor no Brasil. O estudo permite concluir que o uso de aquecimento solar de água em indústrias no Brasil é possível e representa uma alternativa que pode contribuir para a redução do custo e do consumo de energia em 30% a 40% dos processos de aquecimento em baixas temperaturas, especialmente nos setores de alimentos, bebidas, têxtil e químico.

**Palavras chaves:** energias renováveis; aquecimento solar de água; aquecimento industrial.

### SOLAR THERMAL ENERGY: WATER HEATING INNOVATION FOR INDUSTRIAL PROCESSES

### ABSTRACT

The increase of energy consumption worldwide has led to the search for alternative in energy sources, including solar, easy to use, which doesn't require very sophisticated or complex equipment. Many industrial processes use water at temperatures up to 100 ° C. The use of solar energy in industry is still low if compared to the total energy consumption. The objective of this paper is to investigate possibilities of solar heating uses of water in industrial processes, for what it was search in international papers to identify these applications current stage all around the world. Exploratory research of secondary data from the Brazilian market systems, solar heating in the National Department of Solar Heating (DASOL), and the National Energy Efficiency Plan 2010-2030 (PNEF-2010) of the Ministry of Mines and Energy, sought to characterize the current state of this sector in Brazil. The study concludes that the solar water heating in Brazilian industries is possible and represents an alternative that can contribute to reducing cost and energy consumption by 30% to 40% of the heating process at low temperature, particularly in the food, beverage, textile and chemical sectors.

**Keywords:** renewable energy; solar water heating; industrial heating.

---

\* [fit.representacoes@uol.com.br](mailto:fit.representacoes@uol.com.br)

## INTRODUÇÃO

Os avanços tecnológicos e o desenvolvimento econômico e social têm demandado o incremento do consumo de energia, com baixa participação de energias renováveis no composto das fontes energéticas, como pode ser visto na Figura 1. De 1973 a 2003 o setor industrial consumiu 65% mais energia, e apesar de

ter havido aumento do uso de energia de fontes alternativas (“*other*”, na Figura 1), sua participação está abaixo dos 4%. A IEA projeta crescimento de 24% no consumo final de energia até o ano 2035, sendo que o consumo para fins industriais deverá representar cerca de 30% do total (IEA, 2013).

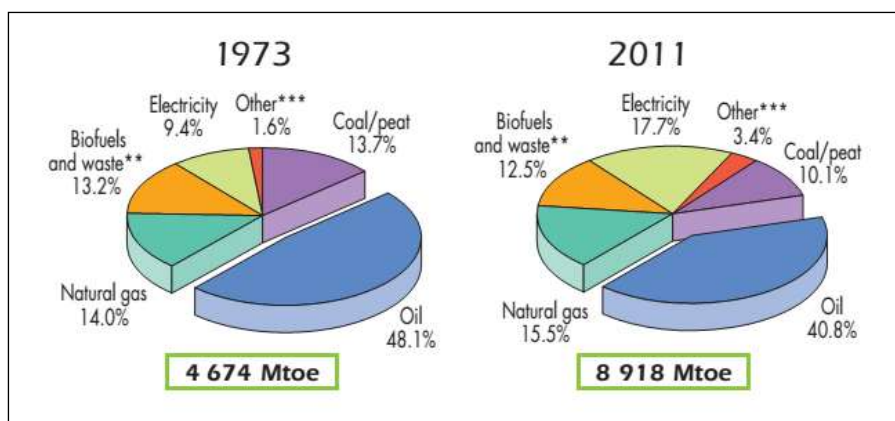


FIGURA 1 – Consumo mundial total de energia 1973-2011. Fonte: IEA (2013).

No Brasil, de 2003 a 2012, houve aumento de 40% no consumo final de energia e de 31% para fins industriais. A indústria consumiu 35,1% do total de energia. O suprimento total de energias renováveis alternativas, dentre essas a solar, passou de 2,8% para 4,1%, enquanto que na indústria passou de 5,7% para 6,7% do total do consumido, um crescimento ligeiramente mais significativo do uso de fontes alternativas (MME-BEN, 2013).

Estudos apontam que a indústria pode contribuir positivamente para a redução do consumo de energia, para o ganho de eficiência energética e ainda para a redução dos impactos ambientais através do uso de fontes renováveis de energia, conforme mostram TAIBI et al. (2012) que a energia renovável representa 9% do consumo industrial, a maioria proveniente de biomassa, com baixa participação de energia solar, que pode ser uma das fontes

mais promissoras a ser adotada em diferentes setores industriais, principalmente para aquecimento de água, o que segundo TIMILSINA et al. (2012) e de MEKHILIEF et al. (2011), já vem sendo estudado, estimulado e aplicado em muitos países.

No Brasil, especialmente pelo tipo de clima, altos índices de insolação, tamanho e diversificação do parque industrial, há considerável potencial de utilização de sistemas de aquecimento solar de água nos processos industriais (INPE, 2006; FIESP, 2014).

O objetivo deste artigo é investigar possibilidades de usos de sistemas de aquecimento solar de água em processos industriais no Brasil, principalmente os que utilizam água aquecida em baixas temperaturas, diretamente ou para pré-aquecimento nos processos de temperaturas mais elevadas.

## REFERENCIAL TEÓRICO

### 1. Aquecimento solar de água em processos industriais

Estudos de TAIBI et al. (2012) informam que: não é abundante a literatura

sobre o uso de fontes renováveis de energia na indústria; a indústria consome

um terço da energia primária global; energias renováveis representam 13% do consumo global total e 9% para fins industriais, 8% proveniente de biomassa e baixa participação de outras fontes, inclusive da solar, embora não possam fornecer todos os níveis de temperatura necessários aos processos industriais; os custos variam com o nível de temperatura, com a intensidade de insolação disponível no local e com a configuração do sistema de aquecimento; o aquecimento solar é uma opção mais adequada para aplicações de baixa temperatura, abaixo de 100°C; sistemas simples em áreas de insolação abundante são mais eficazes e, em muitos casos os sistemas solares térmicos são mais baratos quando fabricados localmente.

MEKHILIEF et al. (2011) também afirmam não ser abundante a literatura sobre as aplicações da energia solar na indústria e destacam que atualmente as fontes de energia convencionais constituem quase 80% do consumo global, que as aplicações de pequena escala são

uma boa opção para o uso de energia renovável e que energia elétrica é um recurso industrial importante cuja escassez, custos elevados e impactos ambientais negativos para sua obtenção, têm levado a indústria a buscar métodos eficazes e econômicos para capturar, armazenar e converter a energia solar em energia útil. Afirmam também que a energia solar é abundante, gratuita e limpa, não gera ruído ou poluição ao meio ambiente, e é considerada a mais econômica dentre as energias renováveis, embora não esteja disponível nas vinte e quatro horas do dia, sendo necessário acumular a água aquecida para ser consumida de forma controlada, necessitando ainda, em alguns casos, receber aquecimento complementar originado de outra fonte de energia. Sistemas solares podem ser integrados a um sistema típico de energia industrial, tanto como fonte de alimentação geral, quanto especificamente em etapas do processo produtivo, como apresenta a Figura 2.

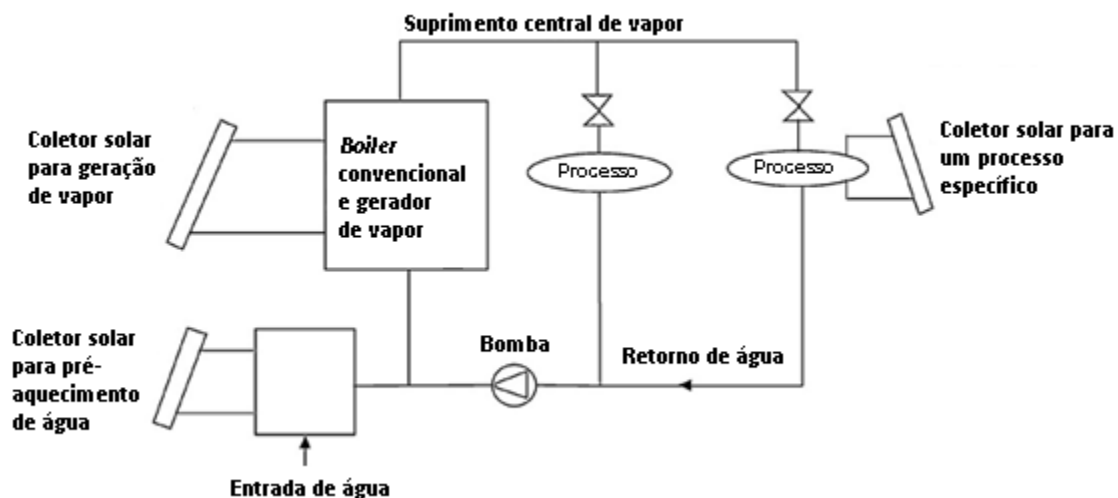


FIGURA 2 – Integração de coletor solar em sistema térmico industrial. Fonte: Adaptado de MEKHILIEF et al. (2011).

Na sua pesquisa MEKHILIEF et al. (2011) indicam que a energia solar térmica na indústria tem aplicações para água quente, vapor, secagem e processos de desidratação, pré-aquecimento, pasteurização, esterilização, lavagem, limpeza, reações químicas, aquecimento do ambiente industrial, alimentos, plástico, construção, indústria têxtil e

estabelecimentos de serviços e que, dos diferentes tipos de coletores, os estacionários são os de menor custo.

COTTRET E MENICHETTI (2010) consideram a indústria como um setor chave para o crescimento da participação das energias renováveis no composto de consumo energético mundial. Mencionam que o aquecimento solar para

processos industriais ainda está em estágio inicial de desenvolvimento, destacando que há grandes possibilidades de aplicações de sistemas com coletores planos e de tubos evacuados para baixa temperatura (até 100°C) e média temperatura (até 250°C) nas indústrias alimentícias, têxteis e de bebidas.

Estudos apresentados por VANNONI et al. (2008) também enfatizam o potencial de utilização de aquecimento solar para processos industriais, destacando processos que requerem temperaturas de até 100°C, que representam 30% das aplicações de aquecimento, e que os setores mais favoráveis são os de alimentos, incluindo produção de vinho e cerveja, têxteis, tratamento de metais e plásticos, química e outros em processos de limpeza, secagem, evaporação e destilação, pasteurização e esterilização, cozimento, pintura, tratamento superficial e outros.

Para KALOGIROU (2003), quase todos os processos industriais exigem calor, 15% da energia consumida na indústria é para aquecimento, 13% das aplicações industriais térmicas exigem temperaturas até 100°C e 27% exigem temperaturas até 200°C. Água aquecida

por sistemas solares para a indústria pode ser aplicada diretamente ou em pré-aquecimento para outros sistemas convencionais de aquecimento, para usos em limpeza, lavagem, tingimento, esterilização, pasteurização, destilação, produção de vapor, e outras, conforme mostra a Tabela 1.

Na Alemanha, LAUTERBACH et al. (2012) buscaram identificar quais os setores industriais mais viáveis e com maior potencial de utilização de aquecimento solar nos seus processos produtivos. Foram estudados 11 setores, que demandam 88% do total da energia consumida, e temperaturas abaixo de 300°C: Processos Químicos, Alimentos e Bebidas, Motores de Veículos, Papel, Processamento de Metais, Máquinas e Equipamentos, Borracha e Plástico, Equipamentos Elétricos, Têxtil, Gráficas e Madeira. Concluíram que os processos que utilizam temperaturas de até 100°C são os mais promissores, seguidos dos que utilizam temperaturas entre 100°C e 200°C e que o setor Químico e o de Alimentos e Bebidas são os que apresentam maior potencial de utilização de aquecimento solar de água.

TABELA 1 – Faixas de temperaturas para diferentes setores e processos industriais

<b>Indústria</b>	<b>Processo</b>	<b>Temperatura (°C)</b>
Laticínio	Pasteurização e Concentrados	60 - 80
	Esterilização	100 - 120
	Secagem	120 - 180
	Água de alimentação de caldeiras	60 - 90
Alimentos em conserva	Esterilização	110 - 120
	Pasteurização	60 - 80
	Cozimento e Branqueamento	60 - 90
Têxtil	Branqueamento, tingimento	60 - 90
	Secagem, desengorduramento	100 - 130
	Tingimento	70 - 90
	Fixação	160 - 180
	Impressão	80 - 100
Papel	Cozimento, secagem	60 - 80
	Água de alimentação de caldeiras	60 - 90
	Branqueamento	130 - 150
Química	Sabonetes	200 - 260
	Borracha sintética	150 - 200
	Aquecimento de processos	120 - 180
	Pré-aquecimento de água	60 - 90
Carne	Lavagem	60 - 90
	Cozimento	90 - 100
Bebidas	Lavagem, esterilização e Pasteurização	60 - 80
Farinhas e subprodutos	Esterilização	60 - 80
Madeira e subprodutos	Termodifusão de vigas e Secagem	80 - 100
	Pré-aquecimento de água	60 - 90
	Preparação de polpa	120 - 170
Tijolos e blocos	Cura	60 - 140
Plásticos	Preparação e Mistura	120 - 140
	Destilação	140 - 150
	Separação	200 - 220
	Extensão	140 - 160
	Secagem	180 - 200

Fonte: KALOGIROU (2003).

## 2. Exemplos de aplicações industriais de aquecimento solar de água

Pesquisas com estudos e exemplos de utilização de sistemas de aquecimento solar de água já implementados em diferentes países e regiões do planeta foram realizadas por: MEKHILIEF et al. (2011) que mencionam aplicações na indústria alimentícia na Alemanha, no processamento de leite, preparação de vegetais, carnes e pescados em conserva e cervejarias; BEATH (2012) mostra um histórico de aplicações de energia solar para aquecimento em processos industriais na Austrália, na indústria de madeira para construção, de papel, têxtil, de

processamento de lã, mencionando ainda indústrias de alimentos, especialmente para cozimento e limpeza, na produção de ingredientes e produtos para humanos e para animais, de processamento de carne, frango e açúcar, além de fábrica de extração de óleo vegetal e produção de farinha e pequenas operações de processamento de alimento, como padarias, alimentos enlatados e laticínios; FULLER (2011) também apresenta estudos sobre a situação passada e presente da utilização de sistemas de aquecimento solar para fins industriais na Austrália,

nomeando plantas industriais, aplicação, área e tipos de coletores; QUIJERA et al. (2011) apresentam utilização de aquecimento solar de água em uma indústria de laticínio na Espanha para pasteurização de leite e limpeza dos tanques de leite, reuso do calor da limpeza e para coalhar o leite; CALDERONI et al. (2012) apresentam um estudo de viabilidade para três aplicações de aquecimento solar de água na indústria têxtil, de fabricação de roupas, uma com coletores planos e outras duas com coletores parabólicos, para gerar vapor; KARAGIORGAS et al. (2001) estudaram aplicações em cinco setores potenciais na Grécia: alimentos, agroindústria, têxtil, química (higiene, limpeza e farmacêutico) e bebidas, e apresentaram dez sistemas de aquecimento solar de água funcionando por dez anos: três indústrias de laticínios (água pré-aquecida para gerar vapor), uma vinícola (esterilizar garrafas), três

indústrias têxteis (uso direto e pré-aquecimento para gerar vapor), uma *greenhouse* (água aquecida no aquecimento do solo e do ambiente), uma indústria de cosméticos (resfriamento do ambiente), e um curtume de couro (água pré-aquecida para gerar vapor), a maioria das aplicações utiliza sistema de aquecimento solar em circuito fechado no qual circula água-glicol, aquecendo os reservatórios de água de processo através de trocadores de calor submersos nesses, com aquecimento complementar elétrico ou combustível fóssil; COTTRET E MENICHETTI (2010) apresentam exemplos de aplicações de aquecimento solar em processos industriais no Mediterrâneo em uma empresa de transporte (lavagem de containers), duas indústrias de laticínios, uma indústria de cosméticos (reações químicas), uma indústria de processamento de carne de frango (gerar vapor) e uma indústria têxtil.

### 3. Aquecimento solar de água no Brasil

No Brasil, o DASOL – Departamento Nacional de Aquecimento Solar da ABRAVA (Associação Brasileira de Refrigeração, Ar Condicionado, Ventilação e Aquecimento) representa oficialmente o setor de aquecimento solar, informa que existem cerca de 200 empresas atuando no setor, mais de 18% associadas, representando mais de 80% do mercado nacional. A área acumulada de coletores instalados no país é da ordem de 8,42 milhões de m<sup>2</sup>, conforme mostra a Figura 3, colocando o Brasil entre os cinco

maiores mercados do mundo nesse setor. A distribuição das vendas de coletores para aquecimento solar por região é de 75% no Sudeste, 10% no Sul, 10% no Centro-Oeste, 4% no Nordeste e 1% no Norte e por setor de atividade é de cerca de 60% para fins residenciais, 20% em residências de Programas Habitacionais Sociais e 20% em Comércio e Serviços (principalmente hotéis e pousadas, hospitais, clubes e outros). As aplicações industriais estão contabilizadas em Comércio e Serviços e são da ordem de 2% (DASOL, 2014).

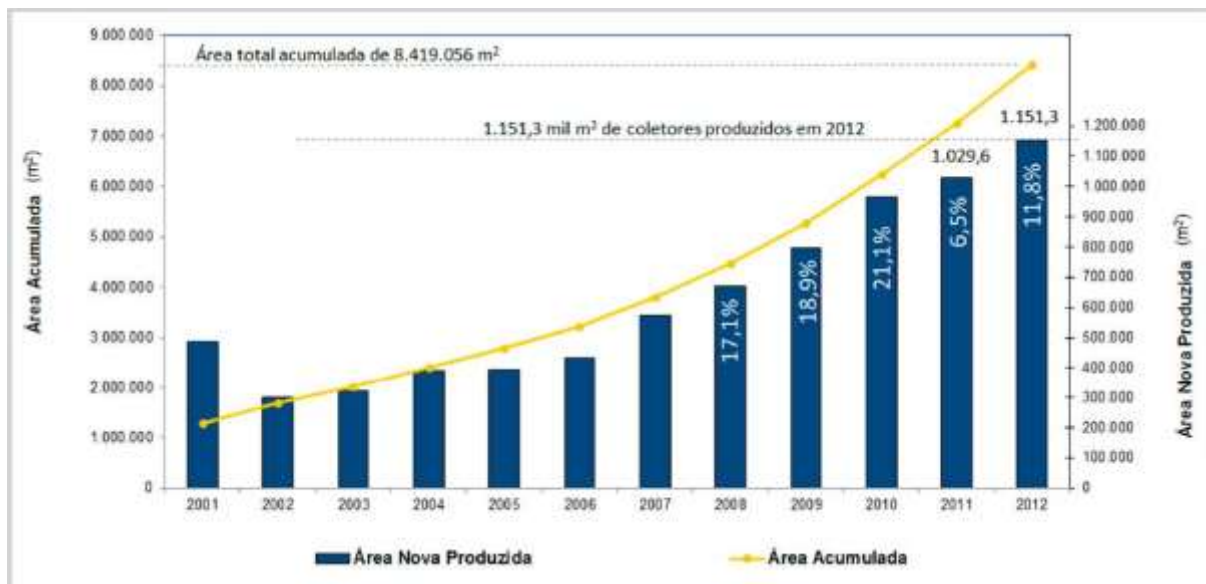


FIGURA 3 – Evolução do mercado de aquecimento solar brasileiro. Fonte: DASOL (2014).

Segundo MARTINS et al. (2012) não há fabricantes de coletores de tubos evacuados no Brasil, os quais ainda são importados e comercializados em baixa escala. Não foram identificados nesta pesquisa, dentre as empresas associadas ao DASOL, fabricantes de outros tipos de coletores solares além dos coletores planos.

Por estado, Minas Gerais tem sido o principal mercado desses sistemas, seguido por Distrito Federal, Santa Catarina e São Paulo, todos acima da média nacional ( $20\text{m}^2/1000\text{habitantes}$ ), seguidos por Paraná, Mato Grosso do Sul, Rio Grande do Sul, Goiás, Mato Grosso e demais estados. Diferentes ações vem sendo empreendidas no Brasil, para estimular e regulamentar a expansão da utilização do aquecimento solar de água, como por exemplo: NORMASOL (revisar e elaborar normas), QUALISOL BRASIL (qualificar os fornecedores), PROCEL - Programa Brasileiro de Etiquetagem (estabelecer critérios de comparação de eficiência e qualidade entre modelos disponíveis no mercado), CIDADES SOLARES (promover primordialmente o uso de aquecedores solares de água) e legislação federal, estadual e municipal, sobre obrigatoriedade ou incentivo (MME-PNEf, 2010).

O Plano Nacional de Eficiência Energética (PNEf), visa aumentar a

eficiência em utilização de energia elétrica no Brasil até o ano 2030 através do fomento de medidas de economia de energia. Dados utilizados durante a sua elaboração mostram que a eletricidade consumida pela indústria representava 20,2% de todas as fontes de suprimento, a indústria consumia 40,7% de energia elétrica em relação a os demais setores, sendo que 16% da energia elétrica consumida pela indústria foi para aquecimento direto e 2% para gerar calor de processo.

Na visão do PNEf, de forma geral, na indústria há certa aversão a riscos técnicos decorrentes de novas tecnologias que consomem menos energia, o investimento na melhoria da eficiência energética concorre com investimentos na produção e os investimentos que melhorem o desempenho energético são preteridos, demonstrando visão de curto prazo e ausência de cultura de gestão energética. No PNEf são previstos programas de eficiência energética em aquecimento solar de água com o objetivo de acelerar seu uso no Brasil, fomentados pelo DASOL, mas praticamente voltados para aplicações residenciais e comerciais. Considera como barreiras ao crescimento do aquecimento solar no país: deficiências no desenvolvimento tecnológico e na difusão tecnológica, baixa difusão do conhecimento a usuários potenciais,

insuficiente literatura técnica especializada, competitividades desfavoráveis e falta de integração na cadeia produtiva, baixo grau de automação e baixo volume de fabricação da indústria de coletores, escassez de profissionais, falta de formação e baixa qualificação

projetistas, instaladores e técnicos em manutenção, deficiência de Políticas Públicas que estimulem o fortalecimento deste mercado e que incentivem o desenvolvimento de instalações inovadoras (MME-PNEf, 2010).

## MÉTODO E PROCEDIMENTOS

Para atender ao objetivo deste artigo, foi utilizada uma pesquisa bibliográfica, a partir de dados secundários disponíveis em artigos internacionais de publicações científicas relevantes, bem como de dados secundários do mercado brasileiro de sistemas de aquecimento solar de água que foram obtidos através de pesquisa exploratória na *webpage* do Departamento Nacional de Aquecimento Solar (DASOL), vinculado à Associação Brasileira Refrigeração, Ar Condicionado, Ventilação e Aquecimento (ABRAVA) e no Plano Nacional de Eficiência Energética 2010-2013 (PNEf) do Ministério de Minas e Energia.

O referencial teórico buscou identificar o estado da arte quanto à aplicação e práticas de utilização de sistemas de aquecimento solar de água em

processos industriais, pesquisando artigos internacionais em publicações científicas, identificadas por busca na base de dados *Sciencedirect*, através de palavras chaves como: energia renovável, energia alternativa, energia solar, aquecimento solar, aquecimento de água, aquecimento solar de água, processos industriais e aquecimento industrial. Buscou-se tanto aspectos conceituais para caracterizar o uso de aquecimento solar de água no setor industrial, quanto identificar aplicações industriais mais utilizadas no mundo.

A pesquisa exploratória norteou a coleta de dados secundários, buscou identificar as características setor de aquecimento solar de água no Brasil, seu estágio atual de desenvolvimento e tecnologias disponíveis.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Após análise dos dados da evolução do consumo mundial de energia, pode-se identificar um aumento expressivo da utilização de energia elétrica. Para fins industriais, o consumo final de energia no mundo representa aproximadamente um terço de toda a energia consumida. Nas indústrias, o aumento percentual mundial da utilização de energias alternativas renováveis foi maior do que o aumento percentual de energia total (IEA, 2013), enquanto que na indústria brasileira, ao contrário, o uso de energia de fontes alternativas cresceu percentualmente menos do que o consumo total de energia (MME-BEN, 2013).

Há uma opinião convergente que a energia solar é muito promissora para a indústria dentre as alternativas renováveis,

embora ainda tenha participação muito baixa. Há também conclusão apontando para os setores industriais potencialmente mais viáveis para a utilização de sistemas de aquecimento solar de água, tanto pela natureza dos processos, quanto em função das temperaturas da água de processo: Alimentício (alimentos em conserva e laticínios), Bebidas (produção de vinho, cerveja e refrigerantes), Têxtil (inclusive confecção) e Químico (principalmente cosméticos e produtos de higiene e limpeza). As aplicações mais favoráveis são aquelas cujas temperaturas de processo são consideradas baixas, de até 100°C e que representam cerca de 30% das aplicações de aquecimento nesses setores. Para essas aplicações os coletores solares mais apropriados são os de placa plana, de



tubo evacuado, produzidos em maior escala e de menor custo de aquisição, instalação e operação. Os exemplos de aplicação reais apresentados pelos diversos autores BEATH (2012); CALDERONI et al. (2012); MEKHILIEF et al. (2011); FULLER (2011); QUIJERA et al. (2011); COTTRET E MENICHETTI (2010) e KARAGIORGAS et al. (2001), que referem-se a processos da indústria alimentícia, quase sempre envolvendo laticínios, da indústria de bebidas, tendo por finalidade pasteurização, limpeza e esterilização de recipientes (garrafas), utensílios e equipamentos do processo produtivo, além de vários exemplos na indústria têxtil, em processos de tingimento e lavagem de tecidos, bem como para lavar e passar roupas prontas. Foi constatado também que a água de processo pode ser indiretamente aquecida através de trocador de calor submerso, tendo coletores solares em circuito fechado.

A indústria brasileira tem potencial para utilização de sistemas de aquecimento solar de água, devido ao seu parque industrial grande e diversificado, que reúne indústrias em todos os setores considerados promissores para a utilização

## CONCLUSÃO

Com base nas discussões acima apresentadas, pode-se concluir que os resultados obtidos indicam que o uso de sistemas de aquecimento solar de água em processos industriais no Brasil é uma alternativa inovadora e viável, principalmente para usos de água aquecida em baixas temperaturas (até aproximadamente 100°C), diretamente ou para pré-aquecimento nos processos de temperaturas mais elevadas, o que pode levar os setores de alimentos, bebidas,

desses sistemas. Outro aspecto favorável é que esses sistemas são mais eficientes em áreas de radiação abundante, no que o Brasil é privilegiado em relação aos países europeus, por exemplo. Uma limitação da cadeia produtiva dos sistemas de aquecimento solar é que no Brasil são produzidos apenas coletores solares do tipo placa plana. Por outro lado, apesar da área de coletores solares instalados no país estar entre as cinco maiores do mundo, as aplicações residenciais representam cerca de 80% e as aplicações institucionais são predominantemente voltadas para prédios de serviços ou do setor público, enquanto que para indústrias representam algo em torno de 2%, muitas vezes para vestiários.

Assim, o setor de aquecimento solar brasileiro está ainda em estágio embrionário, tanto quanto a produção de modelos de coletores solares, quanto a difusão de conhecimento e cultura de utilização no meio industrial, deixando assim de gerar economia de energia elétrica e principalmente, de reduzir custos e poluentes, de gerar empregos, etc. Há também carência de formação de profissionais nessa área, tanto para projeto, quanto para instalação e manutenção dos sistemas.

têxtil e químico a contribuir para a redução do consumo de energia convencional, passando a consumir energia renovável e limpa gerada por coletores solares. Sugestões para trabalhos futuros são: mapear as cadeias produtivas dos setores industriais de alimentos, bebidas, têxtil e químico, bem como suas necessidades, expectativas e intenções de inovação nessa área, para buscar dimensionar o potencial de aplicação do aquecimento solar na indústria brasileira.

## REFERÊNCIAS

- BEATH, A. C. Industrial energy usage in Australia and the potential for implementation of solar thermal heat and power, *Energy*v.43, n.1, p.261–272, 2012. Disponível em <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0360544212003118>>, acesso em 11/03/2013.
- CALDERONI, M.; APRILE, M. MORETTA, S.; AIDONIS, A. e MOTTA, M. Solar thermal plants for industrial process heat in Tunisia: Economic feasibility analysis and ideas for a new policy. *Energy Procedia*, v.30, p.1390–1400, 2012. Disponível em <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1876610212016694>>, acesso em 24/06/2013.
- COTTRET, N e MENICHETTI, E.; Technical Study Report on Solar Heat For Industrial Processes (SHIP): State of the art in the Mediterranean region. Observatoire Méditerranéen de l’Energie, 2010. Disponível em <<http://www.b2match.eu/system/stworkshop2013/files/SHIP.pdf?1357835481>>, acesso em 05/05/2014.
- DASOL- Departamento Nacional de Aquecimento Solar da Associação Brasileira de Refrigeração, Ar Condicionado, Ventilação e Aquecimento (ABRAVA) , 2014. Disponível em: <<http://www.dasolabrava.org.br>> Acesso em 15/11/2014.
- FIESP. Panorama da Indústria de Transformação Brasileira. 4a. Edição, 2014. Disponível em <<http://www.fiesp.com.br/indices-pesquisas-e-publicacoes/panorama-da-industria-de-transformacao-brasileira>>, acesso em 20/10/2014.
- FULLER, R.J. Solar industrial process heating in Australia:Past and current status. *Renewable Energy* v.36, n.1, p.216–221, 2011. Disponível em <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S096014811000279X>>, acesso em 07/05/2012.
- IEA. Key World Energy Statistics. International Energy Agency, 2013. Disponível em <<http://www.iea.org/publications/freepublications/publication/KeyWorld2013.pdf>>, acesso em 31/03/2014.
- KALOGIROU, S. The potential of solar industrial process heat applications. *Applied Energy*v.76, n.4, p.337–361, 2003. Disponível em <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0306261902001769>>, acesso em 25/06/2012.
- KARAGIORGAS, M.; BOTZIOS, A. e TSOUTSOS, T. Industrial solar thermal applications in Greece Economic evaluation, quality requirements and case studies. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, v.5, n.2, p.157–173, 2001. Disponível em <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1364032100000125>>, acesso em 25/06/2012.
- LAUTERBACH, C.; SCHIMITT, B.; JORDAN, U. e VAJEN, K. The potential of solar heat for industrial processes in Germany. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, v.16, n.7, p.5121–5130, 2012. Disponível em <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1364032112003073>>, acesso em 11/03/2013.
- MARTINS, F.R; ABREU, S.L. e PEREIRA, E.B. Scenarios for solar thermal energy applications in Brazil. *Energy Policy* v.48, p.640–649, 2012. Disponível em <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0301421512005113>>, acesso em 20/06/2014.
- MEKHILIEF, S.; SAIDUR, R. e SAFARI, A. A review on solar energy use in

industries. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, v.15, n.4, p.1777–1790, 2011. Disponível em <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1364032110004533>>, acesso em 02/04/2012.

MME-BEN, 2013 - Empresa de Pesquisa Energética. Balanço Energético Nacional 2013: Ano base 2012. Empresa de Pesquisa Energética. Rio de Janeiro : EPE, 2013, Disponível em <[http://www.mme.gov.br/mme/galerias/arquivos/publicacoes/BEN/2\\_-\\_BEN\\_-\\_Ano\\_Base/1\\_-\\_BEN\\_Portugues\\_-\\_Ingls\\_-\\_Completo.pdf](http://www.mme.gov.br/mme/galerias/arquivos/publicacoes/BEN/2_-_BEN_-_Ano_Base/1_-_BEN_Portugues_-_Ingls_-_Completo.pdf)>, acesso em 13/04/2014.

MME-PNEf. Plano Nacional de Eficiência Energética – PNEf: 2010-2030. Ministério de Minas e Energia – Brasília – Brasil – 2010. Ministério de Minas e Energia. Brasília: MME, 2010, Disponível em <[http://www.mme.gov.br/mme/galerias/arquivos/noticias/2010/PNEf\\_-\\_Premissas\\_e\\_Dir.\\_Basicas.pdf](http://www.mme.gov.br/mme/galerias/arquivos/noticias/2010/PNEf_-_Premissas_e_Dir._Basicas.pdf)>, acesso em 12/06/2012.

PEREIRA E.B. et al. Atlas brasileiro de energia solar. São José dos Campos : INPE, 2006. Disponível em <[http://www.ccst.inpe.br/wp-content/themes/ccst-2.0/pdf/atlas\\_solar-reduced.pdf](http://www.ccst.inpe.br/wp-content/themes/ccst-2.0/pdf/atlas_solar-reduced.pdf)>, acesso em 16/06/2014.

QUIJERA, J.A.; ALRIOLS, M.G. e LABIDI, J. Integration of a solar thermal system in a dairy process. *Renewable Energy*, v.36, n.6, p.1843–1853, 2011. Disponível em <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0960148110005422>>, acesso em 24/06/2013.

TAIBI, E.; GIELENB, D. e BAZILIAN, M. The potential for renewable energy in industrial applications. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, v.16, n.1, p.735–744, 2012. Disponível em <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1364032111004497>>, acesso em 11/03/2013.

TIMILSINA, G.R.; KURDGELASHVILI, L. e NARBELC, P.A. Solar energy: Markets, economics and policies. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, v.16, n.1, p.449–465, 2012. Disponível em <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1364032111004199>>, acesso em 24/04/2012.

VANNONI, C.; BATTISTI, R. e DRIGO, S. Task 33 - Potential for Solar Heatin Industrial Processes. CIEMAT: Madrid, 2008. Disponível em <<http://www.aee-intec.at/0uploads/dateien561.pdf>>, acesso em 05/05/2014.