

UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA
NÚCLEO DE TECNOLOGIA EM ARMAZENAGEM

RELATÓRIO: "SECAGEM DE FEIJÃO (*Phaseolus vulgaris* L.), EM CAMADAS FINAS, A ALTAS TEMPERATURAS, E SEUS EFEITOS NA GERMINAÇÃO DAS SEMENTES".

ORIENTADOR: Mário Eduardo R.M.C. Mata
ORIENTADO : Ana Cláudia Guerra Araújo

CAMPINA GRANDE - PARAÍBA

1986



Biblioteca Setorial do CDSA. Abril de 2021.

Sumé - PB

Í N D I C E

	PÁGINA
1.0. INTRODUÇÃO	1
2.0. OBJETIVOS	2
3.0. REVISÃO DE LITERATURA	3
4.0. MATERIAL E MÉTODOS	7
5.0. RESULTADOS E DISCUSÃO.....	10
6.0. CONCLUSÃO	17
7.0. BIBLIOGRAFIA	18
APÊNDICES	20

1.0. INTRODUÇÃO

O feijão, alimento básico do brasileiro, tem seu consumo aumentado a cada ano que se passa. Devido a este aumento na demanda do consumo, faz-se necessário então, que não só a produção, bem como a produtividade deste produto seja aumentada. Após a colheita, faz-se necessário a secagem dos grãos para posterior armazenagem.

Em geral, no Brasil, a secagem dos grãos é feita em terreiros (secagem natural), o que tem causado grandes perdas pois tal tipo de secagem depende de condições meteorológicas satisfatórias, o que nem sempre acontece quando no período de colheita; além do mais, estando as sementes expostas ao ar, tem-se grandes probabilidades de infestação por agentes biológicos (microorganismos, insetos, fungos, etc).

Para que tais perdas sejam amenizadas, pode-se utilizar a secagem artificial (mecânica) por meio de secadores; esta secagem, além de proporcionar uma diminuição do tempo de secagem, permite um controle total sobre o teor de umidade no qual se deseja armazenar as sementes, com as menores perdas possíveis.

Essa secagem mecânica, por sua vez, requer o uso de secadores eficientes e econômicos cujos projetos e funcionamento se baseiam no conhecimento das características de secamento do produto a ser seco.

Estas características são obtidas das curvas de secagem e dos modelos matemático que se descrevem analiticamente (BENZERRA SATHLER, 1979).

Na secagem dos grãos deve-se levar também em conta o fator econômico, isto é, quanto menor o tempo gasto para se obter o teor de umidade para armazenagem, tanto melhor. Para que tal condição seja satisfeita, é necessário que se aumente a temperatura de secagem dos grãos, porém, esta máxima temperatura de secagem não deve afetar a qualidade do produto, sobretudo se o mesmo for destinado às sementes. Segundo PUZZI (1977), a secagem que se destina às sementes deve ser feita com temperatura mais baixas, para que o embrião das mesmas fique protegido, e consequentemente, a capacidade germinativa dos grãos não seja afetada. As temperaturas mais altas são empregadas na secagem dos produtos destinados à alimentação. No entanto as sementes poderiam ser se

cas com temperaturas mais altas desde que estas não ficassem expostas o tempo necessário para que a temperatura das sementes atingisse valores limitantes. Como a literatura não mostra esse aspecto da questão é que este trabalho foi proposto.

2.0. OBJETIVOS

O objetivo deste trabalho foi:

- 2.1. Estabelecer as curvas de secagem de feijão, em camadas finas, às temperaturas de 55°C, 65°C, 75°C, 85°C, 95°C.
- 2.2. Observar durante o processo de secagem a influência da temperatura e do teor de umidade, na germinação das sementes.

3.0. REVISÃO DE LITERATURA

PUZZI (1979) define a secagem, como sendo a operação que tem por finalidade reduzir o teor de umidade dos produtos a níveis adequados à sua estocagem por um período prolongado.

ARSDEL (1963), diz não existir uma curva de secagem padrão que satisfaça a todos os produtos, porque estes diferem por sua constituição biológica, por possuírem cascas ou envoltórios e também por possuírem sementes de diferentes textura e composição.

BERGER e PEI (1973) definem a secagem de sólidos como a remoção de um líquido de um sólido úmido pela evaporação. O calor requerido para evaporação deve ser fornecido ao material; portanto, transferência de calor e massa ocorrem simultaneamente. Afirmam ainda, que até 1931, todos os estudos teóricos sobre secagem negligenciavam completamente os efeitos da transferência de calor, e supunham que a umidade era transferida pela ação da difusão ou da capilaridade. Essa, supersimplificação, aplicável sob circunstâncias muito específicas, tem levado não somente a estimativas errôneas em algumas situações gerais, mas em outros casos, à má interpretação dos resultados experimentais.

MATA E MARTINS (1984) dizem que, vários produtos biológicos, quando estão sendo secos individualmente ou em camada fina, apresentam uma perda de umidade a uma taxa constante durante o período inicial da secagem, seguido por um período de secagem a uma taxa decrescente. Todavia, a secagem de grãos e cereais, geralmente, ocorre inteiramente no período à taxa decrescente.

SATHLER (1979) cita que, uma equação semi-teórica frequentemente usada na análise de secagem de grãos, é a sugerida por Hukill, citado por VAN REST e ISAACS (1975), e Levis, citado por CHEN e JOHNSON (1969). Para esta equação, assume-se que toda resistência ao fluxo de umidade está concentrada numa camada superficial do grãos, e que a taxa de perda de umidade do grãos para o ambiente, a uma temperatura constante, é proporcional à diferença entre a umidade da semente e seu conteúdo de umidade de equilíbrio.

A equação analítica da equação de HUKILL é:

$$\partial\mu/\partial t = -k (U - U_e) \quad (1)$$

Separando as variáveis e integrando entre os limites:

Para $t = 0$; $U = U_i$

Para $t = t$; $U = \bar{U}$, obtêm-se:

$$(\bar{U} - U_e)/(U_i - U_e) = e^{-kt} = RU \quad (2)$$

onde:

R.U. é a razão de Umidade (Adimensional)

K é a constante de secagem (h^{-1})

t é o tempo de secagem (h)

\bar{U} é o conteúdo de umidade média num instante qualquer (% b.s.)

U_i é o conteúdo de Umidade Inicial (% b.s)

U_e é o conteúdo de Umidade de Equilíbrio (%b.s.)

CHEN e JOHNSON (1969) afirmam que a equação de Hukill não satisfaz aos vários períodos que se verificam durante a secagem de um material como grãos e, por isso, a equação de secamento deve ser modificada para a forma:

$$\partial U/\partial t = -k(\bar{U} - U_e)^n \quad (3)$$

onde n é uma constante empírica e adimensional-

Os mesmos autores, determinaram uma maneira gráfica para determinar o valor de K na equação (2), como:

$$RU = e^{-kt} = 10^{-kT/2,303} \quad (4)$$

Tomando os logarítimos desta equação, tem-se:

$$K = -2,303/t \cdot \log \frac{\bar{U} - U_e}{U_i - U_e} \quad (5)$$

Plotando $\log |(\bar{U} - U_e)/(U_i - U_e)$ versus t, a declividade da linha obtida será $-k/2,303$, e k pode ser calculado.

PAGE, citado pro VAN REST e ISAACS (1975), propôs uma outra modificação na equação de Huckill; o mesmo, estudando a se-

cagem do milho debulhado, em camadas finas, encontrou uma expressão para representar o processo de secagem no período inteiro. Page tornou o modelo uma função da umidade relativa do ar, pela introdução da constante C.

Assim:

$$R.U. = e^{-k^C} \quad (6)$$

onde : C é uma constante empírica adimensional.

VAN REST e ISAACS (1968) indicam ainda a forma inversa da equação de Page:

$$R.U. = p - qlnt \quad (7)$$

onde p e q são constantes determinadas por análises de regressão, ou graficamente.

ZINK (1970), estudando a conservação de sementes de feijão-vagem tratadas com inseticida, a diferentes teores de umidade e em diferentes recipientes, verificou que as sementes mantêm por mais tempo sua capacidade germinativa, quando armazenadas com baixo teor de umidade. Considerou 12,4% b.u. como baixo teor de umidade e conseguiu essa percentagem secando as sementes em secador dotado de ventilação forçada a 40°C.

MOKSHIN e SILCHENKO (1962) afirmam que a germinação e viabilidade de sementes de feijão submetidas à secagem, foram pouco afetadas por temperaturas do ar de secagem até 60°C, mas de cresceram rapidamente para temperaturas de 70 C a 80°C.

PFOST (1975) resumizou os vários efeitos produzidos na germinação das sementes de várias espécies (trigo, milho, arroz, ervilha), como:

1. Temperatura do ar de secagem;
 - a. Quando muito alta, reduz a germinação;
 - b. Moderadas temperaturas do ar de secagem, podem aumentar a germinação.
2. Umidade Relativa do ar de secagem:
 - a. Excessivamente baixa, causa a quebra do grão, a qual contribui para uma menor germinação;
 - b. Muito alta, conduz ao desenvolvimento de mofo.

3. Tempo de secagem
4. Conteúdo de umidade inicial de semente
5. Variedade
6. Presença ou ausência de poros.

4.0. MATERIAL E MÉTODOS

O presente trabalho foi realizado no laboratório do Núcleo de Tecnologia em Armazenagem, do Departamento de Engenharia Agrícola, pertencentes ao Centro de Ciências e Tecnologia da Universidade Federal da Paraíba.

Foram utilizadas sementes de feijão (Phaseolus vulgaris L.), colhidas na EMEPA no município de Lagoa Seca, em julho de 1986. O teor de Umidade inicial das sementes era de aproximadamente 25% b.u.

Antes que começássemos o trabalho, foi necessário que fizéssemos uma seleção das sementes de feijão, pois aproximadamente 50% do feijão se encontrava infestado por fungos, em consequência de não ter sido promovida a secagem a devido tempo.

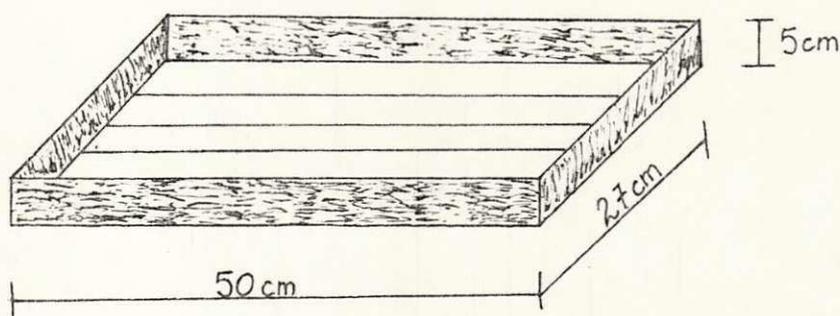
Depois da seleção dos feijões, foi determinado o teor de umidade dos mesmos através do método da estufa a $130^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ durante 2 horas; sendo o valor encontrado de aproximadamente 18,39% b.u.; em seguida, foram separados 2.000 sementes de feijão e guardadas em um recipiente vedado, para impedir absorção de umidade.

Após esta seleção dos grãos e determinação do teor de umidade inicial, foram separadas amostras com 300 sementes cada, e foram submetidas à secagem em uma estufa com ventilação, a cinco temperaturas (55°C , 65°C , 75°C , 85°C , 95°C). Para cada temperatura, a secagem foi conduzida até os teores de umidade de 16%, 14%, 12%, e 10%. Para cada teor de umidade alcançado, se parava-se amostras com 50 sementes de feijão, em seguida eram colocadas em outra estufa à temperatura de 45°C , até que as sementes atingissem o equilíbrio, quando então eram submetidas ao teste de germinação.

Ao final da secagem, ou seja, quando as sementes atingiam o teor de umidade de 10% para cada temperatura, as 100 sementes restantes ficavam na estufa sob a temperatura de secagem até o dia seguinte; quando era determinado o teor de umidade final das mesmas pelo método da estufa $130^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ durante duas horas, com o objetivo de se determinar o teor de Umidade de equilíbrio (Ur).

4.1. Determinação da germinação das sementes de feijão:

Para observação da germinação das sementes de feijão foram utilizados caixotes de madeira confeccionados no Núcleo de Armazenamento, nas dimensões de 5 x 27 x 50cm (fig.1). O substrato utilizado foi areia lavada e peneirada em malha de 0,5mm, logo depois de peneirada, a areia era levada à estufa com ventilação, à temperatura de 130°C durante 2 horas para que a mesma fosse desinfectada, em seguida, enchiam-se os caixotes e lavava-se a areia com água destilada. As sementes eram, então, plantadas, e durante um período que variou de 8 a 10 dias, foram observados as germinações das sementes de feijão para cada teor de umidade e temperatura de secagem distintos.



4.2. Análise Estatística

4.2.1. Equação de Secagem

Os dados de R. Umidade das sementes de feijão obtidos das diversas temperaturas de secagem em função do tempo foram submetidos a uma análise de regressão seguindo o modelo abaixo:

$$\ln R.U. = -k.t^n + e$$

onde: R.U. = Razão de Umidade

k e n = são constantes que dependem do material

t = tempo (minutos)

e = variável aleatória normalmente independente

Sendo os valores K e n dependentes da temperaturas (T)

onde:

$$k = aT^b$$

$$n = C + dt$$

5.0. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O modelo empírico, (Henderson), que melhor se ajustou aos dados experimentais de secagem, foi:

$$\ln RU = - kt^n$$

onde: R.U. = Razão de Umidade (adimensional)

n e k = Constantes que dependem do material

t = Tempo de secagem, h

sendo que:

$$k = 0,76697T^{0,2534844} ; \text{ onde } T = \text{Tempo de secagem}$$

$$n = -4,50609 + 0,0061818T$$

Logo, tem-se:

$$\ln RU = -(0,76697T^{0,2534844}) t^{-4,50609 + 0,0061818T}$$

As curvas teóricas de secagem de feijão são mostradas no gráfico 6.

Os gráficos de k e n em função de T, são mostrados nos gráficos 7 e 8.

As curvas de secagem de feijão nos mostram que o teor de umidade dos grãos decresce exponencialmente. Este comportamento coincide com as afirmações de Mata e Martins (1984), os quais dizem que a secagem de todos os grãos e cereais ocorre inteiramente no período à taxa decrescente. Tal fato só não ocorre quando os grãos são colhidos imaturos ou possuem água condensada sob sua superfície.

A análise de regressão revelou que k e n são função de temperatura de secagem.

Quando fez-se a análise de regressão da Equação de Henderson para os parâmetros k e n; observou-se que tal modelo não é apropriado para descrever tais parâmetros, devido aos baixos coeficientes obtidos. Porém, na determinação da Curva de secagem, pode-se considerar que a Equação de Henderson descreve razoavelmente os dados experimentais.

O efeitos das condições de secagem na germinação das sementes de feijão, é mostrado nos quadros 1, 2, 3, 4 e 5. O que

pode-se observar é que no caso das sementes que foram submetidas à secagem nas temperaturas de 55°C e 65°C, entre os teores de Umidade de 14%, 12% e 10% a percentagem de plantas germinadas foi superior às das sementes que foram secas até 16% de teor de Umidade. Este aumento da germinação pode ter sido causado pela quebra de dormência das sementes devido a temperatura, já que o tratamento térmico é um dos métodos utilizados para quebra de dormência das sementes. Verifica-se ainda neste quadro que existe um aumento da germinação para estas duas temperaturas de secagem até o teor de 12% a partir deste teor de Umidade a temperatura começa a fazer efeito nas sementes diminuindo seu poder germinativo.

No entanto, para as temperaturas de secagem de 75°C e 85°C, verificou-se que a germinação das sementes decresce com a diminuição da taxa de Umidade na qual as sementes vão ser armazenadas, e que quanto maior é a temperatura de secagem, menor é a germinação das sementes. Esses resultados, segundo PFOST (1975), mostram que a maior temperatura do ar de secamento, causa maior desnaturização e reestruturação das moléculas proteicas dos grãos de cereais, o que, é a causa da diminuição na germinação das sementes submetidas à secagem.

As sementes de feijão que foram submetidas à temperatura de secagem de 95°C até os níveis de 16% e 14% de Umidade, ainda conseguiram germinar, apesar do índice ter sido bastante baixo. Porém, para os teores de Umidade de 12% e 10% não foi detectado germinação das sementes.

QUADRO 1 - GERMINAÇÃO DAS SEMENTES DE FEIJÃO MULATINHO SUBMETIDAS A SECAGEM À TEMPERATURA DE 55°C.

DIAS:	TEOR DE UMIDADE DOS GRÃOS							
	16%		14%		12%		10%	
5	1/50	2%	5/50	10%	-	-	-	-
6	6/50	12%	12/50	24%	8/50	16%	8/50	16%
7	17/50	34%	20/50	40%	21/50	42%	14/50	28%
8	22/50	44%	27/50	54%	25/50	50%	17/50	34%
12	28/50	56%	34/50	68%	36/50	72%	29/50	58%
13	28/50	56%	35/50	70%	36/50	72%	31/50	62%
15	28/50	56%	36/50	72%	38/50	76%	33/50	66%

QUADRO 2 - GERMINAÇÃO DAS SEMENTES DE FEIJÃO MULATINHO SUBMETIDAS A SECAGEM À TEMPERATURA DE 65°C.

DIAS:	TEOR DE UMIDADE DOS GRÃOS							
	16%		14%		12%		10%	
7	3/50	6%	10/50	20%	5/50	10%	1/50	2%
8	10/50	20%	14/50	28%	13/50	26%	6/50	12%
10	17/50	34%	25/50	50%	28/50	56%	23/50	46%
15	29/50	58%	34/50	68%	36/50	72%	33/50	66%

QUADRO 3 - GERMINAÇÃO DAS SEMENTES DE FEIJÃO MULATINHO SUBMETIDAS A SECAGEM À TEMPERATURA DE 75°C.

DIAS	TEOR DE UMIDADE DOS GRÃOS							
	16%		14%		12%		10%	
7	2/50	4%	3/50	6%	-	-	-	-
9	22/50	44%	10/50	20%	15/50	30%	12/50	24%
14	33/50	66%	32/50	64%	28/50	56%	25/50	50%

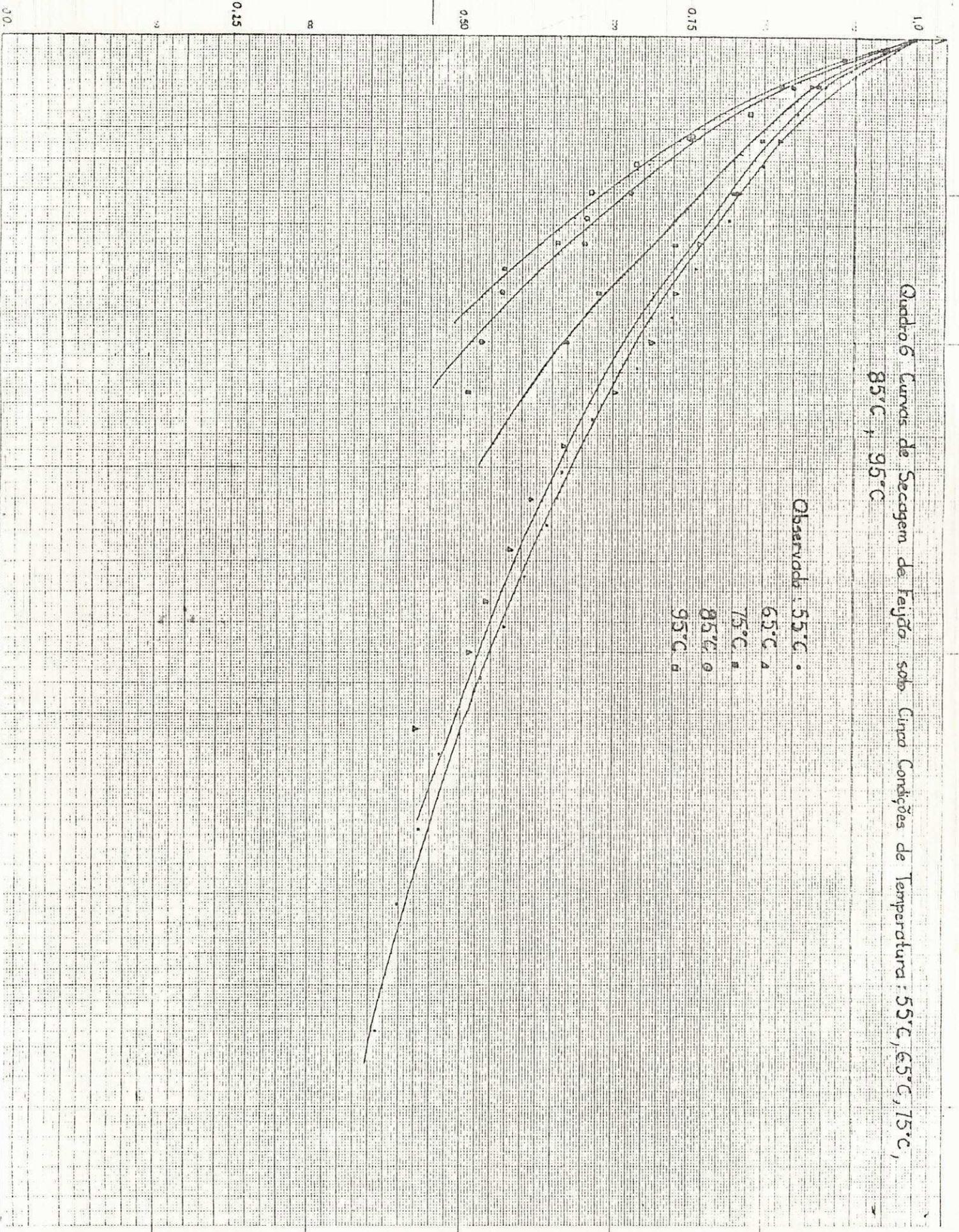
QUADRO 4 - GERMINAÇÃO DAS SEMENTES DE FEIJÃO MULATINHO SUBMETIDAS A SECAGEM À TEMPERATURA DE 85°C.

DIAS	TEOR DE UMIDADE DOS GRÃOS							
	16%		14%		12%		10%	
8	25/50	50%	4/50	8%	-	-	-	-
13	31/50	62%	27/50	54%	13/50	26%	13/50	26%

QUADRO 5 - GERMINAÇÃO DAS SEMENTES DE FEIJÃO MULATINHO SUBMETIDAS A SECAGEM À TEMPERATURA DE 95°C.

DIAS	TEOR DE UMIDADE DOS GRÃOS							
	16%		14%		12%		10%	
13	6/50	12%	1/50	2%	-	-	-	-

Razão de Umidade (adimensional)



- 3,0

0 15 30 45 60 75 90 105

15

Quadro 7: Curva de Regressão do Coeficiente n da Equação de Henderson modificada em função da Temperatura de Secagem

$$n = -4,50609 + 0,0061818T$$

$$R^2 = 24,92\%$$

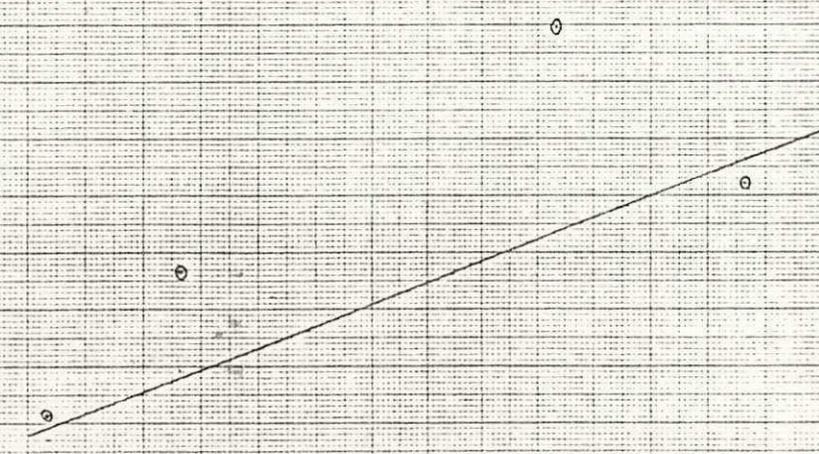
150

- 4,0

100

50

0



Quadro 8: Curva de Regressão do Coeficiente K da Equação de Henderson modificada em função da temperatura de Secagem.

$$K = 0,76697T^{0,2534844}$$

$$R^2 = 66,08\%$$

2.5

1.5

1.0

0.5

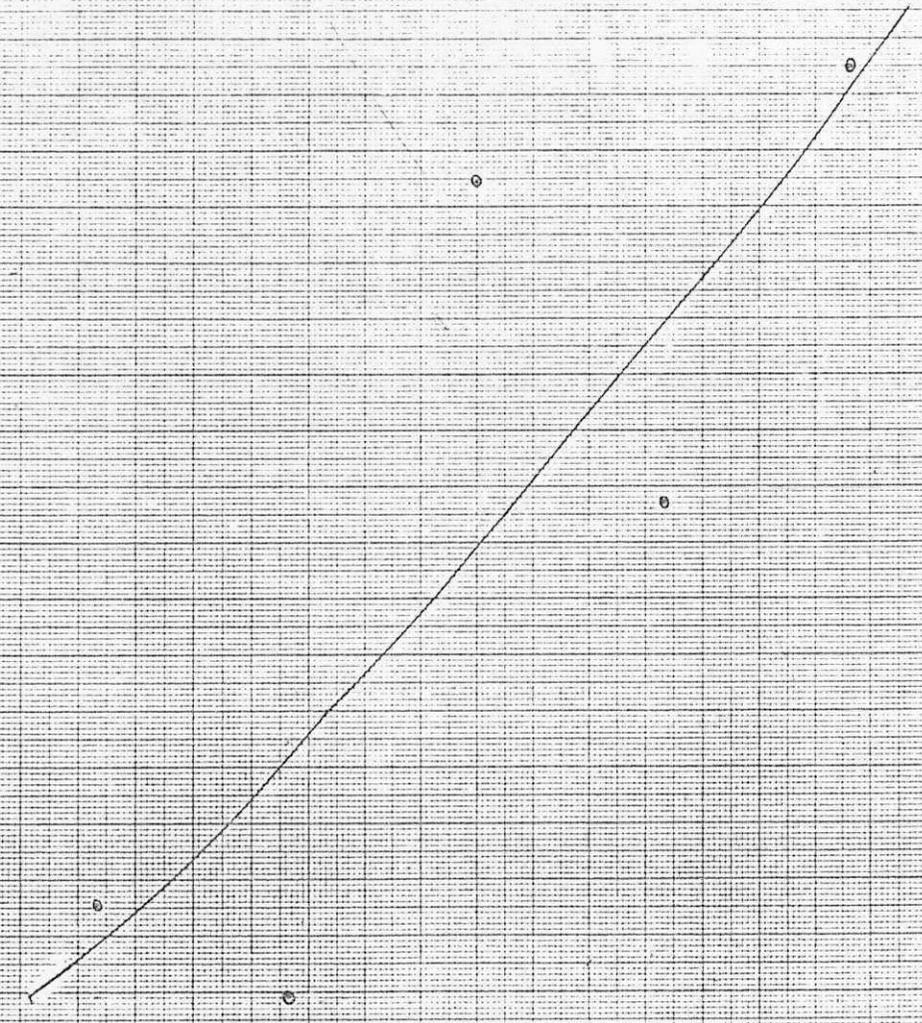
0

-0.5

-1.0

-1.5

-2.0



6.0. CONCLUSÃO

Diante dos dados experimentais obtidos, pode-se afirmar que:

1. A secagem dos grãos dá-se no período de taxa decrescente.
2. A germinação das sementes é afetada pela temperatura de secagem.

As temperaturas do ar de secagem de 55°C e 65°C podem ser utilizados na secagem das sementes até o teor de 12%, a partir deste teor de Umidade a temperatura começa a fazer efeito nas sementes diminuindo seu poder germinativo.

Para as temperaturas do ar de secagem de 55°C e 65°C , para o teor de Umidade de 14% e 12%, observa-se uma maior germinação das sementes devido a quebra de dormência.

Não se recomenda a utilização das temperaturas do ar de secagem de 75°C , 85°C e 95°C para a secagem das sementes, já que a germinação é afetada.

3. A Equação proposta (Henderson), descreve razoavelmente os dados experimentais; sugere-se que outros modelos sejam testados afim de que melhores coeficiente sejam obtidos.

7.0. - BIBLIOGRAFIA

1. MARTINS, J.H. & CAVALCANTI MATA, M.E.R.M. O Processo de Secagem. C. Grande. Introdução e Teoria e Simulação Matemática de Secagem de Grãos. p. 19-27, 1984.
2. Puzzi, D. Manual de Armazenamento de Grãos - Armazéns e Silos. Editora Agronômica Ceres Ltda. São Paulo, 1977.
3. SATHER, M.G.B. Secagem de Feijão (Phaseolus vulgaris L.), em Camadas Finas, a Baixas Temperaturas e seus Efeitos na Germinação das Sementes. Viçosa, 1979, 39 pp. (Tese Mestrado)
4. PFOST, D. Environmental and Varietal factores affecting damage to seed soybeans during drying. Ohio, Ohil State University, 1975, 223 pp. (Tese PhD)
5. VAN REST, D.J. & ISAACS, G.W. Exposed - layer druing of grain, Transaction of the ASE, St. Joseph, Michingan 11 (2), p. 236, 239, 1968.
6. CAVALCANTI MATA, M.E.R.M; VIGGIANO, J.; MARTINS, J. H.; ARAGÃO, R.F.; FILHO, J.G.F. Comparação entre dois diferentes Métodos de determinação do teor de umidade em sementes olerícolas. C. Grande Revista Nordestina de Armazenagem 1 (1):3-31 1984.
7. BERGER, D, & PEI, D.C.T. Drying of huygros copic capillary porous solids - A theoretical approach. Int. Journal Heat Mass Transfer, Great Britain, Vol. 23, p. 293-302, 1973.
8. ARSDEL, Van W.B. Food desidration - Principles. California, The Avi Publishing Company, 1963.
9. CHEN, C.S. & JOHNSON, W.H. Kinectics of moisture movement in hygroscopic materials. Transctions of the ASAE, St. Joseph, Michigan, 12 (1): 109-113, 1969

10. MOKSHIN, P.N. & SILCHENKO, N.F. Drying of beans. In: Agricultural and Horticultural Engineering Abstracts, West Park,
11. HARA, T. Teor de Umidade e Temperatura de Grãos Armazenados Viçosa. Revista Brasileira de Armazenamento. 2(2): 26-27, 1977.

APÊNDICES

APÊNDICE 1 - DADOS EXPERIMENTAIS DA CURVA DE SECAGEM PARA A TEMPERATURA DE 55°C.

TEMPO (min.)	PERCENTAGEM DE UMIDADE (%)	R.U.	R.U.¹
0	18,39	1,000	1,000
15	16,51	0,867	0,881
25	16,00	0,831	0,829
35	15,48	0,795	0,784
45	14,96	0,758	0,745
55	14,61	0,733	0,709
65	14,00	0,690	0,677
75	13,37	0,646	0,647
85	12,869	0,612	0,619
95	12,64	0,594	0,594
105	12,29	0,570	0,570
115	12,00	0,549	0,547
125	11,62	0,522	0,526
140	11,00	0,479	0,496
155	10,67	0,455	0,468
170	10,36	0,433	0,443
195	10,00	0,408	0,405

APÊNDICE 2 - DADOS EXPERIMENTAIS DA CURVA DE SECAGEM PARA A TEMPERATURA DE 65°C.

TEMPO (min.)	PERCENTAGEM DE UMIDADE (%)	R.U.	R.U.¹
0	18,39	1,000	0,999
10	16,48	0,885	0,903
20	16,00	0,855	0,843
30	15,14	0,804	0,793
40	14,44	0,762	0,751
50	14,0	0,735	0,712
60	13,55	0,708	0,678
70	12,87	0,667	0,646
80	12,0	0,614	0,617
90	11,37	0,577	0,590
100	10,96	0,552	0,565
110	10,57	0,528	0,542
120	10,25	0,509	0,520
135	9,26	0,450	0,490

APÊNDICE 3 - DADOS EXPERIMENTAIS DA CURVA DE SECAGEM PARA A TEMPERATURA DE 75°C.

TEMPO (min.)	PERCENTAGEM DE UMIDADE (%)	R.U.	R.U. '
0	18,39	1,000	0,999
10	16,59	0,891	0,903
20	15,60	0,832	0,829
30	15,16	0,806	0,766
40	14,00	0,736	0,709
50	12,6	0,651	0,658
60	12,0	0,615	0,612
70	10,2	0,507	0,570

APÊNDICE 4 - DADOS EXPERIMENTAIS DA CURVA DE SECAGEM PARA TEMPERATURA DE 85°C.

TEMPO (min.)	PERCENTAGEM DE UMIDADE (%)	R.U.	R.U. '
0	18,39	1,000	0,999
10	16,00	0,867	0,859
20	14,00	0,750	0,763
30	12,85	0,684	0,685
40	12,00	0,639	0,619
50	10,40	0,545	0,561
60	10,00	0,522	0,511

APÊNDICE 5 - DADOS EXPERIMENTAIS DA CURVA DE SECAGEM PARA TEMPERATURA DE 95°C.

TEMPO (min.)	PERCENTAGEM DE UMIDADE (%)	R.U.	R.U. '
0	18,39	1	0,099
5	17,00	0,922	0,921
10	15,75	0,852	0,858
15	15,14	0,817	0,802
20	14,00	0,753	0,752
25	12,88	0,690	0,706
30	12,00	0,641	0,633
35	11,98	0,640	0,624
40	11,35	0,604	0,588
45	10,39	0,550	0,554