

# CONVERSÃO FOTOTÉRMICA UTILIZANDO COLETOR SOLAR DE ABSORÇÃO DIRETA COM NANOFLUIDOS DE PRATA

Adonis Menezes – adonis.ifsc@gmail.com

Carolina Lau Lins Beicker – carol-beicker@hotmail.com

Enio Pedone Bandarra Filho – bandarra@mecanica.ufu.br

Universidade Federal de Uberlândia, Faculdade de Engenharia Mecânica

**Resumo.** O trabalho investigou experimentalmente as características de nanopartículas de prata, em condições reais de conversão fototérmica. Nanofluidos estáveis de prata foram obtidos através da homogeneização em alta pressão de nanopartículas de prata com água destilada e os testes foram realizados sob irradiação solar direta. Foram testadas diversas concentrações de nanopartículas nos nanofluidos, buscando verificar a influência de tal variável no processo de absorção de energia. Os resultados mostram que as nanopartículas de prata têm excelente capacidade de conversão fototérmica, em concentrações baixas e pequena intensidade de radiação solar. O desempenho da conversão fototérmica nos nanofluidos apresentou melhores resultados na primeira hora de experiência. Foi registrado um acréscimo na temperatura do nanofluido com concentração de 0,065% de nanopartículas de prata maior que 100% em relação à temperatura da água destilada.

**Palavras-chave:** Nanofluidos, coletor solar, absorção direta, conversão fototérmica.

## 1. INTRODUÇÃO

Atualmente os esforços da comunidade científica estão voltados para a sustentabilidade, onde conceitos de “energia limpa” e “energia renovável” são amplamente debatidos, pesquisados e utilizados. Dentre estas fontes alternativas, a energia solar é de longe o maior recurso explorável. Ela pode ser usada de forma gratuita, em qualquer lugar do planeta, e não precisa ser transportada, pois a intensidade luminosa provida pelo sol ocupa todos os espaços. As aplicações da energia solar incluem utilização de energia solar térmica, geração de energia fotovoltaica e conversão fotoquímica. Utilização de energia solar térmica é a aplicação mais popular entre elas. Coletores solares convencionais, conforme Fig. 1 são amplamente utilizados para a conversão fototérmica, principalmente para o aquecimento de água em residências. Geralmente o coletor contém superfícies com grande capacidade de absorção de calor, a qual absorve a radiação solar e por condução transmite para tubulação onde circula o fluido. O resultado disso é que no centro do tubo tem-se a menor temperatura do sistema e entre o fluido que chega ao mecanismo de aquecimento final e meio externo existem resistências térmicas entre a superfície receptora, o tubo e o fluido de trabalho. Desta maneira, na década de 1970, o conceito de absorção direta surgiu como uma simplificação de projeto do coletor convencional tendo como principal característica a capacidade de aumentar a eficiência de absorção da energia solar dentro do volume de fluido (Arai et al., 1984), porém é preciso trabalhar com fluidos de baixa transmitância solar.

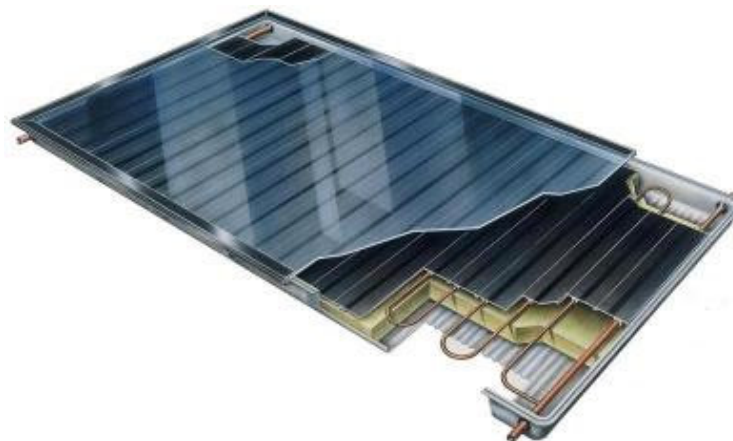


Figura 1 – Coletor foto-térmico convencional. Fonte: site da empresa THERMO/SOLAR Žiar s.r.o

O contínuo desenvolvimento da nanotecnologia é um poderoso aliado para a pesquisa de fluidos de trabalho para trocadores de calor com fonte solar. Nanopartículas apresentam propriedades diferentes se comparadas as do mesmo material em escala normal, pois apareceram efeitos provocados pelo seu tamanho reduzido, efeitos de fronteira, efeitos quânticos e assim por diante, tal fato é explicado se forem levadas em consideração as imperfeições do material, nas nanopartículas praticamente inexistem. As nanopartículas apresentam propriedades ópticas diferentes, do metal que as deu origem, o que leva a ter uma excelente propriedade de fotoabsorção. Levando em consideração este fato, as nanopartículas trazem um aumento considerável na transferência de calor do nanofluido, sendo que este nada mais é do que – uma suspensão de nanopartículas de um metal ou de óxido de metal em solução líquida, diminuindo drasticamente a transmitância do fluido base, por exemplo, a água. Experimentos com nanopartículas absorvendo energia solar diretamente no volume de líquido são recentes. Nesses estudos, os nanofluidos funcionam como coletores solares de absorção direta, onde a energia solar é absorvida diretamente no interior do volume de fluido e nas nanopartículas por radiação o que transforma o processo de aquecimento em um fenômeno volumétrico e não mais superficial. Comparando-se com as partículas de tamanho convencional, as nanopartículas oferecem o benefício adicional de aumento exponencial da superfície de contato (“razão de aspecto”) para o mesmo volume de partículas. Estas características nos permitem visualizar uma nova concepção de coletores solares, onde poderíamos simplificar o sistema térmico convencional através da substituição de tubos metálicos por tubos de vidro transparente, melhorando assim, a eficiência de conversão fototérmica.

Nos últimos anos, as propriedades de um série de nanomateriais expostos a irradiação foram investigadas experimentalmente (Sani e Otanicar, 2010, Taylor et al 2011, Lenert e Wang 2012, He et al. 2013) e algumas teorias foram propostas para maximizar a eficiência de conversão fototérmica sob concentrações otimizadas de partículas (Tyagi 2007, Otanicar 2009 e 2010). A maioria dos estudos baseou-se em condições de laboratório – radiação solar simulada – e utilizando-se pequeno volume de nanofluidos - poucos mililitros. Este trabalho irá investigar a utilização de nanopartículas de prata como absorvedoras de luz solar em uma placa coletora transparente. Os ensaios serão realizados sob condições realistas, ou seja, com o aquecimento solar direto sem direcionamento de foco, com duração de um dia inteiro e volume considerável de fluido – cerca de 0,6 litros - sendo analisada a influência da concentração de partículas na eficiência da conversão fototérmica.

## 2. METODOLOGIA

Nanopartículas de prata com tamanho aproximado 10 nm foram misturadas em água destilada, com o auxílio do homogeneizador de alta pressão (até 600bar), conforme Fig. 2. O homogeneizador é composto por dois microcanais de diâmetro interno de 75  $\mu\text{m}$  que dividem o fluxo de alimentação em duas partes, as quais são depois recombinadas na câmara de mistura. No homogeneizador ocorre um processo contínuo de quebra das aglomerações, o que propicia a obtenção de nanofluidos estáveis e homogêneos.

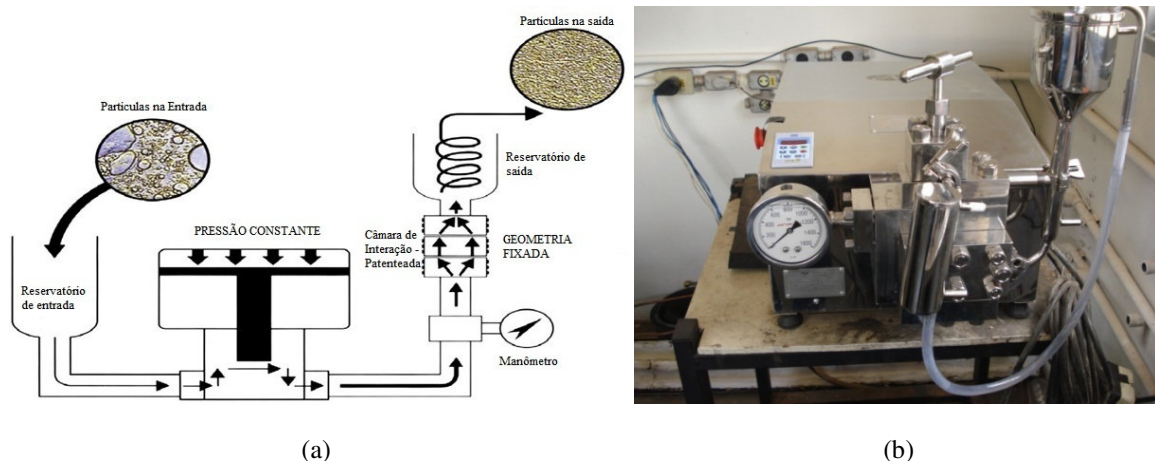


Figura 2 – Homogeneizador a) visão esquemática e b) foto do equipamento

Foram testadas seis concentrações diferentes de nanofluidos de prata, variando entre 0,065% em volume e 0,00025% em volume. Foram utilizadas amostras com porcentagem pequena de nanopartículas para verificar se realmente a transmitância é significativa em termos de perda de conversão, como sugere Quinbo et al., 2013.

Um diagrama esquemático do sistema experimental utilizado no presente estudo é mostrado na Fig. 3. O sistema é composto por estrutura em alumínio com as extremidades devidamente isoladas termicamente onde foram alocadas quatro placas teste. As placas foram feitas essencialmente de lâminas de acrílico transparente de dimensões 400x400x5mm, distantes 5mm uma da outra. Como a maior incerteza do sistema experimental é relativa ao posicionamento do termopar, para reduzi-la, foram projetados hastes em material acrílico transparente, de dimensões

410x15x5mm, onde foram fixados os termopares, garantindo seu correto posicionamento e permitindo que os mesmos sejam inseridos e removidos nas placas teste. Para monitorar o gradiente de temperatura foram instalados dois termopares em cada haste: um a 10 cm de distância da parte superior e o outro a 10 cm da parte inferior do nível do líquido da amostra. Foram utilizados termopares do tipo T, devidamente calibrados e com precisão de  $\pm 0,01$  °C. Todos os termopares foram conectados a um sistema de aquisição de dados ligado a um computador em ambiente LabVIEW.

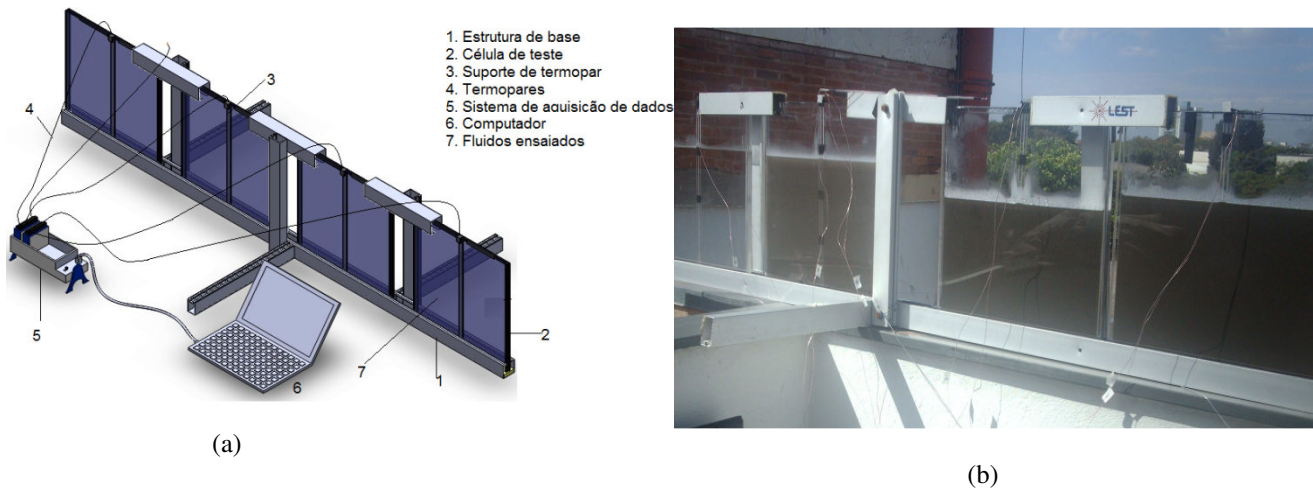


Figura 3 – Aparato experimental a) visão esquemática e b) foto do sistema no dia do teste

Para os testes, cada placa foi preenchida com 0,6 litros de fluido – nanofluidos prata-água em diferentes concentrações e água destilada em um deles, para comparação - a um volume de 0,6 litros. Quatro amostras foram testadas por dia, que incluem o fluido base (água destilada) e três concentrações de nanofluidos de prata em água. Para testar a influência da concentração, foram utilizadas três concentrações de nanofluidos: 0,00065%, 0,000325% e 0,0001625% em volume. Todo o sistema experimental foi colocado em local de grande incidência solar, onde as faces dos painéis foram posicionadas perpendicularmente à direção leste-oeste e mantidas fixas durante todo o teste, garantindo condições de contorno iguais para todas as placas. Todos os sinais de temperatura foram registradas na frequência de 1 Hz, obtendo medições de segundo a segundo durante todo o dia.

Para determinação da concentração exata de nanopartículas no nanofluido foi utilizado o método de evaporação. Com o auxílio de balança de precisão, foi pesado o recipiente onde o nanofluido seria evaporado, depois uma quantidade significativa de nanofluido foi despejada no recipiente e devidamente pesada, e posteriormente o nanofluido foi evaporado, como tínhamos o peso do recipiente vazio, o peso do recipiente cheio e o peso do recipiente com as nanopartículas depositadas no fundo (depois da evaporação), com o auxílio do software EES (Equation Engineer Solver), foi possível calcular a porcentagem de nanopartículas em volume de nanofluido, conforme Eq. (1).

$$V_c = \frac{m_{np} \cdot \rho_{np}}{m_{fb} \cdot \rho_{fb}} + (m_{fb} \cdot \rho_{np}) \quad (1)$$

Sendo, “ $V_c$ ” a porcentagem em volume de nanopartículas no fluido base, “ $m_{np}$ ” a massa de nanopartículas, “ $\rho_{np}$ ” a densidade das nanopartículas, “ $m_{fb}$ ” a massa do fluido base e “ $\rho_{fb}$ ” a densidade do fluido base.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

O maior problema encontrado para realização do experimento foi à variação do climática diária, por vezes o céu estava nublado, e apresentando grande variação da temperatura média diária. Muitos testes foram realizados, e este trabalho analisa os resultados dos dias 28/08/13 com três concentrações, 0,065%, 0,0065% e 0,00065% em volume, 29/08/13 com três concentrações, 0,0001625%, 0,000325% e 0,00065% em volume e no dia 06/09/2013 com três concentrações, 0,0001625%, 0,000325% e 0,00065% em volume.

Os perfis de temperatura provenientes da radiação solar direta no experimento do dia 28/08/13, durante aproximadamente quatro horas de experimento são mostradas na Fig. 4, e as condições de tempo locais correspondentes são listados na Tab. 1. O teste foi iniciado as 08:00 da manhã e encerrado as 12:30.

Tabela 1 – Condições locais do clima. Fonte: site INMET – Instituto Nacional de Meteorologia

Data	Hora	Temperatura (°C)			Umidade (%)			Ponto de Orvalho (C)			Pressão (hPa)			Vento (m/s)			Radiação	Chuva
		Inst.	Máx.	Mín.	Inst.	Máx.	Mín.	Inst.	Máx.	Mín.	Inst.	Máx.	Mín.	Vel.	Dir.	Raj.	(kJ/m <sup>2</sup> )	(mm)
28/08/2013	11:00	10.3	10.3	7.6	75	85	75	6.0	6.2	5.3	922.6	922.6	922.1	2.2	154°	6.6	691.7	0.0
28/08/2013	12:00	12.8	12.8	10.3	62	75	62	5.7	6.2	5.5	923.2	923.2	922.6	1.9	134°	6.6	1581	0.0
28/08/2013	13:00	16.9	16.9	12.8	41	62	40	3.4	5.9	2.9	923.4	923.4	923.2	2.0	147°	4.4	2358	0.0
28/08/2013	14:00	20.2	20.3	16.9	24	40	24	-0.9	3.1	-1.3	922.9	923.5	922.9	2.9	175°	6.3	2937	0.0
28/08/2013	15:00	22.1	22.5	20.0	22	25	20	-0.9	0.3	-1.4	922.6	922.9	922.6	2.4	172°	6.7	3273	0.0
28/08/2013	16:00	24.1	24.4	21.9	16	23	15	-3.6	-0.1	-4.2	921.7	922.6	921.7	2.5	178°	7.1	3340	0.0

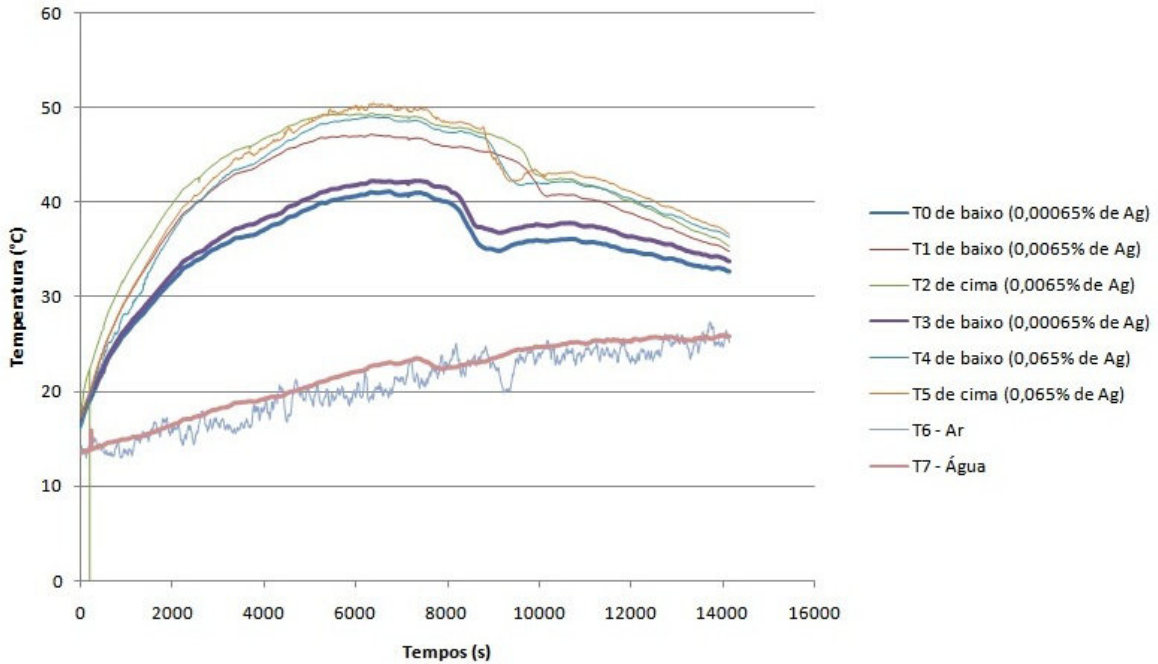


Figura 4 – Análise do perfil de temperatura – Duração: 4 horas em 28/08/2013

Os perfis de temperatura provenientes da radiação solar direta no experimento do dia 29/08/13, durante aproximadamente quatro horas de experimento são mostradas na Fig. 5, e as condições de tempo locais correspondentes são listados na Tab. 2. O teste foi iniciado as 12:00 da manhã e encerrado as 16:15.

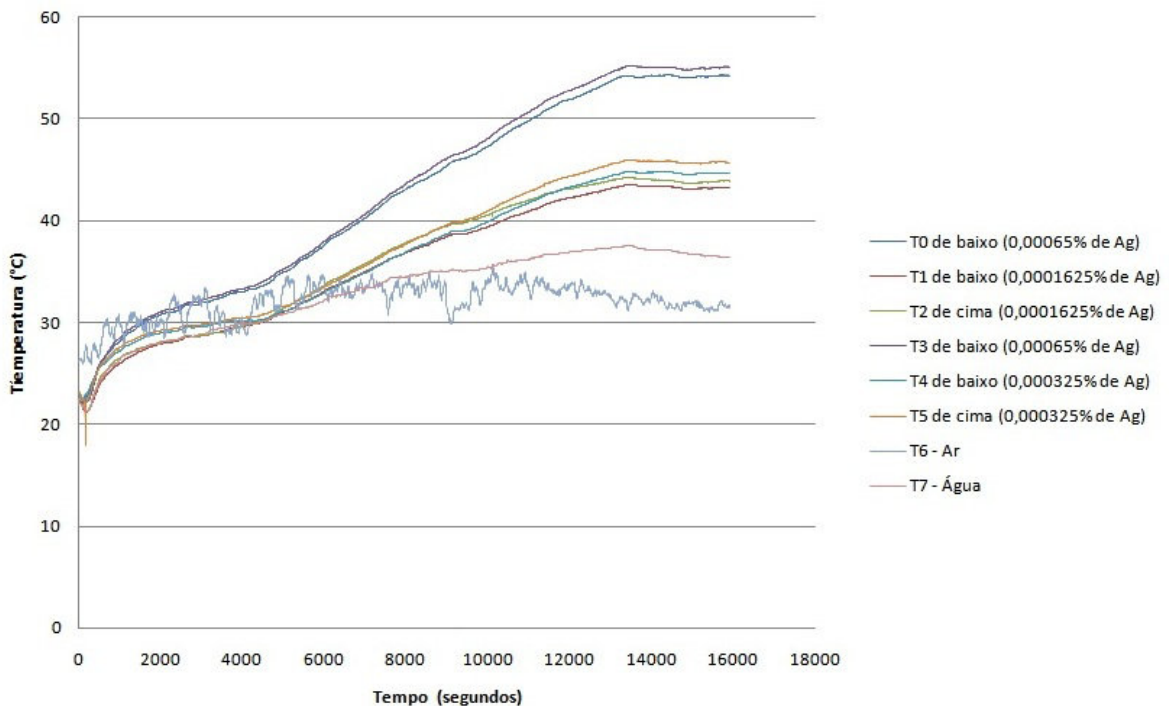


Figura 5 – Análise do perfil de temperatura – Duração: 4 horas em 29/08/2013

Tabela 2 – Condições locais do clima. Fonte: site INMET – Instituto Nacional de Meteorologia

Data	Hora	Temperatura (°C)			Umidade (%)			Ponto de Orvalho (C)			Pressão (hPa)			Vento (m/s)			Radiação (kJ/m²)	Chuva (mm)
		Inst.	Máx.	Mín.	Inst.	Máx.	Mín.	Inst.	Máx.	Mín.	Inst.	Máx.	Mín.	Vel.	Dir.	Raj.		
29/08/2013	15:00	26.2	26.4	24.0	35	42	34	9.5	10.7	8.9	922.6	923.3	922.6	3.3	47°	9.1	3161	0.0
29/08/2013	16:00	27.5	28.2	26.1	29	35	27	7.8	9.8	7.2	921.6	922.6	921.6	2.7	54°	8.9	3221	0.0
29/08/2013	17:00	29.2	29.8	27.1	23	30	22	5.6	8.3	5.4	920.6	921.6	920.6	1.8	1°	6.8	3036	0.0
29/08/2013	18:00	29.8	30.4	28.6	19	24	19	3.8	6.5	3.3	919.9	920.6	919.9	2.0	327°	5.4	2616	0.0
29/08/2013	19:00	29.6	30.4	29.3	19	20	17	3.6	4.6	2.4	919.4	919.9	919.4	2.4	283°	4.6	1971	0.0
29/08/2013	20:00	29.1	30.1	29.0	21	21	18	4.3	5.1	3.3	919.4	919.5	919.4	0.9	125°	4.3	1131	0.0

Os perfis de temperatura provenientes da radiação solar direta no experimento do dia 06/09/13, durante aproximadamente nove horas de experimento são mostradas na Fig. 6, e as condições de tempo locais correspondentes são listados na Tab. 3. O teste foi iniciado as 07:00 da manhã e encerrado as 16:00.

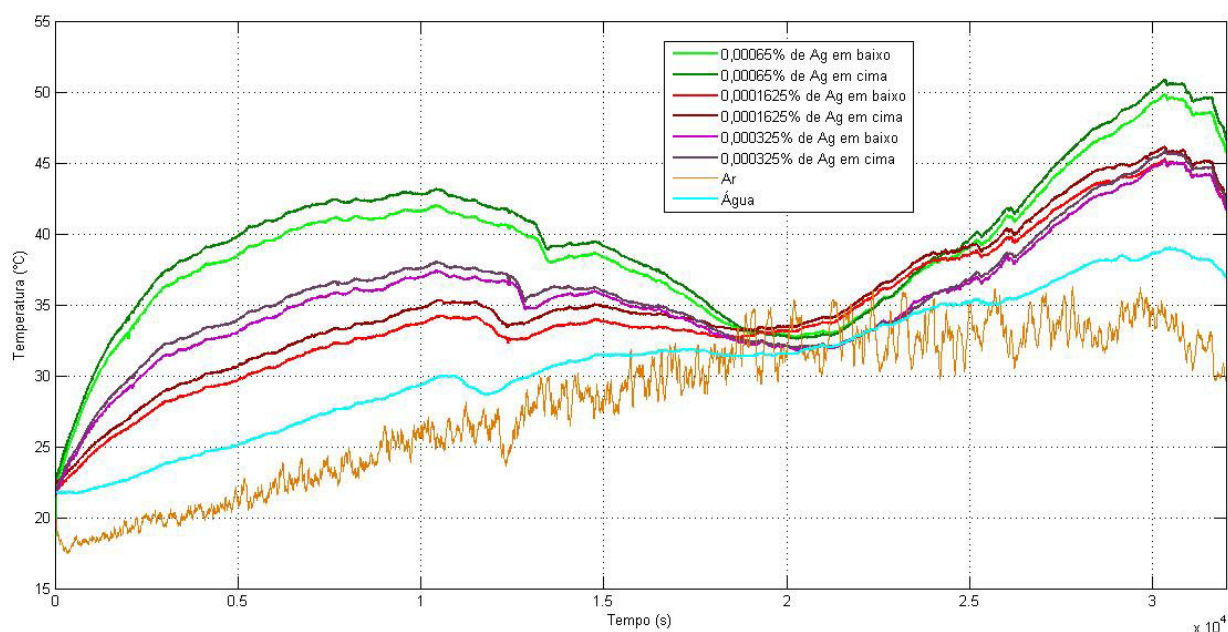


Figura 6 – Análise do perfil de temperatura – Duração: 9 horas em 06/09/2013

Tabela 3 – Condições locais do clima. Fonte: site INMET – Instituto Nacional de Meteorologia

Data	Hora	Temperatura (°C)			Umidade (%)			Ponto de Orvalho (C)			Pressão (hPa)			Vento (m/s)			Radiação (kJ/m²)	Chuva (mm)
		Inst.	Máx.	Mín.	Inst.	Máx.	Mín.	Inst.	Máx.	Mín.	Inst.	Máx.	Mín.	Vel.	Dir.	Raj.		
06/09/2013	09:00	15.9	16.8	15.9	86	86	82	13.5	13.7	13.4	920.6	920.6	920.0	2.4	58°	6.9	-3.54	0.0
06/09/2013	10:00	16.5	16.5	15.8	83	86	83	13.6	13.7	13.4	921.3	921.3	920.6	3.2	77°	5.8	62.01	0.0
06/09/2013	11:00	18.1	18.2	16.5	75	83	75	13.7	14.0	13.6	921.5	921.5	921.2	4.9	72°	9.1	715.9	0.0
06/09/2013	12:00	20.6	20.6	18.1	65	76	65	13.7	14.0	13.4	922.2	922.2	921.4	4.2	67°	9.6	1647.	0.0
06/09/2013	13:00	23.5	23.5	20.5	52	65	52	13.0	13.9	12.7	922.5	922.6	922.2	3.7	51°	9.8	2393.	0.0
06/09/2013	14:00	24.6	25.0	23.2	44	52	44	11.6	13.0	11.6	922.2	922.5	922.2	4.1	28°	9.8	2943.	0.0
06/09/2013	15:00	26.2	26.4	24.6	40	46	39	11.4	12.9	11.0	921.4	922.2	921.4	3.5	54°	8.3	3257.	0.0
06/09/2013	16:00	28.6	28.6	25.9	32	41	32	10.0	11.8	9.4	920.2	921.4	920.2	2.3	72°	7.8	3339.	0.0
06/09/2013	17:00	28.1	28.8	27.2	29	33	29	8.6	10.1	8.2	919.1	920.2	919.1	2.7	14°	6.9	3158.	0.0
06/09/2013	18:00	28.9	29.5	28.1	27	30	26	7.8	9.2	7.6	918.3	919.1	918.3	1.9	51°	5.1	2653.	0.0
06/09/2013	19:00	28.6	30.2	28.3	27	27	25	7.9	8.7	7.1	918.0	918.4	918.0	1.1	130°	3.8	1877.	0.0
06/09/2013	20:00	29.0	29.6	28.1	25	28	25	7.2	7.8	6.9	918.0	918.0	917.9	1.5	151°	5.6	924.3	0.0
06/09/2013	21:00	27.5	29.1	27.5	27	27	25	7.0	7.4	6.4	918.0	918.0	917.9	1.9	120°	4.5	205.6	0.0
06/09/2013	22:00	25.7	27.5	25.7	32	32	27	7.7	7.7	7.0	918.3	918.3	918.0	1.8	117°	4.8	-0.43	0.0

Notou-se que os nanofluidos atingiram as maiores temperaturas, mesmo em concentrações volumétricas baixas. Na primeira hora de testes verificou-se um aumento de temperatura dez vezes maior para o nanofluido com concentração 0,00065% quando comparado ao fluido base (água). Analisando a Fig.6, foi notado que o perfil de temperatura atingiu dois picos em momentos diferentes do dia, sendo que, no primeiro – após cerca de três horas de teste - as temperaturas máximas atingidas foram de e 30 °C, 35 °C, 38 °C e 43 °C para água e nanofluidos de prata em

concentrações de 1.6, 3.2 e 6.5 ppm, respectivamente. O vale exposto na Fig. 6 ocorreu em decorrência à posição solar em relação à estrutura do experimento nesse momento do teste – incidência dos raios solares paralela às faces das placas testadas – e também a não utilização de isolamento térmico nas placas de teste, o que gerou perda de calor para o meio externo e em consequência a queda de temperatura. No segundo pico de temperatura, notou-se que as temperaturas máximas alcançadas foram de aproximadamente 39 °C, 46 °C, 45 °C e 51 °C para água e nanofluidos de prata em concentrações de 1.6, 3.2 e 6.5 ppm, respectivamente. A temperatura ambiente e da água destilada mostraram uma tendência geral de aumento gradativo ao longo do teste. Outro dado interessante é observado na Fig. 4, quando decorridas aproximadamente duas horas de experimento, notou-se que a temperatura do nanofluido de concentração 6.5 ppm apresentou a temperatura de aproximadamente 50 °C enquanto nosso fluido base (água) não chegou a 25 °C o que demonstra não só um aumento rápido de temperatura, mas a grande capacidade de armazenamento de temperatura que o nanofluido possui. Não foi notada estratificação significativa nos perfis de temperatura obtidos.

#### 4. CONCLUSÃO

Este trabalho investigou experimentalmente a conversão fototérmica de nanofluidos de prata em água. Nanofluidos estáveis foram obtidos com um homogeneizador de alta pressão e os experimentos foram realizados sob radiação solar direta com testes realizados durante diferentes períodos do dia. Os resultados mostram que é possível alcançar elevações acentuadas de temperaturas, mesmo em baixas concentrações de nanopartículas de prata, o que é correlacionado com a variação da transmitância solar, como sugere Quinbo et al.(2013), apesar de que essa elevação de temperatura é maior para a concentração de 6,5 ppm, quando a transmitância é muito baixa.

O valor máximo de temperatura foi de aproximadamente 50 °C, 55 °C e 51 °C para os testes dos dias 28/08/13, 29/12/13 e 06/09/13 respectivamente, o que representa um aumento total de temperatura 108%, 48% e 35% maior do que do fluido base, respectivamente. O desempenho da conversão fototérmica é intensificado na fase inicial da radiação solar, sendo que o resultado do primeiro experimento é melhor, pois a concentração de nanopartículas no nanofluido ser maior. Não foi possível determinar empiricamente o coeficiente global de transferência de calor do sistema, pois não conseguimos determinar a condutividade térmica do nanofluido, pois existe uma grande quantidade de variáveis não controladas nos sistema, como a transferência de calor por convecção e a incidência não perpendicular dos raios solares na placa coletora, que em algumas situações chegou a ser paralela, por isso nos próximos trabalhos, será utilizado um seguidor solar, com o objetivo de manter a face do trocador perpendicular aos raios solares, também utilizaremos concentrações maiores que 100 ppm de nanopartículas, para verificarmos o quanto a diminuição da transmitância solar incidirá na elevação da temperatura, além de isolarmos termicamente a célula coletora da convecção natural, visando à otimização do protótipo. Os nanofluidos possuem um grande potencial de transferência de calor que ainda é pouco utilizado.

#### Autorização

Os autores são responsáveis pela publicação de todo o conteúdo de seu trabalho. Os autores autorizam a publicação dos trabalhos pela ABENS, assumindo toda a responsabilidade sobre o conteúdo dos mesmos.

#### Agradecimentos

Os autores agradecem à Faculdade de Engenharia Mecânica da UFU e às agências financiadoras CAPES, CNPq e FAPEMIG pelo suporte financeiro, ao Eng. Abdul Orlando Cárdenas Gómez pelo auxílio na execução do experimento e ao Eng. Juan Paz Alegria pelo suporte técnico na interface física dos termopares com ambiente LabVIEW.

#### REFERÊNCIAS

- Arai N, Itaya Y e Hasatani M.(1984) Desenvolvimento de um volume do tipo heat-armadilha coletor solar utilizando uma suspensão líquida semitransparente com partículas finas como um veículo de calor e meio de armazenamento de calor. *Energia Solar*, 32, 49-56
- He Q, Wang S, Zeng S and Zheng Z. (2013) Experimental investigation on photothermal properties of nanofluids for direct absorption solar thermal energy systems. *Energy Conversion and Management*. 73 (2013), 150-157
- Lenert A. and Wang E. N.(2012), Optimization of nanofluid volumetric receivers for solar thermal energy conversion, *Solar Energy*, 86(2012):253-265.
- Otanicar T, Phelan PE, Prasher RS, Rosengarten G, Taylor RA.(2010) Nanofluid-based direct absorption solar collector. *J Re-newable Sustainable Energy* 2010;2:033102.
- Quinbo He, Shuangfeng Wang, Shequan Zeng, Zhaozhi Zheng.(2013) Experimental investigation on photothermal properties of nanofluids for direct absorption solar thermal energy systems. *Energy Conversion and Management* 73 (2013) 150–157.
- Said, Z, Sajid MH, Saidur R, Kamalisarvestani M and Rahimz NA(2013). Radiative properties of nanofluids. *International Communications in Heat and Mass Transfer* 46 (2013) 74–84
- Sani E. et al.(2010), Carbon nanohorns-based nanofluids as direct sunlight absorbers, *Optics Express*, 2010(18): 5179-

5187.

- Sani E. et al.(2011), Potential of carbon nanohorn-based suspensions for solar thermal collectors, *Solar Energy Materials & Solar Cells*, 95(2011):2994–3000
- Taylor, Robert A., Phelan, Patrick E., Otonicar, Todd P., Tyagi, H., Trimble, S.(2010) - Applicability Of Nanofluids In Concentrated Solar Energy Harvesting - Proceedings of the ASME 2010 4th International Conference on Energy Sustainability, Phoenix, Arizona, USA.
- Tyagi, H., Phelan, P. E., and Prasher, R. S.(2007), “Predicted Efficiency of a Nano-Fluid Based Direct Absorption Solar Receiver”, accepted as Paper No. ES2007-36139, ASME 1st International Conference on Energy Sustainability, Long Beach, CA, to appear in the *Journal of Solar Energy Engineering*. 2007.
- Tyagi H, Phelan P, Prasher R. (2009) Predicted efficiency of a low-temperature nanofluid based direct absorption solar collector. *J Sol Energy Eng*.
- Wang, Evelyn N.,Lenert, A. (2011) - Optimization of nanofluid volumetric receivers for solar thermal energy conversion.

### USE OF SOLAR COLLECTOR FOR DIRECT ABSORPTION, FOLLOWER WITH DEVICE USING NANOFLUIDS AS WORKING FLUIDS

**Abstract.** The work experimentally investigated the characteristics of silver nanoparticles in real conditions photothermal conversion. Nanofluids stable silver were obtained by high pressure homogenization of silver nanoparticles with distilled water and tests were conducted under direct sunlight. Various concentrations of nanoparticles in nanofluids were tested, seeking to verify the influence of this variable in the energy absorption process. The results show that silver nanoparticles have excellent photothermal conversion capacity at low concentrations and light intensity of solar radiation. The performance of the photothermal conversion in nanofluids showed better results in the first hour of experience. An increase in the nanofluid temperature with 0.065% concentration of nanoparticles larger than 100% compared to the temperature of the distilled water was recorded silver.

**Keywords:** Nanofluids, direct absorption, photothermal conversion.