

JOÃO MIGUEL DE MORAES NETO

DETERMINAÇÃO DE PARAMETROS BASICOS DE FEIJAO CARIOQUINHA
NECESSARIOS AO MODELAMENTO MATEMATICO DE
SECAGEM EM CAMADA ESPESSA

CAMPINA GRANDE - PARAIBA

1991



JOAO MIGUEL DE MORAES NETO

DETERMINAÇÃO DE PARAMETROS BASICOS DE FEIJÃO CARIOQUINHA
NECESSARIOS AO MODELAMENTO MATEMATICO DE
SECAGEM EM CAMADA ESPESSA

Dissertação apresentada ao
Curso de Pós-Graduação em En-
genharia Agrícola da Universi-
dade Federal da Paraíba, em
cumprimento às exigências
para obtenção do grau de Mes-
tre.

Area de Concentração: Processamento e Armazenamento de Produtos
Agrícolas

Orientadores: José Helvecio Martins (Ph.D)

Prof. Adjunto

Mário Eduardo R.M. Cavalcanti Mata (M.Sc.)

Prof. Adjunto

Campina Grande - Paraíba

1991



M827d Moraes Neto, Joao Miguel de
Determinacao de parametros basicos de feijao carioquinha necessarios ao modelamento matematico de secagem em camada espessa / Joao Miguel de Moraes Neto. - Campina Grande, 1991.

70 f. : il.

Dissertacao (Mestrado em Engenharia Agricola) -
Universidade Federal da Paraiba, Centro de Ciencias e
Tecnologia.


1. Armazenamento de Produtos Agricolas 2. Feijao
Carioquinha - 3. Processamento - 4. Engenharia Agricola 5.
Secagem de Feijao 6. Dissertacao I. Martins, Jose Helvecio,
Dr. II. Mata, Mario Eduardo R. M. Cavalcanti, M.Sc. III.
Universidade Federal da Paraiba - Campina Grande (PB) IV.
Titulo

CDU 631.563(043)


DETERMINAÇÃO DE PARAMETROS BASICOS DE FEIJÃO CARIOQUINHA
NECESSARIOS AO MODELAMENTO MATEMATICO DE
SECAGEM EM CAMADA ESPESSA

João Miguel de Moraes Neto

Dissertação aprovada em 18 de junho de 1991.


Prof. José Helvecio Martins
Orientador


Prof. Mário Eduardo R.M. Cavalcanti Mata
Orientador


Prof. Kepler Borges de França
Examinador

Campina Grande - PB

Junho - 1991

AGRADECIMENTOS

Aos professores José Helvecio Martins e Mário Eduardo R.M. Cavalcanti Mata pela orientação e amizade,

A Universidade Federal da Paraíba, através do Departamento de Engenharia Agrícola,

Aos funcionários do Núcleo de Tecnologia em Armazenagem pelo apoio concedido, especialmente aos colegas Flávio e Gersonilson.

Aos colegas de mestrado pelo companheirismo,

Ao Laboratório de Operações Unitárias do Departamento de Engenharia Química pela utilização de seus equipamentos,

Ao meus pais e familiares pelo incentivo ao longo de todo o meu curso e

A Deus sobre todas as coisas.

DEDICATORIA

A Deus

A meus pais

A minha esposa e filhos

A minha vida

INDICE

	PAGINA
LISTA DE FIGURAS.....	i
LISTA DE TABELAS.....	v
RESUMO	vii
SUMMARY	viii
1. INTRODUÇÃO	01
2. OBJETIVOS	04
3. REVISAO DE LITERATURA	05
3.1. Teoria de Secagem	05
3.2. Modelos de Secagem em Camada Fina	11
3.3. Curvas de Equilíbrio Higroscópico	16
3.4. Calor Específico	21
3.5. Porosidade	24
3.6. Massa Específica	25
4. MATERIAIS E METODO	27
4.1. Secagem em Camada Fina	27
4.2. Calor Específico	31
4.3. Porosidade	31
4.4. Massa Específica	36
5. RESULTADOS E DISCUSSAO	37
5.1. Secagem em Camada Fina	37
5.2. Calor Específico	58

5.3. Porosidade	60
5.4. Massa Especifica	62
6. CONCLUSOES	64
7. SUGESTOES	66
8. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	67

APENDICE A : Valores de razão de umidade experimental
e os calculados pela equação de Thompson...

APENDICE B : Valores de razão de umidade experimental
e os calculados pela equação de Page.....

LISTA DE FIGURAS

FIGURA		PAGINA
1	Secador experimental utilizado na secagem em camada fina do feijão carioquinha	28
2	Calorímetro.....	33
3	Picnômetro.....	35
4	Comparação das razões de unidade experimentais com as calculadas pelo modelo de Thompson para um teor de unidade inicial de 0,3158, decimal b.s.	40
5	Comparação das razões de unidade experimentais com as calculadas pelo modelo de Page para um teor de unidade inicial de 0,3158, decimal b.s.	41
6	Variação dos parâmetros A e B do modelo de Thompson, de acordo com a temperatura, para um teor de unidade inicial de 0,3158, decimal b.s.	46

7	Variação dos parâmetros A e B do modelo de Page, de acordo com a temperatura, para um teor de umidade inicial de 0,3158, decimal b.s.	47
8	Comparação das razões de umidade experimentais com as calculadas pelo modelo de Thompson para um teor de umidade inicial de 0,2346, decimal b.s.	48
9	Comparação das razões de umidade experimentais com as calculadas pelo modelo de Thompson para um teor de umidade inicial de 0,2739, decimal b.s.	49
10	Comparação das razões de umidade experimentais com as calculadas pelo modelo de Thompson para um teor de umidade inicial de 0,2987, decimal b.s.	50
11	Comparação das razões de umidade experimentais com as calculadas pelo modelo de Thompson para um teor de umidade inicial de 0,3158, decimal b.s.	51

12	Comparação das razões de umidade experimentais com as calculadas pelo modelo de Page para um teor de umidade inicial de 0,2346, decimal b.s.	52
13	Comparação das razões de umidade experimentais com as calculadas pelo modelo de Page para um teor de umidade inicial de 0,2739, decimal b.s.	53
14	Comparação das razões de umidade experimentais com as calculadas pelo modelo de Page para um teor de umidade inicial de 0,2987, decimal b.s.	54
15	Comparação das razões de umidade experimentais com as calculadas pelo modelo de Page para um teor de umidade inicial de 0,3158, decimal b.s.	55
16	Efeito do teor de umidade inicial sobre a taxa de secagem para uma temperatura de 40°C (modelo de Thompson).....	56
17	Efeito do teor de umidade inicial sobre a taxa de secagem para uma temperatura de 40°C (modelo de Page).....	57

18	Variação do calor específico de acordo com o teor de umidade.....	59
19	Variação da porosidade de acordo com o teor de umidade	61
20	Variação da massa específica de acordo com o teor de umidade	63

LISTA DE TABELAS

TABELA		PAGINA
1	Coeficientes A e B da equação de Thompson e K e N da equação de Page calculados para um teor de umidade inicial do produto de 0,2346, decimal b.s.	38
2	Coeficientes A e B da equação de Thompson e K e N da equação de Page calculados para um teor de umidade inicial do produto de 0,2739, decimal b.s.	38
3	Coeficientes A e B da equação de Thompson e K e N da equação de Page calculados para um teor de umidade inicial do produto de 0,2987, decimal b.s.	39
4	Coeficientes A e B da equação de Thompson e K e N da equação de Page calculados para um teor de umidade inicial do produto de 0,3158, decimal b.s.	39
5	Coeficientes a_1 da Equação (48), obtidos através regressão múltipla ($R^2 = 0,9626$ e QMR = 0,00979)	43

6	Coeficientes b_1 da Equação (49), obtidos através de regressão múltipla ($R^2 = 0,9747$ e QMR = $0,01230$)	43
7	Coeficientes k_1 da Equação (50), obtidos através de regressão múltipla ($R^2 = 0,9113$ e QMR = $0,007$)	44
8	Coeficientes n_1 da equação (51), obtidos através de regressão múltipla ($R^2 = 0,9860$ e QMR = $1,4557 \times 10^{-4}$).....	44

RESUMO

Estudou-se alguns parâmetros básicos de feijão carioquina necessários ao modelamento matemático de secagem em camada espessa.

Foi determinado calor específico, massa específica e porosidade do feijão carioquina em função do teor de umidade e obteve-se, através de análise de regressão, uma equação linear para o calor específico e equações de terceiro grau para a massa específica e porosidade que se ajustaram muito bem aos dados experimentais desses parâmetros.

Desenvolveu-se também equações de secagem em camada fina para o feijão carioquina em função da temperatura e do teor de umidade inicial do produto, utilizando os modelos de Thompson e Page. Pode-se concluir que as equações de Thompson e Page ajustaram-se muito bem aos dados experimentais para a faixa de temperatura (40, 50, 60, 70 e 80 °C) e umidade inicial (0,2346; 0,2739; 0,2987; 0,3158 decimal b.s.) utilizada neste trabalho.

SUMMARY

Some basic parameters of carioquinha beans (Phaseolus vulgaris, L.), needed for mathematical modeling of the deep-bed drying process were studied.

Specific heat, specific weight and percentage of void spaces for carioquinha beans were determined as a function of product moisture content, using regression analysis. A linear equation gave a good fit for specific heat and a third degree equation gave better fit for both specific weight and void spaces (porosity).

It was also developed thin layer drying equations for carioquinha beans as functions of both drying air temperature and product initial moisture content. Two thin layer drying equations - one proposed by Thompson in 1967 and the other proposed by Page in 1949 - were modified to fit the experimental thin layer drying data of carioquinha beans by fitting their coefficients as functions of both drying air temperature and product initial moisture content.

It was concluded that both equations (Thompson and Page) fitted very well to the experimental data in the range of temperature (40 to 80 °C) and initial moisture content (0.2346 to 0.3158, decimal d.b.) used in this research.

1. INTRODUÇÃO

O feijão é um alimento básico do povo brasileiro, ocupando posição de destaque na nossa agricultura.

No Brasil, foi plantada com a cultura do feijão uma área de 5.315.890 ha em 1985, 5.477.688 ha em 1986 e 5.501.791 ha em 1987, cujas safras colhidas foram, respectivamente, 2.548.738t, 2.209.188 t e 2.007.230 t, o que evidencia uma queda na produção anual de 1986 para 1987 de 541.508t ou 9,9% (IBGE, 1988).

No Nordeste, o Estado da Bahia é o maior produtor dessa leguminosa. Entretanto, para a Paraíba, esta cultura é de grande importância sócio-econômica, constituindo base alimentar de quase 100% da população, sendo ainda a principal e mais barata fonte de proteína, além de contribuir com uma boa margem de divisas para o Estado (CAVALCANTI MATA et alii, 1985).

Segundo Maffia e Amaral (1987), citado por OLIVEIRA et alii (1988), além de ser uma fonte importante de proteína, o feijão constitui também uma fonte razoável de ferro e vitamina B1.

A FAO estima as perdas anuais de grãos e cereais em aproximadamente 10% do total produzido, com algumas áreas alcançando perdas de 30 a 50% do valor nutricional de algumas safras (BOUMANS, 1985).

Durante o armazenamento, as sementes podem sofrer diversos prejuízos não só qualitativos como também quantitativos. Estima-se que, no Brasil, as perdas quantitativas decorrentes da estocagem de grãos são, em média, em torno de 30% ao ano (AGUIAR, 1978).

Existem vários processos que podem ser usados na conservação da qualidade de produtos agrícolas. Dentre estes, a secagem é o processo comercial mais utilizado para a preservação da qualidade desses produtos. Consiste na remoção de grande parte da água inicialmente contida no produto, logo após seu amadurecimento fisiológico, a um nível máximo de umidade no qual possa ser armazenado em condições ambientais por longos períodos, normalmente maiores que 3 anos, sem a perda de suas propriedades nutricionais e organolépticas (ROA e ROSSI, 1980).

A secagem feita naturalmente na planta (que pode estar em pé ou cortada) ou a secagem feita em terreiros eram os métodos mais utilizados nos países em desenvolvimento nos anos 70, apesar da alta percentagem de perdas que ocorriam devido a condições meteorológicas adversas, doenças próprias do campo, ataque de insetos, pássaros e outros animais, contaminação, etc. (ROA e VILLA, 1977). Este panorama parece não ter mudado muito nos últimos treze anos, pelo menos em alguns países do terceiro mundo.

No Brasil uma grande parte da produção de grãos ainda é seca naturalmente no campo ou em terreiros, onde os grãos ficam

expostos à ação de agentes biológicos e às condições adversas do tempo, o que acarreta grandes perdas na produção (DALPASQUALE, 1983).

A secagem ao ar livre não é viável para grandes quantidades de grãos e impossível de ser realizada em dias úmidos e chuvosos (MOURA et alii, 1989).

Lepigre, citado por SAHTLER (1979), recomenda a introdução de métodos modernos incluindo a secagem rápida do feijão. Isso evita as perdas consideráveis sofridas pelo produto devido aos danos produzidos por insetos e microorganismos no período pós-colheita.

Segundo BROOKER et alii (1974) e SILVA et alii (1983), a secagem rápida pode ser proporcionada por vários tipos de secadores como os de camada fixa, fluxo contracorrente, fluxo concorrente e fluxo cruzado. A engenharia desses secadores é fundamentada na secagem em camada fina dos produtos.

Portanto a determinação dos parâmetros básicos do feijão carioquina, principalmente um modelo confiável que descreva com precisão aceitável o processo de secagem em camada delgada, é indispensável na previsão do processo de secagem em camada espessa qualquer que seja o secador utilizado.

2. OBJETIVOS

Este trabalho teve os seguintes objetivos:

- 2.1. Determinação do calor específico, massa específica e porosidade do feijão carioquinha em função da variação do teor de umidade.
- 2.2. Determinação das taxas de secagem em camada fina do feijão carioquinha para várias temperaturas (40, 50, 60, 70 e 80°C) e teores de umidade inicial (0,2346; 0,2739; 0,2987 e 0,3158, decimal b.s.).
- 2.3. Ajuste das equações de Thompson e de Page aos dados experimentais de secagem do feijão carioquinha.
- 2.4. Comparação dos resultados obtidos pelas equações de Thompson e de Page com os dados experimentais.

3. REVISÃO DE LITERATURA

3.1. Teoria de Secagem

Secagem é um processo de transferência simultânea de calor e massa. O calor é usado para evaporar a umidade que é removida da superfície do produto por um meio de secagem externo, usualmente o ar. 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 de secagem, seguido de um período a taxa decrescente. Entretanto a secagem de grãos e cereais geralmente ocorre inteiramente no período a taxa decrescente (BROOKER et alii, 1974). Por isso todas as discussões nesse trabalho refere-se a secagem a taxa decrescente.

Na secagem a taxa decrescente a resistência interna ao transporte de umidade é maior que a resistência externa à remoção do vapor de água. Em consequência disso, o produto não apresenta um filme de água cobrindo sua superfície como é o caso da secagem a taxa constante. À medida em que o teor de umidade decresce abaixo do teor de umidade crítico, a diferença entre a pressão de vapor no interior do produto e a pressão de vapor em seu exterior decresce junto com a taxa de secagem. Assim aparece um gradiente de umidade no interior do produto e sua temperatura se eleva acima da temperatura de bulbo úmido (BROOKER et alii, 1974).

Segundo MARTINS e CAVALCANTI MATA (1984), no período de secagem à taxa decrescente não devem ser considerados apenas os mecanismos de transferência externos (transferência de calor e massa por convecção), mas também os mecanismos de transferência no interior do produto (difusão de calor e massa). Embora várias teorias tenham sido propostas para prever o comportamento de secagem de grãos durante o período de secagem a taxa decrescente, somente as relações semi-empíricas e empíricas têm-se mostrado como melhores opções para prever o processo de secagem.

Segundo BROOKER et alii (1974) e NEVES (1982) os mecanismos usados para descrever o movimento de umidade em sólidos tais como grãos são:

- 1) Movimento de líquido devido a forças superficiais (fluxo capilar).
- 2) Movimento de líquido devido a diferentes concentrações de umidade (difusão líquida).
- 3) Movimento de líquido devido a difusão de umidade na superfície dos poros.
- 4) Movimento de vapor devido a diferentes concentrações de umidade (difusão de vapor).
- 5) Movimento de vapor devido a diferenças de temperatura (difusão térmica).

δ) Movimento de água e vapor devido a diferença de pressão total (fluxo hidrodinâmico).

Luikov (1966) e seus colaboradores, citado por BROOKER et alii (1974), propuseram o seguinte modelo de secagem baseados nos mecanismos já propostos:

$$\frac{\partial U}{\partial t} = \nabla^2 K_{11}U + \nabla^2 K_{12}T + \nabla^2 K_{13}P \quad (1)$$

$$\frac{\partial T}{\partial t} = \nabla^2 K_{21}U + \nabla^2 K_{22}T + \nabla^2 K_{23}P \quad (2)$$

$$\frac{\partial P}{\partial t} = \nabla^2 K_{31}U + \nabla^2 K_{32}T + \nabla^2 K_{33}P \quad (3)$$

em que

U = teor de umidade do produto

T = temperatura do produto

P = pressão total

t = tempo

K_{11} , K_{22} , K_{33} = coeficientes fenomenológicos

K_{ij} ($i \neq j$) = coeficientes de ajuste dos efeitos combinados de umidade, temperatura e pressão.

As Equações (1), (2) e (3) podem ser simplificadas, uma vez que o gradiente de pressão só é significativo para temperaturas bem acima da faixa empregada na secagem de grãos.

Logo o sistema se torna:

$$\frac{\partial U}{\partial t} = \nabla^2 K_{11}U + \nabla^2 K_{12}T \quad (4)$$

$$\frac{\partial T}{\partial t} = \nabla^2 K_{21}U + \nabla^2 K_{22}T \quad (5)$$

As Equações (4) e (5) foram aplicadas para vários produtos, segundo Husain et alii, citado por BROOKER et alii (1974), os quais concluíram que o efeito combinado de temperatura e umidade na análise de secagem só é requerido para um número muito limitado de grãos, podendo ser negligenciado para a maioria dos casos.

Assim as Equações (4) e (5) se tornam:

$$\frac{\partial U}{\partial t} = \nabla^2 K_{11}U \quad (6)$$

$$\frac{\partial T}{\partial t} = \nabla^2 K_{22}T \quad (7)$$

Na prática os gradientes de temperatura no produto não são considerados e as Equações (6) e (7) se resumem a:

$$\frac{\partial U}{\partial t} = \nabla^2 K_{11}U \quad (8)$$

Como o escoamento de umidade dentro do grão se dá por difusão, o coeficiente K_{11} é substituído pelo coeficiente de difusão (D). Como, muitas vezes, o coeficiente de difusão é considerado constante, a Equação (8) pode ser escrita como (BROOKER *et alii*, 1974):

$$\frac{\partial U}{\partial t} = D \left[\frac{\partial^2 U}{\partial r^2} + \frac{C}{r} \frac{\partial U}{\partial r} \right] \quad (9)$$

em que

D = coeficiente de difusão, m/s

C = 0, para corpos planos

C = 1, para corpos cilíndricos

C = 2, para corpos esféricos

r = coordenada de posição, m

As seguintes condições iniciais e de contorno têm sido assumidas para solução da Equação (9):

$$U(r, 0) = U_0 \quad (10)$$

$$U(r, t) = U_e \quad (11)$$

em que

U_0 = teor de umidade inicial do produto

U_e = teor de umidade de equilíbrio do produto

Soluções da Equação (9) para três formas geométricas, segundo Crank, citado por BROOKER et alii (1974), são:

1) Plano infinito

$$RU = \frac{8}{\pi^2} \sum_{n=0}^{\infty} \frac{1}{(2n+1)^2} \exp \left(- \frac{(2n+1)^2 \pi^2}{4} X^2 \right) \quad (12)$$

2) Esfera

$$RU = \frac{6}{\pi^2} \sum_{n=1}^{\infty} \frac{1}{n^2} \exp \left(- \frac{n^2 \pi^2}{9} X^2 \right) \quad (13)$$

3) Cilindro infinito

$$RU = \sum_{n=1}^{\infty} \frac{4}{\lambda_n^2} \exp \left(- \frac{\lambda_n^2}{4} X^2 \right) \quad (14)$$

em que

RU = razão de umidade do grão = $(U - U_e)/(U_0 - U_e)$

$$X = \frac{A}{V} (Dt) \quad (15)$$

A = área superficial do corpo, m^2

V = volume do corpo, m^3

λ_n = raízes da equação de Bessel de ordem zero

A razão A/V tem os seguintes valores:

1) Para uma placa plana: $\frac{A}{V} =$ metade da espessura da placa.

2) Para um cilindro: $\frac{A}{V} = \frac{3}{\text{Raio}}$

3) Para uma esfera: $\frac{A}{V} = \frac{2}{\text{Raio}}$

3.2. Modelos de Secagem em Camada Fina

Uma simplificação da equação de difusão em coordenadas esféricas tem sido usada para prever a secagem de grãos. Ao invés de um número infinito de termos, somente o primeiro termo é empregado para calcular a taxa de secagem (BROOKER et alii, 1974). Assim a Equação (13) toma a seguinte forma:

$$RU = \frac{6}{\pi^2} \exp(-Kt) \quad (16)$$

em que

$$K = \frac{D\pi^2}{R^2} = \text{constante de secagem}$$

t = tempo

D = coeficiente de difusão

R = raio da partícula

Uma equação similar a esta, muito usada na análise de secagem de grãos, análoga à lei de resfriamento de Newton, foi sugerida por Hukill, citado por SATHLER (1979):

$$\frac{dU}{dt} = -k(U - U_e) \quad (17)$$

Integrando a Equação (17) para as condições de contorno $U(r,0) = U_0$ e $U(0,t) = U_e$, obtém-se:

$$RU = \frac{U - U_e}{U_0 - U_e} = \exp(-kt) \quad (19)$$

As constantes K e k são ambas chamadas de constantes de secagem.

THOMPSON (1967) desenvolveu a seguinte equação de secagem para milho:

$$t = A \ln(RU) + B[\ln(RU)]^2 \quad (19)$$

em que

t = tempo de secagem, h

A, B = constantes características do grão

RU = razão de umidade = $(U - U_e)/(U_0 - U_e)$

U = teor de umidade para um tempo t, decimal, b.s.

U_e = teor de umidade de equilíbrio, decimal, b.s.

U₀ = teor de umidade inicial, decimal, b.s.

THOMPSON (1967) avaliou os parâmetros A e B da Equação (19) em função da temperatura e encontrou que uma função linear e uma exponencial, respectivamente, ajustaram-se bem a seus dados experimentais, fornecendo previsões razoáveis das taxas de secagem em camada fina.

LI e MOREY (1984) utilizaram o seguinte modelo de secagem em camada fina sugerido por Page em 1949 para secagem de milho:

$$RU = \frac{U - U_e}{U_0 - U_e} = \exp(-Kt^N) \quad (20)$$

em que

RU = razão de unidade

U = teor de umidade, decimal, b.s.

U₀ = teor de umidade inicial, decimal, b.s.

U_e = teor de umidade de equilíbrio, decimal, b.s.

K, N = constantes que dependem do produto

t = tempo, minuto

As constantes K e N foram determinadas para cada temperatura usando regressão linear na equação transformada:

$$\ln(-\ln RU) = \ln K + N (\ln t) \quad (21)$$

Os valores de K e N foram determinados separadamente para as colheitas de 1981 e 1982, como função da temperatura de secagem para cinco temperaturas (27, 49, 71, 93 e 116 °C) e as seguintes equações foram obtidas (LI E MOREY, 1984):

1) Para o ano de 1981:

$$K = 2,216 \times 10^{-2} + 1,113 \times 10^{-4}T + 3,435 \times 10^{-6}T^2 \quad (22)$$

com um R² ajustado de 0,997.

$$N = 0,5409 + 1,498 \times 10^{-3}T + 2,561 \times 10^{-6}T^2 \quad (23)$$

com um R² ajustado de 0,987.

2) Para o ano de 1982:

$$K = 1,026 \times 10^{-2} + 2,651 \times 10^{-4}T + 2,820 \times 10^{-6}T^2 \quad (24)$$

com um R² ajustado de 0,993.

$$N = 0,6057 + 1,568 \times 10^{-4}T + 9,601 \times 10^{-6}T^2 \quad (25)$$

com um R² ajustado de 0,981.

LI e MOREY (1984) também combinaram os dados de 1982 e usaram regressão para encontrar K e N como função da temperatura e umidade inicial e obtiveram as seguintes expressões:

$$K = 1,09 \times 10^{-6}T^2 + 7,286 \times 10^{-6}T \times U_0 \quad (26)$$

com um R² ajustado de 0,996.

$$N = 0,5375 + 1,141 \times 10^{-6} U^2 + 5,183 \times 10^{-6} T^2 \quad (27)$$

com um R^2 ajustado de 0,975.

CAVALCANTI MATA e OLIVEIRA (1989) avaliaram as equações de Thompson e Page na secagem de feijão mulatinho a diversas temperaturas (55, 65, 75, 85, e 95 °C) obtendo as seguintes equações:

1) Modelo de Thompson:

$$A = -894,6411 + 16,6399T - 0,0868T^2 \quad (28)$$

com um R^2 ajustado de 0,9281.

$$B = -274,4210 + 6,4105T - 0,0394T^2 \quad (29)$$

com um R^2 ajustado de 0,7043.

2) Modelo de Page:

$$K = \exp[-17,59828 + 0,30158T - 0,001883T^2] \quad (30)$$

com um R^2 ajustado de 0,9610.

$$N = \exp[1,91719 - 0,04910T + 0,000341T^2] \quad (31)$$

com um R^2 ajustado de 0,8855.

SATHLER (1979) realizou secagem de feijão mulatinho em camada fina utilizando cinco temperaturas (30, 35, 40, 45 e 50 °C), duas umidades relativas (40% e 50%) e velocidade do ar de secagem constante a 91,4 m/min e obteve o seguinte modelo empírico, adaptado ao modelo de Page:

$$RU = \exp[-(0,0055 + 0,00846T) + 0,601] \quad (32)$$

em que

RU = razão de unidade

T = temperatura do ar de secagem, °C

t = tempo de secagem, h

3.3. Curvas de Equilíbrio Higroscópico

O conceito do teor de umidade de equilíbrio é importante no estudo de secagem de grãos, porque determina o teor mínimo para o qual o grão pode ser seco sob um dado conjunto de condições de secagem. O teor de umidade de equilíbrio de um grão é definido como o teor de umidade do material após o mesmo ter sido exposto a um ambiente controlado por um período de tempo infinitamente longo. O teor de umidade de equilíbrio é dependente das condições de umidade relativa e temperatura do ambiente, bem como da espécie, variedade e maturidade do grão (BROOKER et alii, 1974).

Basicamente há dois métodos de obtenção experimental de teores de umidade de equilíbrio: o estático e o dinâmico (CAVALCANTI MATA et alii, 1985).

No método estático o grão é levado ao equilíbrio parado, sem agitação do ar ou do produto.

No método dinâmico a atmosfera que envolve os grãos ou os próprios grãos são movidos mecanicamente.

Os valores de teor de umidade de equilíbrio dos produtos biológicos dependem, basicamente, de três fatores:

- 1) umidade relativa do ar
- 2) temperatura do produto, que é assumida como sendo igual à temperatura do ar
- 3) espécie de grão

A maioria dos produtos biológicos apresenta curvas isotermas características do tipo sigmoidal passando pela origem das abscissas e ordenadas e aumentando grandemente o teor de umidade a partir de umidades relativas iguais a 75% (ROA e ROSSI, 1980).

Hall e Rodrigues-Arias, citados por BACH (1979), definem isoterma como sendo a curva resultante do gráfico dos dados de umidade de equilíbrio na ordenada e os dados de umidade relativa na abscissa, a uma temperatura constante, num sistema de coordenadas cartesianas.

A determinada umidade relativa do ar corresponde um teor de umidade do grão, chamado de equilíbrio. Este equilíbrio higroscópico poderá ser obtido quando o ar e o grão estiverem na mesma temperatura. Para cada espécie de grão ou semente pode-se

estabelecer uma série de curvas isotérmicas que traduzem este equilíbrio (LASSERAN, 1981).

Vários modelos matemáticos têm sido propostos para analisar as curvas de equilíbrio higroscópico. Não obstante extensivas pesquisas nesta área, nenhuma equação teórica é capaz de prever precisamente o teor de umidade de grãos (BROOKER et alii, 1974).

Henderson, citado por MARTINS (1988) baseando-se em relações termodinâmicas, propôs a seguinte equação:

$$1 - UR = \exp(-aT U_e^b) \quad (33)$$

em que

UR = umidade relativa, decimal

a e b = parâmetros que dependem do produto

T = temperatura, K ou °C

U_e = teor de umidade de equilíbrio, % ou decimal, b.s.

THOMPSON et alii (1968) modificaram a equação de Henderson para milho e apresentaram a seguinte expressão:

$$1 - UR = \exp[-a (1,8T - 409,4) U_e^b] \quad (34)$$

em que

a e b = parâmetros que dependem do produto

T = temperatura, K ou °C

Ue = teor de umidade de equilíbrio, decimal b.s.

Esta equação proporcionou melhores resultados para simulação de secagem de milho que a anterior (THOMPSON et alii, 1968).

Chung e Pfost, citado por BACH (1979), desenvolveram a seguinte equação baseando-se na equação da energia livre:

$$\ln(UR) = -a \exp[(-bUe)/100]/(RT) \quad (65)$$

em que

UR = umidade relativa

Ue = teor de umidade de equilíbrio

R = constante universal dos gases, 287 J.kg/mol K

a e b = parâmetros que dependem da temperatura e da natureza do material.

T = temperatura, K

Essa equação permite estimar com exatidão os valores de umidade de equilíbrio de grãos de cereais, na faixa de 20 a 90% de umidade relativa (BROOKER et alii, 1974).

Dustan, Chung e Hodges, citados por PINHEIRO FILHO (1976), propuseram as seguintes equações para calcular os valores de a e b:

$$\ln a = RT(H + IL) \quad (36)$$

$$b = RT(J + IL) \quad (37)$$

em que

H, I, J e L = parâmetros obtidos experimentalmente.

KOSOSKI (1977) estimou os parâmetros a e b das Equações (36) e (37) para feijão preto e encontrou os seguintes valores: a = 332,6745 e b = 14,3098.

BACH (1979) utilizou as seguintes equações de Henderson e Chung-Pfost modificadas para determinação das curvas de equilíbrio higroscópico do feijão preto.

Equação de Henderson modificada:

$$1 - UR = \exp(-aT^b Ue^c) \quad (38)$$

Equação de Chung-Pfost modificada:

$$\ln (UR) = (a/RT^b) [\exp(-cUe)] \quad (39)$$

em que a, b e c dependem do material.

Dentre as duas equações, a que melhor se ajustou aos dados experimentais para o feijão preto foi a de Henderson, sendo mais recomendada para a predição dos valores de umidade de equilíbrio.

3.4. Calor Específico

A quantidade de calor necessária para elevar a temperatura de um corpo de 1 grau centigrado é a capacidade calorífica deste corpo. O calor específico é a capacidade calorífica por unidade de massa do corpo (TIPLER, 1984).

$$C_p = \frac{C}{m} \quad (40)$$

em que

C = capacidade calorífica, J/°C

m = massa do corpo, kg

C_p = calor específico do corpo, J/kg°C

Os principais métodos usados na determinação do calor específico são (ALMEIDA, 1979).

1. O uso da relação entre condutividade térmica, massa específica e a difusividade térmica. Este método consiste em determinar a condutividade térmica, a massa específica e

a difusividade térmica do corpo, calculando o calor específico pela fórmula:

$$C_p = \frac{K}{\alpha \rho} \quad (41)$$

em que

C_p = calor específico, J/kg°C

K = condutividade térmica, W/m°C

ρ = massa específica, kg/m³

α = difusividade térmica, m²/s

2. O processo das Misturas
3. Calorímetro de Varredura Diferencial
4. Calorimetria de Gelo
5. Bomba Calorimétrica

Os métodos de 2 a 5 estão baseados no equilíbrio térmico entre o corpo de calor específico desconhecido e um outro corpo de calor específico já determinado. A descrição destes métodos são encontradas em CHAKRABARTI e JOHNSON, DISNEY e WRATTEN et alii (ALMEIDA, 1979).

O método mais utilizado para determinação de calor específico de grãos e sementes é o método das misturas.

Wright e Foterfield, citados por ALMEIDA (1979), determinaram o calor específico de amendoim em casca, inserindo termo-

pares diretamente nas amêndoas colocadas numa pequena câmara aquecida por meio de corrente elétrica. Compararam os resultados com os que obtiveram simultaneamente pelo método das misturas e concluíram que não houve diferença significativa, ao nível de 10% de probabilidade.

Alguns investigadores utilizaram em vez de água, o tolueno, que tem densidade de 0,86 e um calor específico de aproximadamente 0,39 cal/g°C para determinação do calor específico pelo método das misturas. A densidade mais baixa possibilita às sementes e grãos afundarem mais rapidamente nesta substância do que na água. A massa específica mais baixa para um mesmo peso de líquido e uma mesma quantidade de calor transferido fornece diferencial de temperatura maior do que poderia ser obtido com água (MOHSEMIN, 1980).

Para sementes muito leves onde ainda assim o tolueno é muito denso, Sharp e Nash, citado por MOHSEMIN (1980), encontraram que o N-hexano com uma densidade de 0,66 e um calor específico de 0,515 cal/g°C poderia ser utilizado mais adequadamente.

ALMEIDA (1979) utilizou um calorímetro para determinar o calor específico de amêndoas de cacau. Ele utilizou o método das misturas à pressão atmosférica e à temperatura constante de 18°C e determinou o calor específico para 11 níveis de umidade. A relação obtida foi:

Segundo PRADO (1978), dos fatores acima citados, é importante conhecer a variação da porosidade na massa de grãos, em decorrência das modificações do volume e dimensões das sementes submetidas ao processo de secagem.

MOHSENIN (1978) cita o processo do picnômetro de comparação a ar como o mais apropriado para a determinação de volume.

A percentagem de espaços vazios de uma massa não consolidada de materiais tais como silagem, grãos e outros materiais porosos é frequentemente necessária em estudos de fluxo de ar e fluxo de calor e outras aplicações.

3.6. Massa Específica

A massa específica de materiais alimentícios e de produtos agrícolas desempenha um importante papel em muitas aplicações, tais como, secagem e armazenagem de produtos agrícolas (MOHSENIN, 1978).

No que se refere a materiais biológicos pode-se definir três tipos de massa específica. Massa específica volumétrica, massa específica aparente e massa específica sólida (MOHSENIN, 1980).

A massa específica volumétrica refere-se à quantidade de massa de unidades individuais intactas do material reunidas em

dados volume. Esse tipo de massa específica inclui o espaço poroso dentro da massa do material. Massa específica aparente refere-se à massa de cada unidade intacta do material dividido pelo volume da partícula. Esse tipo de massa específica inclui o espaço poroso dentro de cada partícula. Finalmente, a massa específica sólida refere-se à massa por unidade de volume dos sólidos dentro de cada unidade do material. Não inclui espaços vazios.

4. MATERIAL E METODO

O presente trabalho foi realizado nos Laboratórios de Processamento e Armazenamento de Produtos Agrícolas do Departamento de Engenharia Agrícola e no Laboratório de Operações Unitárias do Departamento de Engenharia Química utilizando equipamentos do Núcleo de Tecnologia em Armazenagem (NTA), todos do Centro de Ciências e Tecnologia da Universidade Federal da Paraíba.

4.1. Secagem em Camada Fina

Foram utilizadas sementes de feijão carioquinha (Phaseolus vulgaris L.), oriundas da Universidade Federal da Paraíba, campus de Bananeiras.

As sementes recebidas foram acondicionadas em sacos plásticos duplos e colocadas em um freezer.

Após a pesagem e determinação da umidade, lotes de cerca de 1000g cada foram expostos ao ar livre para que pudessem ser novamente acondicionados com vários teores de umidade. Amostras de aproximadamente 150g com quatro teores de umidades diferentes (0,2346; 0,2739; 0,2987 e 0,3158, decimal b.s.) foram submetidas a secagem em um secador de coluna experimental para secagem em camada fina no Laboratório Operações Unitárias do DEMR (Figura 1).



Figura 1 - Secador experimental utilizado na secagem em camada fina do feijão carioquinha.

Cinco temperaturas de secagem (40, 50, 60, 70 e 80 °C) foram utilizadas nos testes de secagem em camada fina. A velocidade do ar de secagem para todos os testes foi de 30 m/min.

Pesagens em intervalos de tempo pré-estabelecidos foram feitas para que fossem determinadas as taxas de secagem ao longo do tempo, até que a umidade das amostras atingissem, aproximadamente, 0,123, decimal b.s., por ser esse o teor de umidade recomendado para o armazenamento de feijão. Posteriormente foi feita análise de regressão para ajustar os modelos matemáticos de secagem em camada fina propostos por Page e por Thompson aos dados experimentais de razão de umidade, utilizando regressão não linear através do método de Levenberg-Marquardt.

Os dois modelos foram comparados para verificar qual dos dois previa melhor os dados experimentais.

As amostras foram pesadas em uma balança analítica de precisão com intervalos de tempo pré-estabelecidos. Este intervalo variava dependendo da temperatura e do tempo de secagem.

Os teores de umidade foram calculados pela perda de peso para cada intervalo de tempo.

A determinação do teor de umidade final dos grãos após a secagem foi feita em estufa a 105 ± 1 °C por 24 horas.

Para determinação da umidade relativa do ar de secagem foi utilizado um psicrômetro que permaneceu dentro do secador durante a secagem.

As temperaturas do ar na saída do secador e na peneira de secagem foram registradas por um aparelho eletrônico multi-registrador de temperaturas onde foram conectados termopares instalados nos referidos pontos.

A velocidade do ar de secagem foi determinada por um anemômetro.

Para o cálculo do teor de umidade de equilíbrio do feijão foi utilizada a seguinte equação de Henderson modificada (American Society of Agricultural Engineers, 1984).

$$U_e = \frac{\ln 1 - UR}{-K(T + C)} \quad (43)$$

em que

UR = umidade relativa, decimal

Ue = teor de umidade de equilíbrio, decimal b.s.

T = temperatura, °C

K = $2,0899 \times 10^{-6}$

N = 1,8812

C = 254,23

4.2. Calor Específico

Determinou-se o calor específico para quatro níveis de umidade do feijão, com 5 repetições, utilizando-se amostras de 200g, aproximadamente.

Para determinação do calor específico dos grãos de feijão foi utilizado o método das misturas. Nesse método, o material com massa e temperatura conhecidas é colocado em um calorímetro (Figura 2) cujo calor específico seja conhecido, contendo água destilada com temperatura e peso conhecidos. O calor específico desconhecido é determinado pela equação de balanço de calor entre o calor ganho ou perdido pelo material. Para essa determinação foi utilizado um calorímetro construído no NTA utilizando-se uma garrafa térmica envolvida por uma camada de lã de vidro colocada dentro de um tubo de PVC. Um termômetro digital foi utilizado para medir a temperatura no interior da garrafa térmica.

Para determinação da capacidade calorífica do calorímetro colocou-se 100g de água destilada natural dentro do calorímetro. Este foi fechado com uma rolha de borracha acoplada a um termômetro que indicava uma temperatura T_1 no interior do calorímetro. Em seguida colocou-se no recipiente mais 100g de água destilada a uma temperatura média de 2°C , correspondendo à temperatura T_2 . Agitou-se o calorímetro durante determinado tempo (aproximadamente 60 s) até que fosse alcançada uma temperatura de equilíbrio T_3 . A capacidade calorífica do calorímetro foi então

determinada pela seguinte equação:

$$c_1 m_1 (T_1 - T_3) + C_{cal} (T_1 - T_3) = c_2 m_2 (T_3 - T_2) \quad (44)$$

em que

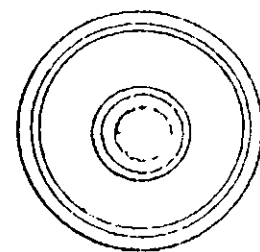
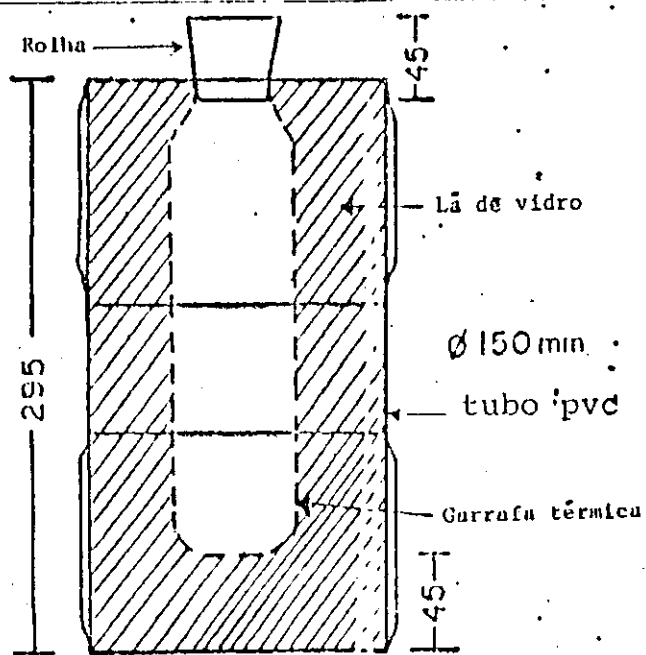
- $c_1 = c_2 =$ calor específico da água, 1 cal/g °C
- $m_1 =$ massa de água em estado natural, 100g
- $T_1 =$ temperatura da água destilada natural, °C
- $T_2 =$ temperatura da água fria, °C
- $T_3 =$ temperatura da mistura de água em equilíbrio térmico, °C
- $C_{cal} =$ capacidade calorífica do calorímetro, cal/°C

Conhecidas a capacidade calorífica do calorímetro e a temperatura de equilíbrio (T_3) determinou-se a temperatura da amostra de feijão (T_4). Em seguida colocou-se esta amostra no calorímetro e agitou-se até que um novo equilíbrio térmico fosse alcançado a uma temperatura T_5 . O calor específico do feijão foi determinado pelo seguinte balanço de energia:

$$m_g c_g (T_4 - T_5) = c_1 m_1 (T_5 - T_3) + C_{cal} (T_5 - T_3) \quad (45)$$

em que

- $m_g =$ massa de grãos, g
- $c_g =$ calor específico dos grãos, cal/g °C
- $T_4 =$ temperatura dos grãos, °C
- $T_5 =$ temperatura de equilíbrio da mistura, °C



Vista Superior

FIGURA 2 - Calorímetro

4.3. Porosidade

A porosidade da massa de grãos de feijão carioquinha foi determinada para cinco teores de umidades inicial do produto, com três repetições, através de amostras de, aproximadamente, 1300g.

As porosidades foram obtidas usando-se um picnômetro de comparação a ar desenvolvido no Núcleo de Tecnologia em Armazenagem (NTA) (Figura 3). Esse aparelho é constituído basicamente por dois cilindros de volumes conhecidos. Os cilindros são interligados através de tubulação acoplada a uma placa de vedação dos dois cilindros. Grãos foram colocados em um dos cilindros (2) até seu completo enchimento. Com a válvula de intercomunicação fechada colocou-se a placa de vedação sobre os dois cilindros, pressionando-a através de um mecanismo de prensa para que a vedação fosse perfeita. Em seguida aplicou-se, com o auxílio de um compressor, uma pressão P_1 no cilindro (1) vazio. Abriu-se em seguida a válvula de interligação e fez-se a leitura da pressão P_2 . A porosidade foi então determinada por:

$$E = \frac{P_1 - P_2}{P_2} \times 100 \quad (46)$$

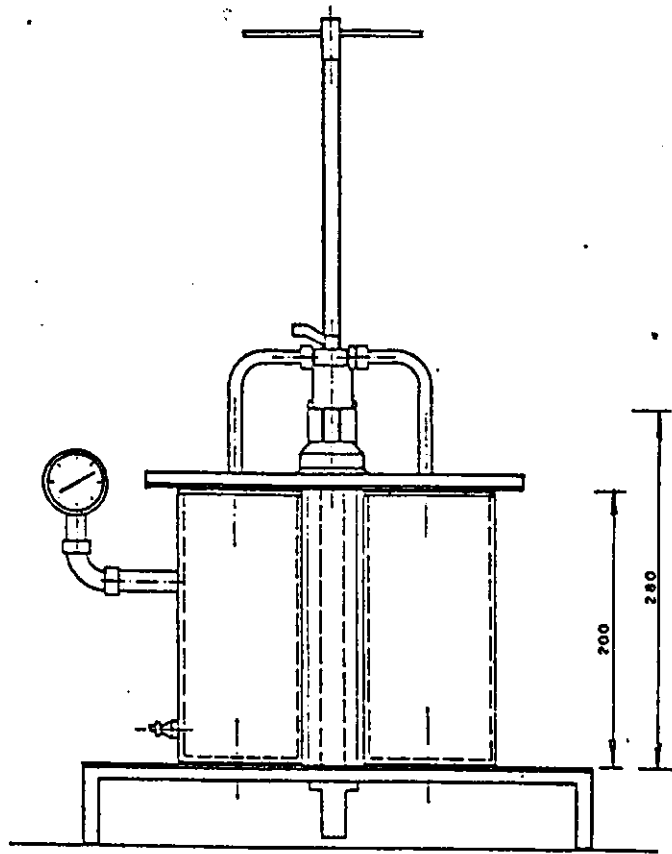
em que

E = porosidade, %

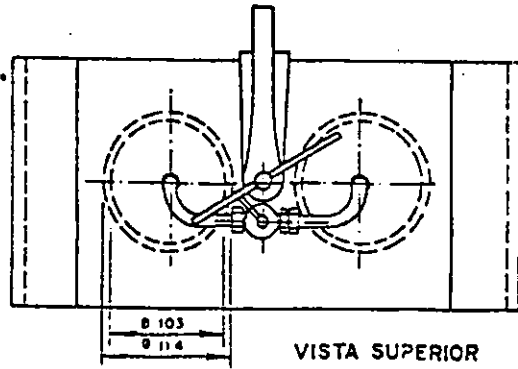
P_1 = pressão no cilindro (1) com a válvula fechada

P_2 = pressão no cilindro (2) com a válvula aberta.

35

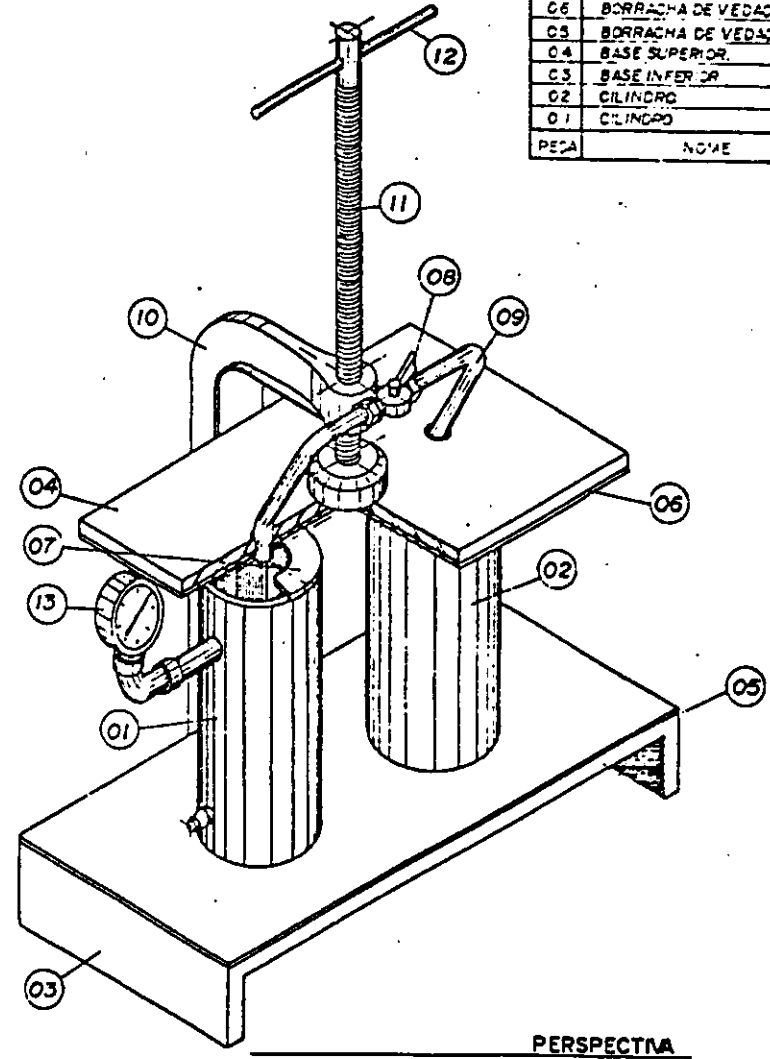


VISTA FRONTAL



VISTA SUPERIOR FIGURA 3 - PICNÔMETRO

03	MANÔMETRO
02	MANIPULO
01	FUSO
10	GRAMPO
09	TUBO DE PASSAGEM DE AR
08	VALVULA DE ADMISSAO DE AR
07	BORRACHA DE VEDACAO
06	BORRACHA DE VEDACAO (SUP)
05	BORRACHA DE VEDACAO (INF)
04	BASE SUPERIOR
03	BASE INFERIOR
02	CILINDRO
01	CILINDRO
PEÇA	NOME



PERSPECTIVA

4.4. Massa Específica

O picnômetro de comparação a ar foi usado para determinação da massa específica volumétrica que é a que tem aplicação prática na secagem e armazenagem de grãos.

Foram utilizadas cinco amostras de grãos com aproximadamente 1300g e com cinco teores de umidade (0,156; 0,221; 0,269; 0,314 e 0,318, decimal b.s.).

Após a determinação do volume a amostra de feijão foi pesada em uma balança de precisão e a massa específica determinada dividindo-se a massa da amostra pelo seu volume:

$$\rho = m/V \quad (47)$$

em que

ρ = massa específica do grão, kg/m³

m = massa da amostra, kg

V = volume ocupado pela massa, m³

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1. Secagem em Camada Fina

As equações de Thompson (Equação 19) e de Page (Equação 20) para secagem em camada fina, foram ajustados aos dados experimentais através de regressão não linear pelo método de Levenberg-Marquardt. Os coeficientes A e B da equação de Thompson e os coeficientes K e N da equação de Page estão apresentados nas Tabelas 1, 2, 3 e 4, respectivamente.

As Figuras 4 e 5, respectivamente, compararam os dados experimentais com os calculados pelas equações de Thompson e Page para as condições especificadas na Tabela 4.

Observa-se nas Figuras 4 e 5 que as curvas de secagem calculadas, tanto para a equação de Thompson como para a Equação de Page, concordam perfeitamente com os dados experimentais de razão de umidade para os cinco valores de temperatura utilizados.

Verifica-se que os parâmetros A e B da equação de Thompson e os parâmetros K e N da equação de Page (tabelas 1,2,3 e 4) são funções da temperatura de secagem e da umidade inicial do produto.

Tal conclusão está de acordo com MARTINS (1988) e LI e MOREY (1984).

Tabela 1 - Coeficientes A e B da equação de Thompson e K e N da equação de Page calculados para um teor de umidade inicial do produto de 0.2346.

Uo Decimal (b.s.)	Temperatura (C)	Modelo de Page		Modelo de Thompson	
		Parametros		Parametros	
		K	N	A	B
0,2346	40	0,2048E-01	0,6373	-2,0366	5,5510
0,2346	50	0,2467E-01	0,6405	-1,4532	4,2158
0,2346	60	0,3043E-01	0,6490	-0,9726	2,9155
0,2346	70	0,3359E-01	0,6822	-0,8388	1,7215
0,2346	80	0,3905E-01	0,7023	-0,6716	1,1116

Tabela 2 - Coeficientes A e B da equação de Thompson e K e N da equação de Page calculados para um teor de umidade inicial do produto de 0.2739.

Uo Decimal (b.s.)	Temperatura (C)	Modelo de Page		Modelo de Thompson	
		Parametros		Parametros	
		K	N	A	B
0,2739	40	0,2394E-01	0,6491	-1,6831	3,5459
0,2739	50	0,3431E-01	0,6291	-0,9077	2,7379
0,2739	60	0,4765E-01	0,6289	-0,6401	1,4556
0,2739	70	0,5291E-01	0,6211	-0,46503	1,4810
0,2739	80	0,4659E-01	0,6935	-0,57948	0,84683

Tabela 3 - Coeficientes A e B da equação de Thompson e K e N da equação de Page calculados para um teor de umidade inicial de 0.2987.

Uo Decimal (b.s.)	Temperatura C	Modelo de Page		Modelo de Thompson	
		Parametros		Parametros	
		K	N	A	B
0,2987	40	0,2704E-01	0,6078	-1,5721	4,6796
0,2987	50	0,3280E-01	0,6183	-1,0547	3,1189
0,2987	60	0,3580E-01	0,6346	-0,9019	2,3071
0,2987	70	0,4043E-01	0,6519	-0,7556	1,5575
0,2987	80	0,4017E-01	0,7140	-0,7156	0,8100

39

Tabela 4 - Coeficientes A e B da equação de Thompson e K e N da equação de Page calculados para um teor de umidade inicial do produto de 0.3158

Uo Decimal (b.s.)	Temperatura C	Modelo de Page		Modelo de Thompson	
		Parametros		Parametros	
		K	N	A	B
0,3158	40	0,2636E-01	0,6101	-1,6518	4,7425
0,3158	50	0,2987E-01	0,6288	-1,3422	3,0727
0,3158	60	0,3752E-01	0,6238	-0,8576	2,3682
0,3158	70	0,4000E-01	0,6621	-0,7943	1,3771
0,3158	80	0,4078E-01	0,7183	-0,7033	0,7416

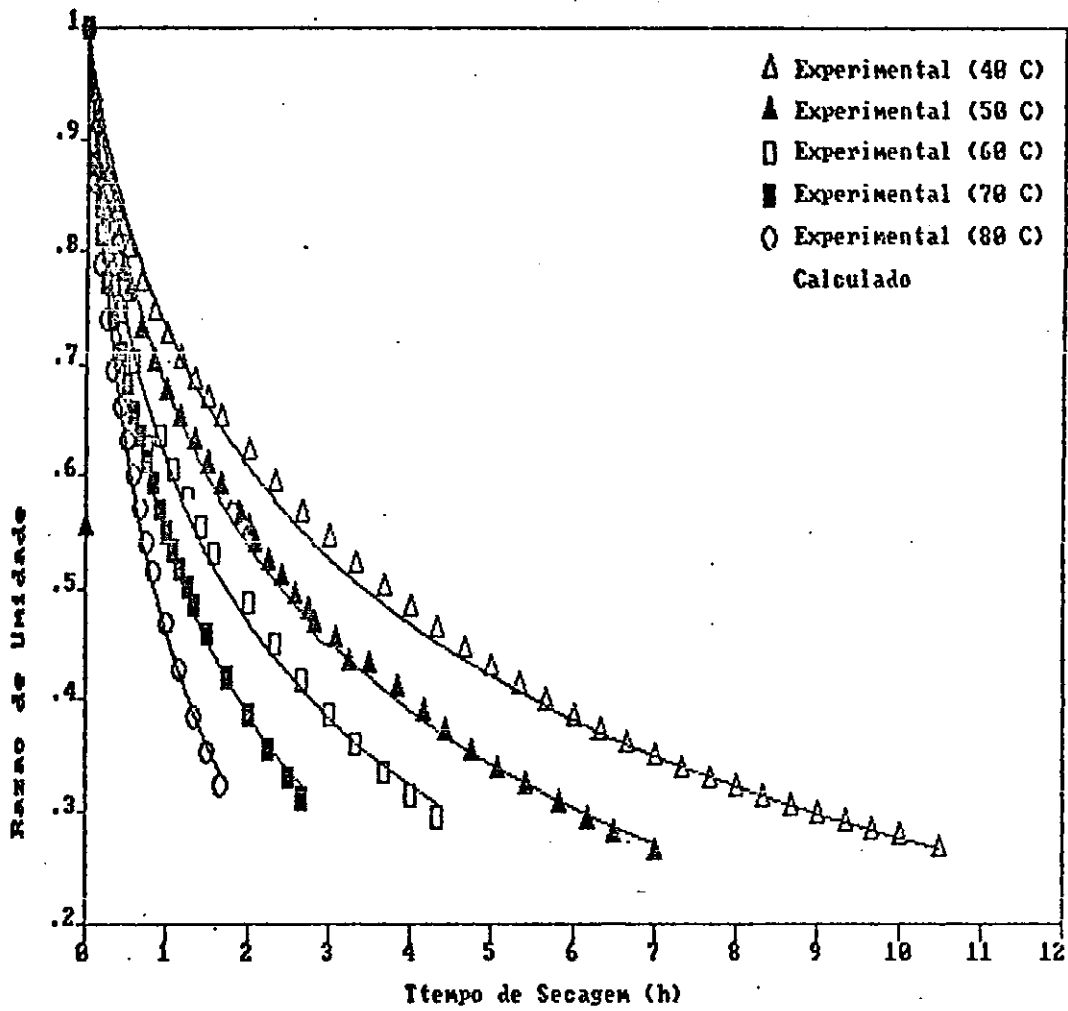


Figura 4 - Comparação das razões de umidade experimentais com as calculadas pelo modelo de Thompson para um teor de umidade inicial de 0,3158, decimal b.s.

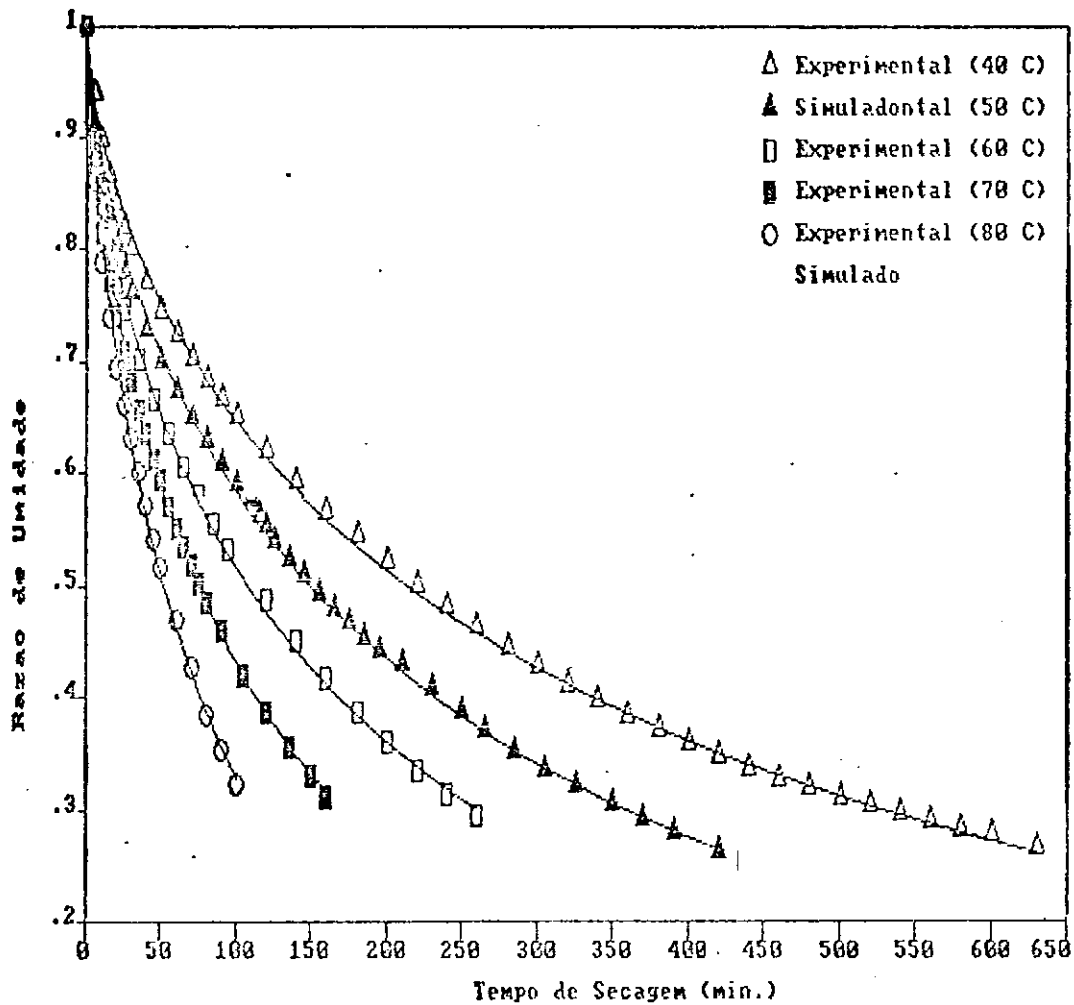


Figura 5 - Comparação das razões de umidade experimentais com as calculadas pelo modelo de Page para um teor de umidade inicial de 0,3158, decimal b.s.

Como os parâmetros A e B da equação de Thompson e os parâmetros K e N da equação de Page são função da temperatura e da umidade inicial, usou-se regressão múltipla para ajustar uma equação a esses parâmetros que permita a previsão de seus valores em função da temperatura e da umidade inicial.

Para os coeficientes da equação de Thompson obteve-se as seguintes expressões matemáticas:

$$\hat{A} = a_0 + a_1T + a_2U_0 + a_3T^2 + a_4U_0^2 + a_5T U_0 \quad (48)$$

$$\ln(B) = b_0 + b_1U_0 + b_2T^2 + b_3U_0^2 + b_4U_0^3 \quad (49)$$

$$\text{para } 40 \text{ }^\circ\text{C} \leq T \leq 80 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$\text{e } 0,2346 \leq U_0 \leq 0,3158, \text{ decimal b.s.}$$

Para os coeficientes da equação de Page obteve-se as seguintes expressões:

$$\ln(K) = k_0 + (k_1 + k_2 U_0) T + (k_3 T U_0 + k_4 T^2) U_0 \quad (50)$$

$$N = n_0 + (n_1 U_0 + n_2 U_0^2) T + (n_4 U_0^2 + n_5 U_0^3) T^2 + n_3 T^3 U \quad (51)$$

$$\text{para } 40 \text{ }^\circ\text{C} \leq T \leq 80 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$\text{e } 0,2346 \leq U_0 \leq 0,3158, \text{ decimal b.s.}$$

Os coeficientes a_1 e b_1 das Equações (48) e (49) para o modelo de Thompson estão apresentados nas Tabelas 6 e 7.

Tabela 5 - Coeficientes a_1 da Equação (48), obtidos através de regressão múltipla ($R^2 = 0,9626$ e QMR = 0,00979)

Indice i	a_1	t - student	Probab. de t
0	-19,72010		
1	0,16879	7,849	0,00000
2	94,21557	5,389	0,00010
3	-0,00087	-6,578	0,00001
4	-154,08143	-4,913	0,00023
5	-0,13625	-2,654	0,01890

Tabela 6 - Coeficientes b_1 da Equação (49), obtidos através de regressão múltipla ($R^2 = 0,9747$ e QMR = 0,01230)

Indice i	b_1	t - student	Probab. de t
0	138,6709		
1	-1459,3565	-2,705	0,0163
2	-0,00034	-23,351	0,00000
3	5,162,9474	2,631	0,01889
4	-6,055,0056	-2,562	0,02170

Os coeficientes k_1 e n_1 das Equações (50) e (51) para o modelo de Page estão apresentados nas Tabelas 7 e 8.

Tabela 7 - Coeficientes k_i da Equação (50), obtidos através de regressão múltipla ($R^2 = 0,9113$ e QMR = 0,007)

Indice i	k_i	t - student	Probab. de t
0	-5,5851		
1	-0,1194	-4,082	0,00098
2	-1,2114	-4,604	0,00034
3	1,9834	5,095	0,00013
4	-0,0014	-3,667	0,00231

Tabela 8 - Coeficientes n_i da Equação (51), obtidos através de regressão múltipla ($R^2 = 0,9860$ e QMR = $1,4557 \times 10^{-4}$)

Indice i	n_i	t - student	Probabilidade t
0	0,5149		
1	0,0454	1,877	0,08152
2	-0,2017	2,253	0,04079
3	$5,4557 \times 10^{-4}$	3,307	0,00519
4	-0,0063	-2,525	0,02425
5	0,0134	-2,605	0,02078

Observava-se um bom ajuste das Equações (48) a (51) aos parâmetros das equações de Thompson e de Page. Os coeficientes de determinação (R^2) foram maiores para o modelo de Thompson, indicando um melhor ajuste.

As Figuras 6 e 7 respectivamente, comparam os valores dos coeficientes A e B da equação de Thompson e K e N da equação de Page com os valores desses parâmetros, calculados pelas equações de (48) a (51), em função da temperatura e do teor de umidade inicial do produto.

Comparação das curvas experimentais com as curvas de secagem simuladas pelas equações de Thompson (Equação 19) e de Page (Equação 20), usando os parâmetros obtidos pelas Equações (48) a (51), são apresentadas nas Figuras 8 a 17.

Observa-se nas Figuras 8 a 15 um excelente ajuste de ambas as equações (Thompson e Page) aos dados experimentais de secagem em camada fina. Nota-se que a equação de Thompson apresentou um ajuste ligeiramente superior ao de Page.

O efeito da temperatura sobre as taxas de secagem é evidente nas Figuras de 8 a 15 onde uma maior temperatura causa uma taxa de secagem mais rápida.

O teor de umidade inicial também afeta significativamente a taxa de secagem. Isto está evidenciado nas Figuras 16 e 17, onde uma maior umidade inicial provoca uma taxa de secagem mais rápida.

Os dados de razão de umidade experimentais e os calculados pelo modelo de Thompson encontram-se no Apêndice A.

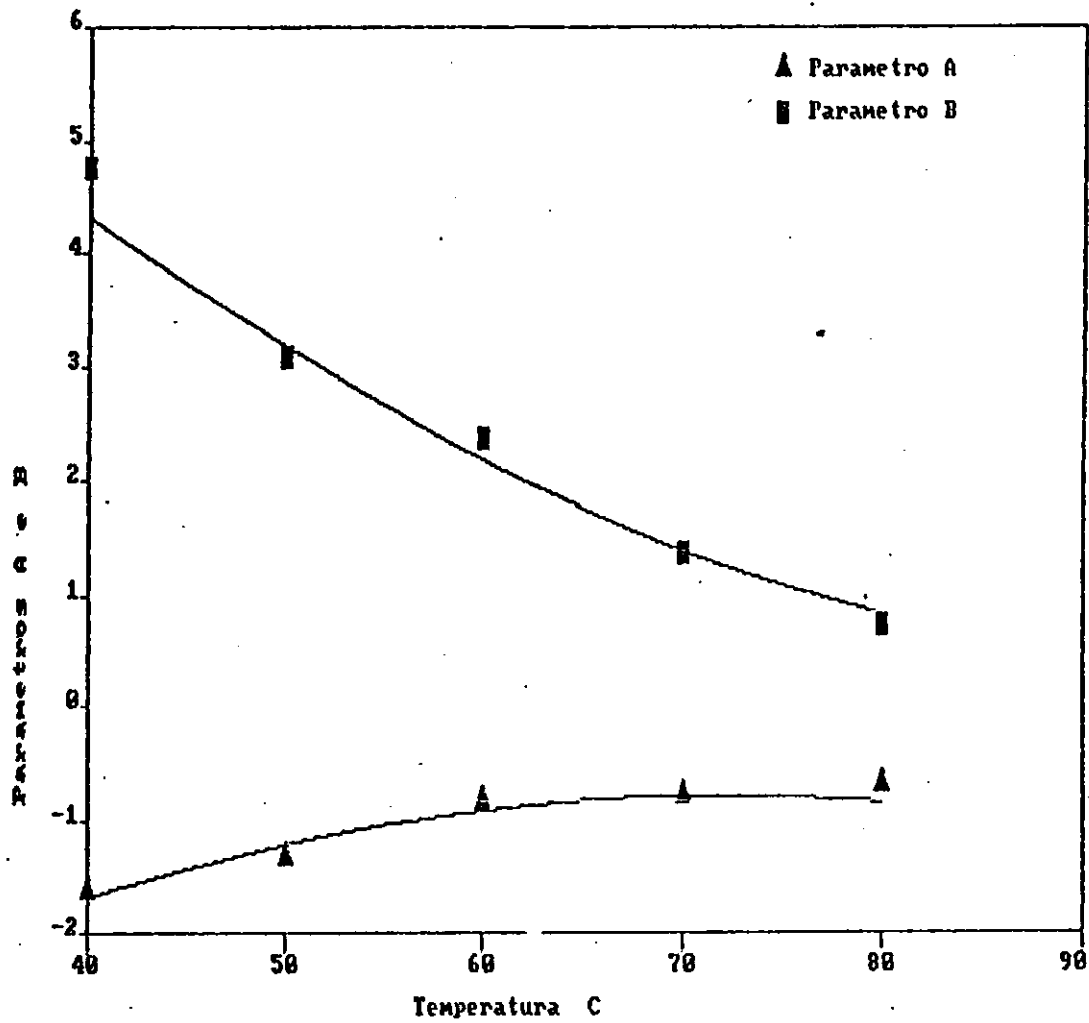


Figura 6 - Variação dos parâmetros A e B do modelo de Thompson, de acordo com a temperatura, para um teor de umidade inicial de 0,3158, decimal b.s.

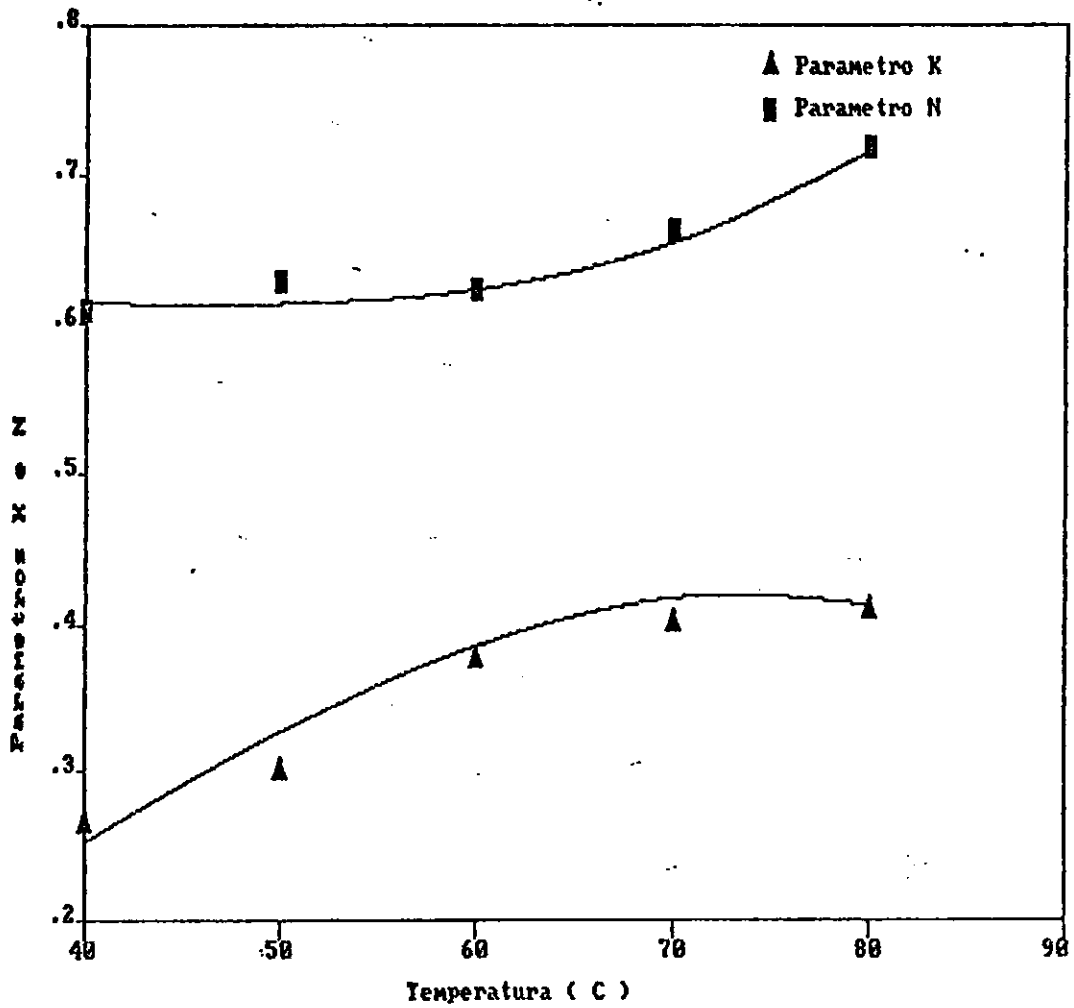


Figura 7 - Variação dos parâmetros A e B do modelo de Page, de acordo com a temperatura, para um teor de umidade inicial de 0,3158, decimal b.s.

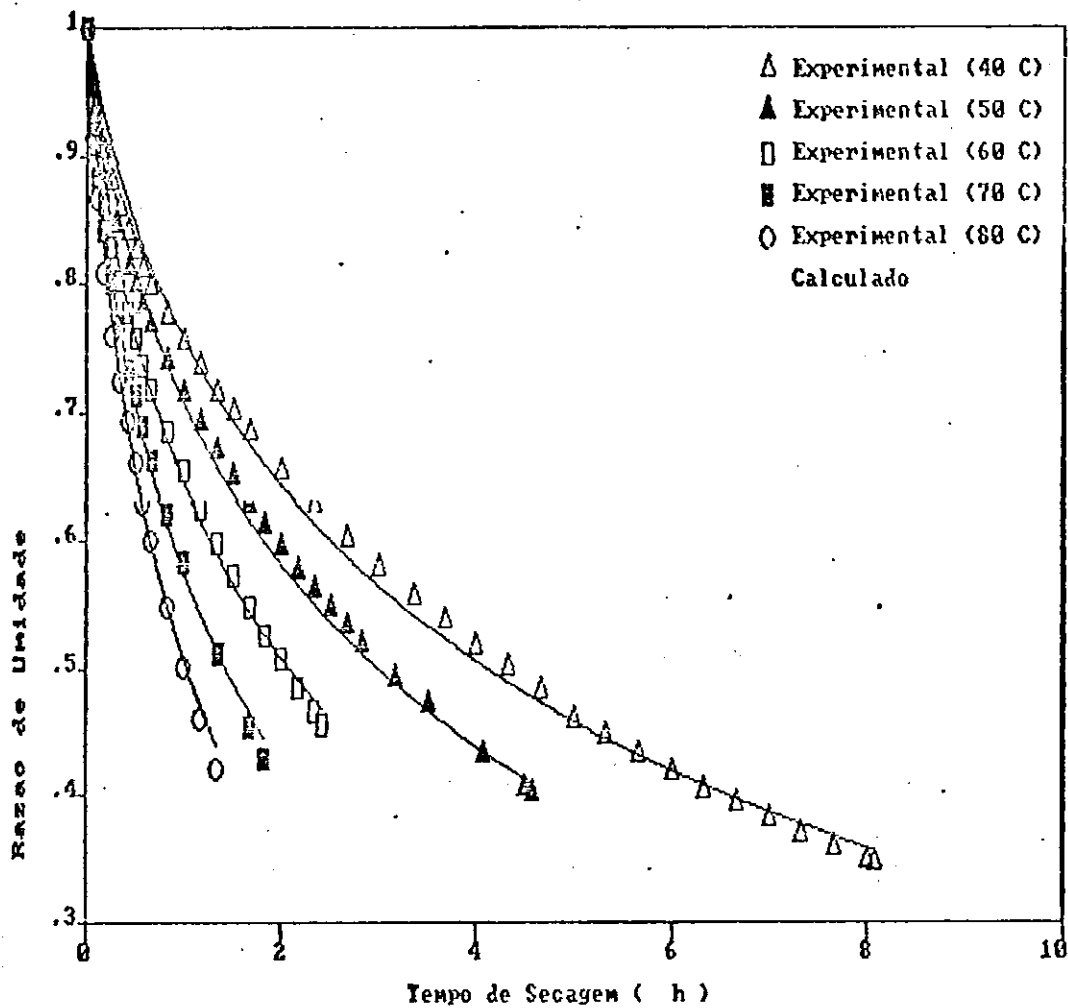


Figura 8 - Comparação das razões de umidade experimentais com as calculadas pelo modelo de Thompson para um teor de umidade inicial de 0,2346, decimal b.s.

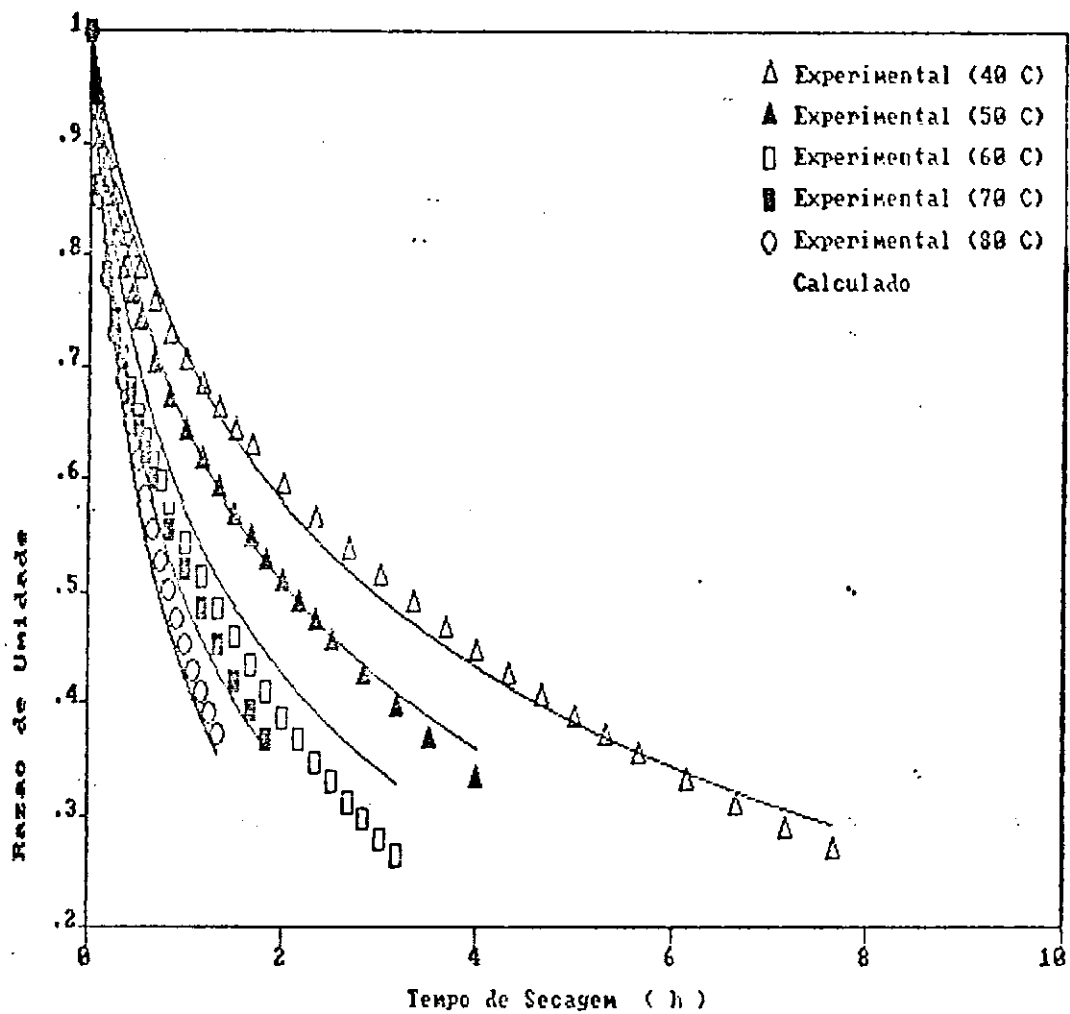


Figura 9 - Comparações das razões de umidade experimentais com as calculadas pelo modelo de Thompson para um teor de umidade inicial de 0,2739, decimal b.s.

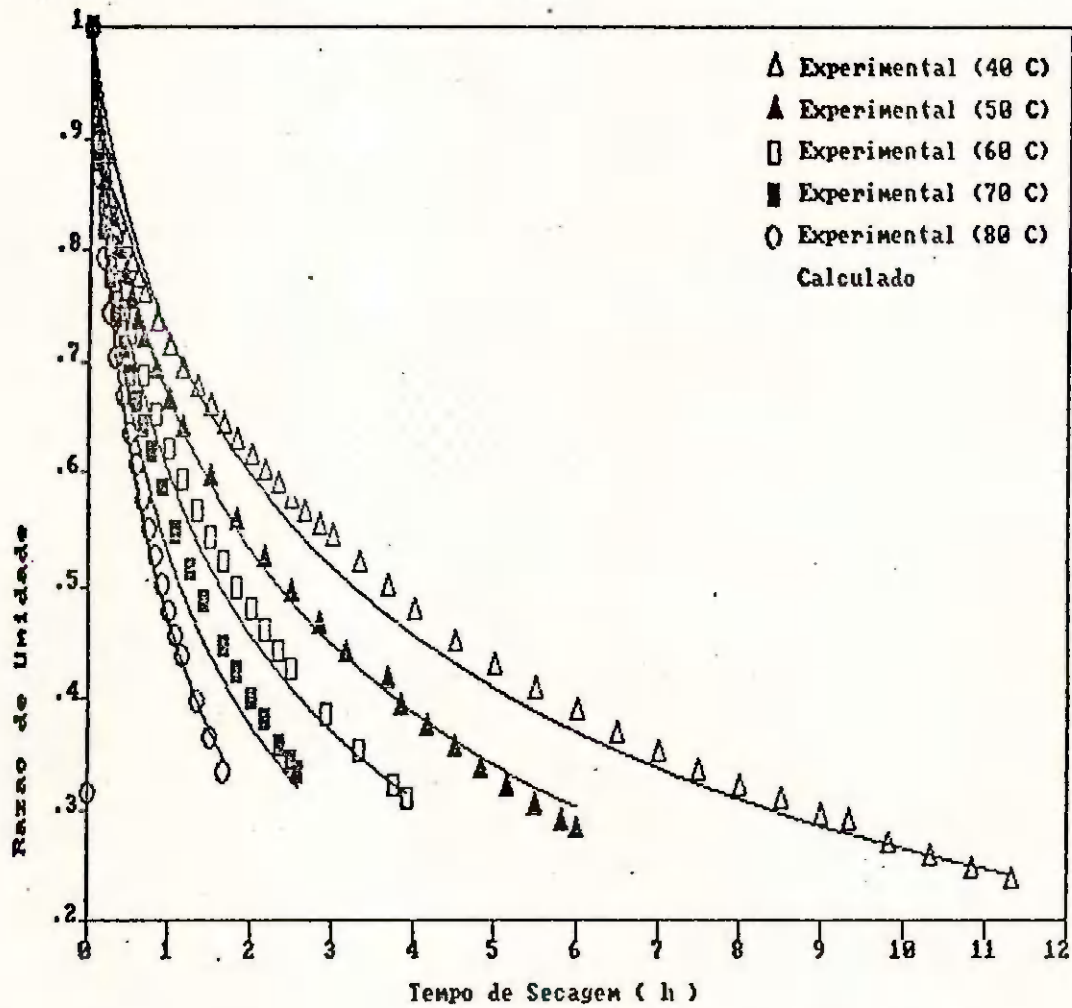


Figura 10 - Comparação das razões de umidade experimentais com as calculadas pelo modelo de Thompson para um teor de umidade inicial de 0,2987, decimal b.s.

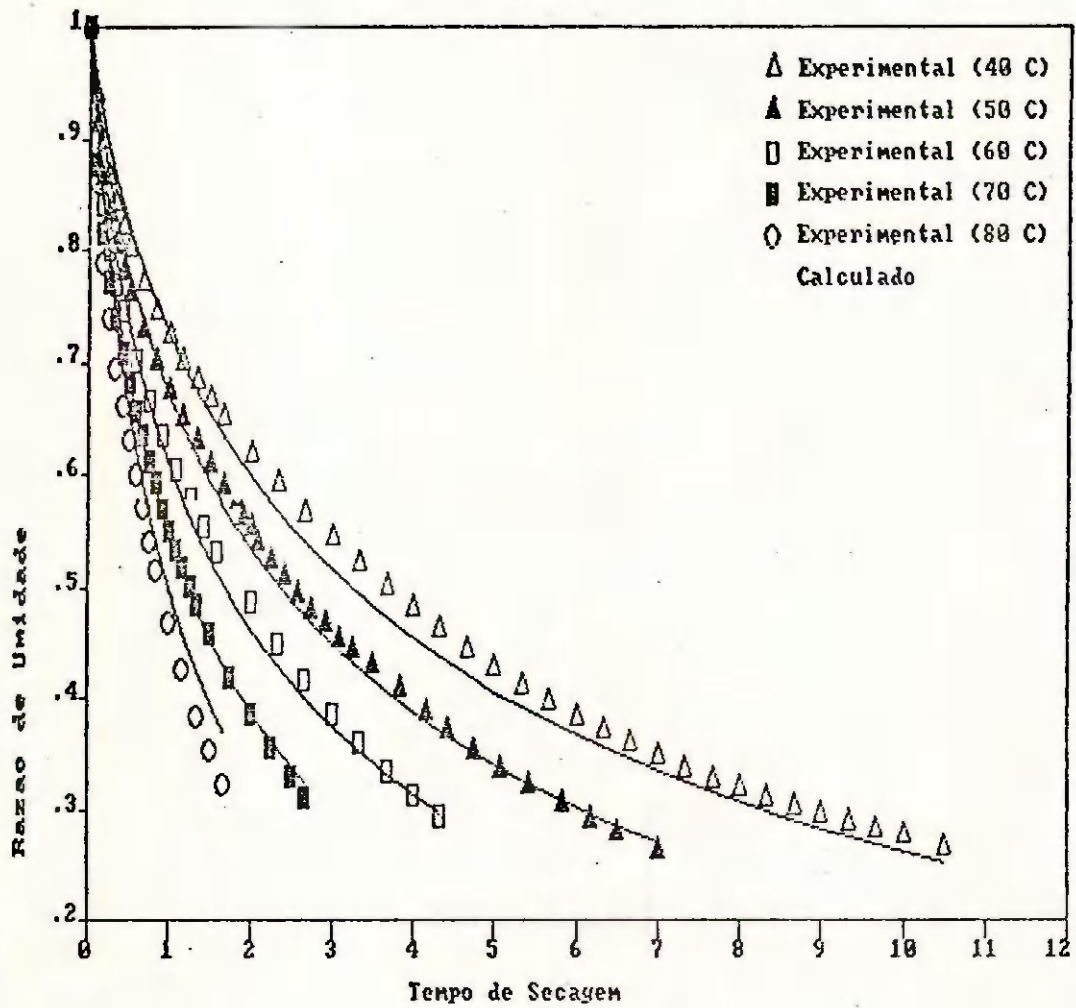


Figura 11 - Comparação das razões de umidade experimentais com as calculadas pelo modelo de Thompson para um teor de umidade inicial de 0,3158, decimal b.s.

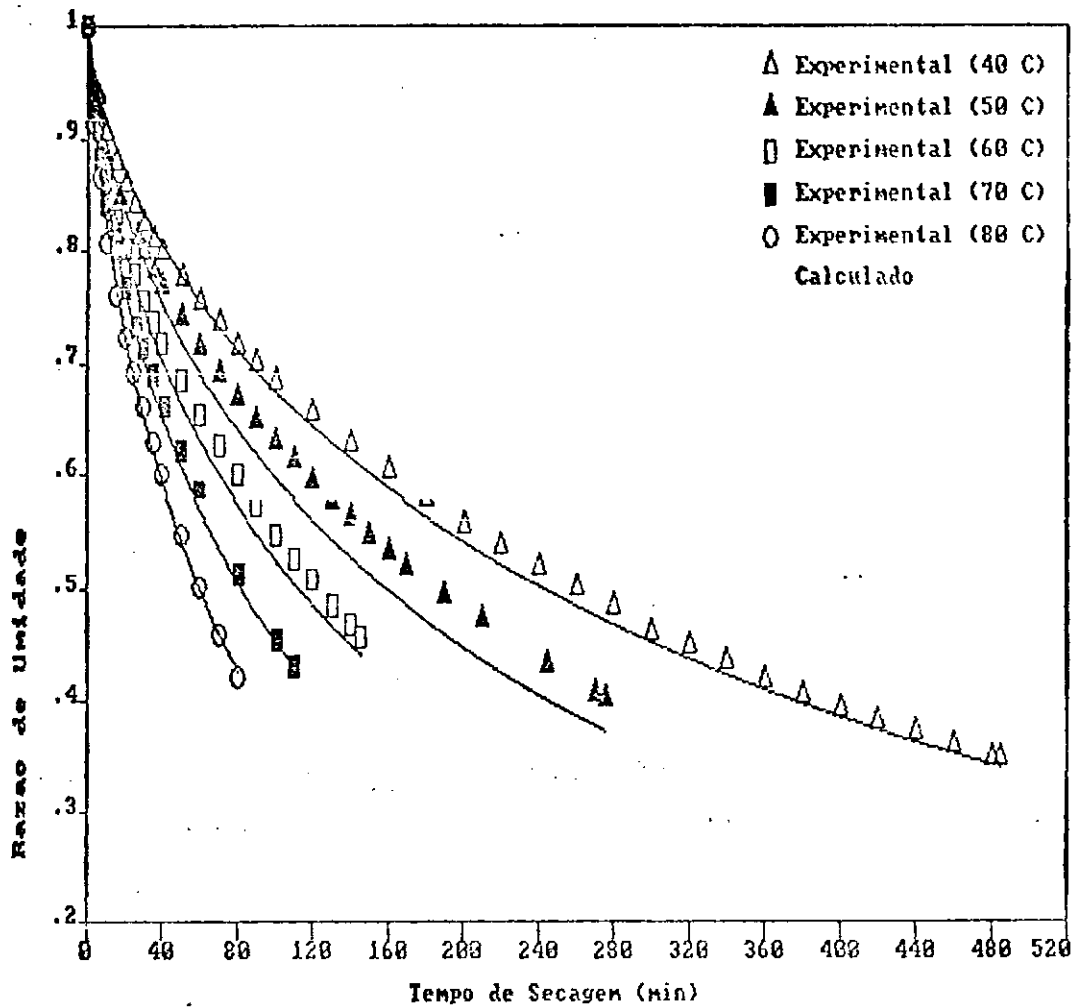


Figura 12 - Comparação das razões de umidade experimentais com as calculadas pelo modelo de Page para um teor de umidade inicial de 0,2346, decimal b.s.

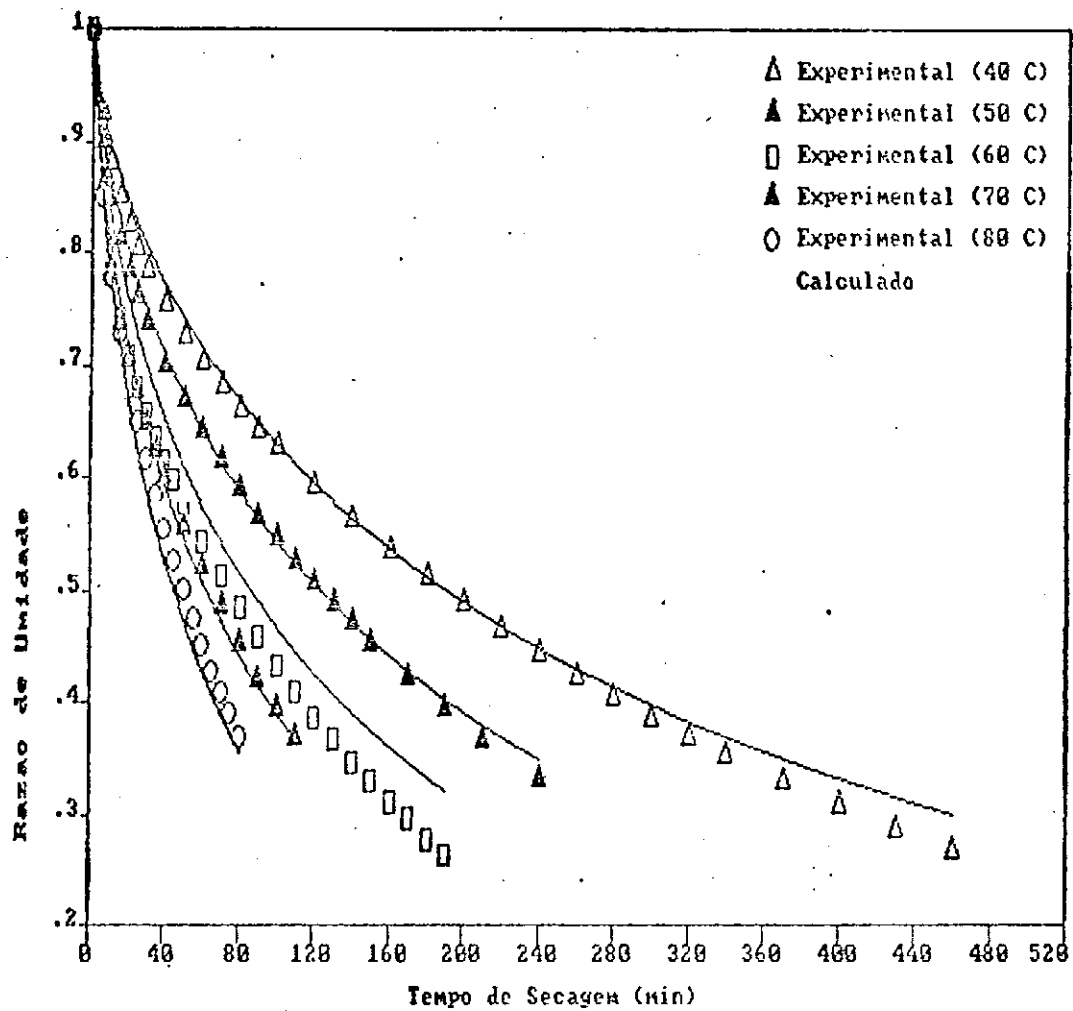


Figura 13 - Comparação das razões de umidade experimentais com as calculadas pelo modelo de Page para um teor de umidade inicial de 0,2739, decimal b.s.

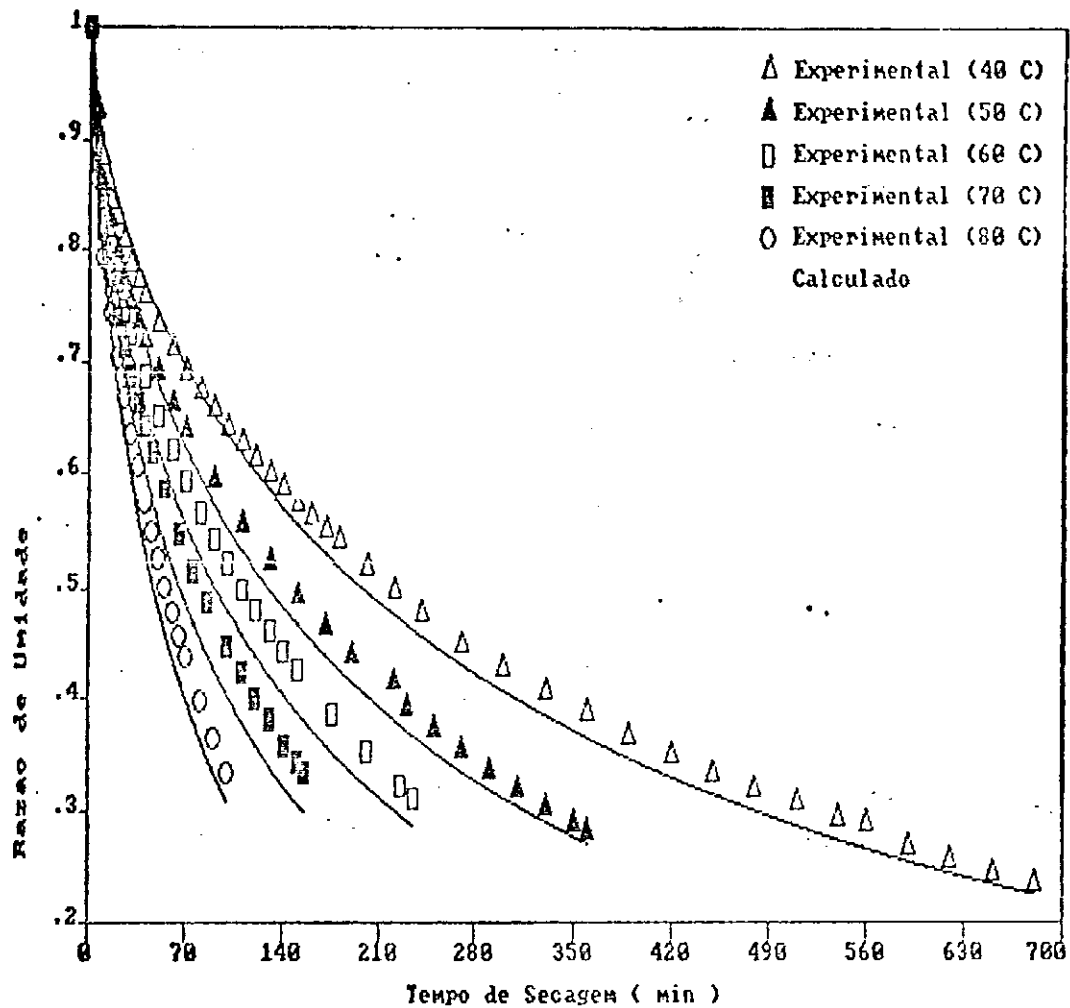


Figura 14 - Comparação das razões de umidade experimentais com as calculadas pelo modelo de Page para um teor de umidade inicial de 0,2987, decimal b.s.

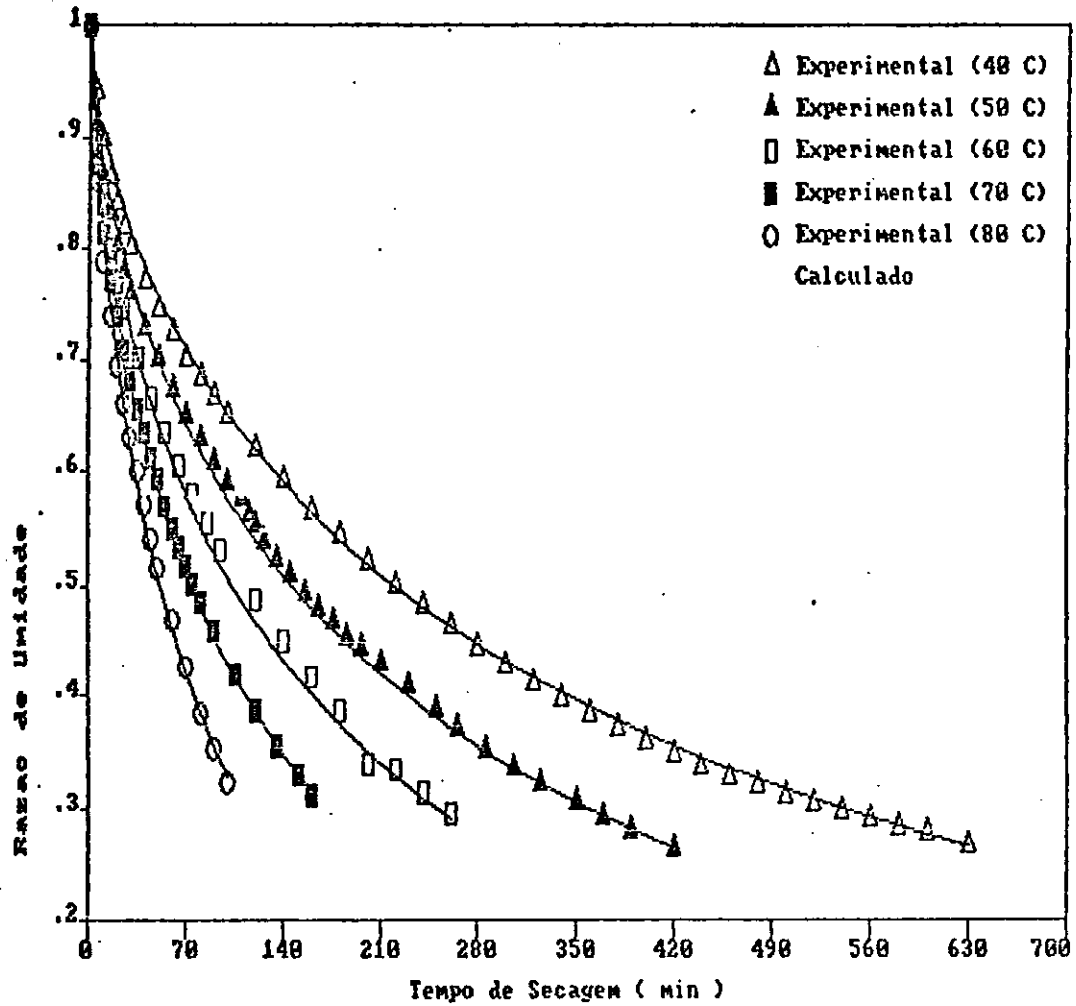


Figura 15 - Comparação das razões de umidade experimentais com as calculadas pelo modelo de Page para um teor de umidade inicial de 0,3158, decimal b.s.

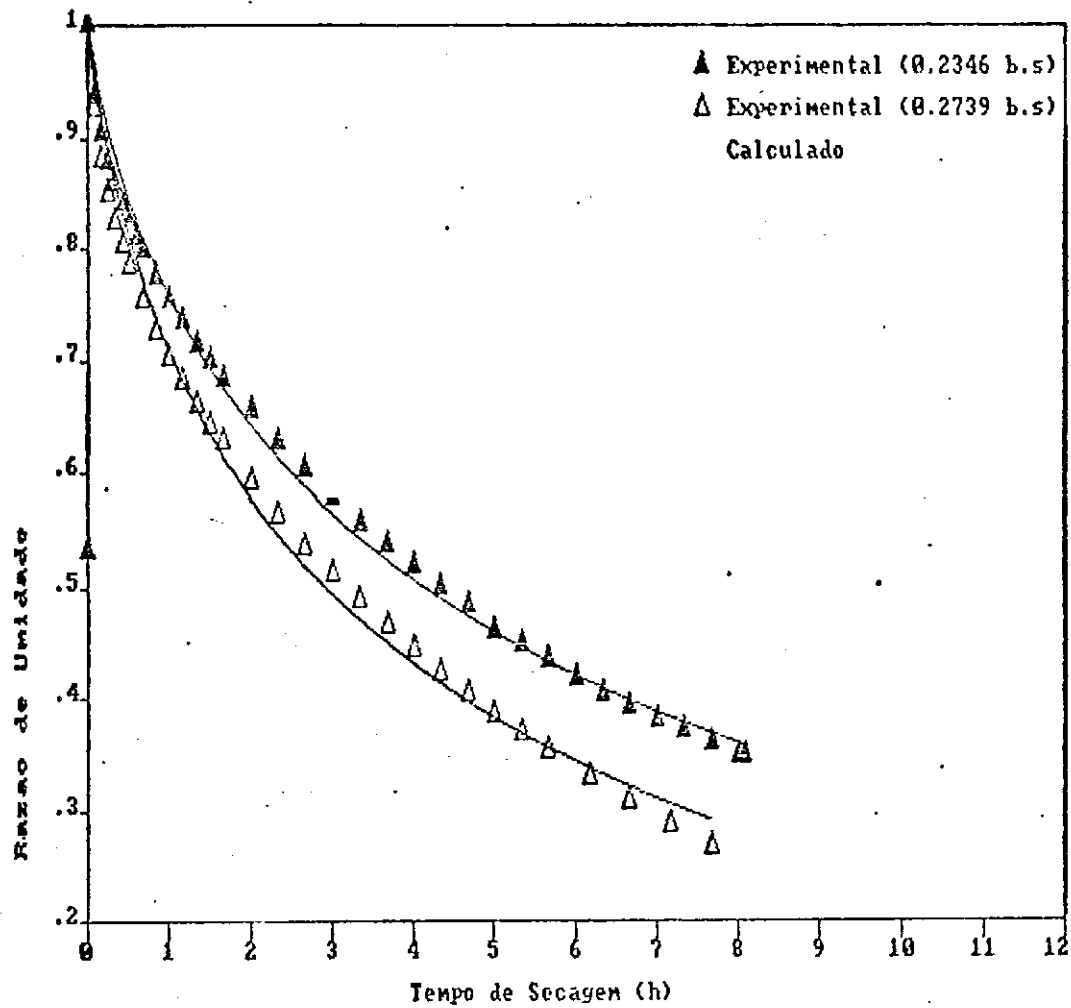


Figura 16 - Efeito do teor de umidade inicial sobre a taxa de secagem para uma temperatura de 40°C (modelo de Thompson).

O Apêndice B apresenta os valores de razão de umidade experimental e os calculados pelo modelo de Page.

5.2. Calor Específico

Através de análise de regressão ajustou-se a seguinte equação linear aos dados experimentais de calor específico de feijão carioquinha:

$$C_p = 1091,141 + 485,369 U \quad (52)$$

O coeficiente angular da Equação (52) é significativo ao nível de 11,7% de probabilidade pelo teste t e o coeficiente de determinação para esta equação é de 0,9767.

A relação entre o calor específico do feijão carioquinha e o teor de umidade é ilustrada na Figura 18. Observa-se que o calor específico aumenta linearmente com o teor de umidade do feijão carioquinha. Segundo ALMEIDA (1979) relações lineares semelhantes a esta foram apresentadas por diferentes pesquisadores para vários produtos orgânicos.

DADOS EXPERIMENTAIS

U (decimal, b.s.)	:	0,161	:	0,253	:	0,408	:	0,439
C (J/Kg °C)	:	1167,9	:	1218,1	:	1276,7	:	1314,4

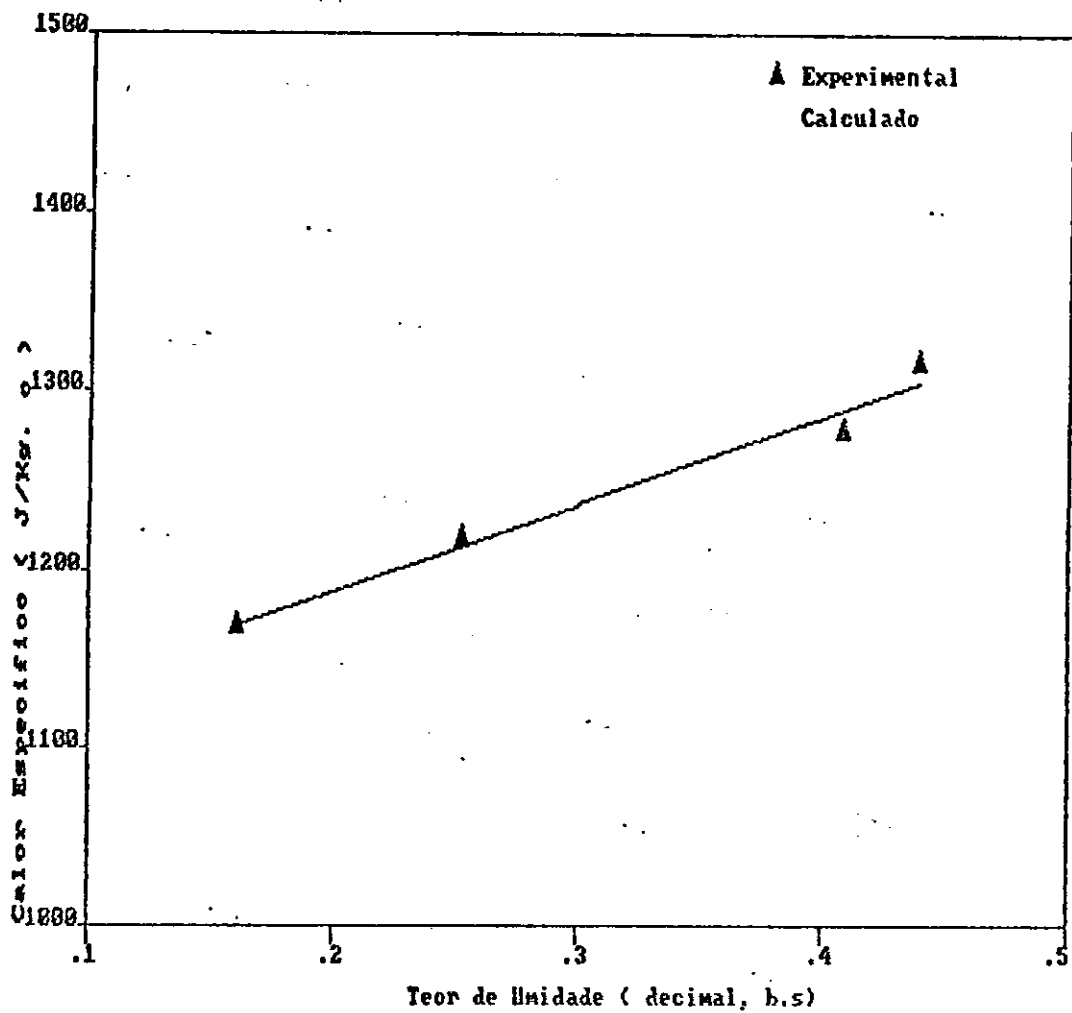


Figura 18 - Variação do calor específico de acordo com o teor de umidade.

5.3 Porosidade

Através de regressão múltipla foi ajustada aos dados experimentais de porosidade a seguinte equação:

$$E = 2,4169 + 550,3676 U - 2591,5169 U^2 + 4.107,0272 U^3 \quad (53)$$

$$0,156 \leq U \leq 0,318, \text{ decimal b.s.}$$

O coeficiente de determinação múltiplo da Equação (53) é 0,9888 e todos seus coeficientes são significativos pelo teste de t, no mínimo para uma probabilidade de 0,0917.

Observa-se na Figura 19 que a porosidade para grãos de feijão carioquinha aumenta à medida que aumenta o teor de umidade para a faixa de umidade utilizada ($0,156 \leq U \leq 0,318$, decimal b.s.). Entretanto, esta variação não é linear como mostrado pela Equação (53) e pela Figura 19.

PRADO (1978) obteve uma relação exponencial para cacau em amêndoas. Por outro lado Gustafson e Hall (1972), citados por ALMEIDA (1979), obtiveram uma relação quadrática para porosidade de grãos de milho.

DADOS EXPERIMENTAIS

U (decimal, b.s.)	;	0,318	;	0,314	;	0,269	;	0,221	;	0,156	
(%)		;	47,5	;	46,8	;	42,9	;	41,8	;	40,80

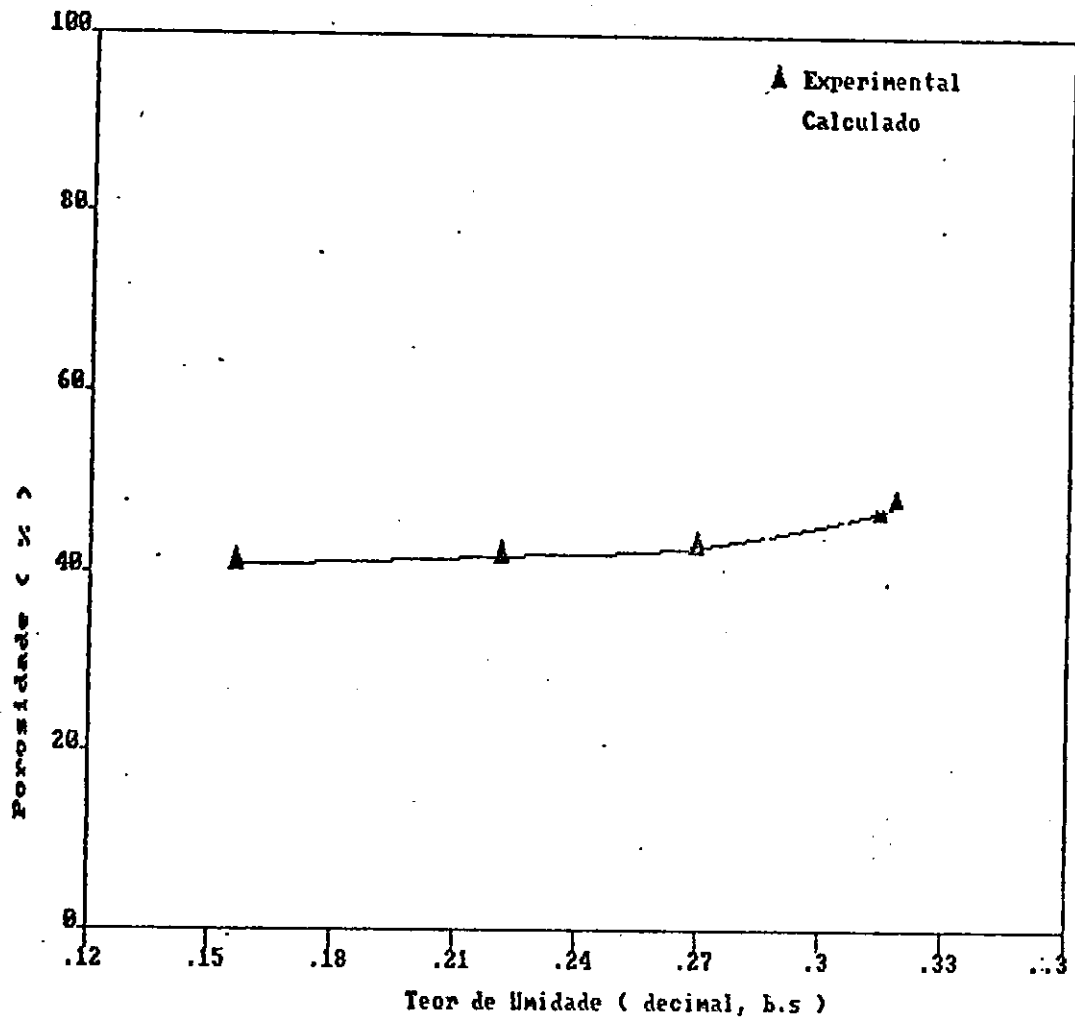


Figura 19 - Variação da porosidade de acordo com o teor de umidade.

5.4. Massa Específica

A massa específica em função do teor de umidade pode ser representada pela seguinte equação, obtida através de regressão múltipla:

$$= 1423,0116 - 8624,2328 U + 40746,7615 U^2 - 63437,3702 U^3 \quad (54)$$

$$0,156 \leq U \leq 0,318, \text{ decimal b.s.}$$

O coeficiente de determinação múltiplo da Equação (54) é 0,9998 e todos seus coeficientes são significativos pelo teste de t, no mínimo para uma probabilidade de 0,0989.

O gráfico da Figura 20 mostra a variação da massa específica do feijão carioquinha em função do teor de umidade. Verifica-se que para a faixa de umidade utilizada, ocorre uma diminuição da massa específica com o aumento do teor de umidade, embora essa diminuição não seja linear. Este resultado está de pleno acordo com os resultados de porosidade (Equação (53)), uma vez que estas duas propriedades são inversamente proporcionais.

DADOS EXPERIMENTAIS

U (decimal, b.s.)	0,318	0,314	0,269	0,221	0,156
(K/m ³)	760,4	769,2	816,6	822,5	828,4

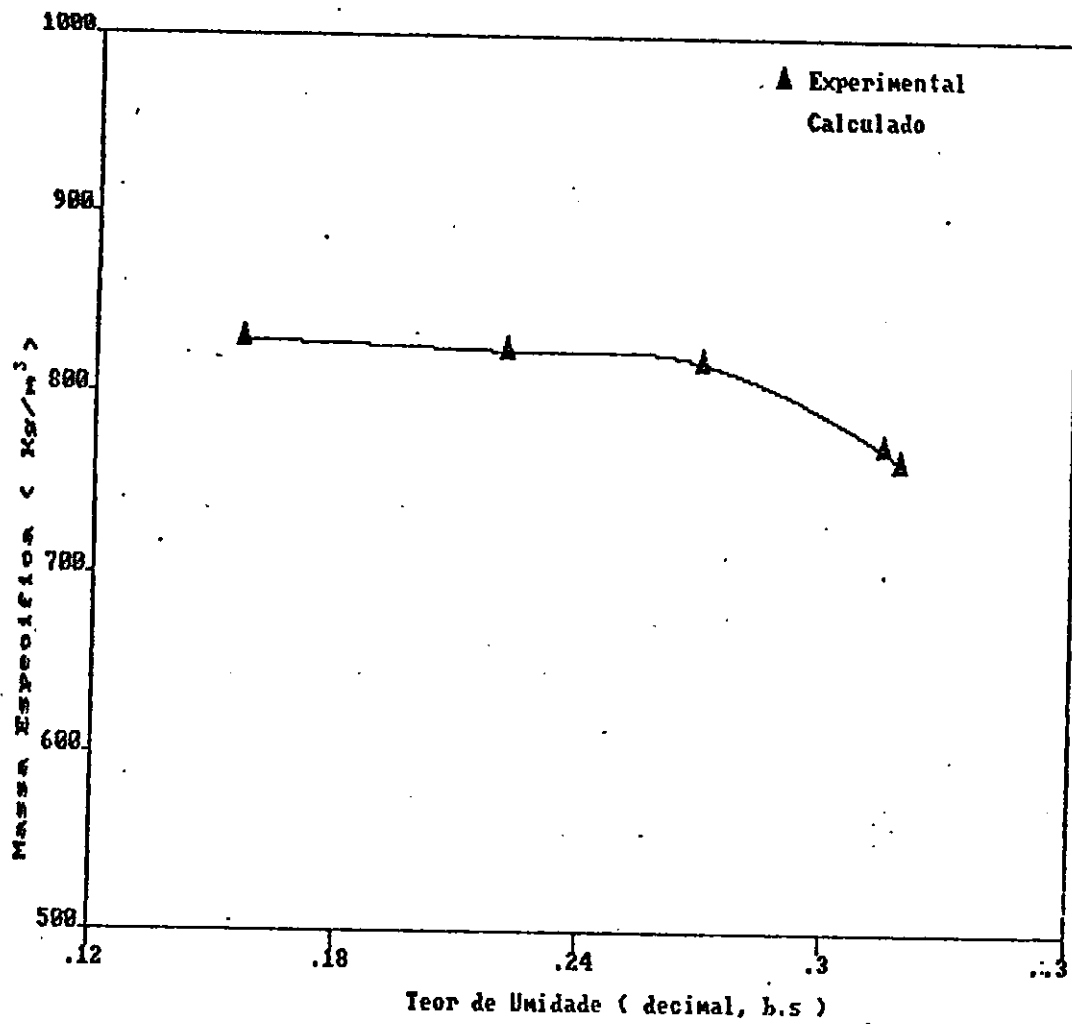


Figura 20 - Variação da massa específica de acordo com o teor de umidade.

6. CONCLUSOES

Através dos resultados desse trabalho pôde-se tirar as seguintes conclusões:

1. Tanto o modelo de Thompson como o modelo de Page se ajustaram muito bem aos dados experimentais de secagem em camada fina de feijão carioquinha para a faixa de temperatura de 40 a 80 °C e umidade inicial do produto de 0,2346 a 0,3158, decimal b.s.
2. O modelo de secagem em camada fina que melhor representou os dados experimentais de secagem de feijão carioquinha na faixa de temperatura e umidade inicial do produto estudados foi o de Thompson. Entretanto, o modelo de Page também apresenta um excelente ajuste. Todavia, não houve diferenças significativas entre os dois modelos.
3. O calor específico do feijão carioquinha aumentou linearmente com o aumento do teor de umidade.
4. A porosidade do feijão carioquinha aumentou com o aumento do teor de umidade. Todavia, este aumento não é linear. A equação que melhor se ajustou aos dados experimentais é do terceiro grau.

5. A massa específica volumétrica de feijão cariocinha decresceu com o aumento do teor de umidade do produto para a faixa de umidade estudada. Entretanto, esta variação não é linear. A equação que melhor se ajustou aos dados experimentais é uma função do terceiro grau.

7. SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

1. Elaboração de um equipamento automatizado para secagem em camada fina.
2. Determinação das propriedades físicas de feijão carioquinha para uma faixa de teor de umidade mais ampla.

B. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- AGUIAR, P.A.A.; PIMENTA, M. L.; SILVA, M.C.L. da. Conservação de Sementes Armazenadas nas Diversas Zonas Fisiológicas do Estado de Pernambuco. Pesq. Agropecuária, Pernambuco, Recife, 1978.
- ALMEIDA, B.L. Determinação de Propriedades Físicas de Amêndoas de Cacau. Viçosa-MG. 1979 (Tese de M.Sc.)
- BACH, D. B. Curvas de Equilíbrio Higroscópico de Feijão Preto. Viçosa-MG. 1979. 39p. (Tese de M.Sc.)
- BOSCO, J. Armazenamento de Sementes de Feijão Vigna em algumas localidades do Norte e Nordeste do Brasil. Pelotas-RS. 1978. 52p. (Tese de M.Sc.)
- BOUMANS, G. Grain Handling and Storage. New York. Elsevier Science Publishers B.V., 1985. 436p.
- BROOKER, D.B.; BAKKER-ARKEMA, F. W.; HALL, C.W. Drying Cereal grains. Westport, Connecticut. The AVI PUBLISHING COMPANY. 1974. 265p.
- CAVALCANTI MATA, M.E.R.M.; MARTINS, J.H.; ALMEIDA, F. A.C.; ARAGÃO, R.F.; SOUSA, J.B. Histerese em Sementes de Feijão Mulatinho (Phaseolus vulgaris L.) variedade paulista. Revista Nordestina de Armazenagem, UFPB. 1985. 44p.

- CAVALCANTI MATA, M.E.R.M. e OLIVEIRA, M.R.T. Estudo das Curvas de Secagem do Feijão Mulatinho em Camada Fina. NTA/UFPB Boletim Técnico no. 4. 1989. 33p.
- CAVALCANTI MATA, M.E.R.M.; ALMEIDA, F.A.; MARTINS, J.H. Curvas de Equilíbrio Higroscópico em Sementes de Algodão. Revista Nordestina de Armazenagem. UFPB. 1985. 56p.
- CAVALCANTI MATA, M.E.R.M. e FERNANDES FILHO, J.G. Determinação da Porosidade de Sementes de Mamona e Algaroba. Revista Nordestina de Armazenagem. UFPB. 1984. 64p.
- DALPASQUALE, V.A. Secagem de Grãos com Ar Natural. Uma opção pouco utilizada no Brasil. Informativo Agropecuário. Belo Horizonte. 1983.
- IBGE. Anuário Estatístico do Brasil. Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Rio de Janeiro-RJ, V. 45. 1988.
- LASSERAN, J.C. Aeração de Grãos. Viçosa. UFV. CENTREINAR. 1981. 131p.
- LI, J.; MOREY, R.V. Thin-Layer Drying of Yellow Dent-Corn. ASAE. Transaction of the ASAE. 1984.

- MARTINS, J. H.; CAVALCANTI MATA, M.E.R.M. Introdução à Teoria e Simulação Matemática de Secagem de Grãos. Campina Grande UFPB/NTA. 1984. 104p.
- MARTINS, J.H. Simulação de Secagem de Milho em Camada Estacionária. Viçosa Minas Gerais UFV. 1982. 96p. (Tese de M.Sc.)
- MARTINS, J.H. Thin-layer drying rates of corn hybrids related to performance of high-speed, high temperature batch dryer. Purdue University, West Lafayette, IN. 1988. 182p. (Tese de Doutorado).
- MOHSENIN, N.N. Physical properties of plant and Animal Materials. New York. Gordon and Breach. 1972. 734p.
- MOHSENIN, N.N. Thermal proprieties of Foods and Agricultural Materials. New York. Gordon and Breach. 1980. 407p.
- MOURA, E.J. Estudo de um Gasoc@nio de Fluxo Ascendente para Secagem de Grãos. Campina Grande. UFPB. 1989. 35p.
- NEVES, M.J.B. Modelagem Físico Matemática do Processo de Seca-Aeração. UFV. 1982. 55p. (Tese de M.Sc.)
- OLIVEIRA, M.R.T.; CAVALCANTI MATA, M.E.R.M.; BORA, P. S. Análise dos Componentes do Feijão Mulatinho Durante o Processo de Secagem. Campina Grande. UFPB. Boletim Técnico no. 3. 1988. 21p.

- PINHEIRO FILHO, J.B. Estudo da Curva de Secamento do Cacau. Viçosa. UFV. Minas Gerais. 1972. 40p. (Tese de M.Sc.)
- PRADO, E.P. Secagem de Sementes de Cacau em Camadas Finas, a sessenta e oitenta graus celcius e variação de porosidade durante o processo. Viçosa-MG. 1978. 31p. (Tese de M.Sc.)
- ROA, G.; ROSSI, S.J. Secagem e Armazenamento de Produtos Agropecuários com Uso de Energia Solar e Ar Natural. São Paulo. ACIESP. 1980. 295p.
- ROA, G. e VILLA, L.G. Secagem e Armazenagem de Grãos e Sementes em Silos mediante a utilização de ar ambiente e com auxílio de coletores solares. Campinas. UNICAMP. 1977. 51p.
- SATHLER, M.G.B. Secagem de feijão em camadas finas, a baixas temperaturas e seus efeitos na germinação das sementes. Viçosa-MG. UFV. 1979. (Tese de M.Sc.)
- SILVA, J.S.; DALPASQUALE, V.A. e FILHO, A.F.L. Métodos de Secagem e Secadores. Informativo Agropecuário. Belo Horizonte. 1983.
- TIPLER, P. A. Física I, Rio de Janeiro, Guanabara Dois. 2a. Ed. 1984. 596p.

APENDICE A

TEMPERATURA (C) = 40.0
 UMID. INICIAL (B.S.) = 0.2346
 UMID. EQUIL. (B.S.) = 0.0655
 UMID. RELAT. (DEC.) = 0.1900
 PARAMETRO A = 0.02054
 PARAMETRO B = 0.64073

TEMPO(min)	U (b.u.)	U (b.s.)	RU EXP.	RU CALC.	RESIDUO
0.0000	0.1900	0.2346	1.0000	1.0000	0.0000
5.0000	0.1830	0.2240	0.9373	0.9440	-0.0067
10.0000	0.1791	0.2181	0.9025	0.9141	-0.0116
15.0000	0.1763	0.2140	0.8782	0.8901	-0.0118
20.0000	0.1740	0.2107	0.8587	0.8693	-0.0106
25.0000	0.1718	0.2075	0.8398	0.8508	-0.0110
30.0000	0.1700	0.2049	0.8244	0.8339	-0.0095
35.0000	0.1684	0.2025	0.8102	0.8184	-0.0081
40.0000	0.1669	0.2003	0.7972	0.8038	-0.0066
50.0000	0.1641	0.1963	0.7736	0.7773	-0.0037
60.0000	0.1615	0.1927	0.7523	0.7534	-0.0011
70.0000	0.1594	0.1896	0.7340	0.7316	0.0024
80.0000	0.1569	0.1862	0.7189	0.7115	0.0024
90.0000	0.1552	0.1837	0.6991	0.6927	0.0063
100.0000	0.1532	0.1810	0.6831	0.6752	0.0079
120.0000	0.1496	0.1759	0.6530	0.6431	0.0098
140.0000	0.1464	0.1714	0.6264	0.6143	0.0120
160.0000	0.1433	0.1672	0.6015	0.5892	0.0134
180.0000	0.1404	0.1633	0.5785	0.5642	0.0143
201.0000	0.1376	0.1595	0.5560	0.5410	0.0150
220.0000	0.1350	0.1561	0.5359	0.5216	0.0143
240.0000	0.1326	0.1529	0.5170	0.5025	0.0145
260.0000	0.1303	0.1499	0.4993	0.4846	0.0147
280.0000	0.1280	0.1469	0.4815	0.4678	0.0137
300.0000	0.1252	0.1431	0.4591	0.4520	0.0070
320.0000	0.1236	0.1411	0.4472	0.4371	0.0101
340.0000	0.1216	0.1385	0.4319	0.4230	0.0088
360.0000	0.1197	0.1360	0.4171	0.4097	0.0074
380.0000	0.1179	0.1336	0.4029	0.3970	0.0059
400.0000	0.1164	0.1317	0.3917	0.3849	0.0067
420.0000	0.1148	0.1297	0.3798	0.3734	0.0064
440.0000	0.1133	0.1278	0.3686	0.3625	0.0061
460.0000	0.1120	0.1261	0.3586	0.3520	0.0066
480.0000	0.1104	0.1241	0.3467	0.3420	0.0048
485.0000	0.1102	0.1238	0.3450	0.3395	0.0054

SOMA DE QUADRADOS DOS RESIDUOS = 0.003092

TEMPERATURA (C) = 50.0
 UMID. INICIAL (B.S.) = 0.2346
 UMID. EQUIL. (B.S.) = 0.0538
 UMID. RELAT. (DEC.) = 0.1400
 PARAMETRO A = 0.02666
 PARAMETRO B = 0.64292

TEMPO(min)	U (b.u.)	U (b.s.)	RU EXP.	RU CALC.	RESIDUO
0.0000	0.1900	0.2346	1.0000	1.0000	0.0000
5.0000	0.1806	0.2204	0.9215	0.9277	-0.0063
10.0000	0.1759	0.2135	0.8833	0.8894	-0.0062
17.0000	0.1714	0.2068	0.8462	0.8481	-0.0018
26.0000	0.1671	0.2006	0.8119	0.8053	0.0066
30.0000	0.1653	0.1981	0.7981	0.7886	0.0095
35.0000	0.1633	0.1952	0.7821	0.7694	0.0127
40.0000	0.1613	0.1924	0.7666	0.7515	0.0151
50.0000	0.1577	0.1872	0.7378	0.7191	0.0187
60.0000	0.1545	0.1827	0.7129	0.6902	0.0227
70.0000	0.1515	0.1786	0.6902	0.6640	0.0262
80.0000	0.1486	0.1746	0.6681	0.6401	0.0280
90.0000	0.1460	0.1709	0.6476	0.6180	0.0296
100.0000	0.1433	0.1673	0.6277	0.5975	0.0302
110.0000	0.1410	0.1642	0.6106	0.5784	0.0321
120.0000	0.1387	0.1611	0.5934	0.5605	0.0329
130.0000	0.1365	0.1581	0.5768	0.5436	0.0332
140.0000	0.1344	0.1553	0.5613	0.5277	0.0337
150.0000	0.1324	0.1526	0.5464	0.5126	0.0338
160.0000	0.1305	0.1501	0.5326	0.4983	0.0343
170.0000	0.1286	0.1476	0.5187	0.4847	0.0341
190.0000	0.1249	0.1428	0.4922	0.4593	0.0328
210.0000	0.1219	0.1389	0.4706	0.4362	0.0344
245.0000	0.1164	0.1317	0.4308	0.4001	0.0307
270.0000	0.1128	0.1271	0.4053	0.3771	0.0282
275.0000	0.1121	0.1263	0.4009	0.3728	0.0281

SOMA DE QUADRADOS DOS RESIDUOS = 0.017343

TEMPERATURA (C) = 60.0
 UMID. INICIAL (B.S.) = 0.2346
 UMID. EQUIL. (B.S.) = 0.0437
 UMID. RELAT. (DEC.) = 0.1000
 PARAMETRO A = 0.03240
 PARAMETRO B = 0.64877

TEMPO(min)	U (b.u.)	U (b.s.)	RU EXP.	RU CALC.	RESIDUO
0.0000	0.1900	0.2346	1.0000	1.0000	0.0000
5.0000	0.1784	0.2172	0.9088	0.9120	-0.0032
10.0000	0.1725	0.2084	0.8627	0.8656	-0.0029
15.0000	0.1680	0.2019	0.8287	0.8288	-0.0001
20.0000	0.1644	0.1968	0.8020	0.7975	0.0045
25.0000	0.1612	0.1922	0.7779	0.7699	0.0080
30.0000	0.1583	0.1881	0.7564	0.7450	0.0114
35.0000	0.1556	0.1843	0.7365	0.7223	0.0142
40.0000	0.1531	0.1808	0.7181	0.7013	0.0168
50.0000	0.1486	0.1746	0.6857	0.6636	0.0220
60.0000	0.1443	0.1686	0.6542	0.6303	0.0239
70.0000	0.1402	0.1631	0.6254	0.6004	0.0250
80.0000	0.1365	0.1581	0.5992	0.5734	0.0259
90.0000	0.1328	0.1532	0.5735	0.5486	0.0250
100.0000	0.1293	0.1485	0.5489	0.5258	0.0232
110.0000	0.1260	0.1442	0.5264	0.5046	0.0218
120.0000	0.1233	0.1406	0.5075	0.4850	0.0226
130.0000	0.1201	0.1364	0.4855	0.4666	0.0189
140.0000	0.1173	0.1329	0.4672	0.4494	0.0178
145.0000	0.1159	0.1310	0.4572	0.4412	0.0160

SOMA DE QUADRADOS DOS RESIDUOS = 0.006139

TEMPERATURA (C) = 70.0
 UMID. INICIAL (B.S.) = 0.2346
 UMID. EQUIL. (B.S.) = 0.0353
 UMID. RELAT. (DEC.) = 0.0700
 PARAMETRO A = 0.03688
 PARAMETRO B = 0.66595

TEMPO(min)	U (b.u.)	U (b.s.)	RU EXP.	RU CALC.	RESIDUO
0.0000	0.1900	0.2346	1.0000	1.0000	0.0000
3.0000	0.1800	0.2195	0.9243	0.9262	-0.0020
6.0000	0.1743	0.2111	0.8821	0.8855	-0.0034
10.0000	0.1687	0.2030	0.8415	0.8429	-0.0014
15.0000	0.1631	0.1948	0.8003	0.7994	0.0009
20.0000	0.1585	0.1883	0.7677	0.7625	0.0052
26.0000	0.1535	0.1813	0.7326	0.7240	0.0086
30.0000	0.1507	0.1774	0.7130	0.7010	0.0120
35.0000	0.1471	0.1725	0.6885	0.6746	0.0138
41.0000	0.1432	0.1671	0.6614	0.6457	0.0156
50.0000	0.1374	0.1593	0.6222	0.6071	0.0152
60.0000	0.1318	0.1518	0.5846	0.5692	0.0154
81.0000	0.1209	0.1375	0.5129	0.5025	0.0104
101.0000	0.1118	0.1259	0.4547	0.4506	0.0041
110.0000	0.1080	0.1211	0.4306	0.4301	0.0005

SOMA DE QUADRADOS DOS RESIDUOS = 0.001293

TEMPERATURA (C) = 80.0
 UMID. INICIAL (B.S.) = 0.2346
 UMID. EQUIL. (B.S.) = 0.0319
 UMID. RELAT. (DEC.) = 0.0600
 PARAMETRO A = 0.03930
 PARAMETRO B = 0.70215

TEMPO(min)	U (b.u.)	U (b.s.)	RU EXP.	RU CALC.	RESIDUO
0.0000	0.1900	0.2346	1.0000	1.0000	0.0000
3.0000	0.1783	0.2169	0.9127	0.9185	-0.0058
6.0000	0.1719	0.2076	0.8668	0.8708	-0.0040
10.0000	0.1637	0.1957	0.8081	0.8204	-0.0123
15.0000	0.1567	0.1858	0.7593	0.7686	-0.0093
20.0000	0.1515	0.1785	0.7233	0.7246	-0.0014
25.0000	0.1470	0.1723	0.6927	0.6861	0.0066
30.0000	0.1423	0.1658	0.6606	0.6517	0.0089
35.0000	0.1374	0.1593	0.6285	0.6206	0.0080
40.0000	0.1332	0.1537	0.6009	0.5922	0.0088
50.0000	0.1251	0.1430	0.5481	0.5418	0.0063
60.0000	0.1179	0.1337	0.5023	0.4983	0.0040
70.0000	0.1112	0.1251	0.4598	0.4602	-0.0003
80.0000	0.1052	0.1175	0.4223	0.4264	-0.0040

SOMA DE QUADRADOS DOS RESIDUOS = 0.000625

Page 21/35

TEMPERATURA (C)	=	40.0
UMID. INICIAL (B.S.)	=	0.2739
UMID. EQUIL. (B.S.)	=	0.0655
UMID. RELAT. (DEC.)	=	0.1900
PARAMETRO A	=	0.02588
PARAMETRO B	=	0.62650

TEMPO(min)	U (b.u.)	U (b.s.)	RU EXP.	RU CALC.	RESIDUO
0.0000	0.2150	0.2739	1.0000	1.0000	0.0000
5.0000	0.2051	0.2581	0.9242	0.9315	-0.0073
10.0000	0.1992	0.2487	0.8791	0.8963	-0.0172
15.0000	0.1951	0.2424	0.8489	0.8683	-0.0195
20.0000	0.1917	0.2371	0.8235	0.8445	-0.0210
25.0000	0.1888	0.2327	0.8023	0.8233	-0.0210
30.0000	0.1862	0.2288	0.7836	0.8042	-0.0205
40.0000	0.1818	0.2222	0.7520	0.7703	-0.0183
50.0000	0.1780	0.2166	0.7251	0.7407	-0.0156
60.0000	0.1746	0.2116	0.7011	0.7143	-0.0132
70.0000	0.1715	0.2070	0.6791	0.6904	-0.0113
80.0000	0.1686	0.2028	0.6589	0.6684	-0.0095
90.0000	0.1660	0.1990	0.6407	0.6481	-0.0074
100.0000	0.1637	0.1957	0.6248	0.6292	-0.0043
120.0000	0.1586	0.1885	0.5903	0.5949	-0.0046
140.0000	0.1544	0.1825	0.5615	0.5644	-0.0028
160.0000	0.1502	0.1768	0.5342	0.5369	-0.0027
180.0000	0.1466	0.1717	0.5097	0.5119	-0.0022
200.0000	0.1429	0.1668	0.4862	0.4890	-0.0028
220.0000	0.1396	0.1623	0.4646	0.4680	-0.0034
240.0000	0.1362	0.1577	0.4426	0.4485	-0.0059
260.0000	0.1330	0.1534	0.4219	0.4304	-0.0085
280.0000	0.1301	0.1495	0.4032	0.4135	-0.0103
300.0000	0.1271	0.1456	0.3845	0.3977	-0.0132
320.0000	0.1242	0.1418	0.3663	0.3828	-0.0165
340.0000	0.1215	0.1383	0.3495	0.3688	-0.0194
370.0000	0.1178	0.1335	0.3265	0.3494	-0.0229
400.0000	0.1144	0.1291	0.3054	0.3314	-0.0261
430.0000	0.1110	0.1248	0.2847	0.3149	-0.0302
460.0000	0.1077	0.1207	0.2650	0.2996	-0.0345

SOMA DE QUADRADOS DOS RESIDUOS = 0.007477

TEMPERATURA (C)	=	50.0
UMID. INICIAL (B.S.)	=	0.2739
UMID. EQUIL. (B.S.)	=	0.0538
UMID. RELAT. (DEC.)	=	0.1400
PARAMETRO A	=	0.03461
PARAMETRO B	=	0.62300

TEMPO(min)	U (b.u.)	U (b.s.)	RU EXP.	RU CALC.	RESIDUO
0.0000	0.2150	0.2739	1.0000	1.0000	0.0000
5.0000	0.2010	0.2516	0.8987	0.9100	-0.0113
10.0000	0.1939	0.2405	0.8482	0.8648	-0.0165
15.0000	0.1887	0.2325	0.8119	0.8294	-0.0175
20.0000	0.1844	0.2261	0.7828	0.7995	-0.0167
25.0000	0.1810	0.2211	0.7601	0.7733	-0.0132
30.0000	0.1775	0.2158	0.7360	0.7497	-0.0137
40.0000	0.1720	0.2077	0.6992	0.7085	-0.0093
50.0000	0.1673	0.2010	0.6687	0.6730	-0.0042
60.0000	0.1630	0.1948	0.6406	0.6417	-0.0011
70.0000	0.1589	0.1889	0.6138	0.6136	0.0001
80.0000	0.1550	0.1835	0.5892	0.5882	0.0011
90.0000	0.1513	0.1783	0.5656	0.5649	0.0007
100.0000	0.1481	0.1738	0.5451	0.5434	0.0017
110.0000	0.1448	0.1693	0.5247	0.5235	0.0012
120.0000	0.1417	0.1651	0.5056	0.5050	0.0006
130.0000	0.1385	0.1608	0.4861	0.4876	-0.0016
140.0000	0.1359	0.1572	0.4697	0.4714	-0.0016
150.0000	0.1330	0.1534	0.4525	0.4560	-0.0036
170.0000	0.1276	0.1463	0.4202	0.4279	-0.0077
190.0000	0.1229	0.1401	0.3920	0.4026	-0.0106
210.0000	0.1184	0.1343	0.3657	0.3797	-0.0141
240.0000	0.1122	0.1263	0.3293	0.3491	-0.0198

SOMA DE QUADRADOS DOS RESIDUOS = 0.002242

TEMPERATURA (C)	=	60.0
UMID. INICIAL (B.S.)	=	0.2739
UMID. EQUIL. (B.S.)	=	0.0437
UMID. RELAT. (DEC.)	=	0.1000
PARAMETRO A	=	0.04289
PARAMETRO B	=	0.62487

TEMPO(min)	U (b.u.)	U (b.s.)	RU EXP:	RU CALC.	RESIDUO
0.0000	0.2150	0.2739	1.0000	1.0000	0.0000
10.0000	0.1829	0.2238	0.7823	0.8346	-0.0523
15.0000	0.1766	0.2145	0.7419	0.7922	-0.0503
20.0000	0.1713	0.2067	0.7081	0.7567	-0.0486
25.0000	0.1670	0.2004	0.6807	0.7258	-0.0451
30.0000	0.1630	0.1947	0.6559	0.6982	-0.0423
35.0000	0.1596	0.1899	0.6351	0.6733	-0.0383
40.0000	0.1564	0.1853	0.6151	0.6506	-0.0355
45.0000	0.1533	0.1811	0.5968	0.6295	-0.0327
50.0000	0.1501	0.1767	0.5777	0.6100	-0.0323
60.0000	0.1447	0.1691	0.5117	0.5747	-0.0300
70.0000	0.1394	0.1620	0.5138	0.5434	-0.0296
80.0000	0.1345	0.1554	0.4852	0.5153	-0.0301
90.0000	0.1298	0.1492	0.4582	0.4899	-0.0316
100.0000	0.1255	0.1435	0.4335	0.4667	-0.0332
110.0000	0.1212	0.1379	0.4092	0.4453	-0.0362
120.0000	0.1173	0.1328	0.3870	0.4257	-0.0387
130.0000	0.1137	0.1282	0.3670	0.4074	-0.0404
140.0000	0.1100	0.1236	0.3470	0.3904	-0.0434
150.0000	0.1067	0.1195	0.3292	0.3746	-0.0454
160.0000	0.1035	0.1154	0.3114	0.3598	-0.0484
170.0000	0.1005	0.1117	0.2953	0.3458	-0.0505
180.0000	0.0974	0.1079	0.2788	0.3327	-0.0539
190.0000	0.0947	0.1046	0.2645	0.3204	-0.0559

SOMA DE QUADRADOS DOS RESIDUOS = 0.040378

TEMPERATURA (C) = 70.0
 UMID. INICIAL (B.S.) = 0.2739
 UMID. EQUIL. (B.S.) = 0.0353
 UMID. RELAT. (DEC.) = 0.0700
 PARAMETRO A = 0.04921
 PARAMETRO B = 0.64108

TEMPO(min)	U (b.u.)	U (b.s.)	RU EXP.	RU CALC.	RESIDUO
0.0000	0.2150	0.2739	1.0000	1.0000	0.0000
5.0000	0.1940	0.2407	0.8609	0.8710	-0.0102
10.0000	0.1817	0.2221	0.7829	0.8063	-0.0233
15.0000	0.1746	0.2115	0.7385	0.7563	-0.0178
20.0000	0.1691	0.2035	0.7050	0.7147	-0.0098
25.0000	0.1642	0.1965	0.6757	0.6788	-0.0031
30.0000	0.1593	0.1895	0.6463	0.6469	-0.0006
35.0000	0.1555	0.1841	0.6237	0.6183	0.0054
40.0000	0.1515	0.1785	0.6002	0.5923	0.0079
50.0000	0.1438	0.1679	0.5558	0.5465	0.0093
60.0000	0.1374	0.1593	0.5198	0.5070	0.0127
70.0000	0.1310	0.1508	0.4841	0.4725	0.0116
80.0000	0.1251	0.1430	0.4514	0.4419	0.0096
90.0000	0.1192	0.1353	0.4192	0.4145	0.0047
100.0000	0.1141	0.1288	0.3920	0.3897	0.0022
110.0000	0.1094	0.1229	0.3672	0.3673	0.0000

SOMA DE QUADRADOS DOS RESIDUOS = 0.001666

TEMPERATURA (C) = 80.0
 UMID. INICIAL (B.S.) = 0.2739
 UMID. EQUIL. (B.S.) = 0.0319
 UMID. RELAT. (DEC.) = 0.0600
 PARAMETRO A = 0.05230
 PARAMETRO B = 0.68059

TEMPO(min)	U (b.u.)	U (b.s.)	RU EXP.	RU CALC.	RESIDUO
0.0000	0.2150	0.2739	1.0000	1.0000	0.0000
5.0000	0.1921	0.2377	0.8504	0.8552	-0.0048
10.0000	0.1807	0.2205	0.7793	0.7783	0.0011
15.0000	0.1723	0.2082	0.7285	0.7187	0.0098
20.0000	0.1653	0.1981	0.6868	0.6691	0.0177
25.0000	0.1589	0.1889	0.6488	0.6265	0.0223
30.0000	0.1532	0.1810	0.6161	0.5889	0.0272
35.0000	0.1477	0.1733	0.5843	0.5554	0.0289
40.0000	0.1425	0.1662	0.5550	0.5252	0.0298
45.0000	0.1376	0.1595	0.5273	0.4977	0.0296
50.0000	0.1328	0.1531	0.5009	0.4726	0.0283
55.0000	0.1283	0.1471	0.4761	0.4494	0.0266
60.0000	0.1239	0.1414	0.4525	0.4280	0.0245
65.0000	0.1195	0.1357	0.4290	0.4082	0.0208
70.0000	0.1157	0.1309	0.4091	0.3897	0.0194
75.0000	0.1123	0.1265	0.3909	0.3724	0.0185
80.0000	0.1087	0.1220	0.3724	0.3563	0.0161

SOMA DE QUADRADOS DOS RESIDUOS = 0.007782

TEMPERATURA (C) = 40.0
 UMID. INICIAL (B.S.) = 0.2987
 UMID. EQUIL. (B.S.) = 0.0655
 UMID. RELAT. (DEC.) = 0.1900
 PARAMETRO A = 0.02639
 PARAMETRO B = 0.61865

Page 23

TEMPO(min)	U (b.u.)	U (b.s.)	RU EXP.	RU CALC.	RESIDUO
0.0000	0.2300	0.2987	1.0000	1.0000	0.0000
5.0000	0.2194	0.2811	0.9245	0.9311	-0.0065
10.0000	0.2134	0.2712	0.8821	0.8961	-0.0140
15.0000	0.2077	0.2621	0.8431	0.8686	-0.0255
20.0000	0.2053	0.2584	0.8272	0.8450	-0.0178
25.0000	0.2023	0.2535	0.8062	0.8242	-0.0180
30.0000	0.1994	0.2490	0.7869	0.8054	-0.0185
35.0000	0.1971	0.2454	0.7715	0.7882	-0.0167
40.0000	0.1949	0.2420	0.7569	0.7722	-0.0153
50.0000	0.1911	0.2363	0.7325	0.7432	-0.0107
60.0000	0.1878	0.2312	0.7106	0.7173	-0.0067
70.0000	0.1846	0.2264	0.6900	0.6939	-0.0038
80.0000	0.1818	0.2222	0.6720	0.6724	-0.0003
90.0000	0.1793	0.2185	0.6562	0.6525	0.0037
100.0000	0.1768	0.2148	0.6403	0.6340	0.0063
110.0000	0.1745	0.2114	0.6257	0.6167	0.0090
120.0000	0.1723	0.2081	0.6116	0.6004	0.0112
130.0000	0.1701	0.2050	0.5983	0.5851	0.0132
140.0000	0.1680	0.2020	0.5854	0.5705	0.0149
150.0000	0.1661	0.1992	0.5734	0.5567	0.0167
160.0000	0.1642	0.1965	0.5618	0.5436	0.0182
170.0000	0.1625	0.1940	0.5511	0.5311	0.0200
180.0000	0.1607	0.1914	0.5400	0.5191	0.0208
200.0000	0.1569	0.1861	0.5173	0.4967	0.0205
220.0000	0.1534	0.1812	0.4963	0.4761	0.0202
240.0000	0.1499	0.1763	0.4752	0.4569	0.0183
270.0000	0.1453	0.1700	0.4482	0.4306	0.0176
300.0000	0.1414	0.1647	0.4255	0.4069	0.0186
330.0000	0.1377	0.1597	0.4041	0.3853	0.0188
360.0000	0.1344	0.1552	0.3848	0.3655	0.0193
390.0000	0.1309	0.1507	0.3655	0.3473	0.0182
420.0000	0.1280	0.1468	0.3488	0.3304	0.0183
450.0000	0.1252	0.1431	0.3329	0.3149	0.0180
480.0000	0.1226	0.1397	0.3183	0.3004	0.0179
510.0000	0.1202	0.1367	0.3055	0.2869	0.0186
540.0000	0.1178	0.1336	0.2922	0.2743	0.0179
560.0000	0.1168	0.1323	0.2866	0.2663	0.0203
590.0000	0.1132	0.1276	0.2664	0.2550	0.0114
620.0000	0.1109	0.1248	0.2544	0.2444	0.0101
650.0000	0.1087	0.1220	0.2424	0.2344	0.0081
680.0000	0.1069	0.1197	0.2326	0.2250	0.0076

SOMA DE QUADRADOS DOS RESIDUOS = 0.009954

TEMPERATURA (C) = 50.0
 UMID. INICIAL. (B.S.) = 0.2987
 UMID. EQUIL. (B.S.) = 0.0538
 UMID. RELAT. (DEC.) = 0.1400
 PARAMETRO A = 0.03486
 PARAMETRO B = 0.61543

TEMPO(min)	U (b.u.)	U (b.s.)	RU EXP.	RU CALC.	RESIDUO
0.0000	0.2300	0.2987	1.0000	1.0000	0.0000
5.0000	0.2164	0.2762	0.9081	0.9104	-0.0023
10.0000	0.2088	0.2639	0.8579	0.8661	-0.0082
15.0000	0.2037	0.2558	0.8248	0.8315	-0.0067
20.0000	0.1993	0.2489	0.7966	0.8023	-0.0056
25.0000	0.1956	0.2432	0.7734	0.7767	-0.0033
30.0000	0.1924	0.2382	0.7529	0.7537	-0.0008
35.0000	0.1893	0.2335	0.7337	0.7328	0.0009
40.0000	0.1867	0.2296	0.7178	0.7135	0.0043
50.0000	0.1820	0.2224	0.6884	0.6790	0.0095
60.0000	0.1775	0.2158	0.6615	0.6484	0.0130
70.0000	0.1734	0.2098	0.6370	0.6211	0.0159
90.0000	0.1660	0.1990	0.5929	0.5735	0.0193
110.0000	0.1596	0.1900	0.5561	0.5331	0.0230
130.0000	0.1538	0.1818	0.5226	0.4980	0.0246
150.0000	0.1483	0.1742	0.4916	0.4671	0.0245
170.0000	0.1434	0.1674	0.4638	0.4394	0.0244
190.0000	0.1387	0.1610	0.4377	0.4146	0.0231
220.0000	0.1342	0.1550	0.4132	0.3815	0.0317
230.0000	0.1302	0.1497	0.3915	0.3714	0.0201
250.0000	0.1264	0.1447	0.3711	0.3526	0.0186
270.0000	0.1229	0.1401	0.3523	0.3352	0.0172
290.0000	0.1194	0.1356	0.3339	0.3191	0.0148
310.0000	0.1161	0.1314	0.3168	0.3042	0.0126
330.0000	0.1133	0.1278	0.3021	0.2903	0.0118
350.0000	0.1105	0.1242	0.2874	0.2774	0.0100
360.0000	0.1092	0.1226	0.2809	0.2712	0.0096

SOMA DE QUADRADOS DOS RESIDUOS = 0.006685

TEMPERATURA (C)	=	60.0
UMID. INICIAL (B.S.)	=	0.2987
UMID. EQUIL. (B.S.)	=	0.0437
UMID. RELAT. (DEC.)	=	0.1000
PARAMETRO A	=	0.04236
PARAMETRO B	=	0.62010

TEMPO(min)	U (b.u.)	U (b.s.)	RU EXP.	RU CALC.	RESIDUO
0.0000	0.2300	0.2987	1.0000	1.0000	0.0000
5.0000	0.2139	0.2721	0.8957	0.8914	0.0042
10.0000	0.2051	0.2581	0.8408	0.8381	0.0027
15.0000	0.1990	0.2485	0.8031	0.7968	0.0063
20.0000	0.1938	0.2404	0.7714	0.7623	0.0091
25.0000	0.1895	0.2339	0.7459	0.7322	0.0137
30.0000	0.1859	0.2283	0.7239	0.7053	0.0186
40.0000	0.1794	0.2186	0.6859	0.6589	0.0270
50.0000	0.1734	0.2098	0.6513	0.6193	0.0320
60.0000	0.1682	0.2022	0.6215	0.5848	0.0367
70.0000	0.1633	0.1952	0.5941	0.5541	0.0399
80.0000	0.1587	0.1886	0.5682	0.5266	0.0416
90.0000	0.1543	0.1824	0.5439	0.5016	0.0422
100.0000	0.1503	0.1769	0.5223	0.4788	0.0435
110.0000	0.1461	0.1712	0.4999	0.4578	0.0421
120.0000	0.1425	0.1661	0.4800	0.4394	0.0415
130.0000	0.1389	0.1613	0.4611	0.4204	0.0407
140.0000	0.1355	0.1567	0.4431	0.4036	0.0395
150.0000	0.1322	0.1524	0.4262	0.3879	0.0383
175.0000	0.1246	0.1424	0.3870	0.3528	0.0342
200.0000	0.1179	0.1336	0.3525	0.3224	0.0301
225.0000	0.1119	0.1261	0.3231	0.2959	0.0272
235.0000	0.1096	0.1232	0.3117	0.2862	0.0255

SOMA DE QUADRADOS DOS RESIDUOS = 0.022444

TEMPERATURA (C) = 70.0
 UMID. INICIAL (B.S.) = 0.2987
 UMID. EQUIL. (B.S.) = 0.0353
 UMID. RELAT. (DEC.) = 0.0700
 PARAMETRO A = 0.04734
 PARAMETRO B = 0.64245

TEMPO(min)	U (b.u.)	U (b.s.)	RU EXP.	RU CALC.	RESIDUO
0.0000	0.2300	0.2987	1.0000	1.0000	0.0000
5.0000	0.2107	0.2669	0.8793	0.8753	0.0039
10.0000	0.2006	0.2509	0.8185	0.8124	0.0062
15.0000	0.1933	0.2396	0.7757	0.7636	0.0120
20.0000	0.1874	0.2307	0.7419	0.7230	0.0189
25.0000	0.1825	0.2232	0.7134	0.6877	0.0257
30.0000	0.1779	0.2165	0.6880	0.6564	0.0315
35.0000	0.1737	0.2103	0.6644	0.6283	0.0361
40.0000	0.1699	0.2047	0.6432	0.6027	0.0405
46.0000	0.1654	0.1981	0.6181	0.5747	0.0434
55.0000	0.1588	0.1888	0.5828	0.5372	0.0456
65.0000	0.1523	0.1796	0.5479	0.5007	0.0472
75.0000	0.1461	0.1711	0.5156	0.4684	0.0472
85.0000	0.1405	0.1635	0.4868	0.4396	0.0471
100.0000	0.1328	0.1532	0.4477	0.4016	0.0461
110.0000	0.1279	0.1467	0.4220	0.3791	0.0439
120.0000	0.1233	0.1407	0.4002	0.3586	0.0417
130.0000	0.1194	0.1356	0.3809	0.3397	0.0412
141.0000	0.1149	0.1298	0.3588	0.3206	0.0383
150.0000	0.1116	0.1257	0.3433	0.3061	0.0372
155.0000	0.1095	0.1230	0.3330	0.2985	0.0345

SOMA DE QUADRADOS DOS RESIDUOS = 0.027312

TEMPERATURA (C) = 80.0
 UMID. INICIAL (B.S.) = 0.2987
 UMID. EQUIL. (B.S.) = 0.0319
 UMID. RELAT. (DEC.) = 0.0600
 PARAMETRO A = 0.04866
 PARAMETRO B = 0.692224

TEMPO(min)	U (b.u.)	U (b.s.)	RU EXP.	RU CALC.	RESIDUO
0.0000	0.2300	0.2987	1.0000	1.0000	0.0000
5.0000	0.2082	0.2630	0.8662	0.8622	0.0040
10.0000	0.1960	0.2437	0.7939	0.7870	0.0069
15.0000	0.1871	0.2302	0.7433	0.7282	0.0151
20.0000	0.1802	0.2198	0.7043	0.6790	0.0253
25.0000	0.1738	0.2103	0.6687	0.6365	0.0322
30.0000	0.1678	0.2016	0.6361	0.5990	0.0371
35.0000	0.1623	0.1937	0.6065	0.5654	0.0411
40.0000	0.1569	0.1860	0.5776	0.5350	0.0426
45.0000	0.1517	0.1789	0.5510	0.5073	0.0437
50.0000	0.1469	0.1722	0.5259	0.4819	0.0440
55.0000	0.1421	0.1656	0.5012	0.4585	0.0426
60.0000	0.1374	0.1592	0.4772	0.4369	0.0403
65.0000	0.1331	0.1535	0.4558	0.4167	0.0391
70.0000	0.1294	0.1486	0.4374	0.3980	0.0395
80.0000	0.1213	0.1381	0.3981	0.3640	0.0341
90.0000	0.1143	0.1291	0.3643	0.3340	0.0303
100.0000	0.1079	0.1210	0.3340	0.3074	0.0266

SOMA DE QUADRADOS DOS RESIDUOS = 0.020002

TEMPERATURA (C) = 40.0
 UMID. INICIAL (B.S.) = 0.3158
 UMID. EQUIL. (B.S.) = 0.0655
 UMID. RELAT. (DEC.) = 0.1900
 PARAMETRO A = 0.02527
 PARAMETRO B = 0.61453

TEMPO(min)	U (b.u.)	U (b.s.)	RU EXP.	RU CALC.	RESIDUO
0.0000	0.2400	0.3158	1.0000	1.0000	0.0000
5.0000	0.2312	0.3007	0.9397	0.9343	0.0054
10.0000	0.2246	0.2896	0.8953	0.9012	-0.0059
15.0000	0.2198	0.2818	0.8642	0.8751	-0.0109
20.0000	0.2162	0.2758	0.8402	0.8528	-0.0126
25.0000	0.2130	0.2707	0.8199	0.8331	-0.0132
30.0000	0.2101	0.2660	0.8011	0.8152	-0.0141
40.0000	0.2053	0.2583	0.7703	0.7836	-0.0133
50.0000	0.2011	0.2517	0.7440	0.7560	-0.0121
60.0000	0.1974	0.2460	0.7212	0.7314	-0.0102
70.0000	0.1940	0.2407	0.7000	0.7090	-0.0090
80.0000	0.1911	0.2363	0.6824	0.6885	-0.0060
90.0000	0.1883	0.2320	0.6653	0.6694	-0.0042
100.0000	0.1857	0.2280	0.6493	0.6517	-0.0024
120.0000	0.1804	0.2201	0.6177	0.6194	-0.0017
140.0000	0.1759	0.2135	0.5914	0.5907	0.0007
160.0000	0.1716	0.2071	0.5658	0.5646	0.0012
180.0000	0.1676	0.2013	0.5426	0.5409	0.0017
200.0000	0.1637	0.1958	0.5207	0.5191	0.0015
220.0000	0.1599	0.1904	0.4991	0.4990	0.0001
240.0000	0.1564	0.1854	0.4791	0.4803	-0.0012
260.0000	0.1531	0.1807	0.4604	0.4629	-0.0025
280.0000	0.1498	0.1762	0.4424	0.4466	-0.0042
300.0000	0.1468	0.1721	0.4260	0.4313	-0.0053
320.0000	0.1439	0.1681	0.4100	0.4168	-0.0068
340.0000	0.1411	0.1642	0.3945	0.4032	-0.0088
360.0000	0.1385	0.1608	0.3809	0.3903	-0.0095
380.0000	0.1363	0.1577	0.3685	0.3781	-0.0096
400.0000	0.1339	0.1547	0.3565	0.3665	-0.0100
420.0000	0.1319	0.1520	0.3457	0.3555	-0.0098
440.0000	0.1298	0.1492	0.3345	0.3450	-0.0105
460.0000	0.1282	0.1470	0.3257	0.3350	-0.0092
480.0000	0.1266	0.1450	0.3178	0.3254	-0.0076
500.0000	0.1249	0.1427	0.3086	0.3162	-0.0077
520.0000	0.1234	0.1408	0.3010	0.3075	-0.0065
540.0000	0.1220	0.1389	0.2934	0.2991	-0.0057
560.0000	0.1206	0.1371	0.2862	0.2911	-0.0049
580.0000	0.1194	0.1357	0.2806	0.2833	-0.0027
600.0000	0.1184	0.1343	0.2750	0.2759	-0.0009
630.0000	0.1163	0.1316	0.2642	0.2653	-0.0011

SOMA DE QUADRADOS DOS RESIDUOS = 0.002264

TEMPERATURA (C) = 50.0
 UMID. INICIAL (B.S.) = 0.3158
 UMID. EQUIL. (B.S.) = 0.0538
 UMID. RELAT. (DEC.) = 0.1400
 PARAMETRO A = 0.03263
 PARAMETRO B = 0.61383

TEMPO(min)	U (b.u.)	U (b.s.)	RU EXP.	RU CALC.	RESIDUO
0.0000	0.2400	0.3158	1.0000	1.0000	0.0000
5.0000	0.2262	0.2924	0.9107	0.9161	-0.0054
10.0000	0.2189	0.2802	0.8641	0.8745	-0.0104
15.0000	0.2133	0.2712	0.8298	0.8420	-0.0122
20.0000	0.2091	0.2643	0.8034	0.8145	-0.0111
25.0000	0.2052	0.2581	0.7797	0.7903	-0.0106
30.0000	0.2020	0.2531	0.7607	0.7686	-0.0079
40.0000	0.1965	0.2445	0.7278	0.7305	-0.0026
50.0000	0.1915	0.2368	0.6984	0.6976	0.0009
60.0000	0.1870	0.2300	0.6725	0.6685	0.0040
70.0000	0.1831	0.2241	0.6500	0.6423	0.0077
80.0000	0.1792	0.2184	0.6282	0.6184	0.0098
90.0000	0.1755	0.2128	0.6068	0.5965	0.0103
100.0000	0.1721	0.2079	0.5881	0.5763	0.0118
110.0000	0.1700	0.2049	0.5767	0.5575	0.0192
115.0000	0.1674	0.2010	0.5618	0.5485	0.0133
120.0000	0.1658	0.1987	0.5530	0.5399	0.0131
125.0000	0.1630	0.1947	0.5377	0.5315	0.0062
135.0000	0.1601	0.1907	0.5225	0.5155	0.0070
145.0000	0.1573	0.1867	0.5072	0.5004	0.0068
155.0000	0.1545	0.1827	0.4919	0.4861	0.0058
165.0000	0.1519	0.1791	0.4782	0.4726	0.0056
175.0000	0.1494	0.1757	0.4652	0.4598	0.0054
185.0000	0.1470	0.1724	0.4526	0.4475	0.0051
195.0000	0.1449	0.1694	0.4412	0.4359	0.0053
210.0000	0.1425	0.1662	0.4290	0.4193	0.0096
230.0000	0.1382	0.1604	0.4068	0.3989	0.0079
250.0000	0.1343	0.1551	0.3866	0.3801	0.0064
265.0000	0.1307	0.1503	0.3663	0.3670	0.0013
285.0000	0.1272	0.1457	0.3507	0.3506	0.0001
305.0000	0.1239	0.1415	0.3347	0.3352	-0.0006
325.0000	0.1208	0.1374	0.3190	0.3210	-0.0020
350.0000	0.1175	0.1331	0.3026	0.3045	-0.0019
370.0000	0.1148	0.1297	0.2896	0.2922	-0.0026
390.0000	0.1123	0.1265	0.2774	0.2806	-0.0032
420.0000	0.1088	0.1221	0.2606	0.2645	-0.0039

SOMA DE QUADRADOS DOS RESIDUOS = 0.002245

TEMPERATURA (C) = 60.0
 UMD. INICIAL (B.S.) = 0.3158
 UMD. EQUIL. (B.S.) = 0.0437
 UMD. RELAT. (DEC.) = 0.1000
 PARAMETRO A = 0.03857
 PARAMETRO B = 0.62357

TEMPO(min)	U (b.u.)	U (b.s.)	RU EXP.	RU CALC.	RESIDUO
0.0000	0.2400	0.3158	1.0000	1.0000	0.0000
5.0000	0.2233	0.2875	0.8960	0.9001	-0.0041
10.0000	0.2139	0.2722	0.8397	0.8504	-0.0106
15.0000	0.2072	0.2614	0.8001	0.8116	-0.0115
20.0000	0.2021	0.2533	0.7703	0.7790	-0.0087
25.0000	0.1977	0.2464	0.7449	0.7505	-0.0056
35.0000	0.1901	0.2347	0.7019	0.7018	0.0001
45.0000	0.1837	0.2250	0.6663	0.6609	0.0053
55.0000	0.1779	0.2164	0.6347	0.6254	0.0092
65.0000	0.1725	0.2084	0.6053	0.5940	0.0112
75.0000	0.1677	0.2015	0.5799	0.5658	0.0141
85.0000	0.1628	0.1945	0.5542	0.5403	0.0139
95.0000	0.1584	0.1882	0.5310	0.5169	0.0141
120.0000	0.1499	0.1763	0.4873	0.4661	0.0212
140.0000	0.1422	0.1658	0.4487	0.4315	0.0172
160.0000	0.1357	0.1570	0.4163	0.4012	0.0152
180.0000	0.1294	0.1486	0.3855	0.3742	0.0113
200.0000	0.1240	0.1416	0.3597	0.3500	0.0097
220.0000	0.1189	0.1349	0.3351	0.3282	0.0069
240.0000	0.1141	0.1289	0.3131	0.3095	0.0046
260.0000	0.1101	0.1237	0.2939	0.2905	0.0035

SOMA DE QUADRADOS DOS RESIDUOS = 0.002474

TEMPERATURA (C) = 70.0
 UMID. INICIAL (B.S.) = 0.3158
 UMID. EQUIL. (B.S.) = 0.0353
 UMID. RELAT. (DEC.) = 0.0700
 PARAMETRO A = 0.04173
 PARAMETRO B = 0.65408

TEMPO(min)	U (b.u.)	U (b.s.)	RU EXP.	RU CALC.	RESIDUO
0.0000	0.2400	0.3158	1.0000	1.0000	0.0000
5.0000	0.2193	0.2808	0.8752	0.8873	-0.0121
10.0000	0.2088	0.2639	0.8150	0.8285	-0.0135
15.0000	0.2013	0.2521	0.7729	0.7825	-0.0095
20.0000	0.1951	0.2423	0.7380	0.7437	-0.0057
25.0000	0.1897	0.2341	0.7088	0.7099	-0.0011
30.0000	0.1847	0.2266	0.6820	0.6798	0.0023
35.0000	0.1801	0.2196	0.6571	0.6525	0.0046
40.0000	0.1758	0.2133	0.6346	0.6276	0.0071
45.0000	0.1714	0.2068	0.6115	0.6046	0.0069
50.0000	0.1675	0.2013	0.5918	0.5832	0.0086
55.0000	0.1638	0.1959	0.5726	0.5634	0.0092
60.0000	0.1597	0.1900	0.5516	0.5447	0.0068
65.0000	0.1563	0.1853	0.5348	0.5272	0.0076
70.0000	0.1530	0.1807	0.5184	0.5108	0.0077
75.0000	0.1496	0.1759	0.5013	0.4952	0.0061
80.0000	0.1463	0.1714	0.4853	0.4804	0.0049
90.0000	0.1407	0.1637	0.4578	0.4530	0.0048
105.0000	0.1325	0.1528	0.4190	0.4165	0.0025
120.0000	0.1255	0.1434	0.3855	0.3845	0.0010
135.0000	0.1190	0.1351	0.3559	0.3561	-0.0003
150.0000	0.1131	0.1276	0.3291	0.3309	-0.0017
160.0000	0.1093	0.1227	0.3117	0.3154	-0.0038

SOMA DE QUADRADOS DOS RESIDUOS = 0.001007

TEMPERATURA (C) = 80.0
 UMID. INICIAL (B.S.) = 0.3158
 UMID. EQUIL. (B.S.) = 0.0319
 UMID. RELAT. (DEC.) = 0.0600
 PARAMETRO A = 0.04133
 PARAMETRO B = 0.71570

TEMPO(min)	U (b.u.)	U (b.s.)	RU EXP.	RU CALC.	RESIDUO
0.0000	0.2400	0.3158	1.0000	1.0000	0.0000
5.0000	0.2165	0.2763	0.8609	0.8774	-0.0165
10.0000	0.2036	0.2556	0.7880	0.8067	-0.0188
15.0000	0.1945	0.2415	0.7383	0.7505	-0.0122
20.0000	0.1862	0.2289	0.6939	0.7028	-0.0089
25.0000	0.1801	0.2196	0.6612	0.6611	0.0000
30.0000	0.1742	0.2109	0.6305	0.6241	0.0064
35.0000	0.1683	0.2023	0.6002	0.5907	0.0095
40.0000	0.1624	0.1939	0.5706	0.5603	0.0103
45.0000	0.1567	0.1858	0.5421	0.5325	0.0096
50.0000	0.1512	0.1782	0.5153	0.5068	0.0085
60.0000	0.1413	0.1645	0.4671	0.4610	0.0060
70.0000	0.1324	0.1526	0.4252	0.4212	0.0039
80.0000	0.1236	0.1410	0.3843	0.3862	-0.0019
90.0000	0.1168	0.1322	0.3533	0.3552	-0.0019
100.0000	0.1098	0.1233	0.3220	0.3276	-0.0056

SOMA DE QUADRADOS DOS RESIDUOS = 0.001347

APENDICE B

TEMPERATURA (C) = 40.0
 UMID. INICIAL (B.S.) = 0.2346
 UMID. EQUIL. (B.S.) = 0.0655
 UMID. RELAT. (DEC.) = 0.1900
 PARAMETRO A = -2.01630
 PARAMETRO B = 5.67068

TEMPO(h)	U (b.u.)	U (b.s.)	RU EXP.	RU CALC.	RESIDUO
0.0000	0.1900	0.2346	1.0000	1.0000	0.0000
0.0833	0.1830	0.2240	0.9373	0.9633	-0.0260
0.1667	0.1791	0.2181	0.9025	0.9331	-0.0307
0.2500	0.1763	0.2140	0.8782	0.9072	-0.0290
0.3333	0.1740	0.2107	0.8587	0.8844	-0.0257
0.4167	0.1718	0.2075	0.8398	0.8638	-0.0240
0.5000	0.1700	0.2049	0.8244	0.8451	-0.0207
0.5833	0.1684	0.2025	0.8102	0.8278	-0.0176
0.6667	0.1669	0.2003	0.7972	0.8118	-0.0146
0.8333	0.1641	0.1963	0.7736	0.7829	-0.0093
1.0000	0.1615	0.1927	0.7523	0.7571	-0.0048
1.1667	0.1594	0.1896	0.7340	0.7339	0.0001
1.3333	0.1569	0.1862	0.7139	0.7127	0.0011
1.5000	0.1552	0.1837	0.6991	0.6932	0.0058
1.6667	0.1532	0.1810	0.6831	0.6752	0.0079
2.0000	0.1496	0.1759	0.6530	0.6427	0.0103
2.3333	0.1464	0.1714	0.6264	0.6139	0.0124
2.6667	0.1433	0.1672	0.6015	0.5882	0.0133
3.0000	0.1404	0.1633	0.5785	0.5650	0.0135
3.3500	0.1376	0.1595	0.5560	0.5427	0.0133
3.6667	0.1350	0.1561	0.5359	0.5243	0.0116
4.0000	0.1326	0.1529	0.5170	0.5063	0.0107
4.3333	0.1303	0.1499	0.4993	0.4895	0.0097
4.6667	0.1280	0.1469	0.4815	0.4740	0.0076
5.0000	0.1252	0.1431	0.4591	0.4594	-0.0003
5.3333	0.1236	0.1411	0.4472	0.4457	0.0016
5.6667	0.1216	0.1385	0.4319	0.4328	-0.0009
6.0000	0.1197	0.1360	0.4171	0.4206	-0.0035
6.3333	0.1179	0.1336	0.4029	0.4091	-0.0062
6.6667	0.1164	0.1317	0.3917	0.3981	-0.0065
7.0000	0.1148	0.1297	0.3798	0.3877	-0.0079
7.3333	0.1133	0.1278	0.3686	0.3779	-0.0093
7.6667	0.1120	0.1261	0.3586	0.3684	-0.0099
8.0000	0.1104	0.1241	0.3467	0.3594	-0.0127
8.0833	0.1102	0.1238	0.3450	0.3573	-0.0123

SOMA DE QUADRADOS DOS RESIDUOS = 0.00671

TEMPERATURA (C) = 50.0
 UMID. INICIAL (B.S.) = 0.2346
 UMID. EQUIL. (B.S.) = 0.0538
 UMID. RELAT. (DEC.) = 0.1400
 PARAMETRO A = -1.43105
 PARAMETRO B = 4.17581

TEMPO(h)	U (b.u.)	U (b.s.)	RU EXP.	RU CALC.	RESIDUO
0.0000	0.1900	0.2346	1.0000	1.0000	0.0000
0.0833	0.1806	0.2204	0.9215	0.9505	-0.0291
0.1667	0.1759	0.2135	0.8833	0.9122	-0.0290
0.2833	0.1714	0.2068	0.8462	0.8690	-0.0228
0.4333	0.1671	0.2006	0.8119	0.8240	-0.0121
0.5000	0.1653	0.1981	0.7981	0.8067	-0.0086
0.5833	0.1633	0.1952	0.7821	0.7868	-0.0047
0.6667	0.1613	0.1924	0.7666	0.7684	-0.0019
0.8333	0.1577	0.1872	0.7373	0.7356	0.0017
1.0000	0.1545	0.1827	0.7129	0.7067	0.0062
1.1667	0.1515	0.1786	0.6902	0.6809	0.0093
1.3333	0.1486	0.1746	0.6681	0.6576	0.0105
1.5000	0.1460	0.1709	0.6476	0.6364	0.0112
1.6667	0.1433	0.1673	0.6277	0.6168	0.0109
1.8333	0.1410	0.1642	0.6106	0.5987	0.0119
2.0000	0.1387	0.1611	0.5934	0.5818	0.0116
2.1667	0.1365	0.1581	0.5768	0.5651	0.0118
2.3333	0.1344	0.1553	0.5613	0.5513	0.0101
2.5000	0.1324	0.1526	0.5464	0.5373	0.0091
2.6667	0.1305	0.1501	0.5326	0.5242	0.0084
2.8333	0.1286	0.1476	0.5187	0.5117	0.0070
3.1667	0.1249	0.1428	0.4922	0.4886	0.0036
3.5000	0.1219	0.1389	0.4706	0.4676	0.0030
4.0833	0.1164	0.1317	0.4308	0.4351	-0.0043
4.5000	0.1128	0.1271	0.4053	0.4145	-0.0091
4.5833	0.1121	0.1263	0.4009	0.4106	-0.0097

SOMA DE QUADRADOS DOS RESIDUOS = 0.00385

TEMPERATURA (C) = 60.0
 UMID. INICIAL (B.S.) = 0.2346
 UMID. EQUIL. (B.S.) = 0.0437
 UMID. RELAT. (DEC.) = 0.1000
 PARAMETRO A = -1.01979
 PARAMETRO B = 2.87286

TEMPO(h)	U (b.u.)	U (b.s.)	RU EXP.	RU CALC.	RESIDUO
0.0000	0.1900	0.2346	1.0000	1.0000	0.0000
0.0833	0.1784	0.2172	0.9088	0.9338	-0.0250
0.1667	0.1725	0.2084	0.8627	0.8854	-0.0227
0.2500	0.1680	0.2019	0.8287	0.8464	-0.0177
0.3333	0.1644	0.1968	0.8020	0.8133	-0.0114
0.4167	0.1612	0.1922	0.7779	0.7845	-0.0067
0.5000	0.1583	0.1881	0.7564	0.7589	-0.0025
0.5833	0.1556	0.1843	0.7365	0.7358	0.0007
0.6667	0.1531	0.1808	0.7181	0.7147	0.0034
0.8333	0.1486	0.1746	0.6857	0.6773	0.0083
1.0000	0.1443	0.1686	0.6542	0.6449	0.0093
1.1667	0.1402	0.1631	0.6254	0.6163	0.0091
1.3333	0.1365	0.1581	0.5992	0.5907	0.0086
1.5000	0.1328	0.1532	0.5735	0.5675	0.0061
1.6667	0.1293	0.1485	0.5489	0.5463	0.0026
1.8333	0.1260	0.1442	0.5264	0.5262	-0.0004
2.0000	0.1233	0.1406	0.5075	0.5089	-0.0013
2.1667	0.1201	0.1364	0.4855	0.4891	-0.0037
2.3333	0.1173	0.1329	0.4672	0.4756	-0.0094
2.4167	0.1159	0.1310	0.4572	0.4691	-0.0120

SOMA DE QUADRADOS DOS RESIDUOS = 0.00228

TEMPERATURA (C) = 70.0
 UMID. INICIAL (B.S.) = 0.2346
 UMID. EQUIL. (B.S.) = 0.0353
 UMID. RELAT. (DEC.) = 0.0700
 PARAMETRO A = -0.78253
 PARAMETRO B = 1.84653

TEMPO(h)	U (b.u.)	U (b.s.)	RU EXP.	RU CALC.	RESIDUO
0.0000	0.1900	0.2346	1.0000	1.0000	0.0000
0.0500	0.1800	0.2195	0.9243	0.9452	-0.0209
0.1000	0.1743	0.2111	0.8821	0.9023	-0.0202
0.1667	0.1687	0.2030	0.8415	0.8558	-0.0143
0.2500	0.1631	0.1948	0.8003	0.8084	-0.0081
0.3333	0.1585	0.1883	0.7677	0.7688	-0.0011
0.4333	0.1535	0.1813	0.7326	0.7284	0.0042
0.5000	0.1507	0.1774	0.7130	0.7047	0.0083
0.5833	0.1471	0.1725	0.6885	0.6779	0.0106
0.6833	0.1432	0.1671	0.6614	0.6490	0.0123
0.8333	0.1374	0.1593	0.6222	0.6111	0.0111
1.0000	0.1318	0.1518	0.5846	0.5747	0.0099
1.3500	0.1209	0.1375	0.5129	0.5122	0.0007
1.6833	0.1118	0.1259	0.4547	0.4648	-0.0101
1.8333	0.1080	0.1211	0.4306	0.4463	-0.0157

SOMA DE QUADRADOS DOS RESIDUOS = 0.00204

TEMPERATURA (C) = 80.0
 UMID. INICIAL (B.S.) = 0.2346
 UMID. EQUIL. (B.S.) = 0.0319
 UMID. RELAT. (DEC.) = 0.0600
 PARAMETRO A = -0.71927
 PARAMETRO B = 1.10883

TEMPO(h)	U (b.u.)	U (b.s.)	RU EXP.	RU CALC.	RESIDUO
0.0000	0.1900	0.2346	1.0000	1.0000	0.0000
0.0500	0.1783	0.2169	0.9127	0.9386	-0.0259
0.1000	0.1719	0.2076	0.8668	0.8890	-0.0222
0.1667	0.1637	0.1957	0.8081	0.8343	-0.0262
0.2500	0.1567	0.1858	0.7593	0.7783	-0.0190
0.3333	0.1515	0.1785	0.7233	0.7315	-0.0082
0.4167	0.1470	0.1723	0.6927	0.6913	0.0014
0.5000	0.1423	0.1658	0.6606	0.6561	0.0045
0.5833	0.1374	0.1593	0.6285	0.6249	0.0037
0.6667	0.1332	0.1537	0.6009	0.5968	0.0041
0.8333	0.1251	0.1430	0.5481	0.5481	0.0000
1.0000	0.1179	0.1337	0.5023	0.5070	-0.0048
1.1667	0.1112	0.1251	0.4598	0.4717	-0.0118
1.3333	0.1052	0.1175	0.4223	0.4408	-0.0184

SOMA DE QUADRADOS DOS RESIDUOS = 0.00284

TEMPERATURA (C) = 40.0
 UMID. INICIAL (B.S.) = 0.2739
 UMID. EQUIL. (B.S.) = 0.0655
 UMID. RELAT. (DEC.) = 0.1900
 PARAMETRO A = -1.60699
 PARAMETRO B = 3.74195

TEMPO(h)	U (b.u.)	U (b.s.)	RU EXP.	RU CALC.	RESIDUO
0.0000	0.2150	0.2739	1.0000	1.0000	0.0000
0.0833	0.2051	0.2581	0.9242	0.9543	-0.0301
0.1667	0.1992	0.2487	0.8791	0.9173	-0.0382
0.2500	0.1951	0.2424	0.8489	0.8858	-0.0369
0.3333	0.1917	0.2371	0.8235	0.8582	-0.0347
0.4167	0.1888	0.2327	0.8023	0.8335	-0.0312
0.5000	0.1862	0.2288	0.7836	0.8112	-0.0276
0.6667	0.1818	0.2222	0.7520	0.7719	-0.0200
0.8333	0.1780	0.2166	0.7251	0.7381	-0.0129
1.0000	0.1746	0.2116	0.7011	0.7082	-0.0071
1.1667	0.1715	0.2070	0.6791	0.6815	-0.0024
1.3333	0.1686	0.2028	0.6589	0.6573	0.0016
1.5000	0.1660	0.1990	0.6407	0.6352	0.0055
1.6667	0.1637	0.1957	0.6248	0.6149	0.0100
2.0000	0.1586	0.1885	0.5903	0.5785	0.0118
2.3333	0.1544	0.1825	0.5615	0.5468	0.0147
2.6667	0.1502	0.1768	0.5342	0.5187	0.0154
3.0000	0.1466	0.1717	0.5097	0.4936	0.0161
3.3333	0.1429	0.1668	0.4862	0.4709	0.0154
3.6667	0.1396	0.1623	0.4646	0.4501	0.0145
4.0000	0.1362	0.1577	0.4426	0.4312	0.0114
4.3333	0.1330	0.1534	0.4219	0.4137	0.0082
4.6667	0.1301	0.1495	0.4032	0.3975	0.0057
5.0000	0.1271	0.1456	0.3845	0.3825	0.0020
5.3333	0.1242	0.1418	0.3663	0.3685	-0.0022
5.6667	0.1215	0.1383	0.3495	0.3554	-0.0059
6.1667	0.1178	0.1335	0.3265	0.3373	-0.0108
6.6667	0.1144	0.1291	0.3054	0.3207	-0.0154
7.1667	0.1110	0.1248	0.2847	0.3055	-0.0208
7.6667	0.1077	0.1207	0.2650	0.2915	-0.0265

SOMA DE QUADRADOS DOS RESIDUOS = 0.01047

TEMPERATURA (C) = 50.0
 UMID. INICIAL (B.S.) = 0.2739
 UMID. EQUIL. (B.S.) = 0.0538
 UMID. RELAT. (DEC.) = 0.1400
 PARAMETRO A = -1.07528
 PARAMETRO B = 2.75552

TEMPO(h)	U (b.u.)	U (b.s.)	RU EXP.	RU CALC.	RESIDUO
0.0000	0.2150	0.2739	1.0000	1.0000	0.0000
0.0833	0.2010	0.2516	0.8987	0.9359	-0.0372
0.1667	0.1939	0.2405	0.8482	0.8880	-0.0397
0.2500	0.1887	0.2325	0.8119	0.8489	-0.0371
0.3333	0.1844	0.2261	0.7828	0.8157	-0.0329
0.4167	0.1810	0.2211	0.7601	0.7867	-0.0266
0.5000	0.1775	0.2158	0.7360	0.7608	-0.0248
0.6667	0.1720	0.2077	0.6992	0.7160	-0.0168
0.8333	0.1673	0.2010	0.6687	0.6781	-0.0094
1.0000	0.1630	0.1948	0.6406	0.6453	-0.0047
1.1667	0.1589	0.1889	0.6138	0.6162	-0.0024
1.3333	0.1550	0.1835	0.5892	0.5902	-0.0009
1.5000	0.1513	0.1783	0.5656	0.5666	-0.0010
1.6667	0.1481	0.1738	0.5451	0.5451	0.0000
1.8333	0.1448	0.1693	0.5247	0.5254	-0.0007
2.0000	0.1417	0.1651	0.5056	0.5072	-0.0016
2.1667	0.1385	0.1608	0.4861	0.4903	-0.0042
2.3333	0.1359	0.1572	0.4697	0.4745	-0.0048
2.5000	0.1330	0.1534	0.4525	0.4597	-0.0072
2.8333	0.1276	0.1463	0.4202	0.4328	-0.0126
3.1667	0.1229	0.1401	0.3920	0.4088	-0.0168
3.5000	0.1184	0.1343	0.3657	0.3873	-0.0216
4.0000	0.1122	0.1263	0.3293	0.3586	-0.0293

SOMA DE QUADRADOS DOS RESIDUOS = 0.00901

TEMPERATURA (C) = 60.0
 UMID. INICIAL (B.S.) = 0.2739
 UMID. EQUIL. (B.S.) = 0.0437
 UMID. RELAT. (DEC.) = 0.1000
 PARAMETRO A = -0.71756
 PARAMETRO B = 1.89574

TEMPO(h)	U (b.u.)	U (b.s.)	RU EXP.	RU CALC.	RESIDUO
0.0000	0.2150	0.2739	1.0000	1.0000	0.0000
0.1667	0.1829	0.2238	0.7823	0.8500	-0.0677
0.2500	0.1766	0.2145	0.7419	0.8023	-0.0604
0.3333	0.1713	0.2067	0.7081	0.7628	-0.0547
0.4167	0.1670	0.2004	0.6807	0.7288	-0.0481
0.5000	0.1630	0.1947	0.6559	0.6990	-0.0431
0.5833	0.1596	0.1899	0.6351	0.6724	-0.0374
0.6667	0.1564	0.1853	0.6151	0.6484	-0.0333
0.7500	0.1533	0.1811	0.5968	0.6265	-0.0297
0.8333	0.1501	0.1767	0.5777	0.6064	-0.0287
1.0000	0.1447	0.1691	0.5447	0.5705	-0.0258
1.1667	0.1394	0.1620	0.5138	0.5392	-0.0253
1.3333	0.1345	0.1554	0.4852	0.5115	-0.0263
1.5000	0.1298	0.1492	0.4582	0.4867	-0.0284
1.6667	0.1255	0.1435	0.4335	0.4643	-0.0308
1.8333	0.1212	0.1379	0.4092	0.4439	-0.0347
2.0000	0.1173	0.1328	0.3870	0.4252	-0.0382
2.1667	0.1137	0.1282	0.3670	0.4080	-0.0410
2.3333	0.1100	0.1236	0.3470	0.3921	-0.0451
2.5000	0.1067	0.1195	0.3292	0.3773	-0.0481
2.6667	0.1035	0.1154	0.3114	0.3636	-0.0522
2.8333	0.1005	0.1117	0.2953	0.3507	-0.0554
3.0000	0.0974	0.1079	0.2788	0.3386	-0.0598
3.1667	0.0947	0.1046	0.2645	0.3273	-0.0628

SOMA DE QUADRADOS DOS RESIDUOS = 0.04537

TEMPERATURA (C) = 70.0
 UMID. INICIAL (B.S.) = 0.2739
 UMID. EQUIL. (B.S.) = 0.0353
 UMID. RELAT. (DEC.) = 0.0700
 PARAMETRO A = -0.53385
 PARAMETRO B = 1.21848

TEMPO(h)	U (b.u.)	U (b.s.)	RU EXP.	RU CALC.	RESIDUO
0.0000	0.2150	0.2739	1.0000	1.0000	0.0000
0.0833	0.1940	0.2407	0.8609	0.8851	-0.0242
0.1667	0.1817	0.2221	0.7829	0.8099	-0.0270
0.2500	0.1746	0.2115	0.7385	0.7527	-0.0142
0.3333	0.1691	0.2035	0.7050	0.7061	-0.0011
0.4167	0.1642	0.1965	0.6757	0.6667	0.0089
0.5000	0.1593	0.1895	0.6463	0.6326	0.0137
0.5833	0.1555	0.1841	0.6237	0.6025	0.0212
0.6667	0.1515	0.1785	0.6002	0.5756	0.0246
0.8333	0.1438	0.1679	0.5558	0.5292	0.0266
1.0000	0.1374	0.1593	0.5198	0.4902	0.0296
1.1667	0.1310	0.1508	0.4841	0.4567	0.0274
1.3333	0.1251	0.1430	0.4514	0.4275	0.0239
1.5000	0.1192	0.1353	0.4192	0.4018	0.0174
1.6667	0.1141	0.1288	0.3920	0.3788	0.0132
1.8333	0.1094	0.1229	0.3672	0.3581	0.0091

SOMA DE QUADRADOS DOS RESIDUOS = 0.00631

TEMPERATURA (C) = 80.0
 UMID. INICIAL (B.S.) = 0.2739
 UMID. EQUIL. (B.S.) = 0.0319
 UMID. RELAT. (DEC.) = 0.0600
 PARAMETRO A = -0.52414
 PARAMETRO B = 0.73169

TEMPO(h)	U (b.u.)	U (b.s.)	RU EXP.	RU CALC.	RESIDUO
0.0000	0.2150	0.2739	1.0000	1.0000	0.0000
0.0833	0.1921	0.2377	0.8504	0.8746	-0.0242
0.1667	0.1807	0.2205	0.7793	0.7878	-0.0084
0.2500	0.1723	0.2082	0.7285	0.7208	0.0077
0.3333	0.1653	0.1981	0.6868	0.6664	0.0204
0.4167	0.1589	0.1889	0.6488	0.6206	0.0282
0.5000	0.1532	0.1810	0.6161	0.5812	0.0350
0.5833	0.1477	0.1733	0.5843	0.5467	0.0376
0.6667	0.1425	0.1662	0.5550	0.5162	0.0388
0.7500	0.1376	0.1595	0.5273	0.4888	0.0385
0.8333	0.1328	0.1531	0.5009	0.4642	0.0367
0.9167	0.1283	0.1471	0.4761	0.4417	0.0343
1.0000	0.1239	0.1414	0.4525	0.4213	0.0313
1.0833	0.1195	0.1357	0.4290	0.4024	0.0265
1.1667	0.1157	0.1309	0.4091	0.3851	0.0241
1.2500	0.1123	0.1265	0.3909	0.3690	0.0220
1.3333	0.1087	0.1220	0.3724	0.3540	0.0183

SOMA DE QUADRADOS DOS RESIDUOS = 0.01317

TEMPERATURA (C) = 40.0
 UMID. INICIAL (B.S.) = 0.2987
 UMID. EQUIL. (B.S.) = 0.0655
 UMID. RELAT. (DEC.) = 0.1900
 PARAMETRO A = -1.59363
 PARAMETRO B = 4.45923

Temp 232

TEMPO(h)	U (b.u.)	U (b.s.)	RU EXP.	RU CALC.	RESIDUO
0.0000	0.2300	0.2987	1.0000	1.0000	0.0000
0.0833	0.2194	0.2811	0.9245	0.9548	-0.0302
0.1667	0.2134	0.2712	0.8821	0.9189	-0.0368
0.2500	0.2077	0.2621	0.8431	0.8887	-0.0457
0.3333	0.2053	0.2584	0.8272	0.8625	-0.0353
0.4167	0.2023	0.2535	0.8062	0.8391	-0.0329
0.5000	0.1994	0.2490	0.7869	0.8180	-0.0311
0.5833	0.1971	0.2454	0.7715	0.7987	-0.0272
0.6667	0.1949	0.2420	0.7569	0.7809	-0.0240
0.8333	0.1911	0.2363	0.7325	0.7490	-0.0165
1.0000	0.1878	0.2312	0.7106	0.7208	-0.0101
1.1667	0.1846	0.2264	0.6900	0.6955	-0.0055
1.3333	0.1818	0.2222	0.6720	0.6726	-0.0006
1.5000	0.1793	0.2185	0.6562	0.6517	0.0045
1.6667	0.1768	0.2148	0.6403	0.6324	0.0079
1.8333	0.1745	0.2114	0.6257	0.6145	0.0112
2.0000	0.1723	0.2081	0.6116	0.5978	0.0137
2.1667	0.1701	0.2050	0.5983	0.5822	0.0161
2.3333	0.1680	0.2020	0.5854	0.5676	0.0179
2.5000	0.1661	0.1992	0.5734	0.5537	0.0197
2.6667	0.1642	0.1965	0.5618	0.5406	0.0212
2.8333	0.1625	0.1940	0.5511	0.5282	0.0229
3.0000	0.1607	0.1914	0.5400	0.5165	0.0235
3.3333	0.1569	0.1861	0.5173	0.4945	0.0227
3.6667	0.1534	0.1812	0.4963	0.4745	0.0218
4.0000	0.1499	0.1763	0.4752	0.4561	0.0192
4.5000	0.1453	0.1700	0.4482	0.4310	0.0172
5.0000	0.1414	0.1647	0.4255	0.4085	0.0170
5.5000	0.1377	0.1597	0.4041	0.3882	0.0158
6.0000	0.1344	0.1552	0.3848	0.3697	0.0150
6.5000	0.1309	0.1507	0.3655	0.3528	0.0127
7.0000	0.1280	0.1468	0.3488	0.3373	0.0115
7.5000	0.1252	0.1431	0.3329	0.3229	0.0100
8.0000	0.1226	0.1397	0.3183	0.3096	0.0088
8.5000	0.1202	0.1367	0.3055	0.2972	0.0083
9.0000	0.1178	0.1336	0.2922	0.2856	0.0066
9.3333	0.1168	0.1323	0.2866	0.2783	0.0083
9.8333	0.1132	0.1276	0.2664	0.2679	-0.0015
10.3333	0.1109	0.1248	0.2544	0.2582	-0.0037
10.8333	0.1087	0.1220	0.2424	0.2490	-0.0066
11.3333	0.1069	0.1197	0.2326	0.2404	-0.0078

SOMA DE QUADRADOS DOS RESIDUOS = 0.01545

TEMPERATURA (C) = 50.0
 UMID. INICIAL (B.S.) = 0.2987
 UMID. EQUIL. (B.S.) = 0.0538
 UMID. RELAT. (DEC.) = 0.1400
 PARAMETRO A = -1.09571
 PARAMETRO B = 3.28372

TEMPO(h)	U (b.u.)	U (b.s.)	RU EXP.	RU CALC.	RESIDUO
0.0000	0.2300	0.2987	1.0000	1.0000	0.0000
0.0833	0.2164	0.2762	0.9081	0.9382	-0.0300
0.1667	0.2088	0.2639	0.8579	0.8927	-0.0348
0.2500	0.2037	0.2558	0.8248	0.8559	-0.0311
0.3333	0.1993	0.2489	0.7966	0.8246	-0.0280
0.4167	0.1956	0.2432	0.7734	0.7973	-0.0240
0.5000	0.1924	0.2382	0.7529	0.7729	-0.0200
0.5833	0.1893	0.2335	0.7337	0.7509	-0.0172
0.6667	0.1867	0.2296	0.7178	0.7308	-0.0130
0.8333	0.1820	0.2224	0.6884	0.6950	-0.0066
1.0000	0.1775	0.2158	0.6615	0.6639	-0.0024
1.1667	0.1734	0.2098	0.6370	0.6363	0.0007
1.5000	0.1660	0.1990	0.5929	0.5890	0.0038
1.8333	0.1596	0.1900	0.5561	0.5495	0.0066
2.1667	0.1538	0.1818	0.5226	0.5156	0.0070
2.5000	0.1483	0.1742	0.4916	0.4860	0.0056
2.8333	0.1434	0.1674	0.4638	0.4598	0.0040
3.1667	0.1387	0.1610	0.4377	0.4364	0.0013
3.6667	0.1342	0.1550	0.4132	0.4054	0.0078
3.8333	0.1302	0.1497	0.3915	0.3960	-0.0044
4.1667	0.1264	0.1447	0.3711	0.3784	-0.0073
4.5000	0.1229	0.1401	0.3523	0.3622	-0.0099
4.8333	0.1194	0.1356	0.3339	0.3472	-0.0133
5.1667	0.1161	0.1314	0.3168	0.3333	-0.0166
5.5000	0.1133	0.1278	0.3021	0.3204	-0.0183
5.8333	0.1105	0.1242	0.2874	0.3084	-0.0210
6.0000	0.1092	0.1226	0.2809	0.3027	-0.0218

SOMA DE QUADRADOS DOS RESIDUOS = 0.00744

TEMPERATURA (C) = 60.0
 UMID. INICIAL (B.S.) = 0.2987
 UMID. EQUIL. (B.S.) = 0.0437
 UMID. RELAT. (DEC.) = 0.1000
 PARAMETRO A = -0.77179
 PARAMETRO B = 2.25912

TEMPO(h)	U (b.u.)	U (b.s.)	RU EXP.	RU CALC.	RESIDUO
0.0000	0.2300	0.2987	1.0000	1.0000	0.0000
0.0833	0.2139	0.2721	0.8957	0.9174	-0.0217
0.1667	0.2051	0.2581	0.8408	0.8607	-0.0199
0.2500	0.1990	0.2485	0.8031	0.8162	-0.0130
0.3333	0.1938	0.2404	0.7714	0.7791	-0.0078
0.4167	0.1895	0.2339	0.7459	0.7472	-0.0014
0.5000	0.1859	0.2283	0.7239	0.7191	0.0048
0.6667	0.1794	0.2186	0.6859	0.6712	0.0146
0.8333	0.1734	0.2098	0.6513	0.6312	0.0201
1.0000	0.1682	0.2022	0.6215	0.5969	0.0347
1.1667	0.1633	0.1952	0.5941	0.5668	0.0273
1.3333	0.1587	0.1886	0.5682	0.5400	0.0282
1.5000	0.1543	0.1824	0.5459	0.5160	0.0279
1.6667	0.1503	0.1769	0.5223	0.4941	0.0282
1.8333	0.1461	0.1712	0.4999	0.4742	0.0257
2.0000	0.1425	0.1661	0.4800	0.4559	0.0240
2.1667	0.1389	0.1613	0.4611	0.4390	0.0221
2.3333	0.1355	0.1567	0.4431	0.4233	0.0198
2.5000	0.1322	0.1524	0.4262	0.4086	0.0176
2.9167	0.1246	0.1424	0.3870	0.3760	0.0110
3.3333	0.1179	0.1336	0.3525	0.3479	0.0046
3.7500	0.1119	0.1261	0.3231	0.3234	-0.0003
3.9167	0.1096	0.1232	0.3117	0.3145	-0.0028

SOMA DE QUADRADOS DOS RESIDUOS = 0.00805

TEMPERATURA (C) = 70.0
 UMID. INICIAL (B.S.) = 0.2987
 UMID. EQUIL. (B.S.) = 0.0353
 UMID. RELAT. (DEC.) = 0.0700
 PARAMETRO A = -0.62187
 PARAMETRO B = 1.45205

TEMPO(h)	U (b.u.)	U (b.s.)	RU EXP.	RU CALC.	RESIDUO
0.0000	0.2300	0.2987	1.0000	1.0000	0.0000
0.0833	0.2107	0.2669	0.8793	0.8984	-0.0191
0.1667	0.2006	0.2509	0.8185	0.8297	-0.0112
0.2500	0.1933	0.2396	0.7757	0.7766	-0.0010
0.3333	0.1874	0.2307	0.7419	0.7330	0.0089
0.4167	0.1825	0.2232	0.7134	0.6958	0.0176
0.5000	0.1779	0.2165	0.6880	0.6633	0.0247
0.5833	0.1737	0.2103	0.6644	0.6345	0.0299
0.6667	0.1699	0.2047	0.6432	0.6087	0.0345
0.7667	0.1654	0.1981	0.6181	0.5808	0.0373
0.9167	0.1588	0.1888	0.5828	0.5440	0.0388
1.0833	0.1523	0.1796	0.5479	0.5088	0.0391
1.2500	0.1461	0.1711	0.5156	0.4780	0.0376
1.4167	0.1405	0.1635	0.4868	0.4509	0.0359
1.6667	0.1328	0.1532	0.4477	0.4154	0.0322
1.8333	0.1279	0.1467	0.4230	0.3947	0.0283
2.0000	0.1233	0.1407	0.4002	0.3757	0.0245
2.1667	0.1194	0.1356	0.3809	0.3584	0.0224
2.3500	0.1149	0.1298	0.3588	0.3410	0.0179
2.5000	0.1116	0.1257	0.3433	0.3278	0.0155
2.5833	0.1095	0.1230	0.3330	0.3209	0.0122

SOMA DE QUADRADOS DOS RESIDUOS = 0.01435

TEMPERATURA (C) = 80.0
 UMID. INICIAL (B.S.) = 0.2987
 UMID. EQUIL. (B.S.) = 0.0319
 UMID. RELAT. (DEC.) = 0.0600
 PARAMETRO A = -0.64595
 PARAMETRO B = 0.87195

TEMPO(h)	U (b.u.)	U (b.s.)	RU EXP.	RU CALC.	RESIDUO
0.0000	0.2300	0.2987	1.0000	1.0000	0.0000
0.0833	0.2082	0.2630	0.8662	0.8940	-0.0278
0.1667	0.1960	0.2437	0.7939	0.8166	-0.0227
0.2500	0.1871	0.2302	0.7433	0.7553	-0.0120
0.3333	0.1802	0.2198	0.7043	0.7044	-0.0002
0.4167	0.1738	0.2103	0.6687	0.6611	0.0076
0.5000	0.1678	0.2016	0.6361	0.6234	0.0127
0.5833	0.1623	0.1937	0.6065	0.5901	0.0164
0.6667	0.1569	0.1860	0.5776	0.5603	0.0173
0.7500	0.1517	0.1789	0.5510	0.5335	0.0175
0.8333	0.1469	0.1722	0.5259	0.5091	0.0167
0.9167	0.1421	0.1656	0.5012	0.4869	0.0143
1.0000	0.1374	0.1592	0.4772	0.4664	0.0108
1.0833	0.1331	0.1535	0.4558	0.4475	0.0083
1.1667	0.1294	0.1486	0.4374	0.4299	0.0075
1.3333	0.1213	0.1381	0.3981	0.3993	-0.0003
1.5000	0.1143	0.1291	0.3643	0.3707	-0.0063
1.6667	0.1079	0.1210	0.3340	0.3461	-0.0121

SOMA DE QUADRADOS DOS RESIDUOS = 0.00344

TEMPERATURA (C) = 40.0
 UMID. INICIAL (B.S.) = 0.3158
 UMID. EQUIL. (B.S.) = 0.0655
 UMID. RELAT. (DEC.) = 0.1900
 PARAMETRO A = -1.69482
 PARAMETRO B = 4.30992

Thoup 20%

TEMPO(h)	U (b.u.)	U (b.s.)	RU EXP.	RU CALC.	RESIDUO
0.0000	0.2400	0.3158	1.0000	1.0000	0.0000
0.0833	0.2312	0.3007	0.9397	0.9568	-0.0171
0.1667	0.2246	0.2896	0.8953	0.9218	-0.0264
0.2500	0.2198	0.2818	0.8642	0.8920	-0.0278
0.3333	0.2162	0.2758	0.8402	0.8659	-0.0257
0.4167	0.2130	0.2707	0.8199	0.8426	-0.0228
0.5000	0.2101	0.2660	0.8011	0.8215	-0.0204
0.6667	0.2053	0.2583	0.7703	0.7842	-0.0139
0.8333	0.2011	0.2517	0.7440	0.7520	-0.0080
1.0000	0.1974	0.2460	0.7212	0.7235	-0.0023
1.1667	0.1940	0.2407	0.7000	0.6980	0.0020
1.3333	0.1911	0.2363	0.6824	0.6748	0.0076
1.5000	0.1883	0.2320	0.6653	0.6536	0.0116
1.6667	0.1857	0.2280	0.6493	0.6341	0.0152
2.0000	0.1804	0.2201	0.6177	0.5991	0.0187
2.3333	0.1759	0.2135	0.5914	0.5684	0.0230
2.6667	0.1716	0.2071	0.5658	0.5411	0.0247
3.0000	0.1676	0.2013	0.5426	0.5166	0.0261
3.3333	0.1637	0.1958	0.5207	0.4943	0.0263
3.6667	0.1599	0.1904	0.4991	0.4740	0.0251
4.0000	0.1564	0.1854	0.4791	0.4554	0.0237
4.3333	0.1531	0.1807	0.4604	0.4382	0.0222
4.6667	0.1498	0.1762	0.4424	0.4222	0.0202
5.0000	0.1468	0.1721	0.4260	0.4073	0.0187
5.3333	0.1439	0.1681	0.4100	0.3934	0.0167
5.6667	0.1411	0.1642	0.3945	0.3803	0.0141
6.0000	0.1385	0.1608	0.3809	0.3680	0.0128
6.3333	0.1363	0.1577	0.3685	0.3565	0.0120
6.6667	0.1339	0.1547	0.3565	0.3456	0.0109
7.0000	0.1319	0.1520	0.3457	0.3352	0.0105
7.3333	0.1298	0.1492	0.3345	0.3255	0.0091
7.6667	0.1282	0.1470	0.3257	0.3162	0.0096
8.0000	0.1266	0.1450	0.3178	0.3073	0.0104
8.3333	0.1249	0.1427	0.3086	0.2989	0.0097
8.6667	0.1234	0.1408	0.3010	0.2908	0.0101
9.0000	0.1220	0.1389	0.2934	0.2832	0.0102
9.3333	0.1206	0.1371	0.2862	0.2758	0.0104
9.6667	0.1194	0.1357	0.2806	0.2688	0.0118
10.0000	0.1184	0.1343	0.2750	0.2620	0.0130
10.5000	0.1163	0.1316	0.2642	0.2524	0.0118

SOMA DE QUADRADOS DOS RESIDUOS = 0.01151

TEMPERATURA (C) = 50.0
 UMID. INICIAL (B.S.) = 0.3158
 UMID. EQUIL. (B.S.) = 0.0538
 UMID. RELAT. (DEC.) = 0.1400
 PARAMETRO A = -1.22020
 PARAMETRO B = 3.17376

TEMPO(h)	U (b.u.)	U (b.s.)	RU EXP.	RU CALC.	RESIDUO
0.0000	0.2400	0.3158	1.0000	1.0000	0.0000
0.0833	0.2262	0.2924	0.9107	0.9425	-0.0319
0.1667	0.2189	0.2802	0.8641	0.8986	-0.0345
0.2500	0.2133	0.2712	0.8298	0.8625	-0.0327
0.3333	0.2091	0.2643	0.8034	0.8315	-0.0280
0.4167	0.2052	0.2581	0.7797	0.8042	-0.0244
0.5000	0.2020	0.2531	0.7607	0.7797	-0.0191
0.6667	0.1965	0.2445	0.7278	0.7373	-0.0095
0.8333	0.1915	0.2368	0.6984	0.7011	-0.0027
1.0000	0.1870	0.2300	0.6725	0.6696	0.0029
1.1667	0.1831	0.2241	0.6500	0.6416	0.0084
1.3333	0.1792	0.2184	0.6282	0.6164	0.0118
1.5000	0.1755	0.2128	0.6068	0.5936	0.0133
1.6667	0.1721	0.2079	0.5881	0.5726	0.0155
1.8333	0.1700	0.2049	0.5767	0.5584	0.0233
1.9167	0.1674	0.2010	0.5618	0.5443	0.0175
2.0000	0.1658	0.1987	0.5530	0.5355	0.0175
2.0833	0.1630	0.1947	0.5377	0.5270	0.0107
2.2500	0.1601	0.1907	0.5225	0.5110	0.0115
2.4167	0.1573	0.1867	0.5072	0.4959	0.0113
2.5833	0.1545	0.1827	0.4919	0.4818	0.0101
2.7500	0.1519	0.1791	0.4782	0.4685	0.0097
2.9167	0.1494	0.1757	0.4652	0.4559	0.0093
3.0833	0.1470	0.1724	0.4526	0.4440	0.0086
3.2500	0.1449	0.1694	0.4412	0.4327	0.0085
3.5000	0.1425	0.1662	0.4290	0.4167	0.0122
3.8333	0.1382	0.1604	0.4068	0.3971	0.0097
4.1667	0.1343	0.1551	0.3866	0.3792	0.0073
4.4167	0.1307	0.1503	0.3683	0.3668	0.0015
4.7500	0.1272	0.1457	0.3507	0.3513	-0.0006
5.0833	0.1239	0.1415	0.3347	0.3369	-0.0023
5.4167	0.1208	0.1374	0.3190	0.3236	-0.0046
5.8333	0.1175	0.1331	0.3026	0.3082	-0.0056
6.1667	0.1148	0.1297	0.2896	0.2967	-0.0071
6.5000	0.1123	0.1265	0.2774	0.2860	-0.0086
7.0000	0.1088	0.1221	0.2606	0.2711	-0.0105

SOMA DE QUADRADOS DOS RESIDUOS = 0.00831

TEMPERATURA (C) = 60.0
 UMID. INICIAL (B.S.) = 0.3158
 UMID. EQUIL. (B.S.) = 0.0437
 UMID. RELAT. (DEC.) = 0.1000
 PARAMETRO A = -0.91958
 PARAMETRO B = 2.18348

TEMPO(h)	U (b.u.)	U (b.s.)	RU EXP.	RU CALC.	RESIDUO
0.0000	0.2400	0.3158	1.0000	1.0000	0.0000
0.0833	0.2233	0.2875	0.8960	0.9262	-0.0302
0.1667	0.2139	0.2722	0.8397	0.8721	-0.0324
0.2500	0.2072	0.2614	0.8001	0.8286	-0.0286
0.3333	0.2021	0.2533	0.7703	0.7919	-0.0216
0.4167	0.1977	0.2464	0.7449	0.7601	-0.0151
0.5833	0.1901	0.2347	0.7019	0.7064	-0.0045
0.7500	0.1837	0.2250	0.6663	0.6622	0.0041
0.9167	0.1779	0.2164	0.6347	0.6246	0.0101
1.0833	0.1725	0.2084	0.6053	0.5918	0.0135
1.2500	0.1677	0.2015	0.5799	0.5628	0.0171
1.4167	0.1628	0.1945	0.5542	0.5369	0.0173
1.5833	0.1584	0.1882	0.5310	0.5134	0.0176
2.0000	0.1499	0.1763	0.4873	0.4633	0.0240
2.3333	0.1422	0.1658	0.4487	0.4298	0.0189
2.6667	0.1357	0.1570	0.4163	0.4007	0.0156
3.0000	0.1294	0.1486	0.3855	0.3752	0.0103
3.3333	0.1240	0.1416	0.3597	0.3525	0.0073
3.6667	0.1189	0.1349	0.3351	0.3321	0.0030
4.0000	0.1141	0.1289	0.3131	0.3137	-0.0007
4.3333	0.1101	0.1237	0.2939	0.2971	-0.0031

SOMA DE QUADRADOS DOS RESIDUOS = 0.00605

TEMPERATURA (C) = 70.0
 UMID. INICIAL (B.S.) = 0.3158
 UMID. EQUIL. (B.S.) = 0.0353
 UMID. RELAT. (DEC.) = 0.0700
 PARAMETRO A = -0.79295
 PARAMETRO B = 1.40343

TEMPO(h)	U (b.u.)	U (b.s.)	RU EXP.	RU CALC.	RESIDUO
0.0000	0.2400	0.3158	1.0000	1.0000	0.0000
0.0833	0.2193	0.2808	0.8752	0.9134	-0.0382
0.1667	0.2088	0.2639	0.8150	0.8495	-0.0345
0.2500	0.2013	0.2521	0.7729	0.7982	-0.0253
0.3333	0.1951	0.2423	0.7380	0.7552	-0.0172
0.4167	0.1897	0.2341	0.7088	0.7180	-0.0093
0.5000	0.1847	0.2266	0.6820	0.6853	-0.0033
0.5833	0.1801	0.2196	0.6571	0.6561	0.0009
0.6667	0.1758	0.2133	0.6346	0.6298	0.0048
0.7500	0.1714	0.2068	0.6115	0.6058	0.0057
0.8333	0.1675	0.2013	0.5918	0.5838	0.0081
0.9167	0.1638	0.1959	0.5726	0.5635	0.0091
1.0000	0.1597	0.1900	0.5516	0.5446	0.0069
1.0833	0.1563	0.1853	0.5348	0.5271	0.0077
1.1667	0.1530	0.1807	0.5184	0.5107	0.0077
1.2500	0.1496	0.1759	0.5013	0.4953	0.0060
1.3333	0.1463	0.1714	0.4853	0.4808	0.0045
1.5000	0.1407	0.1637	0.4578	0.4542	0.0036
1.7500	0.1325	0.1528	0.4190	0.4192	-0.0003
2.0000	0.1255	0.1434	0.3855	0.3890	-0.0035
2.2500	0.1190	0.1351	0.3559	0.3625	-0.0066
2.5000	0.1131	0.1276	0.3291	0.3390	-0.0099
2.6667	0.1093	0.1227	0.3117	0.3248	-0.0131

SOMA DE QUADRADOS DOS RESIDUOS = 0.00445

TEMPERATURA (C) = 80.0
 UMID. INICIAL (B.S.) = 0.3158
 UMID. EQUIL. (B.S.) = 0.0319
 UMID. RELAT. (DEC.) = 0.0600
 PARAMETRO A = -0.84033
 PARAMETRO B = 0.84275

TEMPO(h)	U (b.u.)	U (b.s.)	RU EXP.	RU CALC.	RESIDUO
0.0000	0.2400	0.3158	1.0000	1.0000	0.0000
0.0833	0.2165	0.2763	0.8609	0.9131	-0.0523
0.1667	0.2036	0.2556	0.7880	0.8441	-0.0561
0.2500	0.1945	0.2415	0.7383	0.7868	-0.0485
0.3333	0.1862	0.2289	0.6939	0.7379	-0.0439
0.4167	0.1801	0.2196	0.6612	0.6953	-0.0341
0.5000	0.1742	0.2109	0.6305	0.6577	-0.0272
0.5833	0.1683	0.2023	0.6002	0.6242	-0.0239
0.6667	0.1624	0.1939	0.5706	0.5939	-0.0232
0.7500	0.1567	0.1858	0.5421	0.5664	-0.0243
0.8333	0.1512	0.1782	0.5153	0.5413	-0.0259
1.0000	0.1413	0.1645	0.4671	0.4969	-0.0298
1.1667	0.1324	0.1526	0.4252	0.4587	-0.0335
1.3333	0.1236	0.1410	0.3843	0.4255	-0.0412
1.5000	0.1168	0.1322	0.3533	0.3963	-0.0429
1.6667	0.1098	0.1233	0.3220	0.3703	-0.0483

SOMA DE QUADRADOS DOS RESIDUOS = 0.02233