

UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA
CAMPUS II - CAMPINA GRANDE - PB

R E L A T Ó R I O

E S T Á G I O S U P E R V I S I O N A D O

TÍTULO: "SECAGEM DE FEIJÃO MULATINHO USADO NUM SECADOR DE CON-
VECÇÃO NATURAL".

ORIENTADOR: Profº Mário Eduardo R.M.C. Mata

ORIENTADO: Josadark Soares de Sousa
Mat. nº 821.1561/2

CAMPINA GRANDE - PARAÍBA

AGÓSTO - 1986



Biblioteca Setorial do CDSA. Julho de 2023.

Sumé - PB

SECAGEM DE FEIJÃO MULATINHO USADO NUM SECADOR DE CONVECÇÃO NATURAL.

1. INTRODUÇÃO

A produção agrícola que vai do preparo do solo a comercialização, se recente de estudos no setor de pós-colheita. As sementes contidas nas plantas ao atingir o ponto de maturação fisiológica contêm a máxima qualidade das sementes e grãos, no entanto, é necessário para que as mesmas sejam armazenadas, uma secagem de um teor de umidade de aproximadamente 25%, no caso do feijão de 12%.

Se considerarmos que o ar utilizado para secar o produto é o ar ambiente exterior ou o ar movimentado artificialmente, aquecido ou não, somos levados a distinguir dois modos de secagem.

- A secagem natural, obtida pela exposição da matéria úmida ao sol ou pela sua permanência num ambiente atmosférico relativamente seco, permitindo ao produto ceder ao ar uma parte de água em excesso que ele contém. (exemplos: frutas legumes, cereais, etc);

- A secagem artificial, obtida submetendo-se o produtos úmido, num secador, à ação de uma corrente de ar, geralmente quente, obtida graças a uma fonte de energia calorífica, (combustível ou eletricidade).

A secagem artificial é um processo dispendioso em energia calorífica ou mecânica (aquecimento e movimentação do ar); com efeito, a vaporização das moléculas de água é um fenômeno endotérmico, isto é, que absorve energia, necessitando de um gasto teórico da ordem de 600 Kcal, ou 2500 joules, por kg de água evaporada (calor latente de vaporização de água), aumentada, às vezes, por um gasto suplementar ocasionado pela dessorção, isto é, a vaporização da água fixada na substância por ligações físico-químicas.

VANTAGENS TÉCNICAS E ECONÔMICAS DA SECAGEM ARTIFICIAL. (Segundo LASSERAN (1977))

Segundo LASSERAN (1987) apesar de seu custo relativamente elevado, a secagem artificial tem prevalecido, em certos casos, sobre a secagem natural, por razões de produtividade agrícola ou de disponibilidade de mão-de-obra no meio rural.

A secagem natural apesar de pouco dispendioso em energia, tem sido progressivamente substituído pelas vantagens da colheita direta em grãos e da secagem artificial pelas seguintes razões:

- lentidão e operosidade do trabalho;
- grande necessidade de mão-de-obra nas operações de carregamento e descarregamento dos depósitos;
- perdas causadas pelos predadores: pássaros, roedores e fungos.

Agora, estamos optando por um trabalho com um secador de convecção natural, por ser bem simples de se construir e, de baixo poder aquisitivo de formas que o mesmo irá atender em grande parte a necessidade em nossa região.

2. REVISÃO DE LITERATURA

Segundo LASSERAN (1977), a notável progressão da cultura do milho na França, durante os anos de 1960 a 1973, e o rápido desenvolvimento da colheita mecânica impulsionaram a secagem artificial dos grãos tanto na fazenda como nos organismos coletores. Assim, a produção de milho passou de dois milhões de toneladas, em 1960, para o valor recorde de mais de 10 milhões de toneladas, em 1973.

Segundo LACERDA FILHO, et alii (1982) a maior parte dos secadores de cereais utilizados comercialmente no Brasil é de concepção antiga, produto de diferentes protótipos testados e melhorados anos após anos até a obtenção de modelos aceitáveis pelos fabricantes e usuários. Graças ao esforço das indústrias nacionais em conseguir bons seca

dores para diferentes usuários, há, hoje, secadores de reconhecidas qualidades. Não obstante a necessidade de comprovar tecnicamente as vantagens dos secadores existentes no mercado, não se tem utilizado até agora a tecnologia existente em testes experimentais de secadores industriais, a qual poderia indicar claramente as diferentes vantagens ou deficiências desses equipamentos ou de sua operação. Este trabalho demonstra um esforço conjunto da CASP S/A e do Centro Nacional de Treinamento em Armazenagem - CENTREIMAR para iniciar estudos de testes de secadores de grãos.

Os secadores de grãos, de modo geral, são especificados somente de acordo com sua capacidade. Em poucos casos é fornecida a eficiência energética. O comprador, frequentemente, tem dificuldade na interpretação dos dados fornecidos pelo fabricante, que nem sempre menciona as condições em que os testes foram realizados. Outro problema para o comprador é a falta de padronização dos testes, o que dificulta a escolha entre os secadores.

A avaliação correta de um secador deve ser baseada na análise de dados experimentais e simulados em computador. Segundo BAKKER-ARKEMA et alii (1974), seria preferível que o secador fosse testado no campo, com diferentes produtos, para ampla faixa de teor de umidade e diferentes condições ambientais. No entanto, tal procedimento demandaria muito tempo e seiria por demais oneroso. Os testes experimentais devem ser conduzidos em condições que se aproximem das condições padrão previamente estabelecidas.

A avaliação correta de secadores requer medidas exatas relativas ao grão, ao ar de secagem, secador e consumo de energia, incluindo a energia necessária para acionar o ventilador, os equipamentos de limpeza e transporte. Em adição aos dados de desempenho, a capacidade deve ser estabelecida com base no teor de umidade e no peso hectolétrico do produto. Outros parâmetros, tais como condições ambientais e temperatura do ar de secagem, devem ser tomados a intervalos regulares de tempo, para facilitar a avaliação do secador. (BAKKER - ARKEMA et alii (1974).

2.1. TEMPERATURA DE SECAGEM

Na secagem devemos, inicialmente, por em evidência diversas temperaturas, a saber:

- a) temperatura de entrada do ar quente na câmara de secagem;
- b) temperatura do produto e
- c) temperatura do ar secante na saída do secador.

A primeira e a última se relacionam mais com a quantidade de calor requerida para evaporar a água dos grãos. A segunda influência, acentuadamente, as qualidades do produto.

A secagem dos grãos, num período maior de tempo e com temperaturas não muito altas, confere ao produto melhores características do que o aumento demasiado da temperatura que pode provocar o conzimento do grão. O secador terá uma vida mais longa quando não se usam temperaturas extremamente altas.

As secagens com baixas temperaturas não oferecem condições para certas substâncias muito voláteis desprender-se do grão, contribuindo para a permanência das qualidades originais do produto. Entretanto, deve ser considerado, também, o fator econômico da operação.

A temperatura máxima admissível deve ficar na dependência da natureza do produto e do fim para o qual se destina o grão seco.

2.2. TEMPERATURAS EMPREGADAS NA SECAGEM DE DIVERSOS PRODUTOS

TABELA 13.2 - TEMPERATURAS MÁXIMA DE SECAGEM.

| PRODUTOS E DESTINO | TEMPERATURA °C |
|---|-------------------|
| CEREAIS | |
| Milho - sementes | 44 |
| - amido | 55 |
| - alimentação animal | 82 |
| Arroz em casca - até 20% de umidade | 44 |
| - além de 20% de umidade | 40 |
| Sorgo - semente | 40 |
| - amido | 60 |
| - alimentação animal | 82 |
| Paíço - semente | 44 |
| - alimentação | 65 |
| Trigo - semente até 24% de umidade | 49 |
| - semente além de 24% de umidade | 44 |
| - moagem | 66 |
| LEGUMINOSAS | |
| Feijões - sementes | 38 |
| - alimentação animal | 45 |
| Soja - semente | 38 |
| - agroindústria | 48 |
| Amendoim - sementes | 37 |

FONTE: T.B. Muckle e H.G. Stirling - Review of Dryny of Cereal and legumes in the tropics 1971.

3. OBJETIVO

Diante do exposto o objetivo deste trabalho foi estudar a secagem das sementes de feijão em um secador de convecção natural, bem como avaliar o seu perfil de temperatura.

4. MATERIAIS E MÉTODOS

O presente trabalho foi realizado no Núcleo de Armazenagem da Universidade Federal da Paraíba - Campus II - Campina Grande - Pb.

4.1. DESCRIÇÃO DO SECADOR

Utilizou-se um secador protótipo (Fig. 4), tendo as seguintes dimensões 2,31 m de comprimento por 1,33 m de altura por 1,75 m de largura. O secador possui uma janela para movimentação dos grãos, com dimensões de 0,30 m de largura por 0,50 m de altura (Fig. 4). O secador tem um plenum que situa-se a 0,60 m acima da chapa aquecedora.

Abaixo do secador situa-se um duto de forma cilíndrica composto por três tonéis que formam a câmara de combustão, tendo estes um diâmetro de 0,48 m, aberturas nas extremidades para colocação do material a ser queimado, como também para remoção dos resíduos deixados pelo material. Em uma das extremidades do duto colocou-se uma chaminé com diâmetro de 0,32 m com altura de 2,0m. Ainda fazendo parte do secador um lastro de secagem que é constituído por uma grade metálica telada, a fim de permitir o movimento do ar, através das sementes a serem secas.

4.2. DESCRIÇÃO DAS TOMADAS DE AR

O secador possui seis entradas de ar com regulagem para 4, 9, 16, 25, 36 e 49 cm² de abertura, situadas a uma altura de 0,37 m do solo, equidistanciados entre si, conforme fig. A função destas aberturas é permitir o controle

de temperatura e, alimentação da convecção.

4.3. DETERMINAÇÃO DAS TEMPERATURAS

O ar de secagem foi aquecido através da queima de lenha (ou outro material similar). A determinação das temperaturas de secagem foram feitas por meio de um Múlimetro Industrial, marca AMPROBE INSTRUMENT, Modelo AM-3. Tomou-se como base para medição nove pontos, sendo os mesmos medidos em três planos diferentes, isto é, ao nível da chapa (fonte de calor - Figura 1), depois ao nível médio entre a chapa aquecedora e a grade (Figura 2), por último ao nível da grade (Figura 3). De modo que foram feitas quatro repetições em situações diferentes, de forma que a medição (1) foi feita duas horas após a ativação da fornalha, a medição (3) foi feita no dia seguinte, 28 horas após a ativação da fornalha e, com uma camada de aproximadamente 2 cm de feijão sobre o plenum, a medição (4) foi feita logo após com abertura de 9 cm² nas tomadas de ar. Uma hora depois mediu-se novamente, porém, com abertura de 49 cm² nas tomadas de ar. A velocidade do fluxo de ar foi determinada usando-se o velometer Alnor 6000-P. Foi feita uma medida da velocidade do fluxo, usando-se uma abertura de 9 cm² nas entradas de ar, obtendo-se uma velocidade de 76,2/101,6 cm/seg, em seguida foi feita uma nova medição com uma abertura de 49 cm², registrando-se uma velocidade de 101,6/127 cm/seg.

4.4. DETERMINAÇÃO DA SECAGEM DOS GRÃOS DE FEIJÃO

Foi feita uma simulação de secagem, tomando-se como base uma camada de aproximadamente 2 cm de grãos de feijão com teor de umidade em torno de 16%, nesta secagem foram retiradas 7 amostras dos nove pontos considerados, com intervalos de tempo de 30 minutos, sendo que as mesmas foram colocadas na estufa a 130°C por 2 horas; obtendo-se um teor de umidade inicial.

SECADOR/TEMPERATURA

1) NA CHAPA

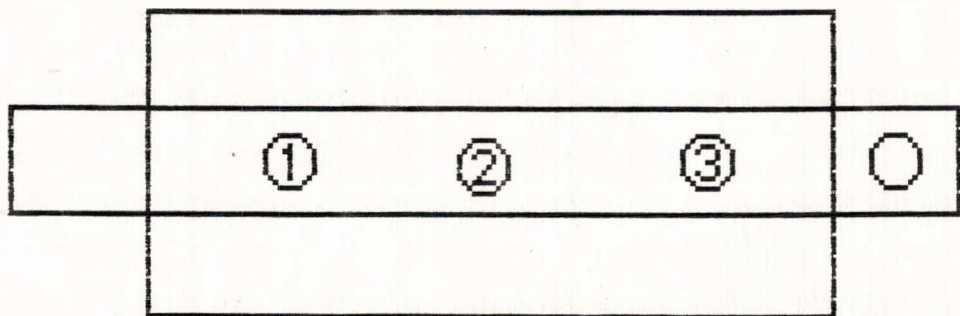


Fig. 01 - PLANTA DA POSIÇÃO DAS TOMADAS DE TEMPERATURA NO SECADOR DE CONVECÇÃO NATURAL A NÍVEL DA CHAPA.

2) ABAIXO DO PLENUM

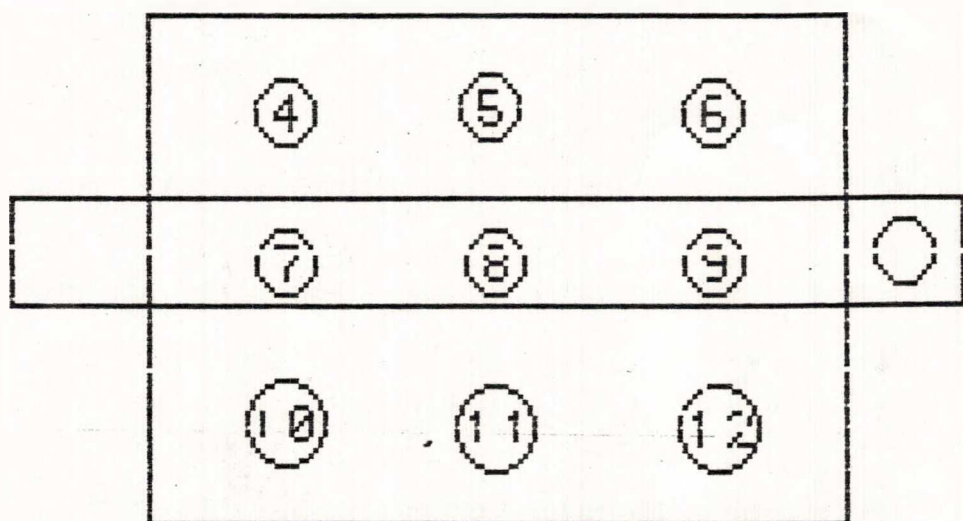


Fig. 02 - PLANTA DA POSIÇÃO DAS TOMADAS DE TEMPERATURA NO SECADOR DE CONVECÇÃO NATURAL A NÍVEL ABAIXO DO PLENUM.

3) A NÍVEL DO PLENUM

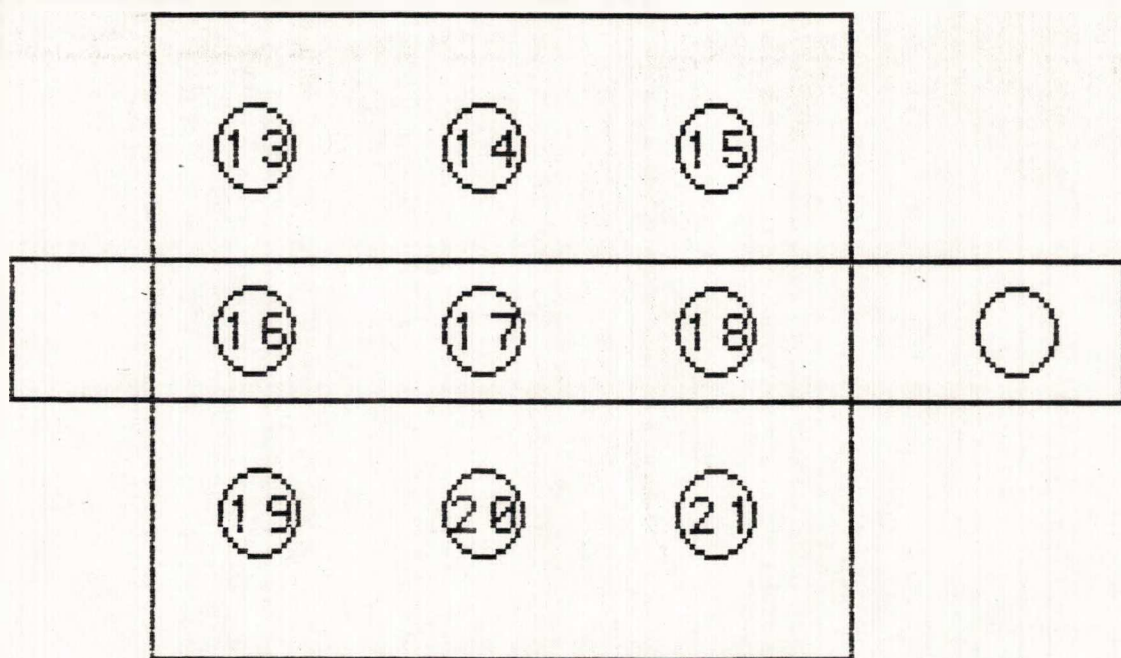
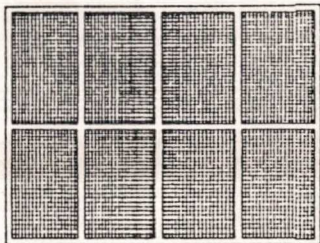
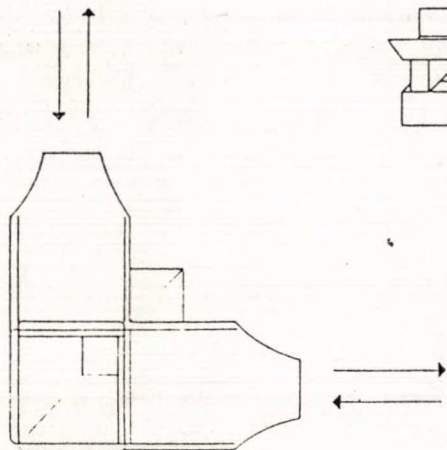


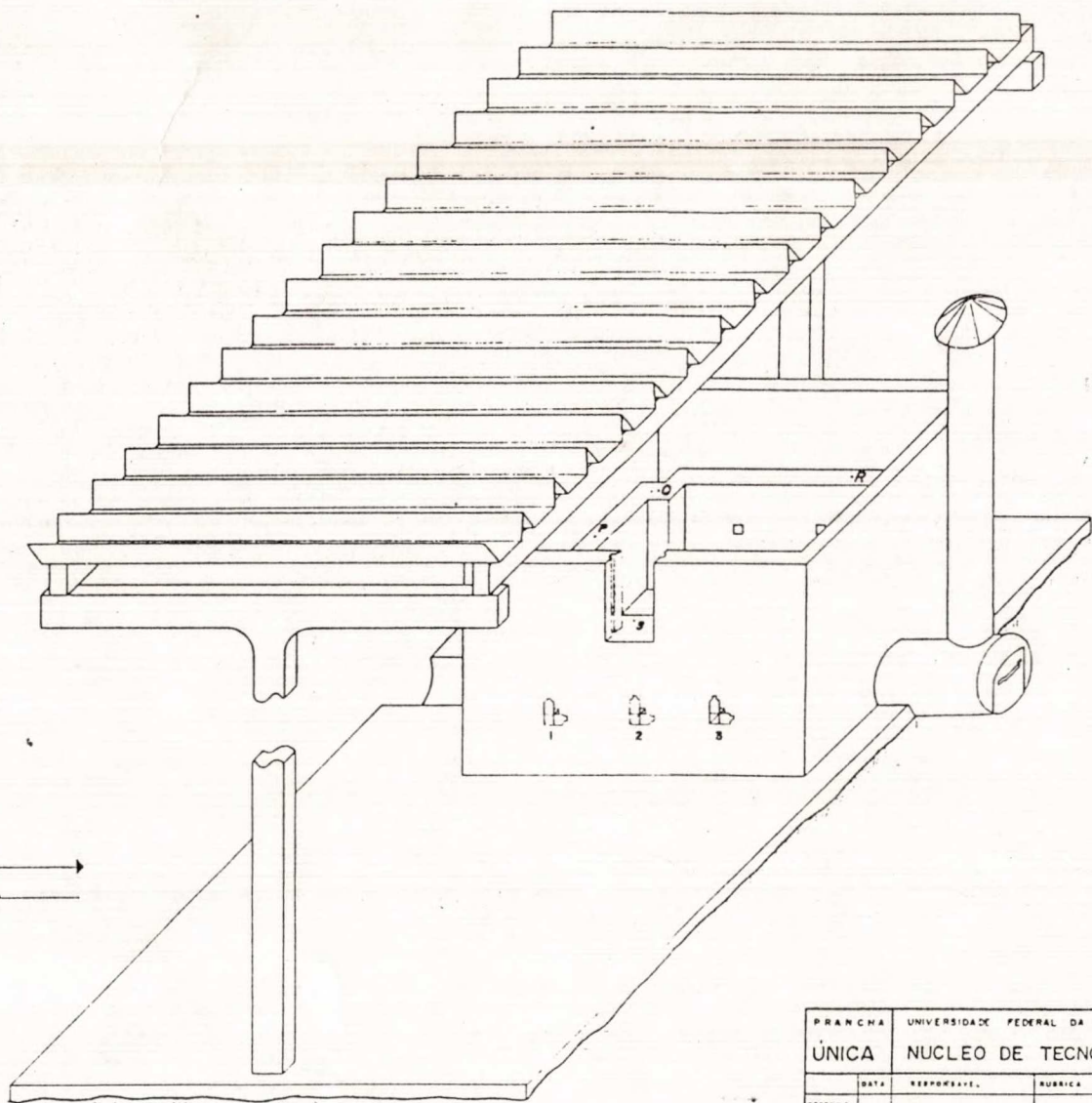
Fig. 03 - PLANTA DA POSIÇÃO DAS TOMADAS DE TEMPERATURA NO SECADOR DE CONVECÇÃO NATURAL A NÍVEL DO PLENUM.



GRADE METÁLICA COM TELA (PLENUM)
APOIADA NOS PONTOS P, Q, R E S



DETALHE DE 1, 2 E 3
ESC. ——— 1:2



| | | | |
|---------------------------------|-------------|-------------------------------------|---------|
| PRANCHA ÚNICA | | UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAIBA | |
| UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAIBA | | NÚCLEO DE TECNOLOGIA EM ARMAZENAGEM | |
| DESENHO | DATA | RESPONSÁVEL | AUBRICA |
| CÓPIA | | | |
| VISTO | | | |
| ESCALA | DESENHO | SETOR | |
| 1:20 | PERSPECTIVA | CAMPUS II - UANAUÉ | |

Figura 4 - Secador de Convecção Natural

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nos Quadros 01, 02 e 03 são apresentados as temperaturas dos pontos em que foram tomadas as temperaturas no secador de convecção natural sendo que o Quadro 01 apresenta as temperaturas nos pontos a nível da chapa, o Quadro 02 apresenta os pontos no nível médio entre a grade e o ponto mais alto da chapa e o Quadro 03 apresenta os pontos a nível do plenum.

Verifica-se mediante estes Quadros e do Quadro 04 e a Figura 05 que a temperatura de secagem quando as entradas de ar estão fechadas, permanece na ordem de 50 a 60°C, a medida que as entradas de ar foram abertas para 9 cm² a temperatura do ar de secagem foi alterada para 38 a 42°C, na abertura máxima das entradas de ar natural no secador que foi de 49 cm² a temperatura do ar de secagem ficou em torno de 26 a 38°C predominando a temperatura de 38°C.

Tanto nas aberturas de 9 cm² como a de 49 cm² as temperaturas do ar de secagem são aconselháveis para a desidratação das sementes, no entanto quando as aberturas estão totalmente fechadas a temperatura de 60°C não se aconselha para este fim, no entanto pode ser utilizada para a secagem de grãos.

Verifica-se também que para a abertura de 9 cm² nas laterais do secador, gera uma corrente convectiva de 150 ft/mim e, para a abertura de 40 cm² a corrente convectiva observada foi de 250 ft/mim.. Estas duas velocidades do ar de secagem geradas pelas aberturas do secador estão dentro das velocidades recomendadas para secagem de grãos e sementes.

No Quadro 05 e na Figura 06 mostra-se a secagem do feijão mulatino de 16% de umidade para 9,14% para uma espessura de 2 cm.

Observa-se neste Quadro que secou-se a quantidade de aproximadamente 60 Kg de feijão em 6 horas.

1) CHAPA

QUADRO 1 - TEMPERATURAS DO SECADOR DE CONVECÇÃO NATURAL NA CHAPA.

| 1 | | 2 | | 3 | |
|--------|-------|--------|-------|-------|-----|
| EM °C | EM °C | EM °C | EM °C | EM °C | |
| 121,00 | - | 110,00 | - | 82,00 | (1) |
| 154,00 | 71,00 | 60,00 | 60,00 | 49,00 | (2) |

2) ABAIXO DO PLENUM

QUADRO 2 - TEMPERATURAS DO SECADOR DE CONVECÇÃO NATURAL DO PLENUM.

| EM °C | EM °C | EM °C | |
|-------|-------|-------|-----|
| 32,00 | 31,70 | 29,00 | (1) |
| 60,00 | 71,00 | 60,00 | (3) |
| 39,50 | 42,00 | 41,00 | (4) |
| 40,60 | 48,00 | 42,00 | (5) |

| | | | |
|-------|-------|-------|-----|
| 35,00 | 32,00 | 30,00 | (1) |
| 60,00 | 71,00 | 60,00 | (3) |
| 41,00 | 43,00 | 43,00 | (4) |
| 43,00 | 49,00 | 43,00 | (5) |

(1) 1ª MEDIÇÃO - 23/07/96 - 2hs.

(2) 2ª MEDIÇÃO - 24/07/86 - 2hs.

(3) 3ª MEDIÇÃO - 25/07/86 - c/ PLENUM E FEIJÃO.

(4) 4ª MEDIÇÃO - 25/07/86 - c/ PLENUM E FEIJÃO E C/ ABERTURA DE 3 x 3 cm.

(5) 5ª MEDIÇÃO - 25/07/86 - UMA HORA DEPOIS DA ANTERIOR C/ ABERTURA DE 7 x 7 cm.

| | | | |
|-------|-------|-------|-----|
| 34,50 | 32,00 | 30,00 | (1) |
| 60,00 | 71,00 | 60,00 | (3) |
| 40,00 | 42,00 | 42,00 | (4) |
| 43,00 | 46,00 | 40,50 | (5) |

3) AO NÍVEL DO PLENUM

QUADRO 3 - TEMPERATURAS DO SECADOR DE CONVECÇÃO NATURAL AO NÍVEL DO PLENUM.

| EM C | EM C | EM C | |
|-------|-------|-------|-----------------|
| 29,00 | 30,00 | 29,00 | (1) |
| 49,00 | 49,00 | 36,00 | (3) s/ ABERTURA |
| 35,00 | 38,00 | 38,00 | (4) → 3 x 3 |
| 27,00 | 32,00 | 32,00 | (5) → 7 x 7 |

| | | | |
|-------|-------|-------|-----------------|
| 32,00 | 32,00 | 30,00 | (1) |
| 60,00 | 60,00 | 38,00 | (3) s/ ABERTURA |
| 39,00 | 41,00 | 41,00 | (4) → 3 x 3 |
| 38,00 | 38,00 | 38,00 | (5) → 7 x 7 |

| | | | |
|-------|-------|-------|----------------|
| 32,00 | 31,00 | 30,50 | (1) |
| 60,00 | 60,00 | 49,00 | (3) s/ ABETURA |
| 41,00 | 41,00 | 42,00 | (4) → 3 x 3 |
| 38,00 | 38,00 | 38,00 | (5) → 7 x 7 |

- (1) 1ª MEDIÇÃO - 23/07/86 - 2hs.
(2) 2ª MEDIÇÃO - 24/07/86 - 2hs.
(3) 3ª MEDIÇÃO - 25/07/86 - c/ PLENUM E FEIJÃO
(4) 4ª MEDIÇÃO - 25/07/86 - c/ PLENUM E FEIJÃO E C/ABERTURA 3x3 cm
(5) 5ª MEDIÇÃO - 25/07/86 - UMA HORA DEPOIS DA ANTERIOR C/ABERTURA DE 7 x 7 cm.

QUADRO 4 - TEMPERATURAS A NÍVEL DO PLENUM

| PONTOS DE TOMADAS DE TEMPERATURA | SEM ABERTIRA | C/ABETURA 3x3 (150 ft/mim) | C/ABERTURA 7x7 (250 ft/mim) |
|----------------------------------|--------------|----------------------------|-----------------------------|
| 13 | 49,00 | 35,00 | 27,00 |
| 14 | 49,00 | 38,00 | 32,00 |
| 15 | 36,00 | 38,00 | 32,00 |
| 16 | 60,00 | 39,00 | 38,00 |
| 17 | 60,00 | 41,00 | 38,00 |
| 18 | 38,00 | 41,00 | 38,00 |
| 19 | 60,00 | 41,00 | 38,00 |
| 20 | 60,00 | 41,00 | 38,00 |
| 21 | 49,00 | 42,00 | 38,00 |

QUADRO 5 - Secagem do feijão mulatinho - amostras de feijão retiradas do plenum.

| TEMPO (MIN) | UMIDADE (%) |
|-------------|-------------|
| 0 | 15,92 |
| 30 | 15,84 |
| 60 | 14,22 |
| 90 | 13,66 |
| 120 | 12,29 (*) |
| 270 | 9,90 (**) |
| 360 | 9,14 |

VELOMETER:

(*) C/ABERTURA DE 3 x 3 cm - 150/200 ft/min = 76,2/101,6 cm/seg.

(**) C/ ABERTURA DE 7 x 7 cm - 200/250 ft/min = 101,6/127 cm/seg.

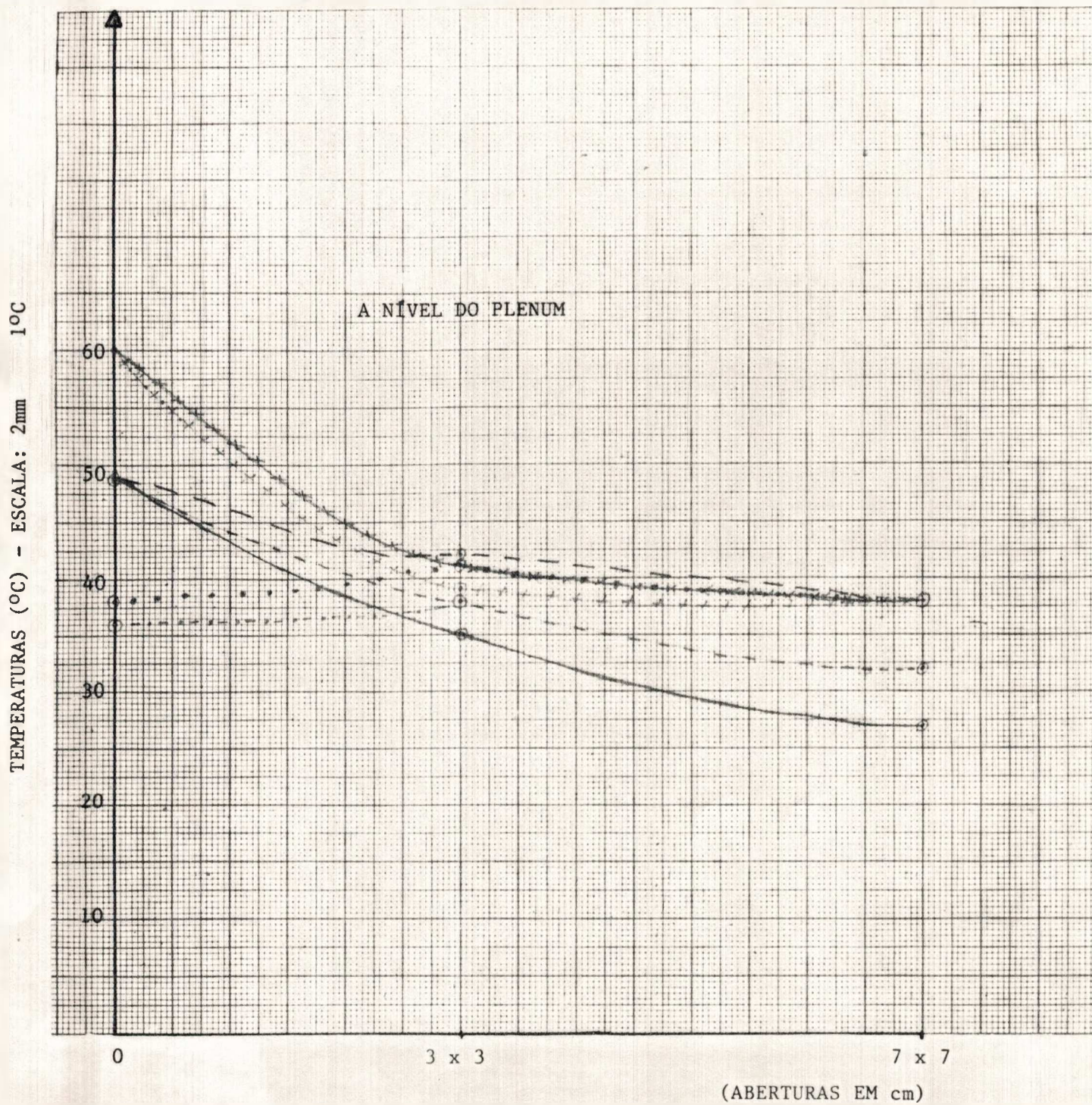


Figura 5: Temperaturas a nível do plenum em função das aberturas dos dutos do secador de convecção natural.

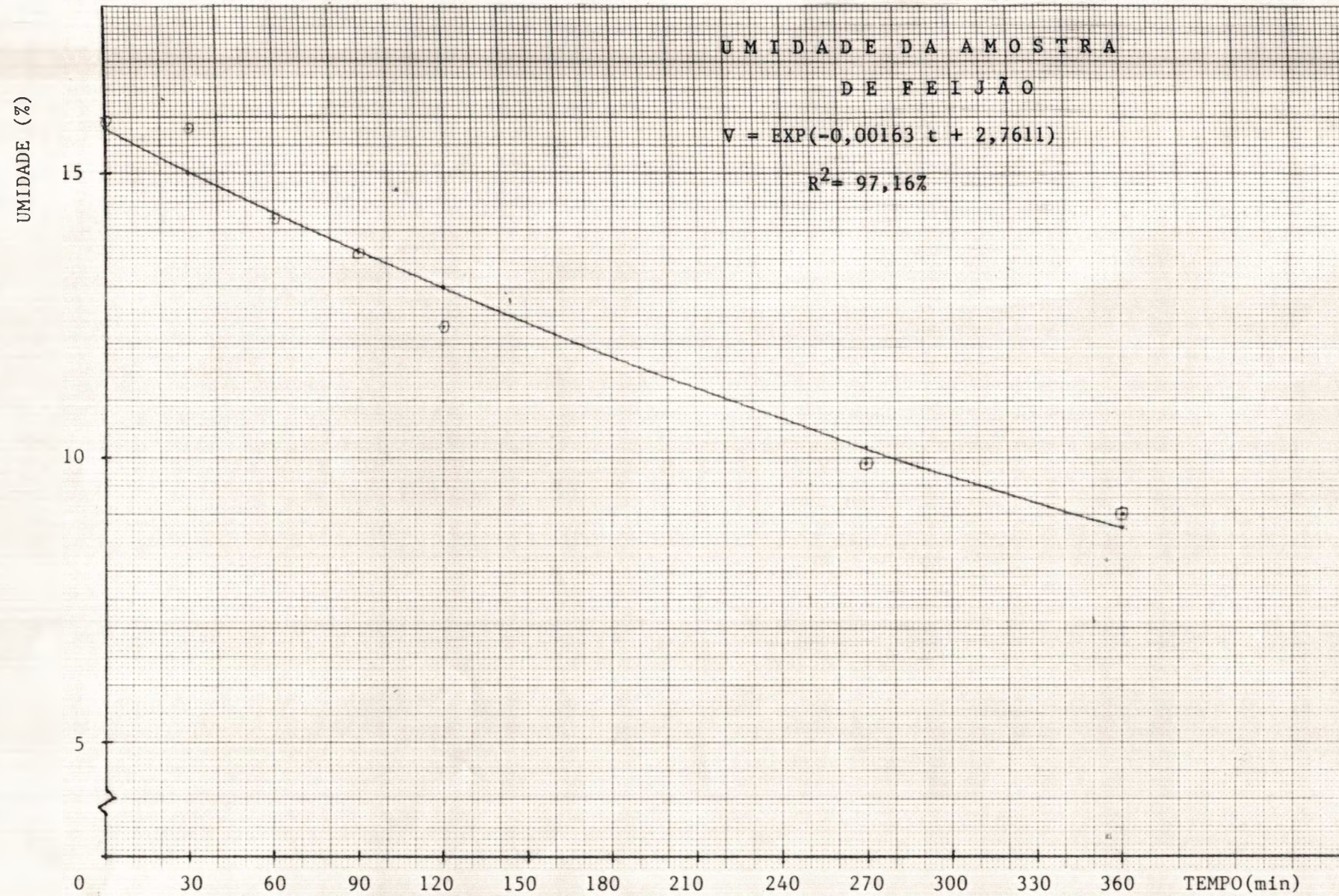


Figura 6: Secagem do feijão por um secador de convecção natural.

6. CONCLUSÕES

Diante dos resultados obtidos podemos concluir que:

- O secador de convecção natural se presta para a secagem de grãos e desementes.

- As aberturas laterais do secador que serve para a dmissão do ar ambiente e conseqüentemente formação de correntes convectivas gera uma velocidade do ar de secagem em torno de 150 ft/mim para a abertura de 9 cm² e de 250 ft/mim para a abertura de 49 cm².

- O secador de convecção natural, devido ao seu baixo custo de confecção se presta para secagem de grãos, visando principalmente seu aproveitamento para pequenas propriedades rurais.

7 - LITERATURA CITADA

- BROOKER, D.B.; ARKENA, F.W.B.; HALL, C.W.; BROOKER baker-arkema hall drying cereal grains. Connecticut the our publistring company, inc, 1974. 265p.
- LACERDA FILHO, A.F.; QUEIROZ, D.M. & ROA, G. Avaliação Ex perimental de secador Comercial Itermitente de arroz. Revista Brasileira de Armazenamento. Ed. CENTREINAR , Viçosa, 7(1):39-41, 1982.
- LASSERAN. J.C. Princípios Gerais de Secagem. Revista Bra sileira de Armazenamento. Ed. CENTREINAR, Viçosa, 3(3): 18-19, 1978.
- PUZZI, D. Manual de armazenagem de grãos: armazenagens e silos. São Paulo, Ed. Agronômica Ceres 1977. 405p.