



# KIT DE REFRIGERADOR DOMÉSTICO PARA AUMENTO DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA



Gabriela Giolo Ramos, Mirko S. G. Chavez e Vivaldo Silveira Jr.

E-mail: gabigramos@yahoo.com.br e vivaldo@fea.unicamp.br

DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE ALIMENTOS -

FACULDADE DE ENGENHARIA DE ALIMENTOS - UNICAMP

Bolsa PIBIC/CNPq

Palavras-Chave: Condensação Evaporativa - Kit de Refrigerador Doméstico - Eficiência Energética.

## Introdução

Um dos maiores responsáveis pelo consumo de energia elétrica em uma residência é o refrigerador. A substituição do método de condensação do refrigerante do sistema de refrigeração de convecção natural a ar por água, melhora a eficiência do sistema com o menor tempo de operação para a mesma carga térmica, reduzindo assim o tempo de funcionamento e melhor eficiência do ciclo de refrigeração.

O projeto consistiu em auxiliar a montagem da instrumentação e configuração do sistema de aquisição de dados de um KIT de refrigeradores doméstico com condensação evaporativa a água para reduzir o consumo de energia.

## Metodologia

Para a avaliação dos objetivos específicos deste trabalho estudou-se algumas Normas Nacionais, que regulamentam construções, condições de testes, formas de medição e simulações de condições.

O Laboratório de Automação e Controle de Processos da Faculdade de Engenharia de Alimentos já possuía estruturada a câmara de ensaios para o acondicionamento do ambiente de ensaio, que já estava isolada termicamente, sendo necessários alguns reparos, para um melhor controle de temperatura sem a interferência externa. A câmara foi instrumentada, instalando-se um sistema de refrigeração de ar – condicionado, resistores aletados elétricos, além de termopares para o monitoramento da temperatura interior.

A aquisição de dados pelo microcontrolador MCI-02 foi comandada remotamente por um microcomputador, no qual foram armazenados os dados aquisitados, através do software supervisor SPDS-Win.

Em um refrigerador Brastemp de 270 litros, instalou-se o Kit logo abaixo do condensador, um reservatório de alumínio, para armazenar a água, em forma de paralelepípedo com dimensões 61 cm x 21 cm x 10 cm. Fez-se um furo em uma das laterais deste reservatório para que a bomba pudesse ser fixada. Encaixou-se a tubulação de PVC na bomba e colocou-se ao redor de todo o condensador, obtendo-se um ciclo da água. Na tubulação encontrada em cima do condensador fizeram-se furos alinhados, para que a água se distribuisse uniformemente sobre o condensador.

O laboratório já possuía pacotes de ensaio, que serviram para simular carga térmica e foram distribuídos e empilhados uniformemente.

## Resultados e Discussões

Realizaram-se ensaios na câmara sem a instalação do Kit e após a instalação do Kit no refrigerador doméstico, para que se fizesse uma comparação do consumo de energia pelo método de convecção natural a ar e por água. Simulou-se uma temperatura ambiente de 32°C no interior da câmara.

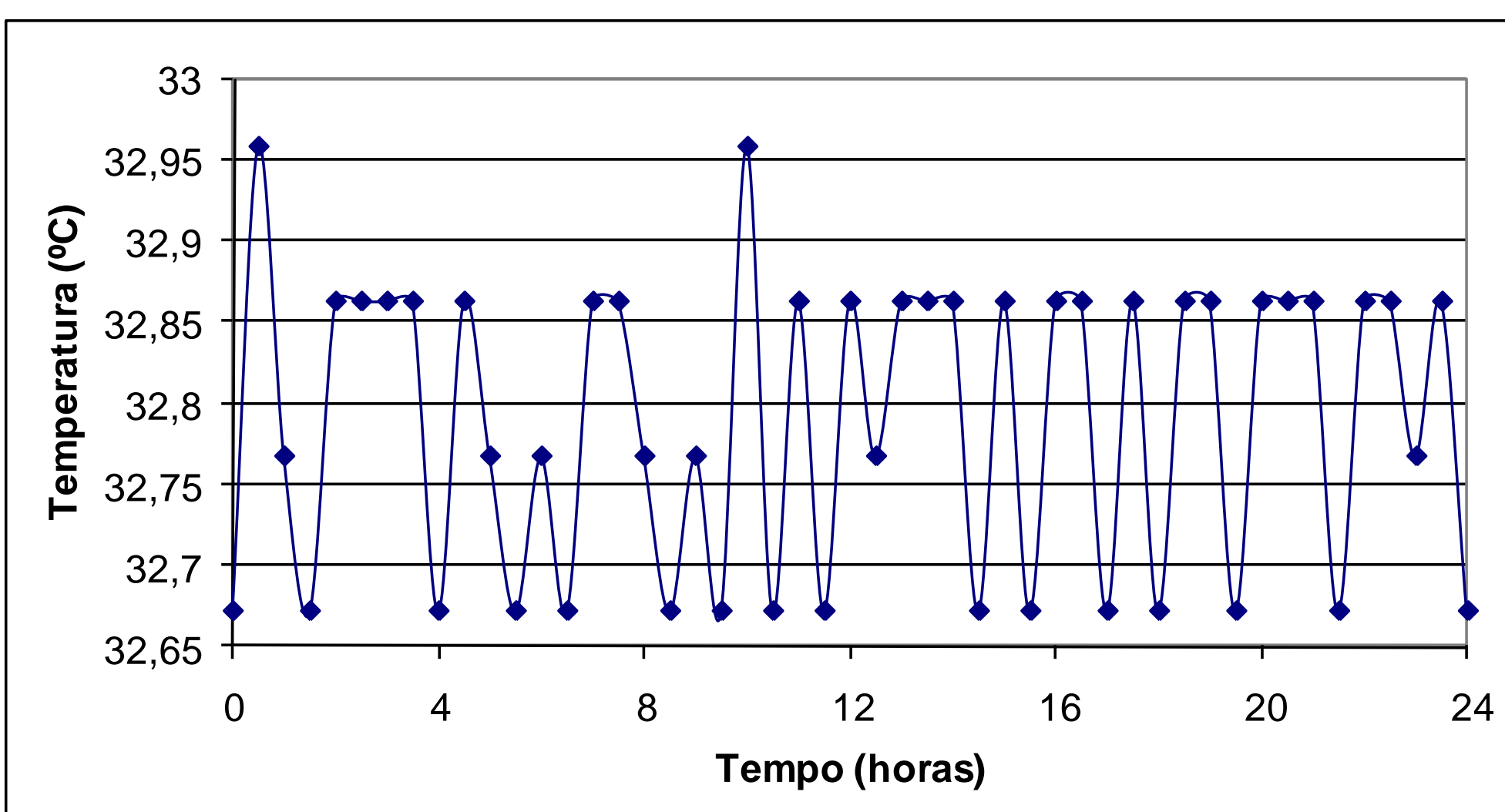


Figura 1: Gráfico da variação da temperatura interior média da câmara.

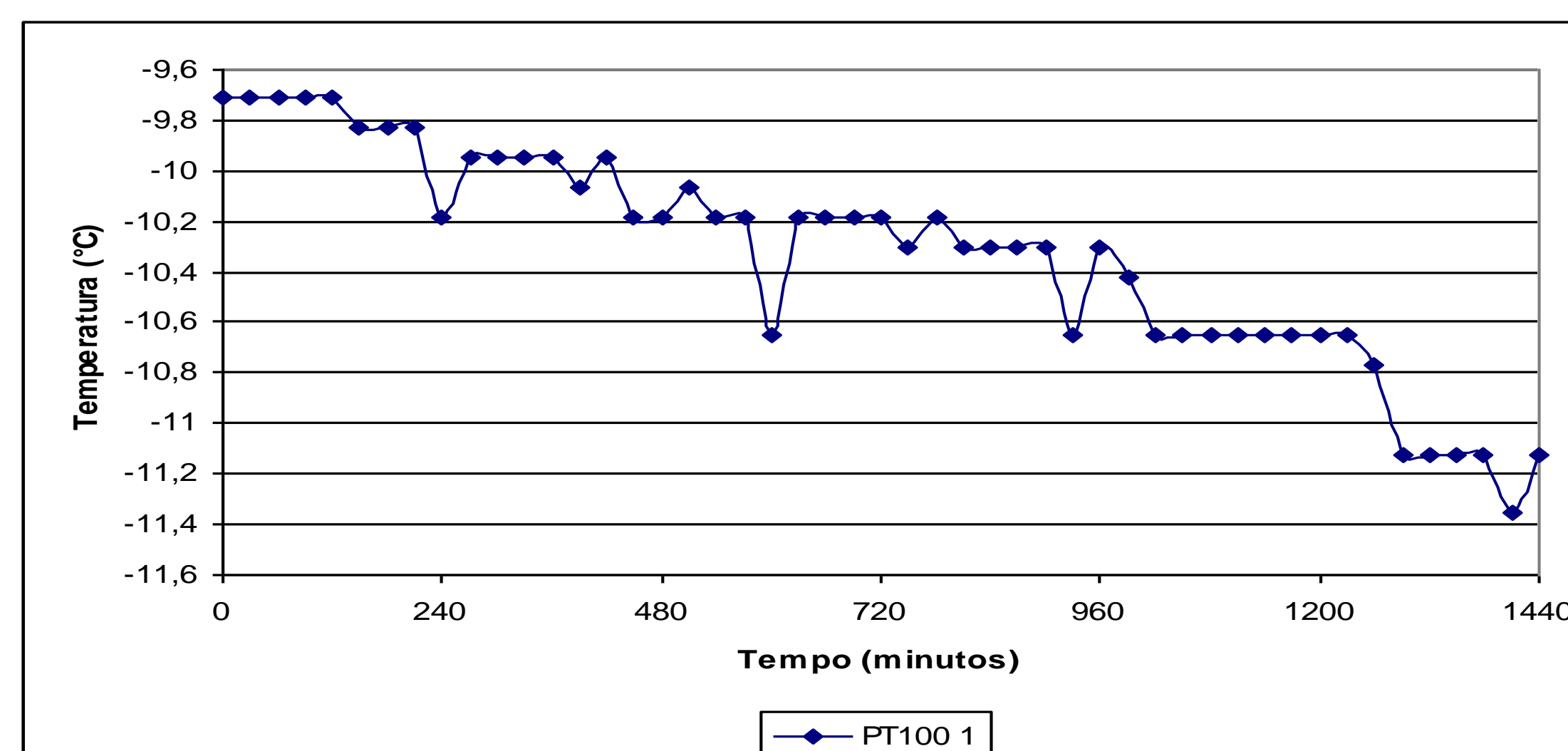


Figura 2: Gráfico da variação da temperatura interior do refrigerador durante ensaio a 32°C sem o Kit.

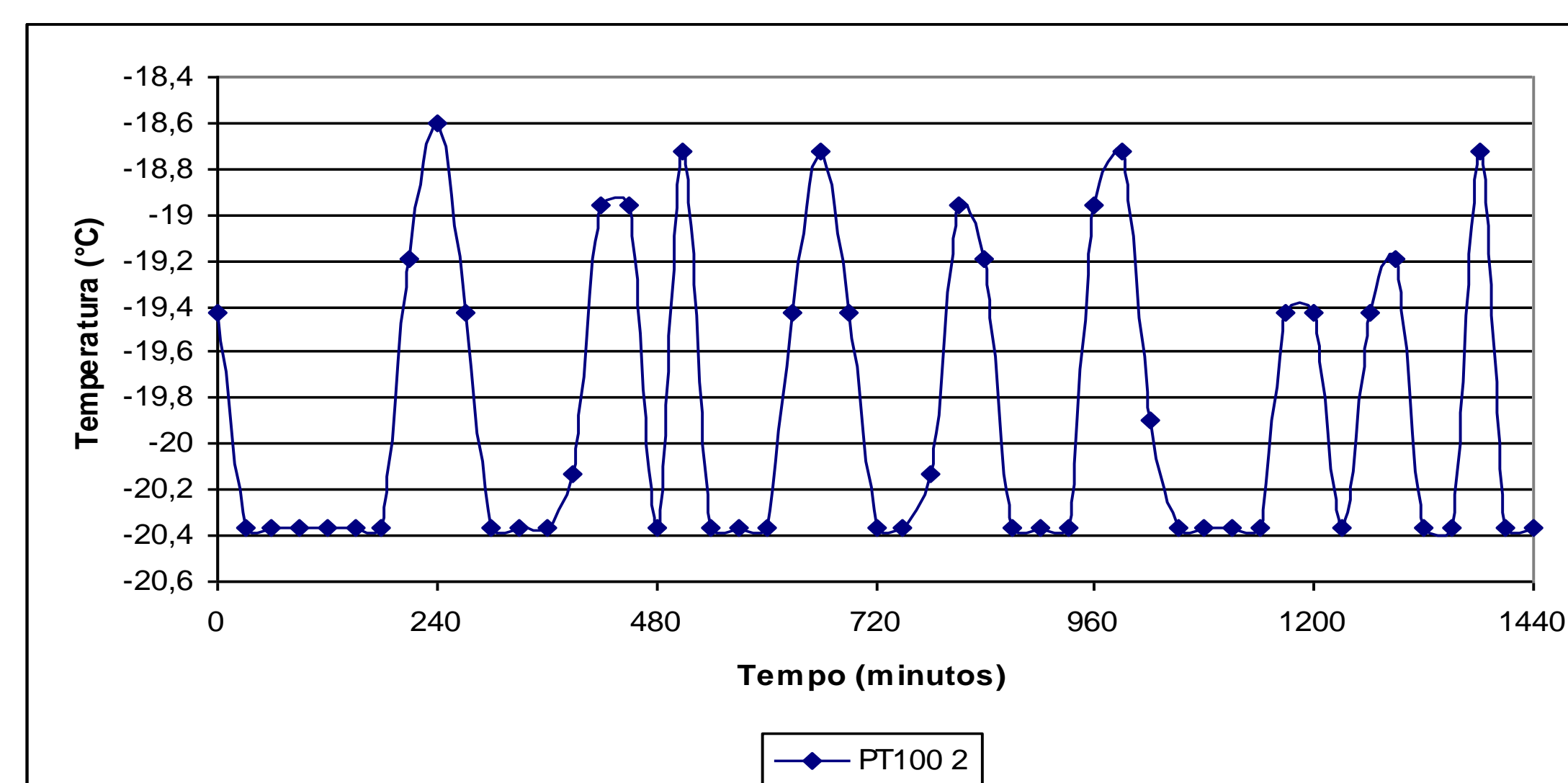


Figura 3: Gráfico da variação da temperatura interior do refrigerador durante ensaio a 32°C após instalação do Kit.

Calculou-se o consumo de energia através das Figuras 2 e 3, observando o liga e desliga do refrigerador e somando a energia consumida pela bomba utilizada no Kit.

Tabela 1: Energia consumida pelo refrigerador.

	32°C	Ensaio sem o Kit	Ensaio com o Kit
Energia consumida		7,431 kW.h.	5,888 kW.h

Calculou-se o COP no programa COOLPACK V 1,46, através das temperaturas de evaporação e condensação médias para os ensaios a 32°C sem o Kit e com o Kit de condensação evaporativa.

Tabela 2: Comparações entre os ensaios.

	Sem Kit	Com Kit
Temperatura de evaporação (°C)	-1,80	-1,37
Temperatura de condensação (°C)	46,70	27,60
Q <sub>evaporação</sub> (kJ/kg)	146,007	171,273
Q <sub>condensação</sub> (kJ/kg)	179,851	192,308
W (kJ/kg)	33,843	21,036
COP	4,31	8,14

Com a análise da Tabela 2 observa-se que o COP foi maior para o ensaio a 32°C com o Kit de condensação evaporativa, o que está relacionado com a redução do trabalho do compressor, que se constata através do valor de W obtido.

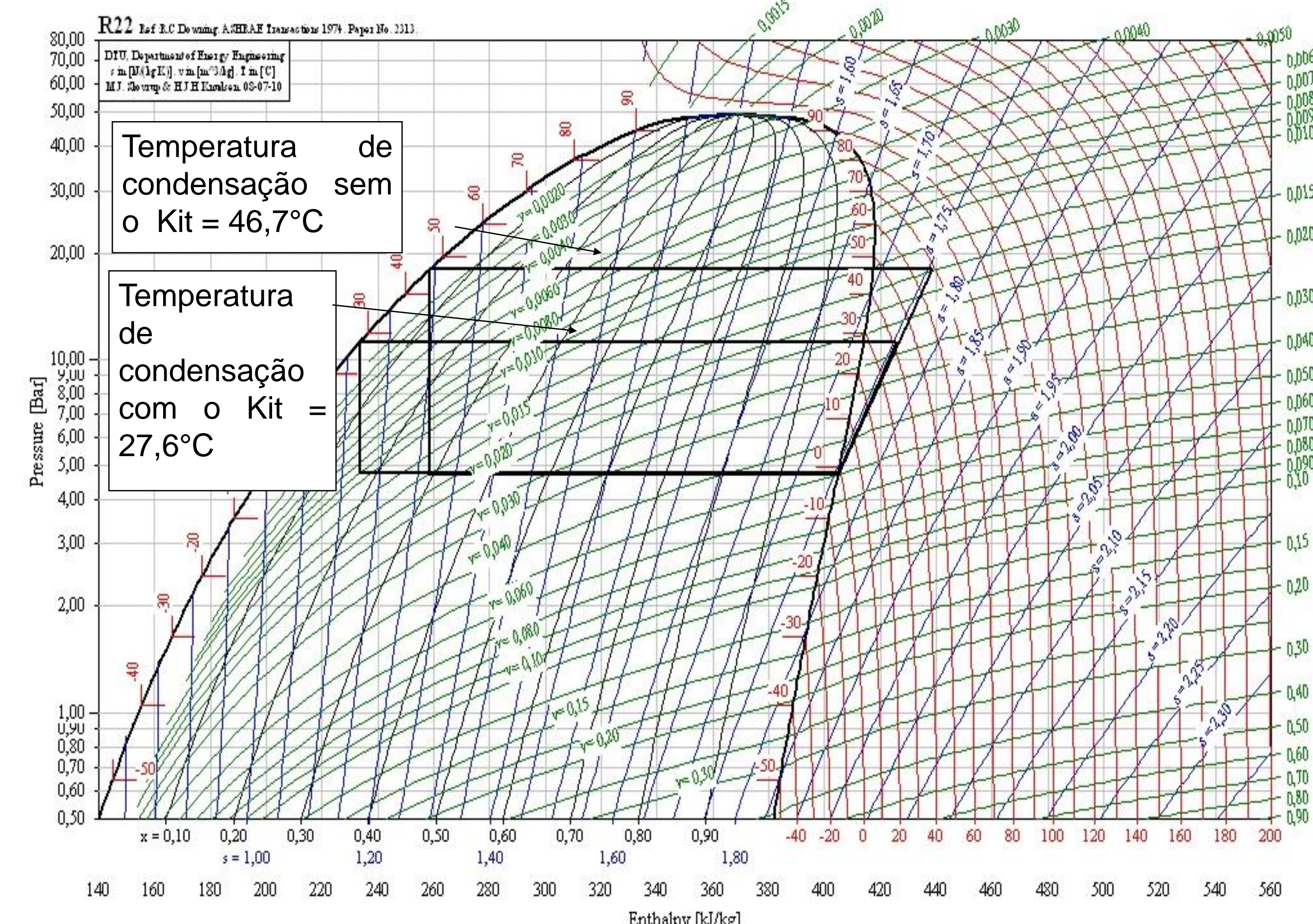


Figura 4: Gráfico de pressão x entalpia com os ciclos dos ensaios a 32°C sem o Kit e com o Kit de condensação evaporativa.

## Conclusão

Simulando, através da câmara de ensaios, uma temperatura ambiente de 32°C, obteve-se, através do monitoramento das temperaturas ambiente, e do interior e tubulações do refrigerador, dados que confirmaram a já esperada eficiência do Kit de condensação evaporativa.

Observou-se uma diminuição de 20,76% na energia consumida através do método de condensação evaporativa em relação ao método convencional de convecção natural a ar. Com a instalação do Kit de condensação evaporativa, constatou-se também que a temperatura de condensação do refrigerador diminuiu. Esta nova condição de operação do circuito de refrigeração faz com que ocorra a redução do trabalho do compressor, para a mesma carga térmica, diminuindo também o consumo de energia. Assim, houve uma melhora na eficiência do sistema com o menor tempo de funcionamento.

Conclui-se que o Kit de condensação evaporativa é realmente eficiente, pois reduz, em uma porcentagem considerável, a energia consumida pelo refrigerador, que é responsável por uma grande parcela do consumo de energia de uma residência.

## Referências Bibliográficas

DOSSAT, R.J. **Princípios de Refrigeração**. Editora Hemmus, 1985.  
 STOECKER, W.F. & JABARDO, J.M.S. **Refrigeração Industrial**. Editora Edgard Blücher Ltda, 1994.  
 Normas ABNT: NBR 8888/1985; NBR 9525/1986; NBR 12863/1993 e NBR 12864/1993.

## Agradecimentos

