

**CUIDADOS NA MANUTENÇÃO EM ESTUFAS**

Luiz F. de Matteo Ferraz  
Ladislau Marcelino Rabello



*Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária  
Centro Nacional de Pesquisa e Desenvolvimento de Instrumentação Agropecuária  
Ministério da Agricultura e do Abastecimento  
Rua XV de Novembro, 1452 - Caixa Postal 741 - CEP 13560-970 - São Carlos - SP  
Telefone: (016) 274 2477 - Fax: (016) 272 5958*

## CUIDADOS NA MANUTENÇÃO DE ESTUFAS

Luiz F. de Mattêo Ferraz<sup>1</sup>  
Ladislau Marcelino Rabello<sup>1</sup>

As estufas são equipamentos que aquecem um compartimento a uma temperatura programada ("set-point"). Para que a temperatura permaneça constante no decorrer do período de utilização, é necessário um controlador de temperatura.

A sua construção é feita de maneira a proporcionar uma baixa troca de calor do seu interior para o ambiente externo, através do revestimento de suas paredes com lã de vidro.

O controle da temperatura é feito com o uso de um termostato, que resume-se no conceito de chave liga e desliga através de contatos elétricos ligados à capas bimetálicas, conforme ilustra a figura 1.

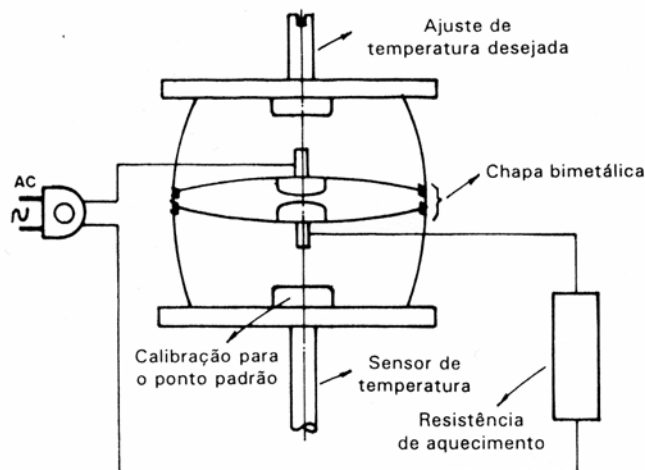


Figura 1 - Diagrama esquemático do controle de temperatura para estufa do tipo termostato, utilizando sensor bimetálico.

<sup>1</sup> Embrapa Instrumentação Agropecuária, Caixa Postal 741, CEP 13560-970, São Carlos – SP.

O princípio de funcionamento deste dispositivo, baseia-se na dilatação ou compressão de uma haste metálica constituída de dois metais de constantes de dilatação diferentes. A taxa de dilatação e ou compressão dos materiais dependem do coeficiente de dilatação  $\alpha$  de cada um. Através da dilatação diferenciada que sofrem os metais, em função da variação da temperatura, as chapas irão trabalhar de maneira a abrir ou fechar o contato elétrico, fazendo com que ora alimente a resistência de aquecimento e ora não.

Este sistema requer um período de tempo muito longo para se estabilizar próximo à temperatura que foi programado em seu "set-point". Isto ocorre devido à inércia térmica da estufa e devido à resposta do termostato ser muito lenta. A Figura 1 ilustra o processo de estabilização da temperatura de uma estufa em função do tempo.

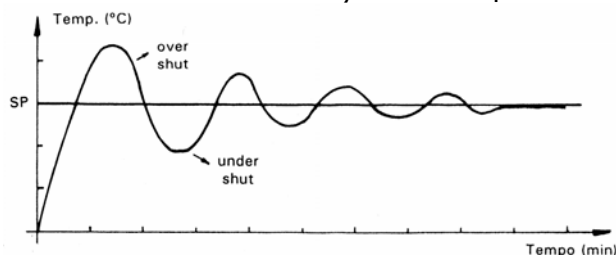


Figura 2 - Processo de estabilização da temperatura de uma estufa que utiliza controlador tipo termostato, em torno de seu "set-point"(SP).

Controles eletrônicos de temperatura são mais precisos, mas ao mesmo tempo necessitam alguns níveis de ajustes para que se possa chegar a um valor ótimo de estabilização. O princípio de controle, baseia-se em algoritmos matemáticos conhecido como P.I.D. (Proporcional - integral - diferencial). O circuito eletrônico é construído de maneira que corresponda a este sistema de cálculos, para que o valor lido pelo sensor possa ser mais estável do que o mostrado na figura 2 e equiparar-se com o valor desejado em um curto período de tempo, como mostrado na figura 3

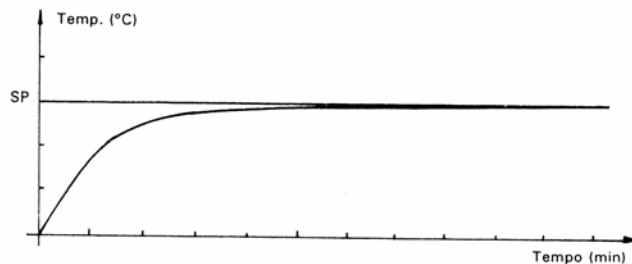


Figura 3 - Resposta da temperatura, em estufas utilizando controle tipo PID, em função do seu "set-point".

Para este tipo de controle, tem-se a necessidade de equipar a estufa com circuitos eletrônicos adicionais, para a implementação do algoritmo P.I.D.

Outro sistema muito usado para o ajuste da temperatura em estufas é o que utiliza um sistema de chaveamento através de uma coluna de mercúrio, seguindo o mesmo sistema do termômetro caseiro, faz o chaveamento da resistência de aquecimento através contatos elétricos que são fechados em contato com o mercúrio.

As estufas conhecidas são basicamente de esterilização e secagem, cultura bacteriológica e inclusão, e a vácuo. Todas estas citadas possuem vários modelos através de seus diversos fabricantes.

O princípio de aquecimento é similar entre todas elas, através da utilização de uma resistência elétrica de baixo valor e alta potência, construída com fios de níquel-cromo superpostos em materiais refratários.

#### Limpeza e Calibração

Para um bom funcionamento, as estufas devem estar constantemente sendo observadas e limpas. Isto porque com o passar do tempo, os materiais que são colocados no interior do equipamento, deixam detritos que fazem com que a difusão de calor pelo seu interior seja prejudicado, não havendo portanto, um controle ótimo do valor da temperatura desejada.

Algumas estufas que trabalham com produtos químicos podem com o tempo apresentar corrosão em todo o seu interior, prejudicando a isolamento térmica com o ambiente.

A limpeza deve ser um procedimento rotineiro, com o uso de esponjas, pano seco, água e detergente neutro e devem ser limpos tanto o interior bem como o exterior do equipamento. Deve-se também verificar sempre que possível a condição das borrachas que fazem a vedação entre a porta e o seu interior.

#### Calibração

Para cada tipo de controle de temperatura existe um procedimento de calibração. A grande maioria das estufas usam o princípio do termostato bimetalico para o controle de sua temperatura, conforme ilustra a Figura 4

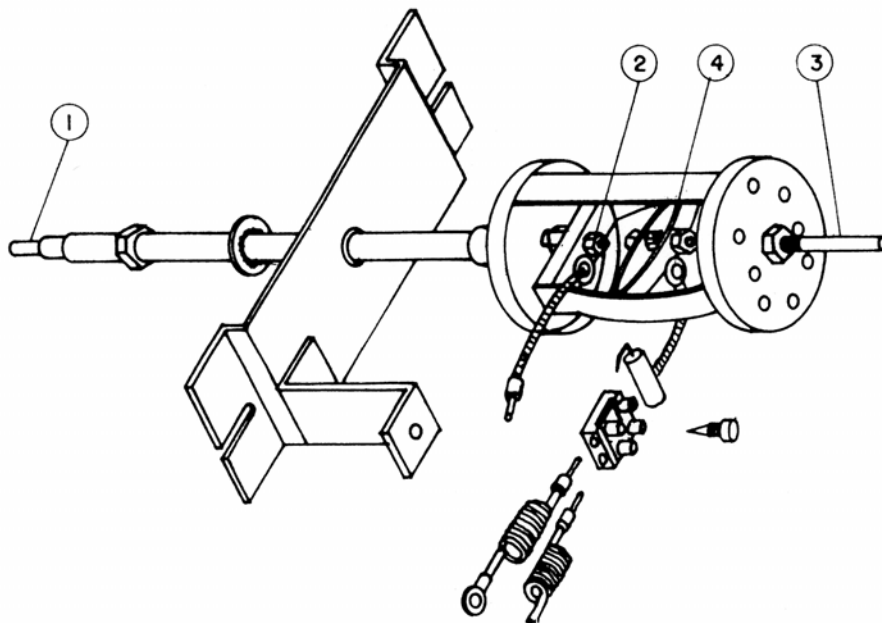


Figura 4 - Vista explodida de um termostato bimetalico

Os procedimentos necessários para calibração de termostato bimetálico são:

- 1) observar se as chapas bimetálicas (nº4), vistas na figura 4, estão danificadas. Caso estejam, deverão ser trocadas pôr novas chapas.
- 2) Retire o da estufa e com uma chave fixa, ajustar o parafuso (nº2), visto na figura 4, para que o contato elétrico se abra até uma distância de aproximadamente 1 mm.

Estufas que utilizam termostato a base de chapas bimetálicas como sensor e controlador de temperatura, geralmente possuem indicação de temperaturas muito rudimentar, ou seja, possuem indicações que devem ser associadas a temperaturas medidas no interior da estufa. Estas indicações de temperatura, que podem variar desde pequenos traços até algarismos romanos, devem ser relacionadas, em uma tabela, com as temperaturas lidas com um termômetro no interior da estufa, após o tempo de estabilização da temperatura interna.

Para estufas que possuem controle eletrônico do tipo P.I.D., sua calibração irá depender basicamente do grau de complexidade do sistema, sendo necessário um grau de conhecimento maior em eletrônica e alguns materiais adicionais, tais como: esquemas eletrônicos completos, osciloscópio, multímetro e ferramentas necessárias à calibração.

Alguns controles do tipo P.I.D., podem ser microprocessados, envolvendo então estruturas de "hardware" e "software", impondo dificuldades quanto aos procedimentos de manutenção e calibração.

O controle analógico P.I.D. proporciona uma metodologia padrão para a calibração. Isolando-se o circuito proporcional dos outros blocos (diferencial e integral), faz-se o ajuste das suas referências. Em seguida isola-se o bloco proporcional e integral, regulando-se apenas o diferencial, e assim por diante, obtendo-se o controle ótimo do sistema.

Algumas estufas usam apenas o controle proporcional, simplificando sobremaneira o seu ajuste eletrônico.

Sabendo-se que há vários tipos de controle de temperatura, há também tipos de sensores de temperatura com características diferentes. Os sensores mais comuns são: PT-100 (Resistência de platina); termopar (Cromel-Alumel; Cromel-Constantan entre outras) e termistor (materiais semicondutores).

Cada um destes requer um sistema diferente no tratamento do seu sinal. E com isto há a necessidade de possuir o esquema eletrônico e os valores de tensões de referências para a correta calibração. Abaixo temos uma tabela dos diversos sensores de temperatura, com suas vantagens e desvantagens:

a) Termopar

Vantagens

- auto gerador
- simples
- rígido
- barato
- bastante variedade
- longa faixa de temperatura

Desvantagens

- não linear
- baixa tensão
- requer referência
- menor sensibilidade
- menor estabilidade

b) RDT , PT100:

Vantagens

- mais estável
- mais sensível
- mais linear que o termopar

Desvantagens

- caro (preço elevado)
- requer fonte de corrente
- pequeno  $\Delta R$
- baixa resistência absoluta
- auto aquecimento

c) Termistor:

Vantagens

- alto nível de saída
- rápido
- medida em ohms dois fios

Desvantagens

- não linear
- faixa de temperatura limitada
- frágil
- requer fonte de corrente
- auto-aquecimento

d) Sensor baseado em Circuito Integrado:

Vantagens

- mais linear
- alto nível de saída
- barato

Desvantagens

- $T < 200^{\circ}\text{C}$
- necessita fonte de potência
- lento
- auto-aquecimento
- configuração limitada

## Limpeza

Para que a câmara trabalhe normalmente, é necessário cuidados básicos para com a sua limpeza.

No caso da **parte exterior**, deve-se uma vez por semana, limpar com solução fraca de água morna e sabão neutro, empregando-se esponja ou pano macio.

Para o seu interior, deve-se preparar uma solução composta de uma colher de sopa de sódio (5g), para cada litro d'água. Para limpezas interiores difíceis deve-se usar inicialmente, a mesma solução utilizada para a parte externa.