

## O USO DA ENERGIA TERMOSSOLAR NA PETROBRAS

Lucas Tejero Garcia Junior – [lucasjr@petrobras.com.br](mailto:lucasjr@petrobras.com.br)  
José Sampaio Teixeira Coelho – [jstcoelho@petrobras.com.br](mailto:jstcoelho@petrobras.com.br)  
Petróleo Brasileiro S.A. – Petrobras

### 2.2 Equipamentos e Sistemas de Aquecimento de Água

**Resumo.** *O aproveitamento da energia termossolar na Petrobras, assim como de outras fontes renováveis, tem como objetivo principal consolidá-la como uma empresa de energia, ampliando suas fronteiras para além do universo dos hidrocarbonetos e seus derivados e mantendo-a em consonância com as restrições ambientais futuras do planeta sem perder o foco no negócio. Esta abordagem visa compartilhar com o público em geral exemplos de aplicações de sistemas termossolares que permitiram congregiar em seus resultados: economia no consumo de outras fontes de energia, liberação desta energia para aplicações mais nobres, utilização de uma energia limpa e segura e geração de créditos de carbono.*

**Palavras-chave:** *Energia Termossolar, Petrobras, Aproveitamento.*

## 1. INTRODUÇÃO

A passagem para o novo milênio marcou a determinação da Petrobras em tornar-se uma empresa de energia, diversificando sua participação neste mercado com a inclusão do aproveitamento das fontes renováveis. Características de uma visão estratégica voltada para um futuro de médio e longo prazo e atenta à realidade ambiental em que vivemos.

As ações que se seguiram, incorreram no desenvolvimento de uma estrutura que hoje engloba uma Gerência Executiva de Desenvolvimento Energético, criada em março de 2000, que dentre suas Gerências possui a de Energia de Fontes Renováveis, criada em junho de 2006, atuando em cinco áreas: hidráulica, eólica, biomassa, fotovoltaica e termossolar.

Dentro deste contexto, a área de termossolar vem desenvolvendo e implantando projetos, de forma a contribuir com a consolidação da imagem da empresa como “player” na área de renováveis.

Este trabalho aborda, de forma particularizada e elucidativa, três exemplos pioneiros de atuação da equipe de termossolar, levando a algumas das unidades de negócio da empresa alternativas exequíveis de substituição energética que se traduziram em ganhos diretos e indiretos para os atores envolvidos.

Será apresentado também um balanço, através de quadros-resumo, dos sistemas que já se encontram em operação na empresa e seus respectivos resultados, além dos projetos em desenvolvimento e as perspectivas futuras num cenário de médio prazo.

## 2. A ENERGIA SOLAR

### 2.1 Vetor ambiental

Enfrentamos atualmente o que talvez seja o maior desafio de nossa história: como estabilizar o clima da terra que está evoluindo para condições perigosas em função das alterações químicas provocadas na atmosfera do planeta pelas emissões de gases-estufa gerados na sua atividade econômica?

Não formularíamos esta questão se o desmatamento e a queima de combustíveis fósseis como o petróleo, o carvão mineral e o gás natural em motores, caldeiras, fornos e outros equipamentos não fossem amplamente disseminados em todas as culturas, alterando a composição da atmosfera. A concentração de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) cresceu de 280 partes por milhão (ppm) no período pré-industrial anterior a 1850 para os atuais 350 ppm, e continua a crescer. O aumento da concentração deste gás e de outros gases-estufa como, por exemplo, o metano, o CFC e o HCFC, gases industriais usados em refrigeração, retém calor na atmosfera e provoca aumento da temperatura média na Terra. Do final do século XIX até nossos dias esta temperatura média já aumentou 0,6° C e prevê-se que até o final do XXI se elevará em mais 1,4° C, se não mais, dependendo da capacidade dos países diminuírem suas emissões de CO<sub>2</sub>.

Este aumento na temperatura média do planeta já vem causando efeitos nocivos sobre o clima do planeta, como o aumento do número e da força dos furacões, diminuição das geleiras das grandes cadeias de montanhas, maior incidência de secas e enchentes, entre outros. A Figura 1 ilustra o derretimento acelerado da calota polar em torno do Pólo Norte; na figura vê-se claramente a diminuição da cobertura de gelo do mar ártico entre os anos de 1970 e 2003.

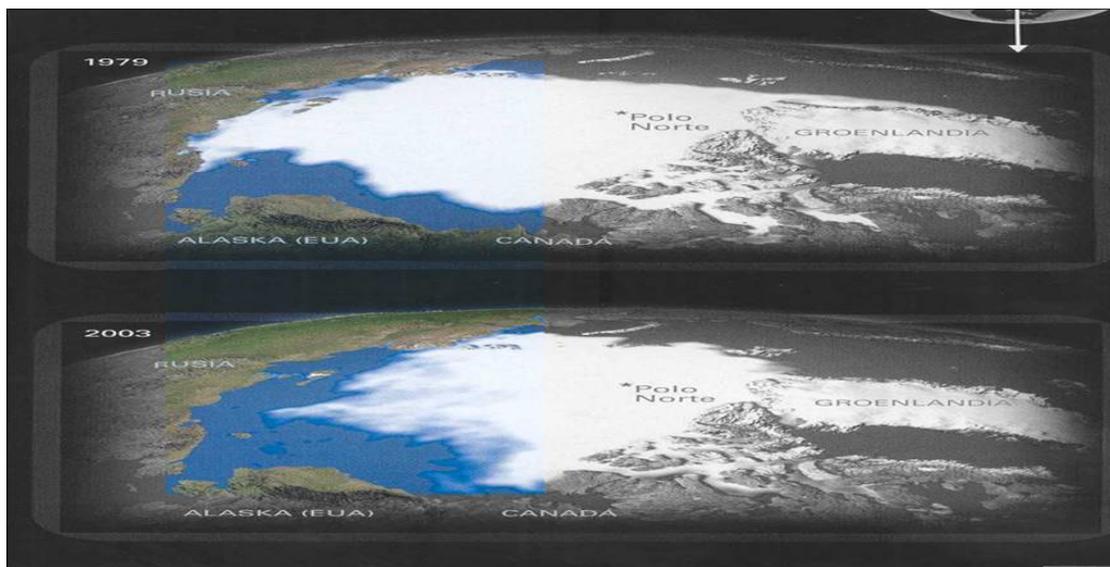


Figura 1. Constatação da Diminuição da Calota Polar Norte entre 1979 e 2003.  
(Fonte: Green – PUC-MG, 2006)

Característica inerente à tecnologia de aproveitamento da energia termossolar, o ganho com a não emissão de gases causadores do efeito estufa, como o dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), embora diminuto nos primeiros projetos, apresentam expectativas impactantes, considerando o ganho de escala ao replicar as utilizações de aquecimento de água para refeitórios e vestiários em várias unidades de negócio (UN) da Petrobras, além das possibilidades de aplicações industriais e de geração de energia elétrica a partir de uma fonte termossolar, o que representaria a implantação de dezenas de milhares de metros quadrados de coletores solares.

## 2.2 Disponibilidade energética no mundo

As diferentes formas de energia disponíveis no mundo apresentam-se relacionadas, conforme figura 2 abaixo, onde fica claro o potencial oferecido pela energia solar e a sua representatividade quando comparada com as demais fontes de energia.

Neste contexto, o Brasil possui um posicionamento geográfico privilegiado, tendo desta forma, um enorme potencial de aproveitamento da energia solar: praticamente todas suas regiões recebem mais de 2200 horas de insolação por ano, o que corresponde a cinqüenta mil vezes o consumo nacional de eletricidade.

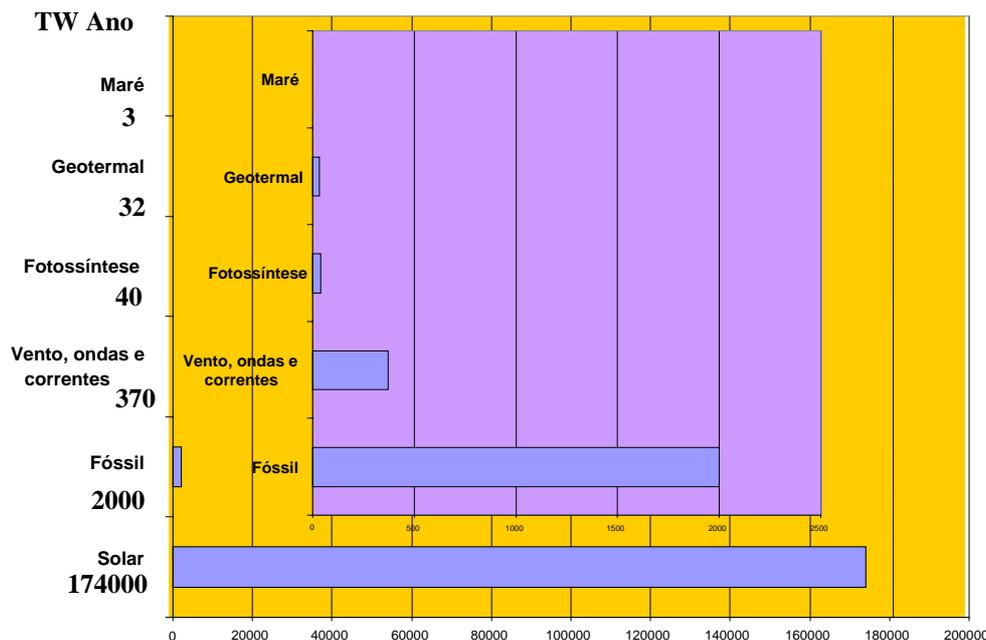


Figura 2. Disponibilidade Energética no Mundo (Fonte: Goldemberg, 2004)

### 3. ENERGIA TERMOSSOLAR OU SOLAR TÉRMICA

A energia termossolar ainda é a forma mais utilizada, no Brasil e no mundo, para o aproveitamento da energia proveniente do sol, seguida da geração de energia elétrica a partir de painéis fotovoltaicos. Este aproveitamento pode ocorrer através das seguintes aplicações:

- Aquecimento de água
  - Setor residencial
  - Setor produtivo
  - Piscinas
- Secagem
- Refrigeração
- Aquecimento industrial
- Geração de energia elétrica

Considerando a aplicação dada à energia termossolar neste trabalho, destaca-se seu aproveitamento para o aquecimento de água para uso em vestiários e refeitórios utilizando coletores solares de baixa temperatura, podendo chegar a 80°C, no caso dos coletores fechados planos.

No Brasil a utilização da energia solar térmica para aquecimento de água para banho representa cerca de 85% do mercado. Segundo Tolmasquim (2003), esta forma de aproveitamento tem como consequência o que ele chama de “geração virtual de energia elétrica” já que os chuveiros elétricos, largamente utilizados no país são, em sua grande maioria, utilizados no horário de ponta, compreendido entre 17 e 21 horas. Nesse horário, diz Tolmasquim, pode-se atingir até cinco vezes a demanda média de potência requerida. Cálculos recentes indicam que a participação dos chuveiros elétricos na demanda em horário de ponta varia em torno de 25%, chegando a atingir, em algumas concessionárias brasileiras, valores da ordem de 50%.

Adicionalmente, cabe informar que também existem coletores para temperaturas médias, como os de tubo evacuado, que chegam a atingir 450°C, já encontrando aplicações industriais e refrigeração e, por fim, ainda existem os concentradores de alta temperatura, podendo alcançar os 1.500°C, utilizados na geração de energia elétrica.

### 4. EXEMPLOS DE APLICAÇÃO DA ENERGIA TERMOSSOLAR NA PETROBRAS

Seguindo as diretrizes da empresa, delineadas em seu planejamento estratégico, a Gerência de Fontes Renováveis, através de sua equipe de termossolar, implementou em agosto e novembro de 2006 e outubro de 2007, sistemas de aquecimento termossolar nas unidades Fábrica de Fertilizantes Nitrogenados da Bahia (FAFEN-Bahia), Refinaria Landulpho Alves (RLAM) e Refinaria de Paulínia (REPLAN), respectivamente.

A realização destes projetos permitiu de forma criativa e inovadora que essas Unidades de Negócio estabelecessem um marco inicial no aproveitamento de energia a partir de uma fonte renovável tornando-se atentas a novas possibilidades de aplicação ou até mesmo replicá-las, tendo como espelho a matriz existente.

Nos três casos buscou-se adotar soluções simples visando o binômio eficiência x otimização de custos. Os trabalhos devem ser precedidos de um estudo de viabilidade técnica e econômica, de forma que a empresa, além do ganho de imagem ao utilizar uma energia limpa, garanta o retorno de seu investimento materializado por uma taxa interna de retorno satisfatória e um valor presente líquido do resultado positivo.

Esta fase do projeto contou com a colaboração de outras áreas da empresa, como a Engenharia e setores afins nas próprias unidades de negócio, além da coordenação dos trabalhos realizada pela equipe de termossolar.

Os sistemas implantados tiveram como objetivo o aquecimento de água para banho em vestiários, sendo necessário aquecê-la a uma temperatura em torno de 60°C. Foram projetados sistemas que utilizassem coletores solares planos fechados cuja arquitetura de construção pode ser vista em detalhes na Figura 3 que segue abaixo.

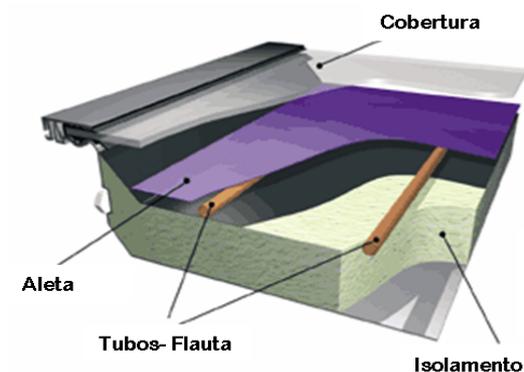


Figura 3. Coletor Solar Plano Fechado (Fonte: Green – PUC-MG, 2006)

Este tipo de coletor é constituído basicamente de uma caixa metálica, geralmente aço inox, revestida por um isolamento térmico, que pode ser lã de vidro, lã de rocha ou poliuretano. Em seguida, é colocada a malha de tubos-flauta, geralmente em cobre, por onde a água irá passar, que por sua vez, estará fixada em uma chapa metálica (aleta), usualmente de cobre ou alumínio, pintada de preto fosco. A aleta receberá a incidência direta dos raios solares, armazenando o calor e transferindo-o aos tubos. Por fim, a cobertura de uma chapa de vidro, de 3 mm (o mais usado), ficando uma camada de ar entre o vidro e a aleta, de forma a permitir a formação do efeito estufa.

Conforme visto anteriormente, a maior parte do aproveitamento termossolar existente no país se dá através de sistemas de aquecimento de água para banho e demais fins sanitários. Iniciativas como “Cidades Solares” vem atuando junto à sociedade e aos municípios no intuito de aprovar leis que incentivem o uso de aquecimento solar. Belo Horizonte, Porto Alegre, São Paulo e Curitiba são alguns dos exemplos de cidades que já se encontram inseridas neste contexto e os resultados já começam a aparecer.

#### 4.1 Implantação de Sistemas Termossolares na FAFEN-BA

Em agosto de 2006 foram implantados na FAFEN-BA 69 coletores cobrindo uma área total de 114,6m<sup>2</sup> para aquecer um volume de 9.000 l/dia, gerando uma economia prevista de 107,3 MWh/ano.

Prédios atendidos:

- Vestiários: da vila das empreiteiras, da oficina, do refeitório, do laboratório e do SMS.
- Refeitório



Figuras 4 e 5: Central das contratadas e coletores sendo instalados na FAFEN-BA. (Fonte: Petrobras)

#### 4.2 Implantação de Sistemas Termossolares na RLAM

Em novembro de 2006 foram instalados na RLAM 202 coletores cobrindo uma área total de 335,3 m<sup>2</sup> para aquecer um volume de 14.800 l/dia, gerando uma economia prevista de 269,4 MWh/ano.

Prédios atendidos:

- Vestiários: DIMAN, DIAPRO, laboratório, CARLAM, U-18, Centro de empreiteiras.
- Refeitório.



Figuras 6 e 7: Reservatório e coletores instalados na RLAM. (Fonte: Petrobras)

### 4.3 Implantação de Sistemas Termossolares na REPLAN

O projeto de termossolar da REPLAN contemplou a instalação de 103m<sup>2</sup> de painéis solares para aquecimento de 4.000 litros de água por dia atendendo aos vestiários das empreiteiras, com uma média de 140 banhos/dia e gerando uma economia de 53 MWh/ano. Este sistema foi o último a ser implantado e entrou em operação no dia 5 de outubro de 2007.



Figuras 8 e 9: Coletores e reservatório instalados na REPLAN. (Fonte: Petrobras)

### 4.4 Outros Sistemas Instalados



Figuras 10 e 11: Coletores e reservatório instalados na REGAP. (Fonte: Petrobras)



Figuras 12 e 13: Coletores e reservatório instalados no EDISE. (Fonte: Petrobras)

## 5. SISTEMAS EM OPERAÇÃO NA PETROBRAS – QUADRO RESUMO

SISTEMAS TERMOSSOLARES PETROBRAS (em operação)				
SISTEMAS EM OPERAÇÃO	ÁREA DE COLETORES (m <sup>2</sup> )	VOLUME DE ÁGUA (M <sup>3</sup> /dia)	ECONOMIA (MWh/ano)	t CO2 EVITADO/ano
REGAP	550	27	243	29,73
RECAP	182	10	86	10,55
EDISE	100	10	52	6,37
REDUC	665	35	230	28,18
FAFEN-SE	130	10	139	11,28
FAFEN-BA	115	9	108	8,68
RLAM	335	18	318	25,69
REPLAN	103	6	53	6,61
<b>TOTAL</b>	<b>2.180</b>	<b>125</b>	<b>1.229</b>	<b>127</b>

(Fonte: Petrobras)

## 6. SISTEMAS EM DESENVOLVIMENTO – QUADRO RESUMO

SISTEMAS TERMOSSOLARES PETROBRAS (em desenvolvimento)				
SISTEMAS EM DESENVOLVIMENTO	ÁREA DE COLETORES (m <sup>2</sup> )	VOLUME DE ÁGUA (M <sup>3</sup> /dia)	ECONOMIA (MWh/ano)	t CO2 EVITADO/ano
UN-BA (Taquipe)	821	49	155 (MWh/ano) 32,4 M <sup>3</sup> /ano (queros.) 6.773 M <sup>3</sup> /ano (gás)	52,30
EDIHB	120	8	53	7,64
RPBC	564	57	143	14,91
REPAR	696	66	320	43,95
REVAP	15	6	10	1,00
10 UTEs	200	20	150	12,74
CEPE - Fundação	100	10	45	6,37
REPLAN (Restaurante)	750	22	57.039 M <sup>3</sup> /ano (gás)	47,75
RECAP	225	12	180	15,00
<u>Estação Carmópolis</u>	2.000	20	2.500 M <sup>3</sup> /dia (gás)	127,40
<u>Poço de terra CP-1254</u>	1.000	7	50 M <sup>3</sup> /ano (óleo comb)	63,70
<u>UN-ES</u>	2.000	110	310	127,40
<u>3 UP Biodiesel</u>	3.000	165	350	191,10
<b>TOTAL</b>	<b>11.491</b>	<b>552</b>	1.536 MWh/ano (elet.) 32,4 M <sup>3</sup> /ano (queros.) 976.312 M <sup>3</sup> /ano (gás) 50 M <sup>3</sup> /ano (óleo comb.)	<b>711,26</b>

OBS.1: Dados estimados  
OBS.2: Aplicação Industrial

Previsão de operação - 2008  
Previsão de operação - 2010

(Fonte: Petrobras)

## 7. PERSPECTIVAS FUTURAS

Para os próximos anos é possível trabalhar com uma perspectiva de dezenas de milhares de m<sup>2</sup> de superfície de coletores, dando continuidade a uma primeira fase de aplicação ao aquecimento de água para vestiários, refeitórios, lavagem de peças em oficinas, etc. Porém, aplicações industriais começam a ser tratadas em uma segunda fase, conforme visto anteriormente, destacando-se algumas utilizações que seguem listadas abaixo:

- Recuperação de poços de terra com óleo de alta viscosidade onde a água aquecida será injetada, aumentando a fluidez do óleo;
- Pré-aquecimento de processos industriais como no caso do óleo vegetal que serve de carga para os reatores de transesterificação das plantas de biodiesel;
- Aquecimento de emulsão de petróleo com alto BSW (teor de água no óleo) para ajudar na separação desta emulsão;

Para uma terceira fase de utilização da energia termossolar na Petrobras estão sendo estudadas as tecnologias e oportunidades de negócios pertinentes à geração heliotérmica. Sendo esta uma realidade em escala comercial desde a década de oitenta nos EUA e por ser uma fonte limpa e segura, aliada à escassez de outras fontes de energia, encontra-se em plena expansão em vários países do mundo.

## 8. CONCLUSÃO

Concluí-se deste trabalho que as ações pioneiras empreitadas pela Petrobras em suas Unidades de Negócio, apesar das dificuldades inerentes às inovações, já apresentam resultados positivos, dando conforto e experiência às iniciativas futuras.

Conforme apontado anteriormente, o cenário para os próximos anos indica fortes perspectivas de crescimento do aproveitamento termossolar na empresa, assim como deverá ocorrer em vários estados e municípios alavancados pelos incentivos advindos das mudanças legislativas recentes para o setor.

## REFERÊNCIAS

- Tolmasquim, M. T., 2003. Fontes Renováveis de Energia no Brasil, PP 242.  
GREEN, PUC-MINAS, 2006. Curso de capacitação em energia termossolar.

## THE USE OF SOLAR THERMAL ENERGY BY PETROBRAS

**Abstract.** *The use of solar thermal energy in Petrobras, as well as other renewable sources, has as main objective to consolidate Petrobras as an energy company, expanding its borders beyond the universe of hydrocarbons and its derivatives and keeping it in line with environmental constraints future of the planet without losing focus on business. This approach aims to share with the public examples of applications of thermal solar systems that had allowed Petrobras to congregate in its results: economy in the consumption of other power plants, release of this energy for nobler applications, use of a clean energy and insurance and generation of carbon credits that allowed gather in their results: economy in consumption of other energy sources, energy release of applications for most noble, use of clean and safe energy and generation of carbon credits.*

**Key words:** *Solar Thermal Energy, Petrobras, Energy Use.*