

## **TERMOACUMULADOR PARA FLUIDO AQUECIDO**

### **Christiano José Menezes da Costa (CNPq - CT ENERG)**

UFRN – Dept. Eng. Mecânica - Laboratório de Transferência de Calor Campus Universitário –  
Natal RN – 59072-970

E-mail: christianomec@hotmail.com tel.: (84)2153740-R: 232

### **Luíz Xavier da Costa Neto (PPGEM-UFRN)**

UFRN – Dept. Eng. Mecânica - Laboratório de Transferência de Calor Campus Universitário –  
Natal RN – 59072-970

E-mail: luizxcn@hotmail.com tel.: (84)2153740-R: 232

### **José Ubiragi de Lima Mendes (DEM-UFRN)**

UFRN – Dept. Eng. Mecânica - Laboratório de Transferência de Calor Campus Universitário –  
Natal RN – 59072-970

E-mail: jubiragi@dem.ufrn.br tel.: (84)2153740-R: 232

### **George Santos Marinho (DEM-UFRN)**

UFRN – Dept. Eng. Mecânica - Laboratório de Transferência de Calor Campus Universitário –  
Natal RN – 59072-970

E-mail: gmarinho@ct.ufrn.br tel.: (84)2153740-R: 232

### **Resumo**

*A armazenagem de fluidos aquecidos constitui um dos problemas para reaproveitamento do calor liberado por sistemas de geração de energia. Entre outros aspectos, o isolamento térmico dos reservatórios destinados à armazenagem representa um dos pontos críticos do problema. Na presente pesquisa, descrevem-se as análises de desempenhos térmicos de sistemas para armazenagem de água aquecida, construídos com materiais distintos: um com blocos de concreto (cimento Portland, areia e brita) e outro com blocos de concreto leve (cimento Portland, areia e flocos de EPS). Nos experimentos realizados no Laboratório de Transferência de Calor – LTC/NTI, da UFRN, os termoacumuladores foram preenchidos com água a cerca de 60°C e então foram instrumentados com termopares conectados a termômetros digitais, e deixados para resfriar em ambiente climatizado. A análise dos resultados deixou evidente a vantagem do termoacumulador construído com blocos de concreto leve com agregado de EPS em relação ao construído com material convencional. Além de melhor desempenho térmico (maior capacidade de isolamento), o termoacumulador fabricado em concreto leve permitiu o reaproveitamento do EPS, contribuindo para redução de problemas ambientais.*

**Palavras-Chave:** Termoacumulador, concreto leve, fluido aquecido.

## **1. INTRODUÇÃO**

Atualmente estima-se que aproximadamente um terço da população mundial não tem acesso à energia elétrica e, mesmo nas sociedades mais industrializadas, onde o padrão de vida é mais elevado, ainda coexistem formas rudimentares de transformação e uso da energia.

A produção, a distribuição e a armazenagem de energia são processos que envolvem perdas, principais responsáveis pela redução da quantidade de energia efetivamente disponível para uso. As perdas podem ser parte intrínseca aos processos de produção, distribuição e armazenagem ou podem estar associadas ao desperdício, seja na forma de calor ou de resíduos (Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento, 1991).

No Brasil, o consumo médio de eletricidade é de 2 mil kW/hora/ano por habitante. Na Noruega chega-se a 26 mil kW/hora/ano/habitante. De 1996 a 2002, menos de 1 milhão de novas residências brasileiras foram conectadas à rede elétrica (ABDIB, 2003).

A armazenagem de fluidos em temperatura diferentes da ambiente é fundamental para a economia de energia elétrica. Este processo é feito em sistemas chamados de “Termoacumuladores”.

Termoacumulador é um reservatório destinado à armazenagem de fluidos para uma posterior utilização em sistemas de refrigeração, climatização ou de aquecimento de água.

Os sistemas de termoacumulação devem dispor, obrigatoriamente, de um reservatório para o fluido de trabalho. Reservatório este que deve ser isolado termicamente para que haja redução no fluxo de energia entre o fluido e o meio. Entre os materiais mais comuns utilizados para esse sistema podem ser citados: lã de vidro, cortiça, amianto e espumas (EPS, PVC, poliuretano).

Devido à composição (cimento + EPS), os blocos de concreto leve possuem baixa densidade aparente (variando entre 400 a 1600 kg/m<sup>3</sup>) e capacidade de isolamento térmico relativamente elevada, apresentando também boa resistência para usos não estruturais (<http://www.planeta>, 2003).

## 2. METODOLOGIA

Dois termoacumuladores foram construídos com blocos de concreto para a análise de transferência de calor entre as paredes, sendo um com concreto convencional considerado como padrão e o outro com concreto leve (concreto com EPS) (Fig.(1)), cada um composto por cinco blocos cujas dimensões eram: base de 70x45x10 cm e quatro paredes de 45x27x10 cm cada, como mostra-se na Fig. (2).



Figura 1 – Bloco em corte



Figura 2 – Termoacumulador

Como vedação do reservatório, foi feita uma tampa utilizando uma placa de compensado (MDF) colada a uma placa de EPS utilizado como isolante térmico, tal como pode ser observado na Fig. (3).



Figura 3 – Termoacumulador com a tampa de vedação

Feito isso, instalou-se quatro termopares e dois medidores de temperatura. Um termopar ficou em contato com a água, outro medindo a temperatura no interior da parede, um na parte externa da parede e o último medindo a temperatura ambiente, como ilustrado na Fig. (4). Em seguida colocaram-se 20 litros de água no reservatório para serem aquecidos. Para aquecer a água utilizaram-se duas resistências elétricas, comercialmente conhecidas como mergulhão, de 1000 W de potência cada, como mostrado na Fig. (5).



Figura 4 – Termoacumulador instrumentado



Figura 5 – Aquecimento da água com as resistências

Quando a água atingiu a temperatura de 60°C (indicada pelo termopar colocado dentro da água), foram retiradas as resistências e fechou-se com a tampa isolada termicamente.

Os experimentos foram feitos em partes, cada um no período de 10 horas. Primeiro foi feito com o termoacumulador de concreto leve e em seguida com o padrão. Daí todos os dados foram anotados em uma tabela. Na primeira hora, a temperaturas foram registradas a cada 10 minutos; na segunda, a cada 15 minutos; e a partir da terceira hora, a cada 30 minutos. Isso foi feito porque nas primeiras horas a temperatura variou de forma mais acentuada, em consequência das correntes convectivas, que são mais intensas, função da maior diferença de temperatura existente no início do processo. Somente a partir da terceira hora é que a temperatura começou a se estabilizar.

Na Fig. (6) pode-se observar um dos experimentos realizados com termoacumulador padrão (BP).



Figura 6 – Termoacumulador durante procedimento experimental

### 3. RESULTADOS E ANÁLISES

A partir dos dados obtidos nos experimentos, foram construídos gráficos com o histórico da variação da temperatura em relação ao tempo, conforme se pode observar nas Fig. (7) e (8).

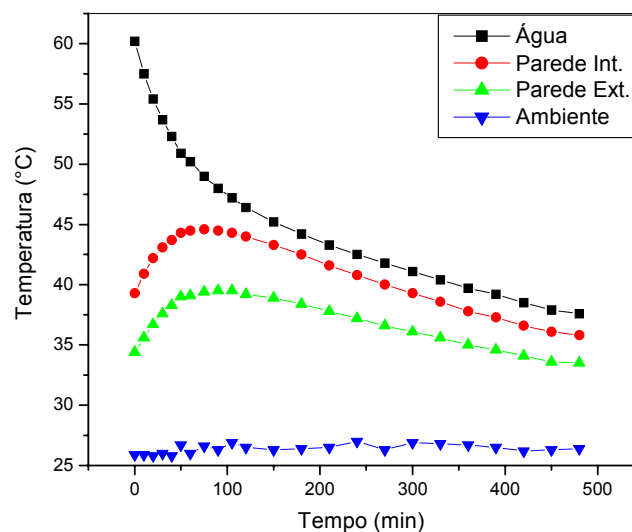


Figura 7 – Variação de T x t para o termoacumulador padrão.

Analisando-se a Fig.(7), onde o comportamento do termoacumulador construído com Bloco Padrão está representado, constata-se que:

- $\Delta t$  (Água) = 22,6°C - A temperatura baixou rapidamente por não ter nenhum isolamento térmico.
- $\Delta t$  (Parede interna) = 3,5°C - Como é um termoacumulador sem isolamento a parede interna absorveu muito calor na primeira hora. Depois foi baixando à medida que a da água também baixava.
- $\Delta t$  (Parede externa) = 0,9°C - Também sofre a influência da temperatura da água aquecida.

- $\Delta t$  (Ambiente) = 0,5°C - Praticamente não houve variação de temperatura mantendo-se a uma média de 26°C.

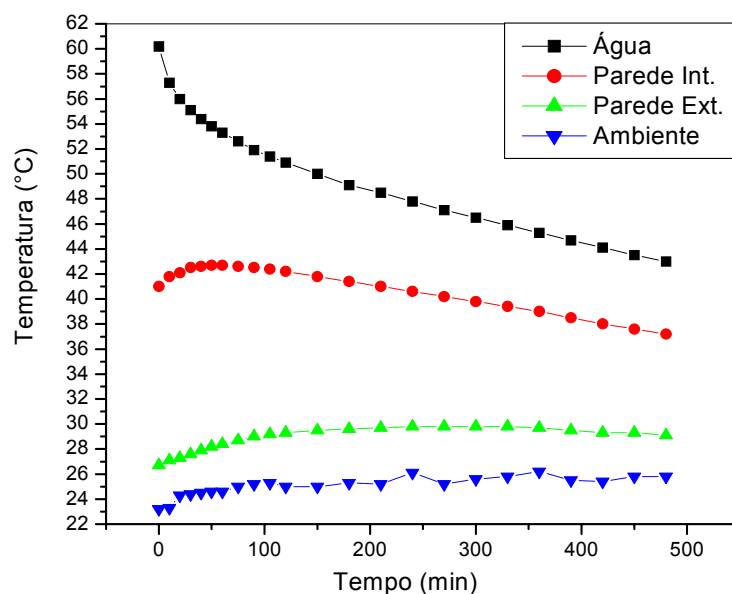


Figura 8 – Variação de T x t para o termoacumulador 6-10.

Com base nos resultados obtidos nos experimentos com o termoacumulador “6-10” (fabricado com blocos de concreto leve), representados na a Fig. (8), observa-se que:

- $\Delta t$  (Água) = 17,2°C - O resfriamento foi mais lento devido ao isolamento de EPS.
- $\Delta t$  (Parede interna) = 3,8°C - A temperatura subiu um pouco e depois começou a reduzir.
- $\Delta t$  (Parede externa) = 2,4°C - Por causa do isolante térmico a temperatura tendeu à ambiente.
- $\Delta t$  (Ambiente) = 2,6°C - Praticamente não houve variação de temperatura mantendo-se a uma média de 26°C.

#### 4. CONCLUSÃO

A análise dos resultados deixou evidente a vantagem do termoacumulador construído com blocos de concreto leve com agregado de EPS em relação ao construído com material convencional. Além do melhor desempenho térmico (maior capacidade de isolamento), o termoacumulador fabricado em concreto leve permite o reaproveitamento do EPS, contribuindo para a redução de problemas ambientais.

#### 5. AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao apoio obtido junto aos seguintes fomentadores da pesquisa:

A realização da pesquisa descrita neste trabalho só se tornou possível graças ao financiamento do CNPq, através do Projeto CT ENERG – Processo N° 552.372/01-3.

Direção do Núcleo Tecnológico Industrial – NTI da UFRN

Direção do Centro de Tecnologia – CT da UFRN

Tecleve Ind. Com. Ltda.

## **Apoio**

Equipe CT ENERG

Construtora A. Azevedo

Bonor Indústria de Botões do Nordeste S.A.

## **6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

ABDIB - Associação Brasileira da Infra-estrutura e Indústria de Base, *Brasil terá de investir US\$ 82 bilhões em energia elétrica até 2020*, 2003, Retoque Jornalismo. Assessoria de Imprensa da ABDIB.

Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento, *Nosso Futuro Comum*, , 1991 2. Ed., Rio de Janeiro, Fundação Getúlio Vargas.

<<http://www.planeta.terra.com.br/negocios/makipor/concreto.htm>>. Acesso em: 25 junho 2003.

## **THERMOACUMULATOR FOR HEATED FLUID**

### ***Abstract***

*The storage of heated fluids constitutes one of the main problems to the recovery of the heat released by the power generation systems. Among another aspects, the thermal insulating of the reservoirs used to the storage of the heated fluids represents the critical point of the problem. In the present work, we describes the experimental analysis of the thermal performance of a tank to the storage of heated water constructed with light concrete blocks – LCB – made of Portland cement with aggregate of EPS (expanded polystyrene). A tank made only with Portland cement was used as a standard, to a comparative analysis with the LCB behavior, when the two tanks were filled with hot water (60°C) and leaved to exchange the heat with the air at a laboratory ambient. The two tanks were instrumented with thermocouples, which were connected to a data acquisition system, allowing the digital registration by a computer. Analyzing the results, we conclude that, due to the higher insulating capacity, the LCB thermoaccumulator had a higher performance than the standard (Portland cement) tank and, moreover, it contributes to the reduction of the problem of the EPS waste.*

**Key-words:** *Thermoaccumulator, light concrete block, EPS.*