



# Avaliação do Consumo de Energia Elétrica e Temperatura interna em Refrigerador Doméstico com Compressor de Capacidade Variável Comandado por Lógicas *on-off* e PID



**Autores:** Carolina Kellin Lorenzini: carolkellin@gmail.com, Vivaldo Silveira Junior: vivaldo@fea.unicamp.br  
**Agência Financiadora:** PIBIC - CNPq

**Palavras-chave:** Controle PID - controle *on-off* - Refrigerador doméstico

## Introdução

O refrigerador é um dos maiores responsáveis pelo consumo de energia elétrica em uma residência, perfazendo até 30 % do valor da conta de luz de uma residência. A utilização de um sistema de refrigeração mais eficiente e inteligente (como um compressor de capacidade variável) poderia reduzir este índice e também melhorar a conservação dos alimentos, ao proporcionar temperaturas mais estáveis no interior do gabinete.

Devido à entrada de energia térmica no processo de refrigeração através de diversas fontes (abertura de portas, transferência de calor através do isolamento, iluminação), podem ocorrer temperaturas flutuantes e não uniformes dentro do refrigerador. Sem monitoramento e controle adequados, estas entradas podem aumentar o consumo de energia elétrica e resultar em condições de estocagem ou congelamento insatisfatórias. Nos processos de refrigeração convencionais, os controladores são, em sua grande maioria, do tipo liga-desliga (*on-off*) e proporcionais.

Neste projeto, o compressor de um refrigerador convencional foi substituído por um compressor de capacidade variável (VCC3 - Embraco), que utiliza um inversor de frequência comandado por lógicas *on-off* e PID, com o objetivo de se investigar seu desempenho, através da avaliação do consumo de energia elétrica e da capacidade de manutenção da temperatura interna no refrigerador.

## Metodologia

Para a realização do projeto, foi feita a montagem de uma bancada de monitoramento e de uma câmara de ensaios com temperatura controlada e sensores instalados para monitorá-la.

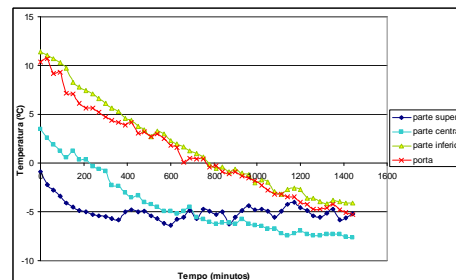
As etapas realizadas para a execução dos experimentos foram:

- Adequação às normas;
- Montagem da câmara de ensaios e instrumentação;
- Calibração dos sensores de temperatura;
- Estrutura de medição de consumo de energia elétrica;
- Preparação do refrigerador;
- Testes de funcionamento da câmara;
- Ensaios com refrigerador na câmara.

Foram realizados dois tipos de ensaios, nos quais o compressor foi controlado por lógicas *on-off* (liga-desliga) e PID (Proporcional Integral Derivativo) em diferentes temperaturas ambiente simuladas na câmara. Realizaram-se aberturas de porta no refrigerador, de forma a perturbar o sistema, avaliando-se o consumo de energia elétrica e o tempo de recuperação da temperatura interna.

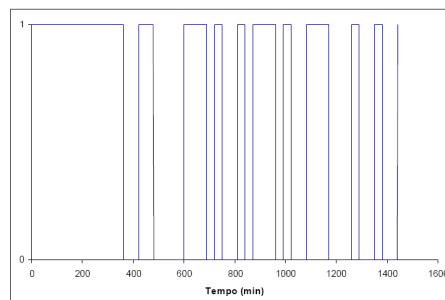
## Resultados e Discussão

Segue na Figura 2, o resultado do monitoramento de temperatura realizado na câmara de ensaios durante 24 horas, para verificar seu funcionamento:



**Figura 2-** Temperaturas no gabinete do refrigerador durante teste a 32° C

O cálculo do consumo de energia do refrigerador em 24 horas foi realizado pela análise da Figura 2. Para isso, foi admitido que quando a temperatura do gabinete do refrigerador diminui, tem-se que o compressor está operando. Assim, considerou-se que nos pontos de máximo local de temperatura ocorreu acionamento do compressor e nos pontos de mínimo local considerou-se desligamento do compressor, conforme demonstra-se na figura 3:



**Figura 3-** Atuação do compressor durante o ensaio

Tem-se que:  $P = U \times I = 0,43 \text{ kW}$

## Conclusões

Os testes de manutenção de temperatura da câmara de ensaios e com o refrigerador equipado com o compressor convencional mostraram que a câmara e a instrumentação encontram-se bem estruturados e são capazes de fornecer resultados consistentes. Por ocasião de um imprevisto, os resultados obtidos com o compressor convencional não puderam ser comparados aos do compressor de capacidade variável, mas de acordo com a revisão realizada, espera-se que o compressor VCC apresente um resultado superior ao do convencional. De acordo com a literatura, a economia de energia proporcionada pode chegar até 30%.

## Agradecimentos

