

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA
INSTITUTO BRASILEIRO DE DESENVOLVIMENTO FLORESTAL
DEPARTAMENTO DE ECONOMIA FLORESTAL

DE - SÉRIE TÉCNICA Nº 7

ESTUDO DA UTILIZAÇÃO DE UM SISTEMA FOTOSSENSÍVEL NO CONTROLE DA TEMPERATURA E DA UMIDADE RELATIVA DO AR

Ministro da Agricultura
ANGELO AMAURY STÁBILE

Secretário Geral do Ministério da Agricultura
JOSÉ UBIRAJARA COELHO DE SOUZA TIMM

Presidente do Instituto Brasileiro de Desenvolvimento Florestal
MAURO SILVA REIS

Secretário Geral do IBDF
HAMILTON MARTINS SILVEIRA

Diretor do Departamento de Economia Florestal
JOÉSIO DEOCLÉCIO PIERIN SIQUEIRA

Coordenador do Laboratório de Produtos Florestais
FLORIANO PASTORE JUNIOR

ESTUDO DA UTILIZAÇÃO DE UM SISTEMA FOTOSSENSIVEL
NO CONTROLE DA TEMPERATURA E DA UMIDADE RELATIVA DO AR

- Alfredo de Souza Mendes
Químico
Aluno de Pós-Graduação em Tecnologia de Produtos Florestais,
UFPr, PR.
Atualmente, Pesquisador do CPPF-INPA
- Mário Rabelo de Souza
Físico
Pesquisador do LPF
- Ivan Tomaselli
Engenheiro Florestal - Ph.D
Professor titular da Universidade
Federal do Paraná

Brasília

- 1983 -

R E S U M O

Este trabalho compara experimentalmente a eficiência de dois sistemas de controle da temperatura e da umidade relativa do ar em recintos isolados termicamente: o primeiro sistema convencional e o segundo, um sistema utilizando células fotoelétricas desenvolvido no Laboratório de Produtos Florestais, em Brasília. Comprovou-se a maior eficiência do sistema não-convencional tanto no que concerne à precisão como na economia de energia. São mostrados, também, detalhes construtivos do protótipo, ilustrando sua simplicidade.

ABSTRACT

This work compares experimentally the efficiency of two systems for the temperatures and air relative humidity control in rooms, thermally isolated. The first is a conventional system and the second, developed at the Forest Products Laboratory in Brasília, makes use of photocells. The non conventional system showed a better performance as far as precision and energy consumption are concerned. Prototype constructive details are shown, illustrating its simplicity.

S U M Á R I O

Pág.

RESUMO

ABSTRACTS

1. INTRODUÇÃO	01
2. METODOLOGIA	02
3. RESULTADOS	04
4. DISCUSSÃO	08
5. CONCLUSÕES	09
6. ANEXO	10
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	13

1. INTRODUÇÃO

Grande número de pesquisas realizadas nos diversos setores da tecnologia da madeira envolvem o controle da temperatura e da umidade relativa do ar em ambientes fechados.

As propriedades físicas e mecânicas da madeira são, como demonstrado por Kollman (1968), sensivelmente alteradas com a variação do seu teor de umidade, o qual depende das variações da temperatura e da umidade relativa do ar. Devido a isto, o condicionamento das madeiras destinadas aos ensaios físico-mecânicos regido pela COPANT (1971) é conduzido em ambientes controlados.

Na área da preservação da madeira, os testes acelerados para a determinação da durabilidade natural, bem como os testes de toxidez de um preservativo, são conduzidos em câmaras com temperatura e umidade relativa do ar controlados, como cita Cartwright et alii (1958).

Além dos testes aqui mencionados, o controle das condições de temperatura e de umidade relativa do ar na secagem da madeira é de extrema importância para o seu êxito, visto que estas condições são constantemente alteradas de acordo com o programa seguido.

O controle da temperatura e da umidade relativa do ar é convencionalmente conseguido através de equipamentos como termostatos e umidostatos, acoplados a sistemas eletrônicos, que ligam ou desligam fontes de temperatura ou de umidificação. Do ponto de vista técnico, flutuações na temperatura ou na umidade relativa do ar são indesejáveis, visto que estas alterações provocam oscilações no ambiente que podem vir a alterar um determinado experimento. De acordo com Skaar (1972), a variação de um grau na temperatura de uma sala a 25°C pode provocar uma variação de 3% na umidade relativa do ar. Desta forma, é importante ter-se um apurado controle da temperatura quando se pretende uma umidade relativa do ar constante.

O objetivo deste trabalho é verificar a possibilidade da utilização de um controle fotossensível, desenvolvido no Laboratório de Produtos Florestais, para a temperatura e a umidade relativa do ar, de baixo custo e de fácil manuseio, e compará-lo com os sistemas convencionais acionados por termostatos e

umidostatos.

2. METODOLOGIA

Em uma sala de 6m^3 , isolada termicamente, foi colocado um equipamento termoumidificador, constituído de uma resistência de 1.500w encarregada de aquecer o ar impelido por um ventilador, e um par de elêtrodos imersos em um recipiente com água, responsável pela umidificação do ambiente. O esquema do termoumidificador encontra-se ilustrado na Figura 1

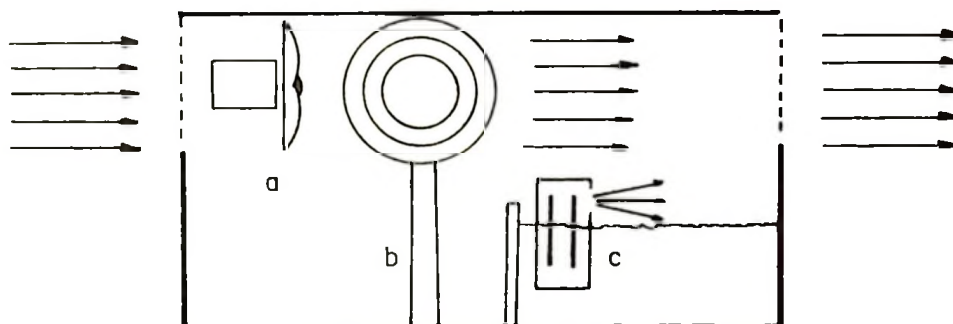


Figura 1. Esquema do termoumidificador: a) ventilador; b) resistência; e c) umidificador.

Junto à resistência e ao sistema de umidificação do termoumidificador foi acoplado um termostato e um umidostato, respectivamente. A temperatura da sala foi regulada para 30°C e a umidade relativa do ar (UR) para 80%, mantendo-se a circulação do ar constante. Ao lado do termostato e do umidostato foi colocado um termoigrógrafo. O sistema, codificado de "A", permaneceu em funcionamento durante 50 horas.

Após a obtenção do gráfico da temperatura e da UR fornecido pelo sistema A, o mesmo foi substituído por um segundo sistema denominado de "B". Como fonte de temperatura de umidificação e de circulação do ar para o segundo sistema, utilizou-se o mesmo equipamento do sistema A, ou seja, o termoumidificador. No sistema B, o mecanismo controlador da temperatura e da UR foi conseguido através da instalação de dispositivos fotossensíveis junto ao ponteiro da temperatura e da umidade relativa do ar pertencente ao termoigrógrafo. Assim, por exemplo, à medida que a

temperatura da sala aumenta, o ponteiro do termoigrógrafo relativo à temperatura se eleva. A uma altura prefixada no curso do mesmo é fixado o fotossensor e uma pequena lâmpada, como ilustrado na Figura 2, de maneira que o ponteiro, ao interromper o feixe luminoso, faça com que um circuito controlador, acionado pela célula, desligue o sistema de aquecimento. Com a fonte de temperatura desligada, a temperatura da sala tende a abaixar lentamente, fazendo com que o ponteiro, ao abaixar, restabeleça o feixe luminoso na célula, acionando a fonte de calor.

O sistema de umidificação apresenta o mesmo mecanismo que o da temperatura, sendo que ambos podem trabalhar simultanea e independentemente um do outro.

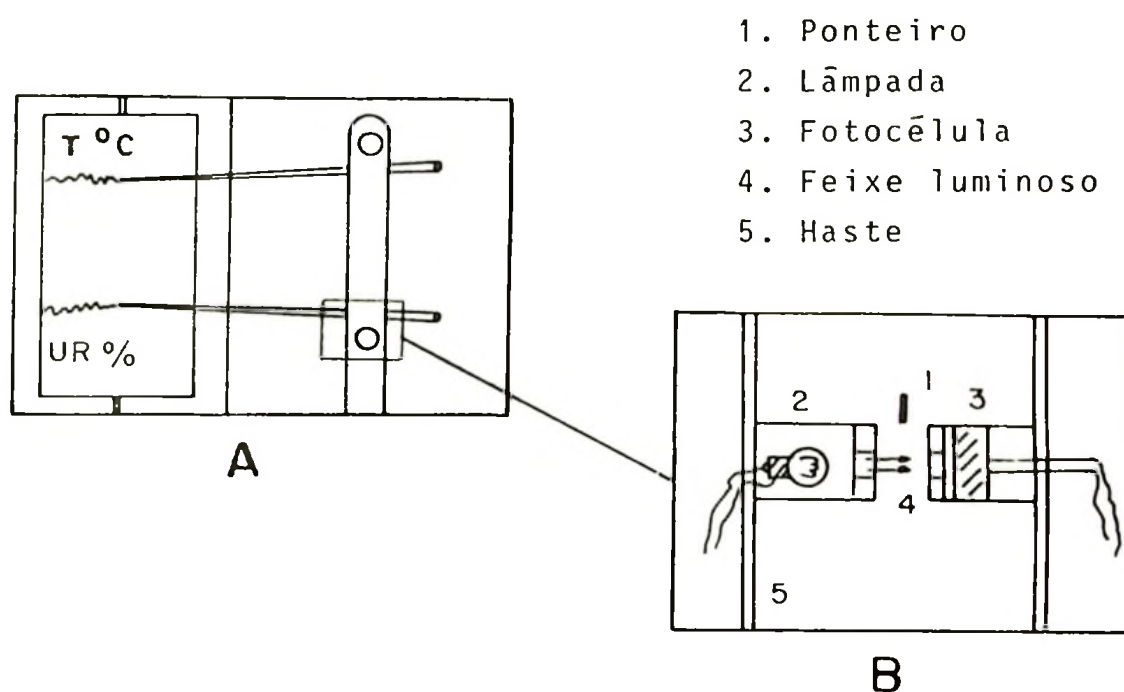


Figura 2. Esquema dos sensores acoplados ao termoigrógrafo:

A - esquema simplificado do termoigrógrafo

B - esquema do sensor fotoelétrico

Assim como no sistema A, a temperatura e a UR da sala foram fixados em 30°C e 80%, respectivamente, e o sistema foi mantido em funcionamento, com a circulação do ar constante, durante 50 horas.

3. RESULTADOS

Os resultados do experimento são apresentados sob a forma de gráfico, fornecidos pelos sistemas A e B.

Para cada sistema aplicado obteve-se um gráfico da Temperatura x Tempo e um da UR x Tempo. O gráfico TA expressa a variação da temperatura em função do tempo para o sistema A, e o gráfico URA expressa a variação da UR em função do tempo, para o mesmo sistema. Da mesma forma, obteve-se os gráficos TB e URB para o sistema B, expressando, respectivamente, a variação da temperatura e da umidade relativa do ar em função do tempo.

Para cada gráfico foram determinados os seguintes valores: valor nominal inicial da temperatura (VNI) e da UR, a variação destes valores (flutuação), e o tempo em que as fontes de temperatura ou de umidificação permaneceram ligadas em cada semiciclo do funcionamento.

O valor nominal inicial, seja para a temperatura ou para a UR, expressa o valor fixado no início do funcionamento do sistema (Figura 3).

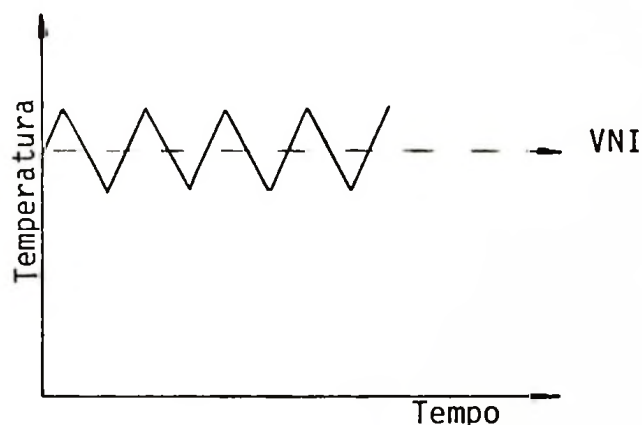


Figura 3. Gráfico ilustrativo da variação dos valores da temperatura em função do Tempo e da obtenção do valor nominal inicial.

A flutuação para cada variável (temperatura e UR), foi expressa por:

FTA = flutuação na temperatura para o sistema A

FTB = flutuação na temperatura para o sistema B

FURA = flutuação na UR para o sistema A

FURB = flutuação na UR para o sistema B

O tempo em que cada fonte permaneceu ligada, seja de temperatura ou de umidificação, foi expresso pelas letras:

t_1^A = intervalo de tempo em que a fonte de temperatura permaneceu ligada no sistema A

t_1^B = intervalo de tempo em que a fonte de temperatura permaneceu ligada no sistema B

t_2^A = intervalo de tempo em que a fonte de umidificação permaneceu ligada no sistema A

t_2^B = intervalo de tempo em que a fonte de umidificação permaneceu ligada no sistema B.

Gráfico 1
Valores da Temperatura apresentados pelo sistema A, onde:

FTA = 4°C

t_{1A} = 40 min

VNI = 32°C

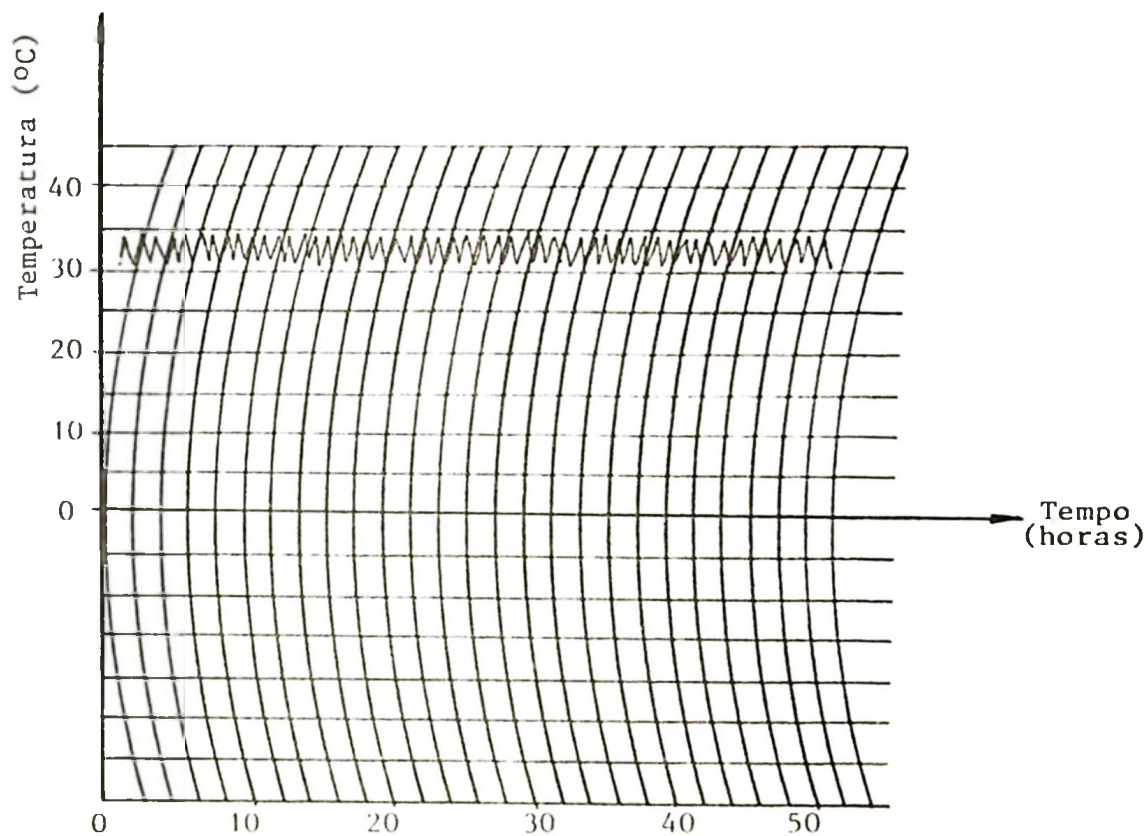


Gráfico 2
Valores da UR apresentados pelo sistema A, onde:

FURA = 15%

t_{2A} = 70 min

VNI = 78%

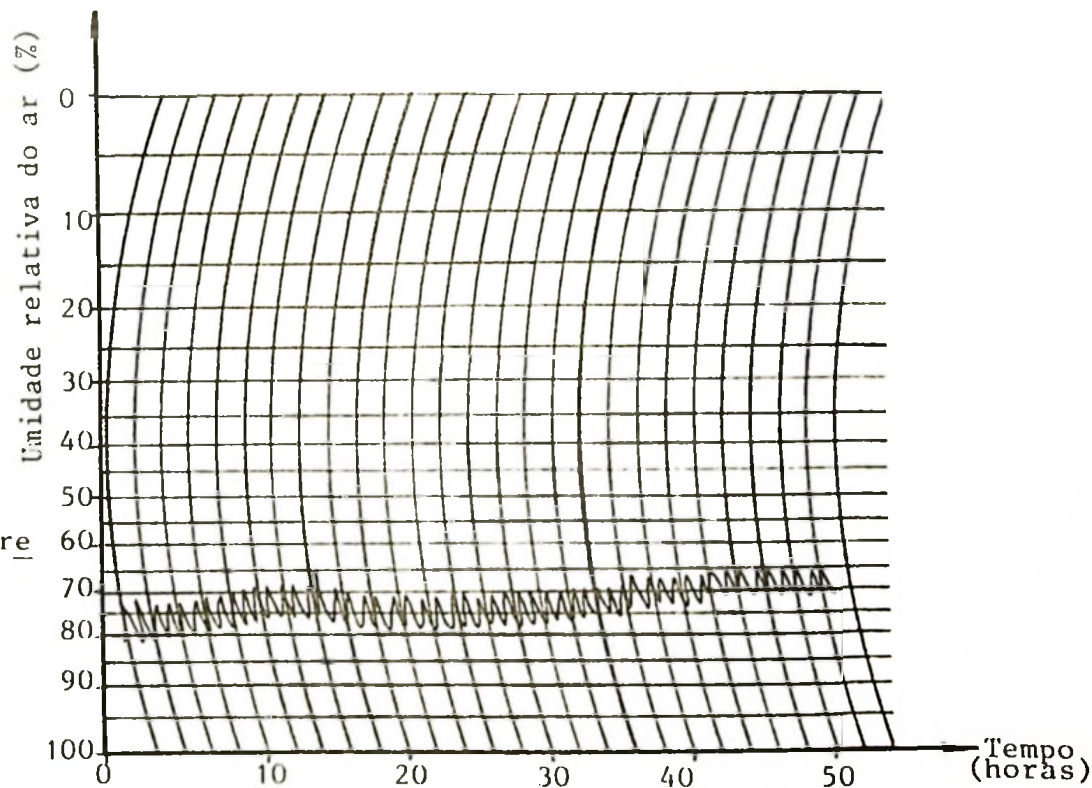


Gráfico 3
Valores da Temperatura x Tempo apresentados pelo sistema B, onde:
FTB = 30°C
 t_{1B} = 30 min
VNI = 28°C

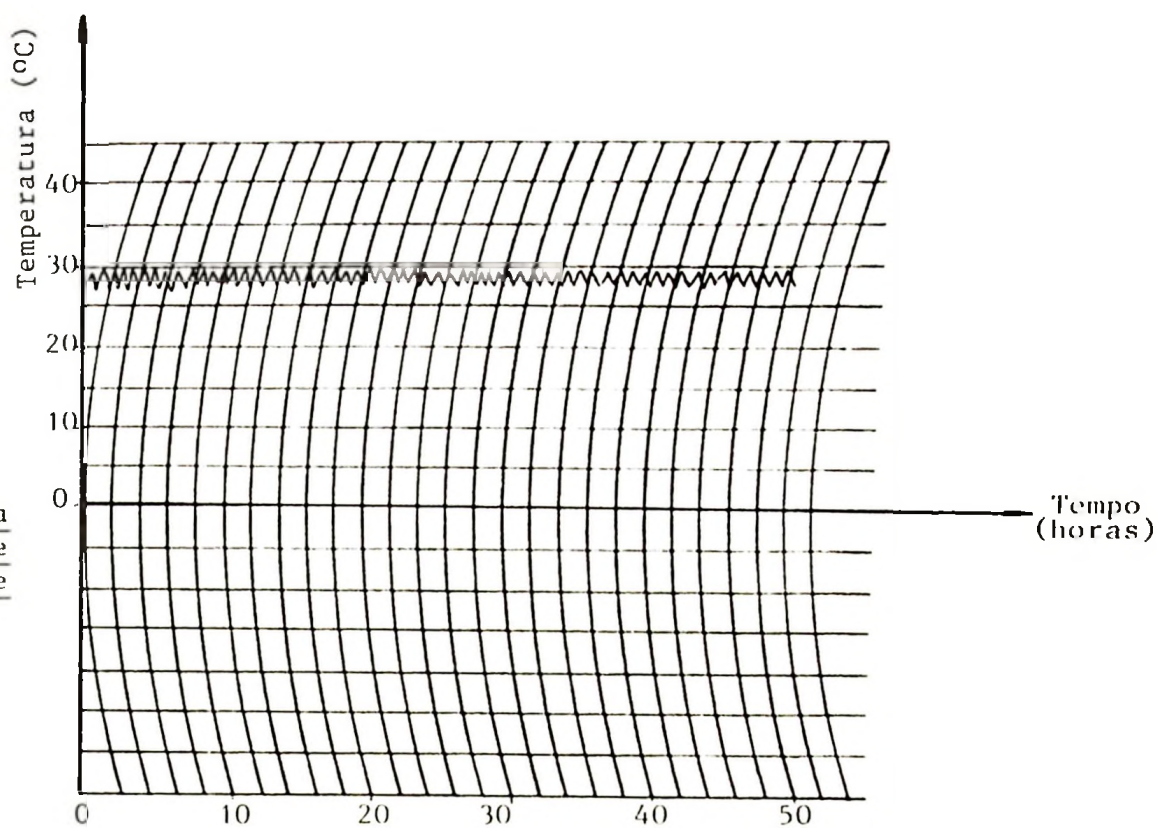
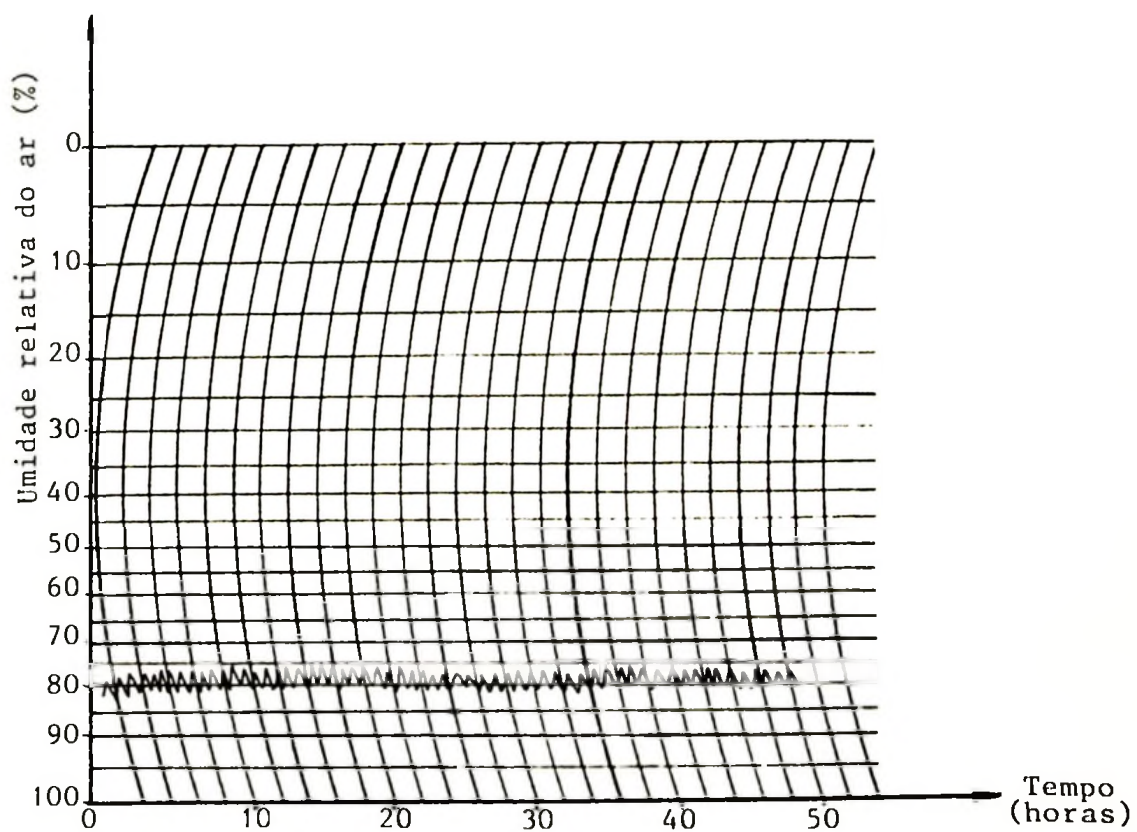


Gráfico 4
Valores da UR apresentados pelo sistema B, onde:
FURB = 7%
 t_{2B} = 50 min
VNI = 80%



4. DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Os resultados quanto ao comportamento da temperatura e da UR, proporcionados pelos sistemas A e B no interior da sala, são discutidos de maneira comparativa através da Tabela I.

TABELA I - Comportamento da temperatura e da UR nos sistemas A e B para os valores: nominal inicial, flutuação, tempo ligado e percentagem de variação, comparando-se os dois sistemas, tomando-se como base o sistema A.

		SISTEMA		VARIAÇÃO
		A	B	%
Temperatura (T)	Valor nominal Inicial (°C)	32	28	-
	Flutuação (°C)	4	3	-25
	Tempo ligado (min)	40	30	-25
Umidade Relativa (UR) do ar	Valor nominal Inicial (%)	78	80	-
	Flutuação (%)	15	7	-53
	Tempo ligado (min)	70	50	-28

Com relação ao controle da temperatura, observa-se que houve uma flutuação de 4°C no sistema A e de 3°C no sistema B. A diferença de 1°C representa uma redução de 25% no sistema B em relação ao sistema A, o que mostra sua maior eficiência.

Comparando-se os dois sistemas quanto à flutuação da UR, observa-se uma redução de 8 unidades do sistema A para o sistema B, o que mostra que a flutuação da umidade relativa no sistema B é 53% menor que a flutuação no sistema A.

O intervalo de tempo em que uma das fontes, seja de temperatura ou de umidificação, permaneceu ligada, aqui denominado de tempo ligado, foi para a temperatura e a UR de 40 e 70 min, respectivamente, para o sistema A, e de 30 e 50 min, respectivamente, para o sistema B. Portanto, o sistema B mostrou uma redução de 25% para o tempo ligado de temperatura e 28% para o tem

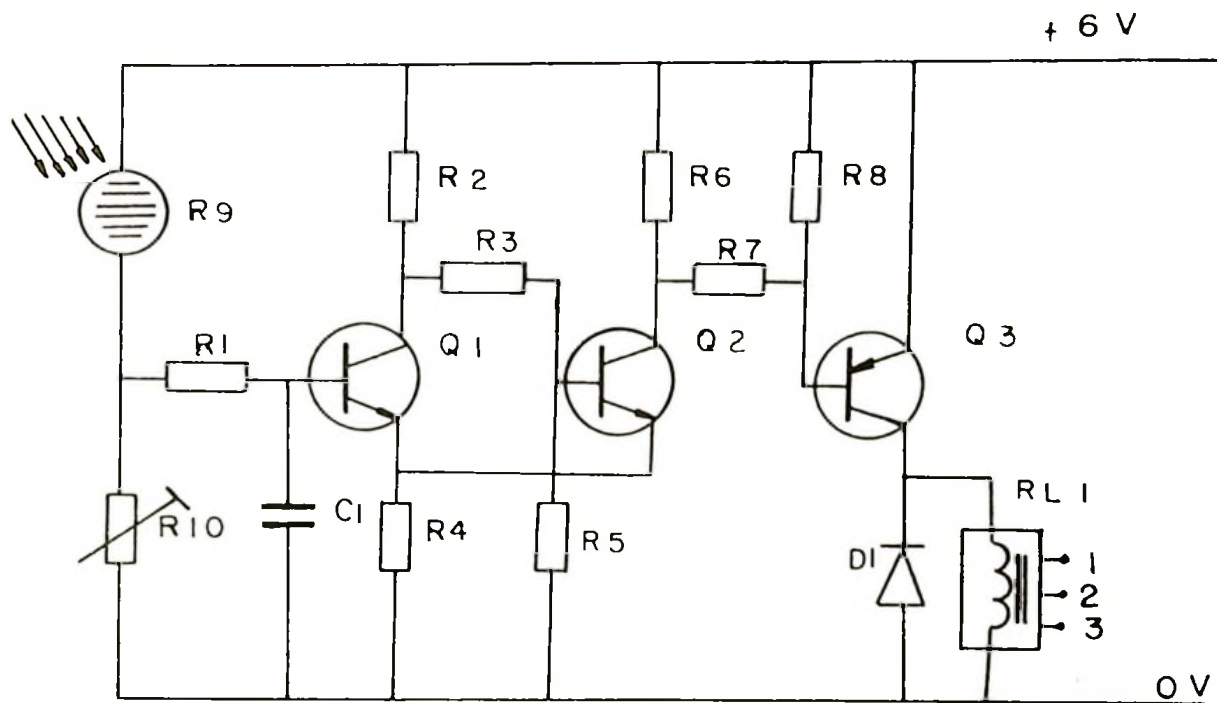
po ligado de umidificação.

A variação do valor nominal inicial da temperatura e da umidade relativa do ar para os dois sistemas não foi discutida, pois trata-se de um ajuste inicial das duas variáveis.

5. CONCLUSÕES

1. Com relação ao controle da temperatura da sala, o sistema B apresentou uma melhor eficiência, uma vez que a flutuação da temperatura foi reduzida em 25%.
2. Para o controle da UR, o sistema B mostrou-se superior ao sistema A, visto que a flutuação foi reduzida em 53%.
3. Os menores intervalos de tempo em que as fontes de temperatura e de umidificação permaneceram ligadas conferem uma melhor eficiência ao sistema B, visto que as fontes são comuns a ambos os sistemas.
4. A precisão do sistema B independe do sistema fotoelétrico, por este não induzir ação mecânica ou elétrica nas partes sensíveis do termoigrografo.
5. Com a redução do tempo ligado, o sistema B permite uma economia significativa de energia da ordem de 20%, o que, em termos industriais, é muito importante.

6. ANEXO

6.1. Esquema do circuito controlador

R1 = 3K3

R2 = 2K7

R3 = 2K7

R4 = 820 ohm

R5 = 18 K

R6 = 2K7

R7 = 680 ohm

R8 = 470 ohm

R9 = L.D.R. (célula)

R10 = 150 K

C1 = 15 uF x 30V

Q1 = BC 548 (transistor)

Q2 = BC 548 (transistor)

Q3 = BC 558 (transistor)

D1 = BY127

RL1 relê 6V, 300

ohm

6.2. Detalhes construtivos do protótipo

Como o aparelho controla dois parâmetros independentes, tem-se um circuito duplo, idênticos internamente. Na parte posterior encontram-se quatro tomadas (Fig. 2), funcionando duas a duas, independentemente.

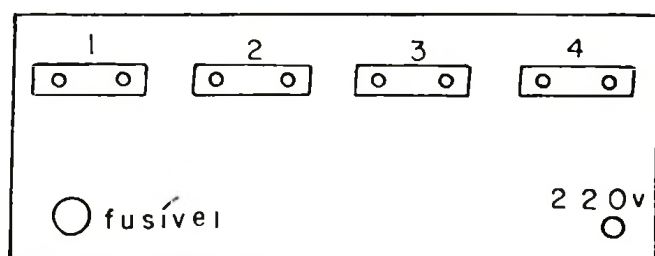


Figura 4. Parte posterior do circuito controlador, ilustrando as quatro tomadas.

Quando as células recebem luz, tem-se 220V (ou 110V) nas tomadas 1 e 3; se o feixe é interrompido, estas desligam-se e ligam-se as tomadas 2 e 4 (Fig. 2). A capacidade de corrente destas tomadas é de 15 A, podendo, assim, acionar um motor elétrico de até 3 H.P.

Na parte frontal tem-se quatro indicadores luminosos (L.E.D.), sendo um para cada tomada.

A Figura 5 ilustra o esquema geral de montagem do controlador de temperatura. Para o controlador de umidade, o esquema é idêntico, com exceção do transformador, que é comum aos dois.

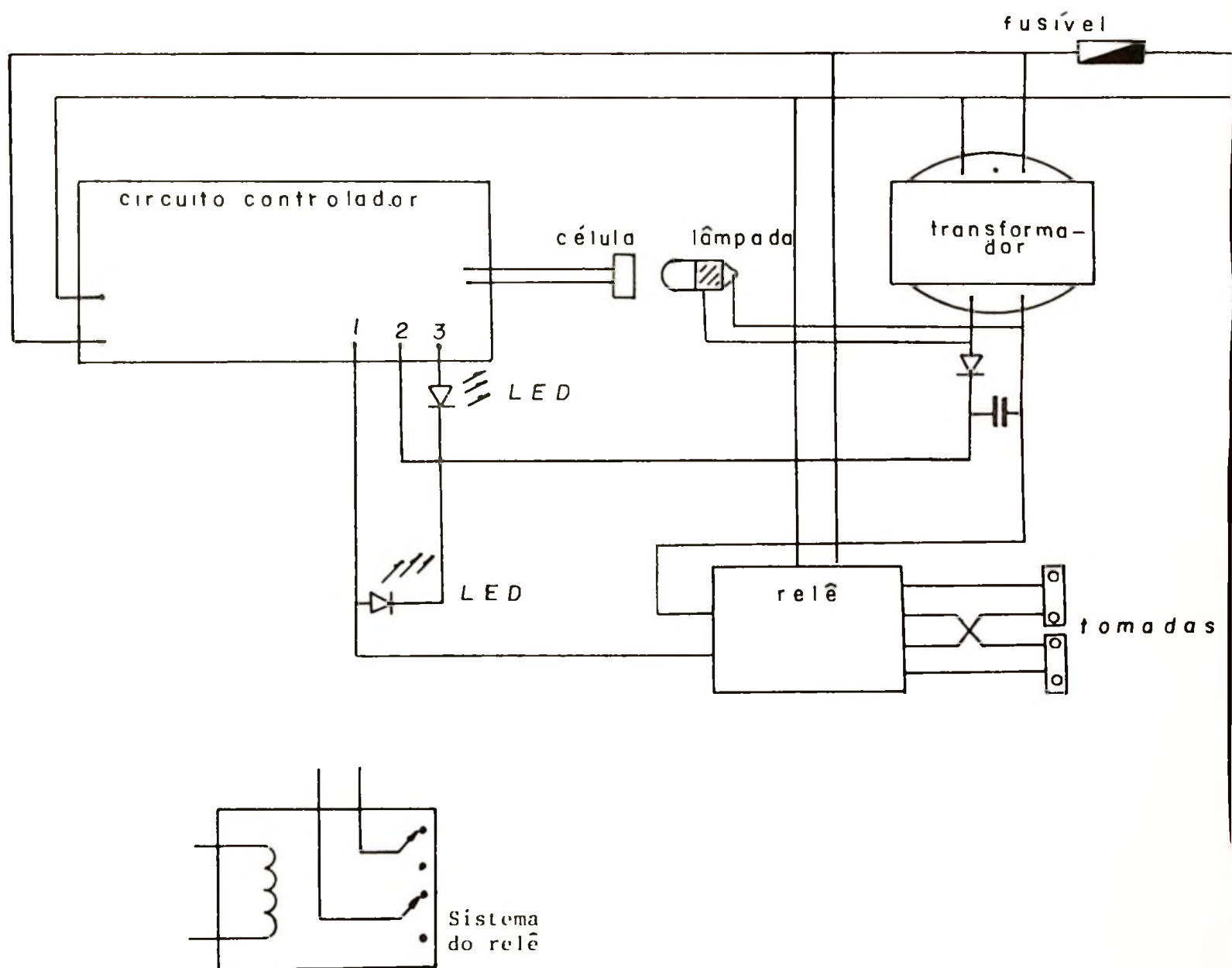


Figura 5. Sistema geral de montagem.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. CARTWRIGHT, K. St. G. & FINDLAY, W.P.K.
Decay of timber and its prevention. 2 ed. London, Her Majesty's Stationery Office, 1958. 332 p.
2. COPANT 459. MADERAS. Acondicionamiento de las maderas destinadas a los ensaios fisicos y mecanicos. 1971.
3. KOLLMANN, Franz F.P. & CÔTÉ Jr., Wilfredo A. Principles of wood science and technology. Berlin, Springer- Verlag, 1968. v. 1.
4. SKAAR, C. Water in wood. Syracuse University Press, 1972. 218 p.