

Este exemplar corresponde a redação final da
tese defendida por Wigberto Antonio Spagnol e
aprovada pela Comissão julgadora em 07 de
agosto de 1989.

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
Campinas, 13 Setembro de 1989
FACULDADE DE ENGENHARIA AGRÍCOLA

Prof. José Luiz V. da R.
Presidente da Ba

ESTUDO DE PRÉ - RESFRIAMENTO EM MANGA
(Mangífera indica , L.)

Wigberto Antonio Spagnol
Engenheiro Agrícola

Orientador : Prof. Dr. José Luiz Vasconcelos da Rocha
Coorientador : Prof. Dr. Kil Jin Park

Dissertação apresentada a Faculdade de Engenharia
Agrícola da Universidade Estadual de Campinas para
a obtenção de título de Mestre em Engenharia Agrícola

Campinas - SP - 1989

AGRADECIMENTOS

Ao Prof. Dr. José Luiz Vasconcelos da Rocha , pela orientação e apoio recebido durante o desenvolvimento deste trabalho ;

Ao Prof. Dr. Kil Jin Park , pela coorientação sincera e objetiva recebida na elaboração deste trabalho ;

Ao Prof. Sílvio Luiz Honório pela colaboração na tradução do resumo para a língua inglesa ;

Ao Prof. Lincoln de Camargo Neves Filho pela utilização dos equipamentos do Laboratório de Refrigeração da FEA assim como a colaboração no desenvolvimento dos experimentos .

Ao Pesquisador José Maria Monteiro Sigríst pela colaboração recebida na elaboração e desenvolvimento dos experimentos .

Ao Prof Luiz Koodi Hotta pelo auxílio na utilização do programa SAS .

Aos amigos Andrew Paul Medlicott , José Roberto Coutinho , Arthur Vieira de Lima , Guilherme Tedrus e Waldir Bissoli Júnior pela colaboração na montagem dos experimentos .

A Seção de Tecnologia de Pós - Colheita de Hortifrutícolas do ITAL pelo auxílio e facilidades oferecidas no desenvolvimento dos experimentos .

A Faculdade de Engenharia Agrícola pelas condições oferecidas para o desenvolvimento do curso de pós-graduação.

Aos colegas e amigos ,pela ajuda e estímulo dados durante a realização deste estudo .

RESUMO

Estudou-se o resfriamento das mangas Tommy Atkins e Keitt (Mangifera indica, L.), uma vez que são as cultivares mais exportadas aos países europeus e do Hemisfério Norte.

Realizou-se o resfriamento das frutas, utilizando o ar e a água como refrigerante, após o tratamento fitossanitário com solução de Benomyl a 1000 ul/l e água quente a 55°C durante 5 minutos para prevenir a antracnose (Colletotrichum gloeosporioides, Penz).

No resfriamento a ar, utilizaram-se as temperaturas médias de $-9,5 \pm 0,4^{\circ}\text{C}$ e $-1,9 \pm 0,1^{\circ}\text{C}$ para Tommy Atkins e de $-4,8 \pm 0,6^{\circ}\text{C}$ para Keitt. A velocidade do ar utilizada foi de $3,4 \pm 0,3\text{m/s}$.

No resfriamento a água, empregou-se as temperaturas médias de $1,7 \pm 0,6^{\circ}\text{C}$ para Tommy Atkins e $3,0 \pm 1,0^{\circ}\text{C}$ para Keitt. A velocidade média da água utilizada foi de $(1,60 \pm 0,02) \cdot 10^{-3} \text{ m/s}$.

A comparação dos resultados utilizando métodos gráfico e analítico, mostra que a análise do processo de resfriamento pode ser feita mais facilmente pelo método gráfico ao invés do analítico.

Os resultados da análise forneceram os valores médios de: o fator de inclinação (f) variando de 81,7 a 126,2 minutos, o fator de atraso (j) variando de 1,20 a 1,40, o meio tempo de resfriamento (Z_a) variando de 36 ± 4 a 75 ± 12 minutos.

SUMMARY

In this work it was studied the cooling of mangos Tommy Atkins and Keitt, (Mangifera indica, L.), since they are the most exported cultivars from Brazil to Europeans and North Americans countries.

Air and water were used to cool down the fruits after 5 minutes, hot-water dip treatment at 55°C for antracnose(Colletotrichum gloeosporioides, Penz) decay control.

The average air temperatures were $-9,5 \pm 0,4^{\circ}\text{C}$ and $-1,9 \pm 0,1^{\circ}\text{C}$ for Tommy Atkins and $-4,8 \pm 0,6^{\circ}\text{C}$ for Keitt. Air velocity was $3,4 \pm 0,3\text{m/s}$.

The average water temperatures were $1,7 \pm 0,6^{\circ}\text{C}$ for Tommy Atkins and $3,0 \pm 1,0^{\circ}\text{C}$ for Keitt. The average water velocity was $(1,60 \pm 0,02) \cdot 10^{-3} \text{ m/s}$.

A comparison of the results from graphyc and analytical methods showed that the cooling process analysis can be done easely by the graphyc method instead of the analytical method.

The cooling process analysis provided the following average values: slope factor (f) ranging from 81,7 to 126,2 minutes; lag factor (j) ranging from 1,20 to 1,40; and half cooling time (Za) ranging from 36 ± 4 to 75 ± 12 minutes.

SUMÁRIO

Página

AGRADECIMENTOS

RESUMO

ABSTRACT

SUMÁRIO

NOMENCLATURA

1. INTRODUÇÃO.....	01
2. OBJETIVOS.....	05
3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	06
3.1. Matéria-prima.....	06
3.1.1. Introdução.....	06
3.1.2. Período de safra.....	07
3.1.3. Colheita.....	08
3.1.4. Principais doenças.....	11
3.1.4.1 Antracnose.....	11
3.1.4.2 Podridão peduncular.....	13
3.1.4.3 Mancha bacteriana.....	14
3.2. Armazenamento.....	15
3.3. Pré-Resfriamento.....	16
3.3.1. Introdução.....	16
3.3.2. Métodos de pré-resfriamento.....	18
3.3.2.1. Introdução.....	18
3.3.2.2. Resfriamento a água.....	19
3.3.2.3. Resfriamento a ar.....	21
3.3.2.4. Resfriamento a vácuo.....	24
3.4. Condições e Análises do Resfriamento.....	25
3.5. Considerações Adicionais.....	48

4. MATERIAL E MÉTODOS.....	53
4.1 Material.....	53
4.1.1 Matéria-prima.....	53
4.1.2 Equipamentos.....	54
4.1.2.1 Resfriador a água.....	54
4.1.2.2 Resfriador a ar.....	54
4.1.2.3 Banho quente.....	54
4.1.2.4 Câmara de armazenamento....	58
4.1.3 Instrumentos de medição.....	58
4.1.3.1 Dimensão e peso.....	58
4.1.3.2 Temperatura.....	58
4.1.3.3 Velocidade.....	59
4.2 Métodos.....	59
4.2.1 Preparo das amostras.....	59
4.2.2 Tratamento fitossanitário e processo de resfriamento.....	61 63
4.2.3 Determinação experimental.....	63
4.2.3.1 Dimensões.....	65
4.2.3.2 Temperatura.....	65
4.2.3.3 Velocidade.....	66
4.2.4 Tratamento matemático.....	74
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	74
5.1 Dimensões.....	74
5.2 Velocidade dos fluidos.....	75
5.3 Temperatura.....	75
5.4 Difusividade térmica.....	77
5.5 Condutividade térmica.....	79
5.6 Coeficiente convectivo de transferência de calor.....	82
5.7 Discussão complementar.....	86
6. CONCLUSÕES.....	88
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	90
8. TABELAS.....	101
9. FIGURAS.....	163

NOMENCLATURA

- Bi - número de Biot (adimensional).
- cp - calor específico (kcal / kg °C).
-
- DL - diâmetro longitudinal (cm).
- Deq. - diâmetro equivalente de uma esfera (cm).
- Dma - diâmetro transversal maior do produto (cm).
- Dme - diâmetro transversal menor do produto (cm).
- f - índice de inclinação do trecho reto da curva (min.⁻¹).
- h - coeficiente convectivo de transferência de calor (kcal/h m²).
- j - fator de atraso .
- k - condutividade térmica do produto (kcal / h m °C).
- Mn - raízes da equação característica .
- Nu - número de Nusselt (adimensional).
- Nu_{exp} - número de Nusselt experimental .
- Nu_c - número de Nusselt calculado .
- Pr - número de Prandtl (adimensional).
- r - distância radial a partir do centro da esfera (cm).
- R - raio do produto (cm).
- Re - número de Reynolds (adimensional).
- T - temperatura do produto na posição e no tempo θ (°C).
- Tc - temperatura do centro do produto (°C).

- T_i - temperatura inicial do produto (°C).
- T_r - temperatura média do meio de resfriamento (°C).
- TR - taxa de resfriamento (min.⁻¹).
- T_a - ponto de intersecção do trecho reto da curva de resfriamento
o eixo y (°C).
-
- Z_a - meio tempo de resfriamento calculado (minuto).
-
- Z_e - meio tempo de resfriamento experimental (minuto).
- α - difusividade térmica do produto [k / ρ c_p], (m² / s).
- α_b - difusividade térmica do produto calculada pela fórmula
de Ball (m² / s).
- α_s - difusividade térmica do produto calculada pelo S
(m² / s).
- ρ - densidade (g / cm³).
- θ - tempo (h) .

1. INTRODUÇÃO

O Brasil vem aumentando a participação no mercado internacional de frutas "in natura", estimando-se a exportação de 300 milhões de dólares dentro de cinco a seis anos. FRUTAS FRESCAS, 1988.

As frutas tropicais, principalmente a manga, devido a exótica coloração, forte aroma e excelente sabor, tem apresentado crescente aceitação por parte dos consumidores de países europeus e do Hemisfério Norte.

Por meio do Quadro 1, é possível verificar que a manga ocupou o quinto lugar na pauta das exportações brasileiras de frutas "in natura" em 1987, sendo a fruta não tradicional mais exportada.

Entretanto, apesar do aumento superior a 1100% nas exportações de manga no período de 1980/87, o que a credencia como a fruta de maior potencial no mercado internacional, observa-se por meio do Quadro 2, que a exportação vem decrescendo no período de 1986/87.

Uma das causas desta diminuição das exportações está ligada ao sistema de transporte utilizado até os países importadores.

O transporte da manga, atualmente, devido a perecibilidade é realizado por via aérea ao preço de U\$1,25 por quilo. FRUTAS FRESCAS, 1988.

Entretanto, o transporte aéreo tem o problema de além de encarecer o produto tornando-o menos competitivo com outras

frutas, não consegue atender o aumento no volume de exportação

EXPORTAÇÃO DE FRUTAS FICAM AQUEM DO POTENCIAL, 1988.

A solução para otimizar o custo do transporte experimentado por várias empresas exportadoras brasileiras é através da utilização do transporte marítimo. MEDLICOTT, 1987a.

Embora o preço do transporte marítimo seja de U\$0,40 por quilo, requer longo período de transporte entre 18 e 21 dias aos países da Europa, dificultando a colocação do produto em condições adequadas para o consumo.

As principais causas das elevadas perdas que ocorrem com a manga após a colheita são devidas as deteriorações causadas pela antracnose. MEDLICOTT, 1987a.

Atualmente, o meio mais eficaz, e utilizado pelos exportadores para o controle desta doença, é por meio do tratamento combinado de fungicida e banho quente.

Se, de um lado consegue-se evitar a manifestação do sintoma da doença, por outro, acelera-se o metabolismo da fruta devido a alta temperatura empregada no processo.

Conseqüentemente, eleva-se as taxas de respiração, transpiração, maturação e senescência da manga. PANTASTICO, 1975.

Para que se possa contornar tal problema, é necessário logo após o tratamento fitossanitário, reduzir rapidamente a temperatura da manga até aquela de transporte.

Isto somente é possível, por meio do pré-resfriamento, que consiste na rápida transferência de calor do produto para um meio refrigerante, assim como água ou ar. BENNETT, 1964.

QUADRO 1 - Exportações de frutas "in natura", em toneladas, em dólares FOB, e as variações de exportações entre os anos de 1980 e 1987. FRUTAS FRESCAS, 1988.

PRODUTO	1980		1987		VARIACÃO (%)
	TON	DÓLAR-FOB (x 1000)	TON	DÓLAR-FOB (x 1000)	
Banana	67.327	11.164	81.220	12.003	20,6
Laranja	82.239	14.831	81.093	17.197	-1,4
Abacaxi	23.462	7.211	15.201	4.424	-35,2
Tangerina	11.777	3.587	5.878	1.477	-50,1
Melão	4.231	3.156	7.710	3.389	82,2
Manga	250	242	3.043	1.966	1.117,2
Mamão	-	-	3.097	1.628	-

QUADRO 2 - Exportações brasileiras de frutas "in natura", em toneladas, em dólares FOB. FRUTAS FRESCAS, 1988.

PRODUTO	1986		1987	
	TON	DÓLAR-FOB (x 1000)	TON	DÓLAR-FOB (x 1000)
Manga	3.396	2.218	3.043	1.966
Mamão	2.522	1.374	3.097	1.628

2. OBJETIVOS

-
1. Estudar o pré-resfriamento de manga utilizando ar e água como meio de resfriamento.
 2. Verificar a validade do método gráfico comumente utilizado nos resfriamentos das frutas, comparado ao método analítico.
 3. Estudar e avaliar os parâmetros usuais nas análises de resfriamento.

3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1. Matéria-prima

3.1.1. Introdução

A magueira, pertencente à família Anacardiaceae sendo nativa da Ásia Tropical, foi introduzida no Brasil no século XVI, pelos navegantes portugueses. Planta perene, de grande porte e sistema radicular vigoroso, é sensível às geadas.

O sistema de plantio deve ser em curva de nível e de acordo com a necessidade, seguir uma das formas especiais de plantio, entre o quadrado, o retangular, o hexagonal (ou triangular) e o quincôncio (diagonal).

O espaçamento entre plantas depende de vários fatores, tais como : qualidade do solo, características de crescimento das diferentes cultivares ou tipos e sistema de propagação. De modo geral, recomenda-se a distância entre plantas de 9 a 12 m, para pés enxertado. Quando as plantas se originam de sementes (pés francos), adquirem maior porte e, neste caso, recomenda-se que sejam espaçadas de 12 a 20 m. No entanto, a mangueira é normalmente plantada a partir de mudas que são transplantadas

para o campo por meio de covas de 40x40x40 cm e até 60x60x60 cm.

A época de plantio difere segundo a localidade. De preferência, o transplante é feito entre fluxos de novo crescimento e antes que as raízes atravessem a embalagem que ~~interferirão com o desenvolvimento normal da muda.~~

Recomenda-se que as mudas sejam plantadas em local definitivo, no início da estação das chuvas, isto é, durante os meses de primavera e verão.

A primeira colheita, dependendo da cultivar e do tratamento dado à planta, normalmente, inicia-se no 3º ano.

3.1.2. Período de safra

O início do florescimento até o completo desenvolvimento fisiológico da fruta é de 4 a 5 meses.

Devido às diferenças climáticas entre as regiões produtoras e às diferentes cultivares, permitem que o período de safra da manga brasileira inicie-se em outubro e continue até o final de fevereiro. BLEINROTH, 1981.

Embora muitas cultivares de manga sejam plantadas no Brasil, somente as não fibrosas são exportadas e aproveitadas na indústria de compotas.

Em anos anteriores, a principal manga exportada era da cultivar Haden, colhida entre os meses de outubro e novembro.

Atualmente, a maior parte das exportações de manga se concentra na cultivar Tommy Atkins, devido a maior resistência

à antracnose. Além disso, é considerada como a fruta de melhor qualidade. MANGA, 1986.

O período de safra da Tommy Atkins, ocorre entre novembro a janeiro.

Outra cultivar de interesse para a exportação é a Keitt ~~, cujo período de colheita verifica-se entre janeiro e fevereiro.~~

3.1.3. Colheita

A determinação do ponto de colheita para a manga tem sido considerada muito variável para as diferentes cultivares.

Conforme a distância entre o local de produção e o mercado consumidor, as frutas são colhidas em diferentes estádios de maturação.

Os frutos não podem ser colhidos antes de completarem o desenvolvimento fisiológico. POPENOE et alii, 1957.

Os mesmos autores estabeleceram uma relação entre amido e peso específico para se determinar o ponto de maturação da fruta.

POPENOE & LONG, citado em BLEINROTH, 1981, verificaram que esta relação não pode ser utilizada para a cultivar Haden da Flórida, pois a mesma possui semente oca.

LELEY et alii, citado em SAMPAIO, 1979, verificaram que o completo desenvolvimento fisiológico da manga Alphonso é obtido 90 dias após a fertilização. O mesmo foi obtido para a manga Haden, necessitando de 105 a 115 dias após a fertilização.

MEDLICOTT, 1985, relaciona o estágio de maturação da manga Tommy Atkins e Keitt às suas características morfológicas, dividindo o desenvolvimento fisiológico das mangas em 3 fases. (FOTO 1).

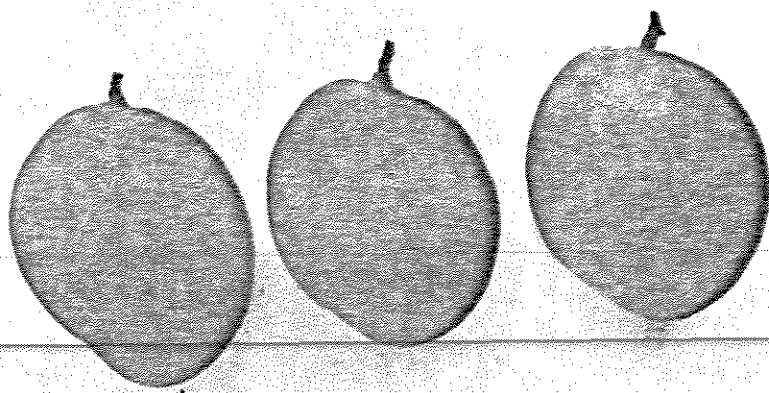
Fase 1. A fruta imatura ("immature") apresenta a inserção do ~~pedicelo visível;~~

Fase 2. A fruta meio madura ("half mature") não apresenta cavidade junto ao pedúnculo;

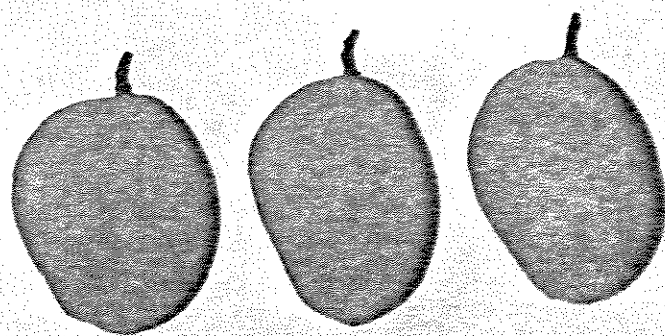
Fase 3. A fruta completamente madura ("fully mature") possui a formação de uma cavidade na inserção do pedicelo, permanecendo firme e com casca verde.

O mesmo autor, em 1987a e 1987b, utilizando mangas de cultivar Tommy Atkins e Keitt estudou a influência dos 3 estágios de maturação durante armazenamento a 13°C por 21 dias. Recomenda que a exportação via marítima seja feita com a fruta colhida na fase 2.

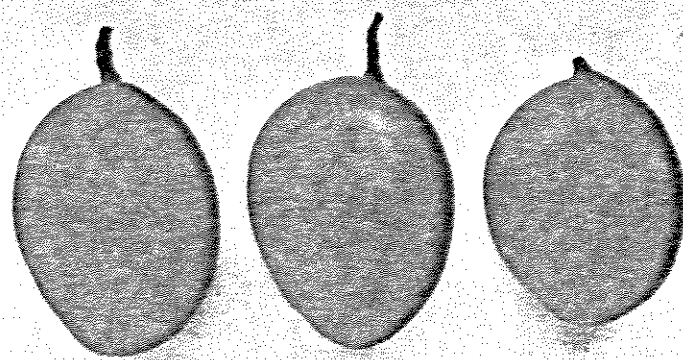
MATURE



HALF-MATURE



IMMATURE



3.1.4. Principais doenças

3.1.4.1. Antracnose

Uma das principais responsáveis pela perda de qualidade pós-colheita de manga é a antracnose. Causada pelo fungo Colletotrichum gloeosporioides, Penz, que embora, ataque o fruto quando ainda em sua fase de formação, somente se manifesta na forma de manchas pretas, durante a fase final do amadurecimento. GALLI et alii, 1968.

Segundo BITTANCOURT, 1938, a antracnose da mangueira é de difícil controle, uma vez que a sua incidência está relacionada principalmente com as condições meteorológicas. A doença se manifesta com maior intensidade nos períodos de calor e de grande umidade relativa.

QUIMID, 1974, verifica que o fungo causador da antracnose Colletotrichum gloeosporioides, Penz, cresce no intervalo de temperatura de 15 a 35°C, sendo crítico entre 25 e 30°C. O crescimento é inibido a 10°C.

Vários tratamentos de pós-colheita foram estudados, sendo que os primeiros realizados com a água quente, se mostrou mais efetivo no controle da moléstia.

Nesse sentido, SEGALL et alii, 1963, verificaram na Flórida que a imersão da manga em água a temperatura de 54,4 a 56,0°C, durante aproximadamente 5 minutos resultou em um

controle mais efetivo da antracnose durante o período de armazenamento a 21°C.

Numa escala comercial, HATTON & REEDER, citado em BLEINROTH, 1981 confirmam a validade do referido tratamento utilizando imersão a temperatura de 55°C durante 5 minutos.

PENOCK & MALDONALDO, 1962, verificaram que a conservação da fruta a 10°C não inibiu a ação do fungo causador da antracnose.

JACOBS et alii, 1973, comentam que as principais doenças nas mangas de cultivares sem fibras na África do Sul são antracnose (Colletotrichum gloeosporioides, Penz) e a podridão peduncular, causada por Physalospora rhodina (Berk & Curt) Cook (Syn. Diplodia natalensis, P. Evans).

Na África do Sul, apesar da realização de pulverizações cúpricas nas plantações de manga, há a necessidade de suplementação com tratamento pós-colheita para controle da antracnose. Menciona ainda, que o mesmo problema ocorre na Índia afetando a exportação via marítima para a Europa, realizado durante 14 dias a temperatura de 14°C.

O mesmo autor, estudou também o tratamento de imersão em água quente a 55°C com solução de Benomyl a 1000 ppm, durante 5 minutos. Os frutos que receberam o tratamento estavam em excelentes condições no 23º dia enquanto nos frutos sem tratamento observou-se aumento rápido da doença entre 16º e o 23º dia, armazenados a 10°C.

SAMPAIO, 1979, estudando o controle em pré e pós-colheita mostra que os tratamentos com a utilização de fungicida Benlate

foram ineficazes no controle da antracnose. Os tratamentos pós-colheita realizados a 50°C por 30 minutos ou 55°C por 10 minutos foram eficientes, mesmo que a conservação tenha sido feita a temperatura ambiente.

SPALDING & REEDER, 1978, estudaram o tratamento pós-colheita em água quente com e sem fungicida. O tratamento somente em água quente a 54,4°C durante 5 minutos permitiu a conservação durante 3 semanas. O tratamento com adição de fungicida Benomyl (0,1%) ou Tiabendazole (0,1%), conservou o produto por 4 semanas.

No Brasil, THOMPSON, 1985, recomenda no tratamento pós-colheita a imersão da manga em água quente a 55°C por 5 minutos associada ao fungicida Benomyl a 1000 ppm mais o espalhante adesivo Triton X 114 a 0,1%.

KRISHNAMURTHY & SUBRAMANYAN, 1970, verificaram um efeito colateral no tratamento térmico a 52°C por 5 minutos. Este tratamento aumenta a velocidade de amadurecimento e conseqüente antecipação de 4 dias em relação às frutas sem tratamento.

3.1.4.2. Podridão Peduncular ("stem-end-rot")

É causada pelo fungo Diplodia natalensis, P. Evans e Botryodiplodia theobromae, geralmente ocorrendo durante o amadurecimento do fruto.

A contaminação ocorre durante a colheita pelo pedicelo da fruta, onde a polpa dos frutos é completamente infestada através do pedúnculo, tornando a cor da casca quase preta.

Estudos desenvolvidos por SPALDING & REEDER, 1978, mostraram que o tratamento térmico associado a fungicidas sistêmicos controlou a incidência de antracnose mas não foi possível evitar a incidência da podridão peduncular.

MEDLICOTT, 1987b, verificou perdas de 90 a 95% durante o período de amadurecimento, causado pela podridão peduncular (Botryodiplodia theobromae), utilizando as cultivares Tommy Atkins, Keitt e Sensation, durante a safra de 1986/87 no Estado de São Paulo.

Como não foi constatada uma relação distinta entre a maturidade na colheita e a temperatura de armazenamento sobre a incidência do distúrbio, recomenda cuidados durante a fase de colheita que são: deixar o pedúnculo com 1,0-2,0 cm de comprimento, aplicar fungicida (captafol ou cúprico) e desinfetar tesouras utilizadas.

3.1.4.3. Mancha bacteriana ("black spot")

O agente responsável é o Pseudomonas mangiferaeindicae, Patel, sendo caracterizada pelas manchas pretas na casca, com aspecto de pequenas "pústulas". A associação destas pequenas lesões origina a formação de rachaduras na superfície do fruto. Os tecidos abaixo das manchas se apresentam com aspecto "oleoso".

Ainda não existem estudos relacionados a esta doença.

3.2. Armazenamento

O armazenamento de frutas tropicais, por exemplo a manga, em baixas temperaturas sofrem danos pelo frio.

~~Os principais sintomas causados pelas baixas temperaturas~~ consistem na inibição do amadurecimento, depressão e/ou surgimento de coloração cinza-escura. ROCHA, 1976.

Na prática, a temperatura mínima de conservação segura para muitas frutas tropicais é determinada pela susceptibilidade ao dano causado pelo frio.

THOMPSON, 1971, recomenda temperaturas próximas de 5°C como ótimas para o armazenamento de mangas.

RYALL & PENTZER, 1974, consideram que a temperatura de armazenamento está relacionada ao tipo de cultivar e estágio de maturação na colheita.

KANE et alii, 1982, recomenda temperaturas entre 11 e 13°C, para armazenamento de mangas.

MEDLICOTT, 1987a, indica que as cultivares Tommy Atkins e Keitt quando colhidas no início da safra permaneciam no estágio pré-climatérico e verde durante 21 dias a 12°C. Mostra ainda que as frutas colhidas no início e no final da safra apresentavam alterações de amadurecimento com perda de resistência dos tecidos e desverdecimento. Portanto, o autor recomenda que as frutas sejam colhidas no início da safra para exportação.

3.3. Pré-resfriamento

3.3.1 Introdução

A respiração, inerente aos materiais biológicos vivos, como os outros processos, é regulada pela ação catalítica de moléculas proteicas enzimáticas. É sensível à temperatura estando relacionada com o conceito de Vant Hoff, o qual afirma que ocorre aumento de 2 a 3 vezes das taxas de reações químicas e bioquímicas, quando a temperatura aumenta de 10°C. É um bom índice de previsão do tempo de conservação da fruta após a colheita. PANTÁSTICO, 1975.

Muitos frutos, quando atingem estágio adequado de desenvolvimento, mas ainda não estão prontos para o consumo ("maturidade fisiológica"), podem ser colhidos e deixados a amadurecer fora da planta-mãe. SIGRIST, 1988.

RYALL & PENTZER, 1974, verificaram que certos frutos apresentavam após a colheita, um acentuado aumento em suas taxas de respiração, até atingir um ponto máximo.

ROCHA, 1976, verificou este tipo de comportamento respiratório, denominado de respiração climatérica, em manga de cv. Haden.

MEDLICOTT, 1985, mostra que as frutas climatéricas podem apresentar um rápido aumento da taxa de respiração em função da temperatura.

Por exemplo, HARDENBURG et alii, 1986, relataram que, maçãs amadurecem em um dia a 21°C como em 10 dias a 1°C. Portanto, a espera em galpão pode diminuir o tempo de armazenamento em até 30 dias, mesmo que as maçãs sejam posteriormente armazenadas a 1°C.

Como a maioria das frutas e hortaliças apresenta entre 75 a 95% de água por peso, PANTÁSTICO, 1975, mostra que há tendência de ocorrer perda de água pelos tecidos vivos quando elas são deixadas em ambiente com umidade relativa menor que 100%.

Esta perda de água, conhecida como transpiração, é um outro fator que deve ser considerado na conservação das frutas.

A excessiva perda de água no produto pode causar o comprometimento da qualidade das frutas ou hortaliças, pela aparência, tornando-as enrugadas e com colorações opacas, ou pela textura, fazendo com que se apresentem pouco firmes e/ou flácidas.

Outro aspecto importante da transpiração é a perda de peso do produto.

SIGRIST, 1988, afirma que a perda de peso em países europeus ou nos Estados Unidos pode resultar em violação às leis que regulam as exigências mínimas de peso, que devem estar presentes na embalagem do produto.

HARDENBURG et alii, 1986, afirmam que as frutas tropicais como a manga estão sujeitas a altas temperaturas ambientais, inclusive aquecimentos adicionais pela exposição direta ao sol.

O efeito da transpiração pode ser reduzido rapidamente através do resfriamento do produto logo após a colheita.

3.3.2. Métodos de Pré-resfriamento

3.3.2.1. Introdução

A escolha do método de pré-resfriamento envolve vários fatores, incluindo perecibilidade do produto, condições ambientais, método de embalagem e rapidez de comercialização.

Segundo MITCHELL et alii, 1972, apesar de afirmarem que o resfriamento rápido cause um choque térmico no produto, esta idéia não tem sido comprovada em testes experimentais. Os danos que ocorrem não estariam relacionados com a velocidade do resfriamento, mas sim com microrganismos presentes na água de resfriamento e/ou congelamento causado pelo uso de temperaturas baixas durante longo tempo.

As frutas e hortaliças podem ser resfriadas antes ou depois de serem embaladas. O resfriamento do produto embalado é mais lento em virtude do efeito de isolamento térmico provocado pelos materiais utilizados em embalagem.

O problema é muitas vezes agravado pelo modo inadequado do empilhamento de caixas causando pouca ventilação.

Também o resfriamento pode ser realizado em caixas utilizadas para transportar o produto do pomar ao galpão ("bins"), apresentando melhor contato entre o produto e o meio de resfriamento em relação ao produto embalado.

3.3.2.2. Resfriamento a água

O resfriamento a água é muito utilizado no pré-resfriamento de frutas e hortaliças devido à alta capacidade calorífica da água que retira calor rapidamente da superfície quente de uma substância.

Outra vantagem é que, além de não remover a água do produto, pode controlar levemente o murchamento.

Há muito tempo tem sido empregado o resfriamento a água em : aipo, milho verde, aspargo, cenoura, pêsego, maçã, abacate e melão. BENNETT, 1964. MITCHELL et alii, 1972.

Um eficiente resfriamento a água requer que esta circule sobre a superfície de um produto, estando em contato com a maior área superficial, com a temperatura sendo mantida mais próxima de 0°C, exceto para produtos sensíveis ao dano pelo frio. BENNETT, 1964.

Segundo MITCHELL et alii, 1972, há alguma dúvida sobre a utilização do resfriamento a água para cítricos. Em estudos desenvolvidos na Flórida, laranjas Hamlin pareceram não sofrer efeito prejudicial do resfriamento a água enquanto grapefruit Marsh deteriorou-se rapidamente e laranjas Pineapple apresentaram aumento de danos na casca.

O pré-resfriamento a água pode ser realizado por meio de aspersão, imersão e aspersão por gravidade ("flooding"). BENNETT, 1971. MITCHELL et alii, 1972. HARDENBURG et alii, 1986.

O sistema de aspersão é realizado por meio de bicos aspersores localizados acima do produto. Já no resfriamento a imersão, o produto é submerso em água fria.

"Flooding" implica em aspergir a água fria pela ação da força de gravidade sobre a superfície do produto. Para tanto, um tanque com o fundo perfurado é localizado acima do produto.

Os resfriamentos comerciais a água são descritos em termos convencionais como do tipo "flood" e "bulk". Geralmente, o resfriador tipo "flood" é projetado para resfriar o produto já embalado sendo que este é transportado por uma esteira, passando no interior de um túnel com aspersão de água. O resfriador tipo "bulk", muito utilizado para pêssigo na Flórida, emprega o resfriamento combinado de imersão e posterior "flood".

Muitos resfriadores comerciais são ineficientes devido à falta de isolamento. Vários experimentos tem mostrado que metade da capacidade de refrigeração fornecida a refrigeradores é empregada para absorver o calor do produto e o restante é perdido pelas paredes do tanque.

Para grandes quantidades utiliza-se sistemas de refrigeração com amônia para o resfriamento da água.

A serpentina de resfriamento deve ser projetada para a máxima superfície com mínimo espaço requerido e deve estar contida dentro de um tanque através do qual água é rapidamente recirculada. Normalmente, a temperatura do refrigerante dentro da serpentina de refrigeração é em torno de $-2,2^{\circ}\text{C}$.

Os custos iniciais relativos à construção de um sistema para resfriamento de água por meio de um banco de gelo são bem menores, quando comparados a um sistema de refrigeração mecânico, além de que o banco de gelo é mais simples de ser operado e mantido. GUILLOU, 1960.

Para um período de safra curto, o custo anual total para um banco de gelo pode ser menor do que para um sistema mecânico. Algumas operações podem ser realizadas, combinando um sistema mecânico de refrigeração de menor capacidade, operando ao longo do período de safra, juntamente com um banco de gelo a fim de suprir o pico de demanda, MITCHELL et alii, 1972.

3.3.2.3. Resfriamento a ar

A exposição de caixas contendo frutas ou hortaliças dentro de espaços refrigerados é um dos métodos mais comuns de resfriamento. GUILLOU, 1960. BENNETT, 1964. BAIRD et alii, 1975.

Normalmente, a descarga do ar frio no interior do espaço refrigerado é realizada por meio de ventiladores localizados no teto.

O resfriamento por meio de câmaras frias apresenta as seguintes vantagens em relação ao sistema de resfriamento a ar forçado, MITCHELL et alii, 1972 :

- O produto pode ser resfriado e armazenado no mesmo lugar, havendo menos manuseio.

- O projeto e a operação do sistema de resfriamento são simples.
- Os picos de carga térmica sobre o sistema de refrigeração são menores do que métodos mais rápidos de resfriamento.

No entanto, apresentam as seguintes limitações :

-
- O resfriamento é relativamente lento, particularmente com caixas que apresentam poucas aberturas.
 - Algumas vezes o produto é transportado sem o adequado resfriamento.
 - Produtos mais sensíveis podem deteriorar-se, uma vez que demora mais tempo para resfriá-los.
 - Maior espaço do piso da câmara é necessário para um dado rendimento do que métodos mais rápidos de resfriamento.
 - O uso do mesmo espaço para resfriamento e para armazenamento expõe o produto a flutuações de temperatura que podem causar sérios danos ao produto.
 - Movimentação do produto resfriado para separar do armazenado envolve o mesmo manuseio que os métodos de resfriamento mais rápidos.
 - O produto é normalmente embalado, dificultando a transferência de calor.
 - A umidade perdida pelo produto no interior da câmara condensará sobre a superfície do evaporador, causando mau funcionamento do sistema.

Devido a tais limitações foram desenvolvidos métodos de resfriamento a ar mais rápidos, através da circulação forçada

de ar, que atendessem às exigências de conservação dos produtos, BENNETT, 1964. BAIRD et alii, 1975.

O fluxo e a temperatura do ar dependem do projeto do sistema e das condições exigidas no manuseio do produto. Teoricamente, é possível resfriar produtos a ar tão rápido quanto a água. No entanto, isto requer velocidades altas e temperaturas baixas do ar, sofrendo limitações econômicas. MITCHELL et alii, 1972.

Um método muito utilizado no resfriamento a ar forçado de uvas, morangos e melões, consiste em fazer o ar circular no interior das caixas, facilitando a remoção direta do calor do produto pela transferência de calor convectiva no interior da caixa. GUILLOU, 1963. MITCHELL et alii, 1972.

Para se conseguir este contato direto do ar com o produto, é necessário que as caixas apresentem aberturas e sejam empilhadas de tal forma que o ar passe necessariamente por tais aberturas.

Aproximadamente 50% da capacidade de refrigeração disponível do resfriador a água podem ser atribuídos ao calor removido do produto enquanto no resfriador a ar forçado este valor é igual a 70%.

Entretanto GUILLOU, 1963, verificou que os dois tipos de resfriamento apresentaram custos entre 5 e 6 dólares por tonelada de produto, resfriando caixas individualmente.

3.3.2.4. Resfriamento a vácuo

O resfriamento a vácuo é aplicado para hortaliças que apresentam uma área superficial maior em relação ao seu volume.

Produtos tais como alface, espinafre, escarola, repolho, brócolis e outros vegetais folhiaves adaptam-se bem às características exigidas para o resfriamento a vácuo.

O resfriamento a vácuo baseia-se na rápida evaporação da água, principalmente da superfície do produto a ser resfriado. Constitui-se numa aplicação particular da refrigeração a vácuo. Nesta, a água, como um refrigerante primário, é vaporizada instantaneamente em uma câmara sob baixa pressão. BENNETT, 1971. HARVEY, 1963. MITCHELL et alii, 1972.

O calor requerido para vaporizar esta água é retirado da superfície do produto.

A taxa de resfriamento depende da relação entre a área superficial e o volume do produto e da taxa em que o vácuo é obtido na câmara.

O equipamento de resfriamento a vácuo tem um custo elevado e requer um manuseio cuidadoso.

STEWART & BERGER, citado em BENNETT, 1964, verificaram que ocorre considerável perda de umidade do produto durante o resfriamento sendo necessário a reposição de água no interior da câmara ou um pré-umedecimento do produto. BURKHART, citado em BENNETT, 1964, estimou que os custos de embalagem de alface e do transporte eram reduzidos em 25% por meio do resfriamento

a vácuo, quando comparados ao velho método de cobertura com gelo picado.

3.4. CONDIÇÕES E ANÁLISES DO RESFRIAMENTO

Certas cultivares de mangas estão sujeitas a danos pelo frio, quando conservadas, em temperaturas abaixo de 10°C .

No entanto, o dano pelo frio apresenta uma relação entre tempo - temperatura, permitindo a exposição do produto a baixas temperaturas por certo período de tempo, sem causar nenhum problema fisiológico. SOULE et alii, 1969. MITCHEL et alii, 1972.

SOULE et alii, 1969, dizem que temperatura do ar igual a -15°C não causou nenhum problema fisiológico à laranja sem citar o tempo de tratamento.

STEWART e LIPTON, 1966, estudaram o resfriamento por aspersão de água em melão, utilizando temperaturas entre 0 e $2,8^{\circ}\text{C}$ e fluxos de água compreendidos entre $0,02$ a $0,16 \text{ l/cm}^2 \text{ min}$.

Para aplicação comercial, recomendaram um fluxo de água igual a $0,041 \text{ l/cm}^2 \text{ min}$, visto que o meio tempo de resfriamento obtido para os fluxos de água testados variou de 20 a 25 minutos, utilizando a profundidade de $1,9\text{cm}$ na polpa.

KOPELMAN et alii, 1966, estudaram a influência do resfriamento a ar e a água em maçã. Foram utilizadas as velocidades de $0,51$ a $5,1 \text{ m/s}$ para o ar e $0,10$ a $0,76 \text{ m/s}$ para a água.

Os resultados mostraram que a velocidade do meio exerce diferente influência sobre a taxa de resfriamento.

No sistema a água, a taxa de resfriamento não variou muito com a variação da velocidade da circulação da água.

Para o ar, a taxa de resfriamento aumentou cerca de 50% com mudança na velocidade do ar de 0,4m/s para 5m/s.

Estes resultados discrepantes, para o sistema a ar e a água, é explicado através da contribuição do valor do coeficiente convectivo de transferência de calor em relação a difusividade térmica do produto.

O'BRIEN & GENTRY, 1967, estudaram o resfriamento de pêssegos dentro de caixas, utilizando ar e água.

O resfriamento a ar foi feito em câmara fria com ar forçado a 0°C e a 1,5m/s de velocidade.

No resfriamento a água, utilizou-se aspersão a taxa de 11,1 l/m³.s e temperatura de 0,6°C.

Foram calculados valores de meio tempo de resfriamento a ar de 6 horas e 1 hora e 15 minutos para a água.

Desta maneira obteve-se a maior velocidade de resfriamento para o sistema a água.

Foi observado um certo ganho de peso para a fruta resfriada em água e ocorrendo perda de peso no resfriamento a ar. Verificaram também que o cálculo do meio tempo de resfriamento apresentou boa concordância com o valor experimental.

ZAHRADNIK & REINHART, 1972, adaptaram sistema de resfriamento a água por imersão em caixas ("bins") de maçã. As

caixas são empilhadas, possuindo dutos para entrada, de tal forma que a saída de água da caixa superior corresponda à entrada de água na caixa inferior.

Os fluxos de água testados foram de 5,0, 13,0, 17,0 e 20,0 l/m².s.

Os resultados mostraram que o tempo de resfriamento não diminui apreciavelmente com o aumento do fluxo de água.

BAKKER-ARKEMA et alii, 1973, desenvolveram trabalho sobre o resfriamento de beterraba individual em ar e água.

No sistema de resfriamento a ar, foram utilizadas as velocidades de 0,03 a 0,10 m/s e temperatura de 2,2°C.

No sistema de imersão em água, foi utilizada uma temperatura média de 0,5 ± 0,5°C. A água foi agitada por meio de bomba cuja velocidade variou de 0,01, 0,03 e 0,04 m/s.

Observaram que o resfriamento a água foi 2 a 3 vezes mais rápido do que a ar forçado. As diferentes velocidades da água usadas nos testes não influenciaram na taxa de resfriamento.

HENRY & BENNETT, 1973, estudaram o resfriamento de milho em sistema paletizado, combinando ar e água ("hydraircooling").

A temperatura da água mantida a 1,1°C foi utilizada em 3 sistemas diferentes, utilizando fluxos de água de 341,0 a 379,0 litros por minuto em bicos aspersores; 946,0 a 1514,0 litros por minuto em tanques com o fundo furado; e 208,0 litros por minuto para agitação da água.

Os fluxos de ar testados variaram de 28,3 m³/min. a 78,2 m³/min.

Testes de resfriamento a água por imersão foram mais rápidos do que a aspersão de água sobre a carga de produto paletizado. Verificou-se também que o resfriamento por imersão em água, com o produto dentro de caixas("bins"), produziu um resfriamento mais rápido, apresentando uma taxa de resfriamento de 138,6 minutos e um valor igual a 53,4 minutos, considerando 3 meios tempos de resfriamento.

Os autores afirmam que o método de imersão é pouco prático do ponto de vista de manuseio. Os autores afirmam ainda que o método combinado não apresenta grande vantagem em relação ao método convencional.

ESHLEMAN et alii, 1976, desenvolvendo testes de resfriamento por meio de aspersão de água em abacates, empregaram fluxos de água variando de 1,9, 3,8, 7,0, 9,6 e 14,9 l/m². s e temperatura de $0,6 \pm 0,3^{\circ}\text{C}$.

Verificaram que o fluxo de água influenciou o tempo de resfriamento de abacates situados na parte inferior e do meio da caixa ("bin").

Isto pode ter sido causado, segundo os autores, porque a água não cobriu toda a superfície da fruta.

Para os abacates situados na parte superior da caixa, os tempos de resfriamento foram iguais para todos os fluxos de água.

Tal fato indica que o coeficiente convectivo é alto o suficiente para tornar desprezível a resistência superficial à transferência de calor.

A temperatura superficial da fruta diminuiu quase que imediatamente a temperatura da água fria.

O tempo para resfriar o ponto médio da polpa a 10° foi de aproximadamente a 16,8 min., para um fluxo de água igual a $14,91/m^2.s$.

Recomendou que se utilize fluxo de água igual a $3,81/m^2.s$, pelo fato de haver uma diferença muito pequena no tempo de resfriamento em relação aos fluxos maiores.

BAIRD & GAFFNEY, 1976, utilizaram temperatura de $-1,1^{\circ}C$ e velocidades do ar entre $0,05$ a $2,03$ m/s em estudos de resfriamento de laranjas e "grapefruit" acondicionadas em caixas.

Observaram que para velocidades baixas do ar ($0,13m/s$), o gradiente de temperatura no interior da fruta é pequeno. Desta maneira, pode ser empregada uma equação matemática simplificada, normalmente referida como Lei de Newton do Resfriamento.

Quando utilizadas velocidades de $2m/s$, foi constatado um gradiente de temperatura maior dentro do produto.

HENRY et alii, 1976, desenvolveram um novo método de pré-resfriamento de caixas de hortaliças empilhadas sobre palete ("pallet loads").

Os testes experimentais consistiram da aplicação de água fria no produto por vários métodos, variando os fluxos de água.

Também foi testado o método combinado de ar e água.

Os resultados iniciais mostraram que o resfriamento combinando água e ar ("hydraircoling") pode ser um método

eficiente de pré-resfriamento de hortaliças em sistemas paletizados.

Os resultados expressos em termos de meio tempo de resfriamento mostraram que o resfriamento mais rápido foi obtido com maior fluxo de ar ($1,30 \text{ m}^3/\text{s}$) e maior fluxo de água ($6,31 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s}$).

ALBRIGHT, 1976, comparou o resfriamento a ar forçado combinado com aspersão de água com o sistema de imersão em água.

Para análise da transferência de calor, utilizou um cilindro sólido de diâmetro e altura iguais a $5,08 \text{ cm}$.

As velocidades do ar e os fluxos de água testados foram de $2,67$, $5,58$, $13,2$, $24,3 \text{ m/s}$ e $0,11 \cdot 10^{-5} \text{ m}^3/\text{m}^2 \cdot \text{s}$, respectivamente.

O tanque de água foi agitado a velocidade média igual a $0,2 \text{ m/s}$. Os resultados dos testes mostraram que um banho de água agitado ainda é o melhor dos métodos testados para resfriamento.

LENTZ & BERG, 1977, estudaram o resfriamento a ar de repolho em caixas ("bins"), utilizando temperaturas do ar entre 0°C e $-1,1^\circ\text{C}$ e velocidades de $0,05 - 0,10 \text{ m/s}$, $0,15 - 0,30 \text{ m/s}$ e $0,25 - 1,25 \text{ m/s}$.

O aumento da área lateral livre de circulação do ar inicialmente de 18% para 40% , aumentou a taxa de resfriamento de 5% a 15% .

Por outro lado, a diminuição da área lateral livre causou a redução da taxa ao redor de 50% .

Cada faixa de velocidade em relação a faixa anterior, proporcionou aumento de 20 a 30% na taxa de resfriamento. Reduzindo assim o tempo de resfriamento em 35 a 40%.

GAFFNEY & BAIRD, 1977, analisando o resfriamento de pimentões a ar forçado, comentam que a seleção de temperaturas e fluxo de ar a ser utilizados no projeto de resfriadores implica em se conhecer inicialmente as práticas de manuseio e o tempo de resfriamento desejado.

Por exemplo, dobrando a velocidade do ar tem-se um decréscimo no tempo de resfriamento mas aumentará a potência do ventilador requerido.

Temperaturas mais baixas do ar resultam em taxas de resfriamento mais rápidas, mas o custo do equipamento de refrigeração, assim como a sua operação serão maiores. Para o trabalho realizado, com base no resfriamento em um túnel com capacidade para 20 paletes (1,21 m³ por 0,61m de altura) por hora, resfriando de 32,2°C para 10°C com ar a 1,7°C foram obtidos os seguintes resultados:

Velocidade do ar (m/s)	Tempo de Resfriamento (h)	Tamanho do Resfriador (m ²)	Potência do Ventilador (watts)
0,203	1,160	34,5	88,8
0,406	0,686	20,4	369
0,813	0,417	12,4	1570
1,630	0,267	7,9	7060

BENNETT, citado por MONSENIN, 1980, investigou o desenvolvimento de resfriamento rápido de maçãs, empregando temperaturas do ar abaixo do ponto de congelamento da fruta. A temperatura média do ar variou de $-5,5^{\circ}\text{C}$ a $-2,2^{\circ}\text{C}$ e a velocidade entre 1 e 4m/s. Foi possível reduzir a temperatura do ponto médio da polpa de $29,4$ a $7,2^{\circ}\text{C}$ em 30 minutos, com a velocidade do ar circulando a aproximadamente 2 m/s.

A avaliação da qualidade da fruta mostrou que é possível o pré-resfriamento de maçãs em um sistema com a temperatura do ar abaixo do ponto de congelamento.

STEWART e LIPTON, 1966, trabalharam com 3 diferentes tamanhos de melão, correspondendo a diâmetros médios iguais a 11,4cm, 13,0cm e 13,3cm. O meio tempo de resfriamento foi igual a 11,2 e 20,0 minutos, respectivamente.

Assim, observa-se efeito do tamanho sobre o tempo de resfriamento do produto.

KOPELMAN et alii, 1966, verificaram que o aumento no tamanho da maçã apresentou considerável efeito sobre a taxa de resfriamento.

Considerando-se um corpo esférico, o valor do inverso da taxa de resfriamento é proporcional a $D^{2.25}$ para número de Biot grande e proporcional a $D^{1.25}$ para número de Biot pequeno.

BAKKER-ARKEMA et alii, 1973, analisando a influência do tamanho de beterraba no resfriamento em água e ar, constataram que o produto de maior tamanho sofreu aumento no tempo de resfriamento.

Assim, enquanto beterrabas de tamanho pequeno (11,4 cm de diâmetro) diminuírem de 13,3°C para 1,7°C em 120 minutos ao passo que as de tamanho maior (17,8 cm de diâmetro) levaram 260 minutos.

STEWART & LIPTON, 1966, observaram que o meio tempo de resfriamento não foi influenciado pela variação do gradiente inicial de temperatura, embora o gradiente inicial entre as temperaturas da água e do produto tenha variado de 11,0°C a 31,7°C.

O gradiente inicial exerceu influência sobre a taxa de resfriamento. Para um gradiente de 11,0°C resultou em uma redução de temperatura de 10,0°C no produto em 20 minutos, e para um gradiente de 31,7°C resultou em uma diminuição de 29,0°C no produto no mesmo período.

Concluíram que a temperatura da água deve ser mantida a mais próxima possível de 0°C, a fim de alcançar maior gradiente e correspondente taxa de resfriamento.

Uma análise matemática simplificada do sistema de resfriamento de frutas pode ser feita, considerando-se as informações de temperatura obtidas experimentalmente em função do tempo.

Este método consiste na construção de gráfico, em papel monolog, exprimindo a diferença logarítmica de temperatura do produto e do meio de resfriamento versus o tempo. Quando o intervalo do tempo é grande, a curva torna-se coincidente com uma assíntota de linha reta, a qual pode ser descrita por dois parâmetros determinados graficamente (f e j).

Tais parâmetros estão relacionados à geometria e dimensões do objeto, às propriedades térmicas do objeto e as condições de transferência de calor entre o meio de resfriamento e o objeto.

Este método inicialmente desenvolvido por BALL, citado em PFLUG e BLAISDELL, 1963, para análise de transferência de calor para objetos de formato regular (placa, cilindro e esfera) foi posteriormente aplicado na análise de informações de pré-resfriamento de frutas e hortaliças. GUILLOU, 1958. PFLUG & BLAISDELL, 1963. PFLUG et alii, 1965. KOPELMAN et alii, 1965. DICKERSON e READ, 1973. HAYAKAWA, 1971. GAFFNEY e BAIRD, 1977. YOST et alii, 1977. LENTZ e BERG, 1977.

O mesmo método também tem sido utilizado para a determinação de propriedades térmicas de alimentos, assim como para se estimar a capacidade de refrigeração, requerida no pré-resfriamento de produtos hortifrutícolas. WADE, 1984. RANADE & NARAYANKHEDKAR, 1982. BHOWMIK e HAYAKAWA, 1979. GAFFNEY et alii, 1980. ARCE e SWEAT, 1980.

Um modelo matemático completo, utilizando soluções analíticas, também pode ser empregado para descrever a transferência de calor em produtos que estejam próximos a um formato regular.

HAYAKAWA, 1969 e 1971, e PFLUG et alii, 1965, desenvolveram estudos no sentido de correlacionar soluções teóricas para objetos de formato regular, com informações experimentais obtidas de produtos biológicos.

As soluções analíticas são restritas para objetos de formato regular e homogêneo, propriedades térmicas constantes, temperatura inicial uniforme e temperatura do meio constante.

Estas soluções podem também ser resolvidas por meio de procedimentos iterativos realizados por computador.

GURNEY & LURIE, 1923 e HEISLER, 1941, citado em GAFFNEY et alii, 1985, apresentaram gráficos de temperatura versus tempo para condução de calor em vários formatos, com diferentes condições de contorno.

GAFFNEY et alii, 1985, apresentaram revisão sobre métodos para calcular a transferência de calor e massa em frutas e hortaliças individuais ou em caixas.

Afirmam que não existe a melhor solução para todas as situações, recomendando que, deve-se conhecer, da melhor forma possível, todos os fatores a serem considerados na solução para um produto específico e para as condições de operação.

GUILLOU, 1958 descreve alguns aspectos da condução de calor durante o resfriamento de frutas e hortaliças.

Afirma que o coeficiente de resfriamento ou taxa de resfriamento é uma medida apropriada para caracterizar um sistema de resfriamento.

Graficamente, diz que a taxa de resfriamento pode ser calculada da inclinação da parte linear da curva assintótica do gráfico monolog.

Introduz ainda o conceito de meio tempo de resfriamento, estando relacionado ao tempo necessário para reduzir pela metade a diferença de temperatura entre um objeto e o meio que o circunda.

STEWART & LIPTON, 1966, analisaram o processo de resfriamento a água de melão em camada, determinando o valor do meio tempo de resfriamento.

Para tanto, construíram gráfico monolog, calculando a taxa de resfriamento através da inclinação da curva.

PFLUG & BLAISDELL, 1963, apresentaram discussão sobre os métodos utilizados para analisar e correlacionar informações de resfriamento.

Concluem que a construção de um gráfico com os dados experimentais em papel monolog proporciona a obtenção de maior quantidade de informações.

Entre estas informações, relatam que a determinação do ponto de intersecção com a ordenada(j) é função do local da medida e do coeficiente convectivo de transferência de calor. A curva de resfriamento pode ser descrita pelo valor da inclinação(f) e da intersecção, havendo uma relação entre a parte linear da curva e as condições de transferência de calor.

Alterações no tamanho do produto, nas propriedades térmicas, ou no coeficiente convectivo também influenciam a inclinação da parte linear.

Afirmam que a inclinação da parte linear da curva de resfriamento de um certo produto é independente do ponto de medida da temperatura.

KOPELMAN et alii, 1966, utilizaram soluções analíticas de uma esfera, para descrever a transferência de calor durante o resfriamento de maçã.

Verificaram boa concordância entre os valores experimentais e os obtidos pelo modelo matemático.

KOPELMAN & PFLUG, 1968, estudaram as características do sistema transiente de condução de calor na região de baixo e alto Biot para objetos de formato regular.

Utilizaram a relação $f. \alpha/R^2 = 2,303/M^2$ para ilustrar as relações entre as temperaturas da superfície e do centro em função de Biot.

Afirmam que sistemas de resfriamento ou aquecimento onde se empregam água ou vapor, como meios de transferência de calor, podem ser considerados como sistemas com alto Biot ($Bi > 50$) .

Já a mesma generalização não pode ser feita para ar, uma vez que existem casos onde o sistema apresenta Biot baixo ($Bi < 0,2$).

Consideram o Biot um dado importante, pois por meio de seu valor é possível determinar a relativa importância das várias propriedades físicas do sistema. Considere-se como exemplo um

produto exposto em um meio com alto coeficiente convectivo de transferência de calor, tal como água ou vapor. O Biot, em tais casos é alto, significando que a taxa de aquecimento ou resfriamento é controlada pela resistência interna.

Conseqüentemente, a dimensão do corpo com a condutividade térmica controlará a taxa de resfriamento.

Os autores concluem que em sistemas com Biot alto, o valor de f é independente do coeficiente convectivo de transferência de calor, h , e é proporcional a $\rho \cdot cp/k$ (recíproca da difusividade térmica) e R^2 .

Para sistemas com Biot baixo, o valor de f é inversamente proporcional a h , mas diretamente proporcional a $\rho \cdot cp$ (capacidade térmica) e R .

SOULE, et alii, 1969, desenvolveram uma equação polinomial de terceiro grau, baseada na temperatura logarítmica média do ar para análise das informações de resfriamento experimental.

Os resultados mostraram que o resfriamento em caixas ("bins") com o produto a granel é mais eficiente do que as frutas embaladas em caixas de papelão.

Nenhum dano fisiológico foi observado nas frutas após o resfriamento.

A perda de peso, devido a perda de umidade foi baixa (0,5 a 1,0%). Uma maior taxa de resfriamento foi obtida combinando-se um menor fluxo de ar (670 rpm) e uma carga fixa de 226,8 Kg do produto. Isto ocorreu devido a limitação do sistema de refrigeração.

DICKERSON e READ, 1973, estudaram taxas de resfriamento de alimentos, observando a influência da geometria e das propriedades térmicas.

A análise dos dados de resfriamento foi desenvolvida construindo-se gráfico monolog.

Observaram que a difusividade térmica ($k/\rho \cdot cp$) influencia o tempo de resfriamento, sendo a medida da quantidade de calor absorvida ($\rho \cdot cp$) por um material para uma certa mudança de temperatura, indicando a facilidade do material em conduzir calor (k) às moléculas adjacentes.

Para geometrias iguais, o tempo de resfriamento varia inversamente com a difusividade térmica.

HENRY & BENNETT, 1973 e HENRY et alii, 1976, analisaram a eficiência do resfriamento, combinando água e ar em relação aos outros métodos de resfriamento. Utilizando as informações experimentais para construção de gráficos monolog. Por meio da curva de resfriamento foram calculados os valores da taxa de resfriamento, meio tempo de resfriamento, redução de temperatura e o coeficiente de variação no interior do sistema paletizado.

Segundo os autores, o cálculo do meio tempo de resfriamento é um parâmetro mais representativo do que a taxa de resfriamento.

ESHLEMAN et alii, 1976, analisaram as informações de resfriamento de abacates, ao longo do eixo central considerando a região de maior diâmetro, construindo gráfico monolog.

Observaram que a curva de resfriamento na superfície não poderá ser representada pela equação matemática descrita por KOPELMAN & PFLUG, 1963, pois à superfície existe acentuado gradiente de temperatura de difícil representação matemática.

LENTZ & BERG, 1977, desenvolveram estudo sobre o resfriamento de repolho em "bins", dentro de câmara fria, determinando a taxa de resfriamento a partir da inclinação do gráfico monolog.

Verificaram que as taxas de resfriamento para repolho resfriado dentro de "bins" foram aproximadamente a metade em relação ao produto resfriado individualmente.

YOST et alii, 1977, estudaram as características do resfriamento de peras em diferentes caixas de papelão empilhadas sobre palete.

A comparação entre os diferentes experimentos foi feita pelo valor do meio tempo de resfriamento.

Este foi calculado por meio da definição apresentada por GUILLOU, 1958.

BENNETT, citado em MOHSEENIM, 1980, avaliou o sistema de resfriamento a ar de maçã, usando os parâmetros de taxa de resfriamento e meio tempo de resfriamento. A taxa de resfriamento foi calculada da inclinação do trecho linear da curva de resfriamento.

Segundo PFLUG et alii, 1965, o coeficiente convectivo de transferência de calor afeta tanto a taxa de resfriamento, quanto o fator de atraso.

O valor de h pode ser obtido do gráfico de $f \cdot \alpha / R^2$ versus Bi .

KOPELMAN et alii, 1966, determinaram o coeficiente convectivo de transferência de calor h , por meio do Biot, uma vez que $Bi = h \cdot R / K$.

Já o Biot foi obtido pela equação característica da esfera, relacionando as informações para a maçã utilizando a equação $f \cdot \alpha / R^2 = 2,303 / M^2$.

Com relação aos cilindros metálicos, houve diferença entre os valores de h observados e os estimados. Segundo os autores, a diferença pode ter ocorrido em consequência de os valores estimados pela equação 26-20 de JACOB, citado em KOPELMAN et alii, 1966, serem para cilindros infinitos. Os cilindros utilizados nos experimentos possuem dimensões pequenas (7,6 cm de diâmetro e 10,2cm de comprimento), não correspondendo às características da equação empírica.

Assim, os autores afirmam que o h deve ser estimado em um sistema onde Biot seja o menor possível.

Quando Bi é alto ($Bi > 10$), o h estimado também torna-se muito sensível a qualquer mudança nas propriedades físicas e geométricas do sistema em geral.

Por outro lado, a estimativa da difusividade térmica deve ser feita em um sistema com alto Biot, pois o valor da raiz da equação característica não deve ser influenciado pelo valor de h .

O valor de h , obtido das informações experimentais do resfriamento a água para maçã, utilizando a equação de McAdams

para esfera, 1954, onde Biot é considerado alto, não foi coerente.

BAKKER-ARKEMA et alii, 1973, afirmam que as diferenças verificadas entre o resfriamento a água e ar, mesmo possuindo velocidades iguais resultam em valores de h diferentes, provenientes de propriedades térmicas diferentes.

Para analisar o efeito de h sobre a taxa de resfriamento, foram calculados para beterrabas de tamanho médio (11,4 a 16,5 cm de diâmetro) utilizando as seguintes equações:

$$\text{Ar : } Nu = 0,37 \cdot Re^{0,4}$$

$$\text{Água : } Nu \cdot Pr^{-0,3} = 0,97 + 0,68 \cdot Re^{0,4}$$

Para velocidade do fluido igual a 1,7m/min e resfriamento a ar e a água, foram obtidos valores de h correspondentes a 1,5 kcal/h.m².°C e 266,1 kcal/h.m².°C, respectivamente.

Comparando a distribuição de temperatura experimental do resfriamento a ar com a distribuição de temperatura obtida a partir do valor de h calculado, verificou-se que a equação estima valores de h muito baixos.

Segundo os autores, o formato cônico da beterraba resulta em um valor de h mais alto do que seria para corpos esféricos resfriados sob as mesmas condições.

Estudos preliminares indicaram que o valor de h para tais corpos é 4 a 8 vezes maior do que esferas de diâmetro equivalentes.

ALBRIGHT, 1976, obteve um valor do coeficiente de transferência de calor, h , igual a $196,9 \text{ kcal/h.m}^2.\text{°C}$ em água agitada à velocidade de aproximadamente $0,2 \text{ m/s}$.

O número de Fourier (Fo) representando o meio tempo de resfriamento foi de $0,25$.

O teste de resfriamento em água sem agitação apresentou um h de $283 \text{ kcal/h.m}^2.\text{°C}$ e um valor de Fo igual a $1,48$.

Em resfriamento com ar a 22°C e 40% de UR e velocidade menor do que $0,2\text{m/s}$, não foi possível calcular o valor de h . O Fo foi igual a 35 .

Assim o resfriamento a ar necessita de tempo 140 vezes maior do que em banho de água agitada.

BAIRD & GAFFNEY, 1976, determinaram o valor do coeficiente convectivo de transferência de calor, h , por meio de um processo iterativo, verificando um valor de h que, aplicado ao modelo matemático resultasse no menor erro, quando comparado às informações experimentais.

Por este procedimento, estabeleceram a relação entre h e o fluxo de ar para as condições utilizadas no resfriamento de uma camada de frutas específicas.

Geralmente, esta relação é apresentada usando números adimensionais.

O valor de h determinado por este procedimento pode ser considerado como um "coeficiente de transferência de calor efetivo", uma vez que considera fatores não incluídos no modelo, tais como desvios do formato esférico, possível resfriamento evaporativo causado pela perda de umidade da

superfície da fruta e condições de transferência de calor entre produtos individuais.

Logo, segundo os autores, não se justifica a realização de muito esforço para se obter valores precisos para alguns parâmetros, tais como as propriedades térmicas.

A difusividade térmica e o calor específico permanecem relativamente constantes para frutas e hortaliças de alta umidade enquanto a condutividade varia com a densidade.

Assim, a determinação das propriedades térmicas do produto seria somente em função da densidade.

SWEAT, 1974, pesquisou a condutividade térmica de frutas e hortaliças com base no conteúdo de umidade e temperatura da amostra.

As informações experimentais de tempo e temperatura foram obtidas a intervalos de 0,2s.

Os dados foram analisados por meio de um gráfico de log tempo versus temperatura, obtendo-se uma linha reta após 2s.

Os conteúdos de umidade das amostras variaram de 65% para abacate a 95% para pepino.

Verificaram uma correlação entre conteúdo de umidade e condutividade térmica de todos os produtos, exceto maçãs, que foram consideradas menos densas (0,79 a 0,84 g/cm³).

A não homogeneidade do produto é uma das causas da variação na condutividade térmica.

Durante os experimentos não foram consideradas as variações entre a casca e o interior de frutas cítricas.

Os autores concluíram que há uma correlação entre a condutividade térmica e a percentagem de umidade para frutas e hortaliças, exceto as de densidade muito menor do que a da água.

BHOWMIK & HAYAKAWA, 1979, trabalharam no desenvolvimento de um método para determinar a difusividade térmica aparente de alimentos.

O modelo desenvolvido foi testado em polpa de tomate e maçã submetidos a um processo de aquecimento.

O método baseia-se na determinação dos valores de f e da raiz característica a partir das informações de temperatura e tempo obtidas durante processo de aquecimento ou resfriamento e aplicados na relação $f \cdot \alpha / R^2 = 2,3030/M^2$.

A comparação dos valores experimentais das polpas de tomate e maçã apresentou um desvio entre 3 a 7%.

Os autores afirmam que tal procedimento pode ser usado para alimentos sólidos.

ARCE & SWEAT, 1980, apresentaram um resumo sobre informações do coeficiente convectivo de transferência de calor existentes em processos de refrigeração de alimentos.

RANADE & NARAYANKHEDKAR, 1982, estudaram as características térmicas de pepino e lima doce durante processo de resfriamento em água.

A difusividade térmica, Biot e coeficiente convectivo foram calculados segundo método descrito por PFLUG et alii, 1965.

O valor de h variou entre 21,5 a 47,3 kcal/h.m².°C.

Para valores baixos de h , uma pequena mudança do valor de $(f \cdot \rho / R^2)$ causa grande mudança no fator de atraso.

ANSARI & AFAQ, 1986, desenvolveram um estudo para prever a distribuição de temperatura em produtos com formato cilíndrico.

~~Os testes foram realizados com banana e cenoura, resfriado com ar forçado à velocidade de 6,6 m/s.~~

No resfriamento da banana foi obtido um valor de coeficiente convectivo igual a 55,4 kcal/h.m².°C e difusividade térmica de $1,26 \cdot 10^{-5}$ m²/s, para temperaturas de bulbo seco e úmido iguais a 5,9°C e 4,3°C.

Para o resfriamento de cenoura, obteve-se um valor de h igual a 52,6 kcal/h.m².°C e de difusividade térmica igual a $1,33 \cdot 10^{-5}$ m²/s.

As temperaturas calculadas por método numérico apresentaram boa concordância com os valores experimentais.

BAERDEMAEKER et alii, 1977, desenvolveram um modelo para análise da transferência de calor em alimentos, usando o método de elemento finito.

Para comparar com valores experimentais, calcularam a distribuição de temperatura em uma pera durante o processo de resfriamento. Considerando que a fruta estava a 22°C, quando colocada em água a 2°C, levou aproximadamente 35 minutos para resfriar o centro abaixo de 3°C. Verificaram que a temperatura no centro apresentou um considerável atraso em relação à variação de temperatura junto ao lado externo.

HAYAKAWA & SUCCAR, 1982, empregaram a técnica de elemento finito para desenvolver uma solução para resfriamento de produtos esféricos, considerando a perda de umidade, a geração de calor pela respiração, a densidade e condutividade.

Os resultados teóricos do modelo apresentaram boa concordância com os históricos de temperatura e perda de umidade obtidos durante experimentos realizados com batatas e tomates. O calor de respiração, assim como a condutividade e a densidade foram analisados, variando com o tempo e a temperatura, respectivamente.

3.5. CONSIDERAÇÕES ADICIONAIS

Uma vez que muitas frutas e hortaliças não possuem formato geometricamente regular, não são perfeitamente homogêneas e suas propriedades térmicas mudam com a temperatura, o uso das soluções apresentadas fornecem respostas aproximadas a cerca da transferência de calor. No entanto, segundo GAFFNEY et alii, 1985, os produtos hortifrutícolas, tais como, maçãs, uvas, pêssegos, alface, repolho, melão ou tomates, podem ser considerados homogêneos e esféricos. E ainda, as propriedades térmicas destes produtos podem ser assumidas como constantes nas determinadas faixas de temperaturas.

Outro fator a ser considerado para os materiais refere-se a respiração. Durante a respiração a energia é liberada em forma de calor (geração interna de calor).

Esta energia pode ser desprezada nos estudos da transferência de calor baseando-se nos estudos de AWBERRY & HOOD, citados em BAIRD & GAFFNEY, 1976.

AWBERRY calculou o aumento da temperatura causada pela respiração no centro de uma maçã como sendo igual a $0,023^{\circ}\text{C}$, após 2 horas de resfriamento.

HOOD calculou um valor de $0,0061^{\circ}\text{C}$ no centro de um pepino após 30 minutos de resfriamento.

Em outro trabalho, NOVY, 1985, trabalhou com a laranja, determinando o calor de respiração como sendo igual a 8,5 kcal/300kg de produto para a variação de temperatura de 25°C para 2,7°C. Este valor é desprezível comparado com o calor envolvido no resfriamento que é de 6.000 Kcal/300Kg de produto.

O resfriamento de frutas e hortaliças também envolve efeitos causados pela transferência de massa.

DYNER & HESSELCHWERDT, 1964, estudaram o efeito da evaporação de água utilizando o ágar como modelo de alimentos nos testes experimentais.

SRINIVASA et alii, 1976, também estudaram utilizando o modelo de ágar-ágar, açúcar e água.

ABDUL MAJEED et alii, 1980, estudaram os efeitos conjuntos de transferência de calor e umidade na superfície de produtos formulados com ágar para as três formas geométricas mais comuns, esfera, cilindro e placa.

Estes estudos apresentam a grande influência da evaporação da água durante o processo de resfriamento. No entanto, ainda não existem estudos similares que possam ser aplicados para as frutas e hortaliças, pois as mesmas apresentam efeito impermeabilizante na casca.

3.5.1. Significado do fator f

O valor de f , no gráfico, indica o tempo requerido para que o resfriamento ultrapasse um ciclo logaritmico, ou o

tempo requerido para uma redução de 90% da temperatura no trecho linear da curva de resfriamento.

No seu significado físico, o termo f , relaciona-se às mudanças de temperatura do produto em relação ao sistema externo.

O valor de f é uma função dos seguintes parâmetros :

- Parâmetro geométrico do produto, R .
- Facilidade do produto para armazenar calor (densidade calor específico = $\rho \cdot c_p$) .
- Facilidade do produto para a condução de calor, k .
- Coeficiente convectivo de transferência de calor, h .

3.5.2. Significado do fator j

O fator de atraso é uma função do número de Biot, que está diretamente relacionado a h , desde que R e k sejam considerados constantes para dado resfriamento.

O valor de h depende das condições do resfriamento, especialmente do meio do resfriamento, gradiente de temperatura, velocidade do fluido e forma geométrica do produto.

Para o resfriamento de frutas e hortaliças, as temperaturas no interior são bem diferentes das temperaturas nas superfícies, uma vez que R/k não é desprezível comparada a $1/h$ ($Bi > 0,1$).

A baixa difusividade térmica destes produtos causa atraso no resfriamento do interior, portanto o fator de atraso j é maior do que 1 junto ao interior e menor do que 1 perto da superfície.

Para frutas que se aproximam do formato esférico, os valores de j no centro estarão entre 1 e 2.

MOHSEENIM, 1980, calculou valores de j utilizando informações de resfriamento publicadas para frutas e hortaliças, verificando que dos 20 valores de j , 15% representam $j < 1,0$, 20% representam $j = 1,0$, 40% representam $1,0 < j < 1,5$, 20% representam $1,5 < j < 2,0$ e 5% representam $j > 2,0$. Estes valores não podem ser rigorosamente comparados, em virtude das temperaturas terem sido medidas em diferentes posições do produto.

3.5.3. Propriedades

Teoricamente, os termos f e j podem ser usados independentemente para avaliar as propriedades de um sistema de resfriamento.

PFLUG et alii, 1965, consideram que a variação no traçado da linha reta causa uma pequena mudança na sua inclinação (f), mas por outro lado, causa grandes variações no valor de j .

KOPELMAN et alii, 1966, assumem o valor de f sendo mais confiável pelos seguintes motivos :

- o valor de j é afetado pela temperatura inicial ou pela localização incorreta do sensor de temperatura.

- qualquer imprecisão nas determinações experimentais da temperatura do produto implicará em alterações no valor de j .

- para os valores de $0,5 < Bi < 10$, o valor de j obtido com a temperatura medida no centro não apresenta variação significativa.

4. Material e Métodos

4.1. Material

4.1.1. Matéria Prima

Os experimentos foram realizados com a manga (Mangifera indica, L.) de cultivares Tommy Atkins e Keitt.

Os frutos foram colhidos em pomares particulares, localizados nos Municípios de Santo Antonio da Posse, Aguaí, Arthur Nogueira, Conchal, Taquaritinga, no Estado de São Paulo.

Os pomares eram novos com idade variando de 3 a 6 anos e com plantações de 500 a 1000 mangueiras, apresentando bom aspecto vegetativo e fitossanitário.

Foram escolhidos somente frutos visualmente uniformes, quanto ao estágio de desenvolvimento.

4.1.2. Equipamentos

4.1.2.1. Resfriador a água

O resfriamento por imersão em água agitada foi realizado em tanque com isolamento nas dimensões de 35 x 55 x 100 cm, sendo a unidade condensadora a ar, marca Rádio Frigor-Bloco II, com capacidade de 1000 kcal/h a temperatura de 5°C.

A água era agitada por meio de bomba centrífuga de 0,5 HP.

Para evitar o contato das frutas com o gelo formado nas paredes laterais do tanque, foi utilizada caixa plástica (Foto 2).

4.1.2.2 Resfriador a ar

Os testes de resfriamento a ar forçado foram desenvolvidos em câmara fria, de dimensões internas iguais a 3,0 x 3,0 x 2,3 m, construída com painéis de poliuretano de 150 mm de espessura. A unidade condensadora a ar, possui compressor marca BOCK, modelo FK 3, com capacidade de 2000 kcal/h a temperatura de - 25°C (Foto 3).

4.1.2.3 Banho Quente

O tratamento em água quente foi feito em tanque de aço inoxidável, de parede dupla com sistema de aquecimento a vapor.

As frutas eram imersas dentro da água por meio de cesto de arame (Foto 4).

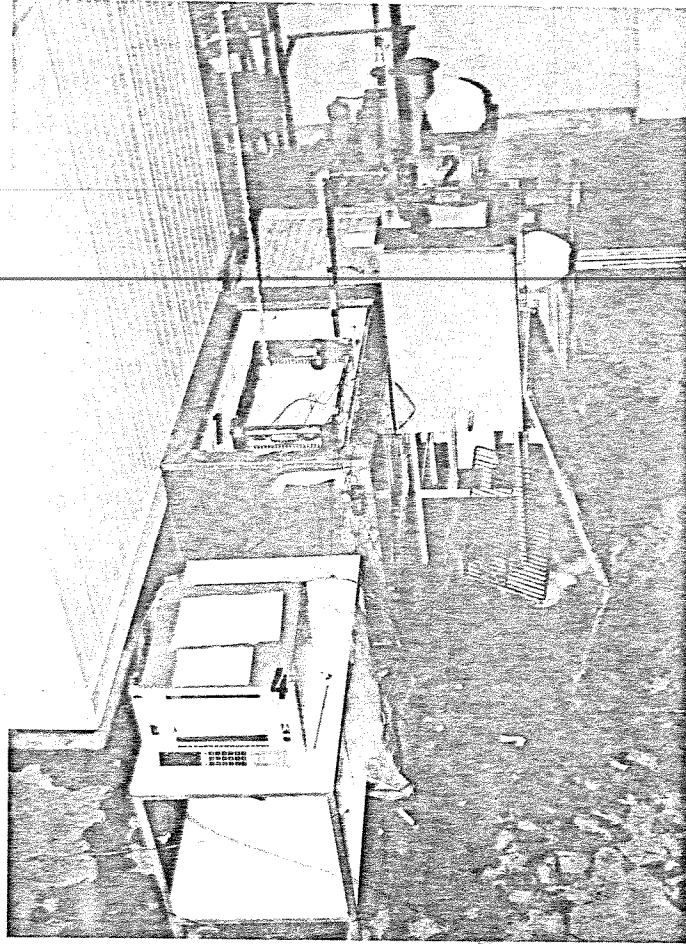


Foto 2. Resfriador a Água .

1. Tanque de resfriamento .
2. Bomba centrífuga .
3. Caixa plástica .
4. Registrador de temperatura (Digistrip) .
5. Termopares .

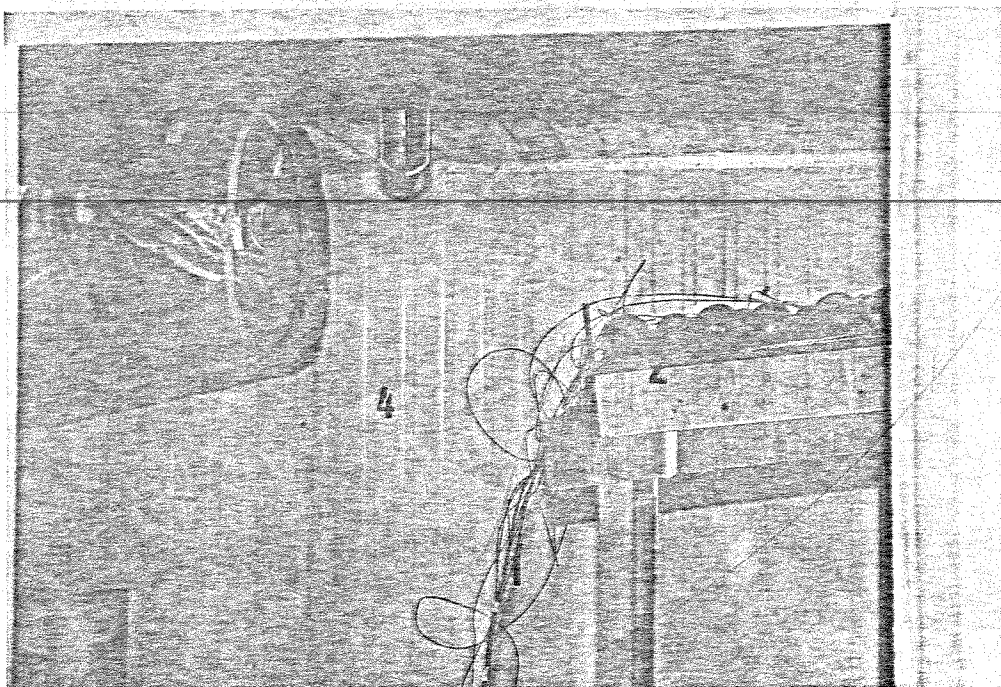


Foto 3. Resfriador a Ar .

1. Termopares .
2. Bandeja com frutas .
3. Direcionador de ar .
4. Câmara frigorífica .



Foto 4. Banho Quente .

1. Tanque de aço inoxidável .

2. Linha de vapor .

3. Cesto de arame .

4.1.2.4 Câmara de armazenamento

Foi utilizada câmara fria nas dimensões de 3,7 x 2,4 x 3,2 m.

A unidade condensadora a ar é da marca Bitzer-Bloco 11, com capacidade de 1295 kcal/h a temperatura de 5°C.

4.1.3 Instrumentos de medição

4.1.3.1 Dimensão e peso

Para a determinação das características físicas do produto como o diâmetro transversal e longitudinal além do peso, foram utilizados respectivamente: paquímetro Mitutoyo, modelo 530-115 e balança semi-analítica Metler, modelo P 1200 N.

4.1.3.2 Temperatura

Foi utilizado termopares de cobre-constantan (Tipo T), AWG 26 ligado a registrador de temperatura Digistrip III, com precisão de 1 uv .

4.1.3.3 Velocidade

A velocidade do ar foi medida por meio de sensor de fio quente, marca Anemotherm 60, com variações de medida de velocidade de 0 a 0,51, 0,51 a 5,1, e 5,1 a 25,4 m/s.

4.2 Métodos

Visando analisar o processo de transferência de calor assim como a influência sobre a fisiologia da fruta, foi desenvolvido na Seção de Tecnologia Pós-Colheita de Hortifrutículas do ITAL e no Laboratório do Frio da Faculdade de Engenharia de Alimentos da UNICAMP uma série de experimentos de pré-resfriamento de manga.

4.2.1 Preparo das amostras

As mangas, depois de transportadas do pomar foram submetidas a processo de limpeza com água corrente e selecionadas manualmente quanto ao estágio de maturação e ausência de injúrias e danos na casca.

Em seguida, procedia-se a formação de lotes, mais ou menos uniformes, considerando-se as dimensões, peso, forma, estágio de maturação, fatores estes utilizados na classificação comercial para a exportação.

Com a cultivar Tommy Atkins foram realizados cinco experimentos, entre os meses de novembro a janeiro de 1986-

87, sendo utilizadas um total de 1000 frutas.

Aproveitando a safra mais tardia da cultivar keitt, durante os meses de janeiro e fevereiro, foram desenvolvidos também quatro experimentos durante a safra de 1986/87, empregando-se 600 frutas.

~~Para cada experimento realizado, as mangas Tommy Atkins eram divididas, ao acaso, em quatro lotes de 50 frutas.~~

Destas frutas, 10 eram utilizadas somente para medir os resfriamentos da polpa próximo ao endocarpo.

As temperaturas eram registradas em intervalos de 2 a 3 minutos.

Após o término do processo de resfriamento, as frutas eram armazenadas em câmara fria durante 21 dias a temperatura de $12 \pm 1^\circ\text{C}$ e UR de 85 a 90%, utilizando o tempo e as condições do transporte marítimo.

Os quatro lotes de frutas foram submetidos a tratamento fitossanitário com solução de benomyl a 1000 ppm mais o espalhante adesivo Triton X114 a 0,1% e água quente a 55°C durante 5 minutos, seguido dos seguintes tratamentos.

1. Armazenamento durante 21 dias na câmara fria.
2. Resfriamento por imersão em água agitada a temperatura média de $1,7 \pm 0,6^\circ\text{C}$, seguido de armazenamento na câmara fria.
3. Resfriamento a ar forçado, a temperatura média de $-1,9 \pm 0,1^\circ\text{C}$ e armazenamento na câmara fria.
4. Resfriamento a ar forçado, a temperatura média de $-9,5 \pm 0,4^\circ\text{C}$ e armazenamento na câmara fria.

As mangas da cultivar Keitt foram divididas, ao acaso, em 3 lotes de 50 frutas, para cada um dos experimentos realizados.

A quantidade de frutas, assim como a obtenção das informações de resfriamento seguiram o mesmo procedimento descrito para a manga Tommy Atkins.

Os lotes de mangas foram submetidos inicialmente ao mesmo tratamento fitossanitário realizado para a cultivar Tommy Atkins, seguido dos tratamentos.

1. Armazenamento durante 21 dias na câmara fria .
2. Resfriamento por imersão em água agitada a temperatura média de $3,0 \pm 1,0^{\circ}\text{C}$, seguido de armazenamento na câmara fria.
3. Resfriamento a ar forçado, a temperatura média de $-4,8 \pm 0,6^{\circ}\text{C}$ e armazenamento na câmara fria.

4.2.2 Tratamento fitossanitário e processo de resfriamento

Para a realização tanto do tratamento fitossanitário quanto dos processos de resfriamento a ar e a água, o lote de 50 frutas, foi subdividido pela metade, em consequência da capacidade térmica e das dimensões dos sistemas de resfriamento a água e a ar serem insuficientes para o tratamento do lote completo.

O resfriamento foi realizado logo após o tratamento fitossanitário, por meio dos equipamentos descritos no item de material.

Dez mangas foram selecionadas para medidas de temperatura através da inserção de termopares e registrados no Digistrip.

A instalação de termopares foi feita da seguinte maneira: na posição do maior diâmetro transversal da fruta foi inserida uma agulha grossa até a superfície do endocarpo e neste canal foi inserido o termopar.

Devido o manuseio do produto durante o experimento, assim como problemas de calafetação do termopar ocorridos durante o resfriamento a água, não foi possível evitar o deslocamento do termopar ou mesmo o contato com a água no interior de algumas frutas, com conseqüente erro de leitura da temperatura. Este fato, verificado nas leituras de temperatura registradas durante o desenvolvimento dos testes serviu para desconsiderar alguns dados experimentais.

Antes do início dos testes de resfriamento a ar forçado, a câmara de resfriamento permanecia ligada durante período de 3 horas, até atingir a temperatura de resfriamento.

As frutas eram colocadas no interior da câmara já posicionadas na bandeja e com os termopares instalados.

A fim de evitar a perda de frio na abertura da porta da câmara durante a colocação dos termopares, somente o ventilador era desligado.

A leitura de temperatura da fruta era iniciada assim que se fechava a porta da câmara e ligava-se o ventilador.

O ar iniciava a circulação sobre o produto ainda a uma

temperatura superior sofrendo em seguida resfriamento rápido até a temperatura desejada.

Já no sistema de resfriamento a água, após a inserção dos termopares a caixa contendo as frutas era imersa na água fria e somente então era iniciada a leitura de temperatura.

O sistema de resfriamento a água era ligado 24 horas antes do experimento, o que proporcionava a formação de gelo em suas paredes laterais. Desta maneira, conseguia-se manter a temperatura de resfriamento uniforme.

O processo de resfriamento era interrompido quando a temperatura próxima da superfície do endocarpo aproximava-se de 12 °C .

As frutas que não possuíam termopares eram acondicionadas em caixas e conservadas em câmara fria.

4.2.3 Determinação Experimental

4.2.3.1 Dimensões

As medidas das dimensões da manga foram efetuadas utilizando paquímetro, considerando-se os eixos: transversais maior-menor e longitudinal.

Devido ao formato irregular da manga, foram realizadas 3 determinações para caracterizar o diâmetro equivalente de uma esfera.

Assim, foram utilizados para cálculo a média aritmética (equação 13) e geométrica (equação 14) com as medidas

obtidas dos eixos. Também foi determinado um valor de diâmetro com base na medida experimental do volume de água deslocado e aplicado na equação 15 de cálculo do volume de uma esfera.

a) Média aritmética :

$$d_{eq.} = \frac{D_{ma} + D_{me} + DL}{3} \quad (13)$$

b) Média geométrica :

$$d_{eq.} = \sqrt[3]{D_{ma} \cdot D_{me} \cdot D_{mc}} \quad (14)$$

c) Volume de esfera :

$$V = \frac{4 \pi}{3} \frac{d_{eq.}^3}{2^3}$$

ou

$$d_{eq.} = \sqrt[3]{\frac{6 \cdot V}{\pi}} \quad (15)$$

onde:

$d_{eq.}$ - diâmetro equivalente de uma esfera (cm).

D_{ma} - diâmetro transversal maior (cm).

D_{me} - diâmetro transversal menor (cm).

DL - diâmetro longitudinal (cm).

V - volume experimental (cm³)

4.2.3.2 Temperatura

O processo de resfriamento do produto foi acompanhado por meio da leitura de temperatura realizada na região central da fruta, próximo ao endocarpo. Os termopares usados na obtenção das medidas de temperatura foram calibrados em um banho termostático refrigerado em relação a termômetro padrão.

Para o registro da temperatura, o Digistrip foi programado para intervalos de 2 e 3 minutos.

4.2.3.3 Velocidade

A medida da distribuição de velocidade do ar nas frutas foi feita com anemômetro de fio quente. As medições foram feitas no plano de distribuição das frutas, localizado a distância de 60 cm do duto cônico (Foto 3). Este plano foi dividido em áreas de (15×22) cm² e o sensor foi colocado no centro das mesmas, perpendicular ao fluxo de ar.

A velocidade da água no tanque de resfriamento foi calculada considerando a medida da vazão da bomba dividida pela área superficial do tanque.

4.2.4. TRATAMENTO MATEMÁTICO

O estudo do resfriamento de frutas e hortaliças pode ser feito através de um corpo esférico submetido a um tratamento térmico sob condições externas constantes.

Neste caso, transferência de calor em regime transiente, a equação diferencial que descreve o fenômeno é a conhecida equação de Fourier, comumente assumida como 2ª lei de Fourier. Esta equação se aplica para um corpo homogêneo de $2R$ de diâmetro, inicialmente a uma temperatura T_i uniforme, sem geração interna de calor. Submete-se subitamente o referido corpo a uma temperatura do meio constante (T_r).

A equação de Fourier aplicada à transferência unidirecional é :

$$\frac{\partial T}{\partial \theta} = \alpha \cdot \left(\frac{\partial^2 T}{\partial r^2} + \frac{1}{r} \cdot \frac{\partial T}{\partial r} \right) \quad [16]$$

A sua resolução necessita de uma condição inicial e duas condições de contorno, a saber :

condição inicial : $T = T_i$, $0 \leq r \leq R$ para $\theta = 0$.

condições de contorno : 1) $\frac{\partial T}{\partial r} = 0$, $r = 0$ para $\theta > 0$.

2) $-k \frac{\partial T}{\partial r} = h \cdot (T - T_r)$, $r=R$ para $\theta > 0$.

sendo:

θ = tempo (h).

r = distância radial a partir do centro da esfera (m).

α = difusidade térmica do produto (m^2/h).

T = temperatura do produto na posição e no tempo θ ($^{\circ}C$).

T_i = temperatura inicial do produto ($^{\circ}C$).

T_r = temperatura média do meio de resfriamento ($^{\circ}C$).

k = condutividade térmica do produto ($kcal/hm^{\circ}C$).

h = coeficiente convectivo de transferência de calor ($kcal/hm^2^{\circ}C$).

A solução da equação [16] com as condições, inicial e as de contorno, pode ser obtida pelo método de separação de variáveis. ARPACI, 1966.

$$\frac{T_c - T_r}{T_i - T_r} = 2 \sum_{n=1}^{\infty} \frac{\text{sen } M_n - M_n \cdot \cos M_n}{M_n - \text{sen } M_n \cdot \cos M_n} \cdot \exp\left(-\frac{M_n^2 \cdot \alpha \cdot \theta}{R^2}\right) \cdot \frac{\text{sen } \frac{M_n \cdot r}{R}}{\frac{M_n \cdot r}{R}} \quad [17]$$

onde : M_n são raízes da equação característica .

$$\text{Equação característica para esfera : } Bi = 1 - \frac{M_n}{\text{tg } M_n} \quad [18]$$

O número de Biot ($Bi=hr/k$), é um número adimensional que relaciona a resistência térmica interna (R/k) e a resistência térmica externa ($1/h$).

Para a temperatura no centro do sólido, a equação [17] resulta em :

$$\frac{T_c - T_r}{T_i - T_r} = 2 \cdot \sum_{n=1}^{\infty} \frac{\text{sen } M_n - M_n \cdot \text{cos } M_n}{M_n - \text{sen } M_n \cdot \text{cos } M_n} \cdot \exp\left(-\frac{M_n^2 \cdot \alpha \cdot \theta}{R^2}\right) \quad [10]$$

uma vez que:

$$\frac{\text{sen}(M_n \cdot r / R)}{M_n \cdot (r / R)} = 1 \quad \text{quando } r = 0.$$

Os estudos de resfriamento transiente podem ser descritos somente pelo primeiro termo da equação [10].

KOPELMAN et alii, 1986.

Assim sendo :

$$\frac{T_c - T_r}{T_i - T_r} = 2 \cdot \frac{\text{sen } M_1 - M_1 \cdot \text{cos } M_1}{M_1 - \text{sen } M_1 \cdot \text{cos } M_1} \cdot \exp\left(-\frac{M_1^2 \cdot \alpha \cdot \theta}{R^2}\right) \quad [20]$$

Por meio da análise dos gráficos de sistemas de resfriamentos transientes, construídos a partir do logaritmo da diferença de temperaturas do produto e do meio de resfriamento em função do tempo, BALL, citado em PFLUG e BLAISDELL, 1983, verificou um comportamento semelhante ao de uma assintota de linha reta que pode ser descrita por dois parâmetros :

- a direção f , índice de inclinação do trecho reto da curva de resfriamento (relacionada a taxa de resfriamento).

- o fator j , coeficiente de intersecção do trecho reto com o eixo Y (fator de atraso).

Segundo PFLUG e BLAISDELL, 1963, quando as informações de condução de calor do produto são graficadas na forma descrita acima, a equação pode ser rearranjada da seguinte maneira :

$$\log_{10} \left(\frac{T_c - T_r}{T_i - T_r} \right) = \log_{10} \left(2 \cdot \frac{\text{sen } M_1 - M_1 \cdot \text{cos } M_1}{M_1 - \text{sen } M_1 \cdot \text{cos } M_1} \right) - \frac{M_1^2 \cdot \alpha \cdot \theta}{2,303 \cdot R^2} \quad [21]$$

Considerando a equação [21] e os parâmetros f e j , BALL estabeleceu a seguinte relação :

$$\text{inclinação} = \frac{1}{f} = \frac{M_1^2 \cdot \alpha}{2,303 \cdot R^2} \quad [22]$$

$$\text{intersecção} = j = 2 \cdot \frac{\text{sen } M_1 - M_1 \cdot \text{cos } M_1}{M_1 - \text{sen } M_1 \cdot \text{cos } M_1} \quad [23]$$

Combinando as equações [22] e [23] na equação [20], pode-se escrever a seguinte equação :

$$\frac{T_c - T_r}{T_i - T_r} = j \cdot \exp \left(-\frac{1}{f} \cdot \theta \right) \quad [24]$$

A equação [22] corresponde à inclinação do trecho reto da curva de resfriamento. A mesma fornece uma relação com a difusividade térmica do produto (α). Desta forma, conhecendo o valor da inclinação da curva de resfriamento, é possível determinar a difusividade térmica de certos produtos.

O valor de f pode ser calculado graficamente quando o

trecho reto da curva de resfriamento ultrapassar um ciclo logaritmico.

Para a determinação gráfica do coeficiente de intersecção, j , é necessário verificar o ponto de intersecção da linha reta com o eixo Y (T_c), e aplicar a seguinte equação :

$$j = \frac{T_c - T_r}{T_i - T_r} \quad [25]$$

GUILLOU, 1958, descreveu um novo termo, utilizado comercialmente, denominado meio tempo de resfriamento, definido como sendo o tempo necessário para que a diferença de temperaturas entre o produto e o meio de resfriamento seja reduzido à metade.

SAINSBURY, citado em GUILLOU 1958, introduziu o símbolo Z para designar o meio tempo de resfriamento, podendo seu valor ser igual a $Z(z^1)$, $2Z(z^2)$ ou $3Z(z^3)$, dependendo se a diferença final de temperaturas é igual à metade, um quarto ou um oitavo de diferença inicial de temperaturas.

O valor de Z pode ser estimado com base na equação [21] e na definição apresentada por GUILLOU, 1958.

$$\ln \frac{T_c - T_r}{T_i - T_r} = \ln j - \frac{M_i^2 \cdot \alpha \cdot \theta}{R^2} \quad [26]$$

onde :

$$T_c - T_r = \frac{1}{2} \cdot (T_i - T_r)$$

$$\theta = Z$$

$$\frac{M_1^2 \cdot \alpha}{R^2} = \frac{1}{f} = TR \text{ (taxa de resfriamento)}$$

Substituindo as três igualdades acima na equação [26],
têm-se:

$$\ln \frac{1}{2} \cdot \left(\frac{T_i - T_r}{T_i - T_r} \right) = \ln j - TR \cdot Z$$

ou

$$\ln 2 + \ln j = TR \cdot Z$$

$$Z = \frac{\ln(2 \cdot j)}{TR} \quad [27]$$

Segundo MOHSEENIM, 1980, e GAFFNEY et alii, 1980, a inclinação do trecho reto da curva de resfriamento correspondente à TR é calculada a partir de dois pontos.

As soluções gráficas para as equações [17] e [18] são apresentadas para sólidos de geometrias simples (esfera, cilindro e placa infinita).

Nestas soluções gráficas, o adimensional de temperatura é fornecido como sendo uma função de parâmetros adimensionais do número de Fourier ($\alpha \theta / R^2$), número de Biot ($h R / k$) e posição relativa (r / R).

As cartas de GURNEY & LURIE, 1923, SCHNEIDER, 1955, embora pareçam diferir umas das outras, elas somente apresentam soluções para as equações [17] e [18].

BAIRD & GAFFNEY, 1976, apresentaram a solução da equa-

ção [10] por meio de um processo iterativo .

MANGA - TOMMY ATKINS

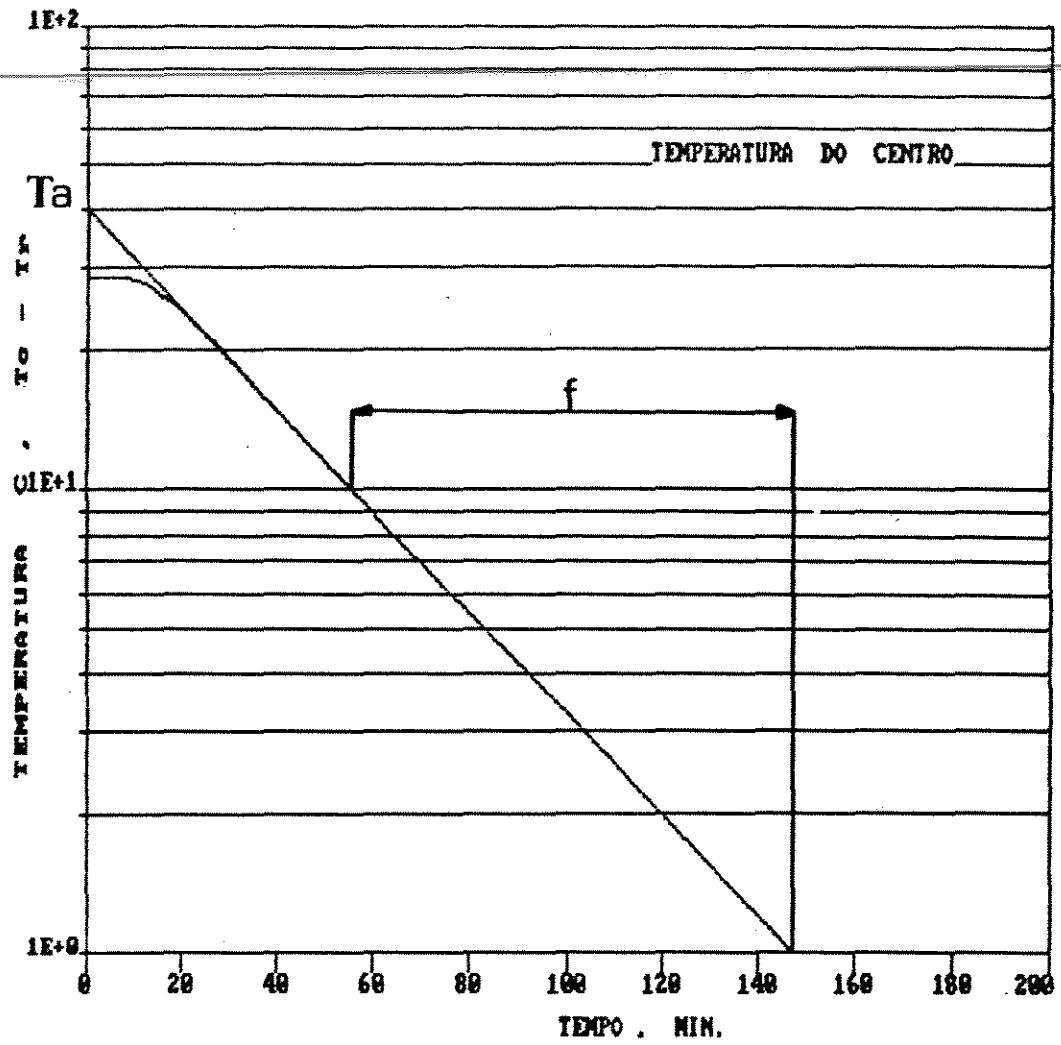


Figura 1

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Dimensões

Os dados contidos nas Tabelas 1 a 5 referem-se as medidas das dimensões das mangas, considerando-se os diferentes processos de resfriamento desenvolvidos com as cultivares Tommy Atkins e Keitt .

Têm-se para cada manga individual ,as medidas do diâmetro transversal maior (Dma), diâmetro transversal menor (Dme), diâmetro longitudinal (DL) e também o volume da fruta (V) obtida pelo método de determinação do volume de água deslocada .

Constam também os valores do diâmetro equivalente de uma esfera (Deq.), considerando-se os 3 métodos de cálculos utilizados, conforme as equações 13 ,14 e 15 .Nestas tabelas constam também o erro calculado como sendo $[(D \text{ calculado} - D \text{ equivalente}) : D \text{ equivalente}] \times 100$.

Através da comparação dos valores nas Tabelas 1 a 5, verificamos que não existe diferença significativa entre os 3 métodos .

5.2 Velocidades dos Fluidos

A velocidade média do ar utilizada foi de $3,4 \pm 0,3$ m/s .

~~A velocidade média da água utilizada foi de $(1,60 \pm 0,02) \times 10^{-3}$ m/s .~~

5.3 Temperatura

Os dados apresentados nas tabelas 6 a 121, referem-se aos valores de temperatura em função do tempo, obtidos durante os processos de resfriamento a ar e a água das cultivares Tommy Atkins e Keitt.

Nas tabelas constam os valores da temperatura (T_c) do produto individual medidos na região central da fruta, próximo à superfície do endocarpo, em intervalos de tempo variando de 2 a 3 minutos.

A temperatura média do meio de resfriamento (T_r) foi obtida dos valores registrados em cada intervalo de tempo.

A diferença de temperatura é a diferença entre a temperatura do produto e do meio de resfriamento ($T_c - T_r$).

Considerando os vários testes de resfriamento a ar forçado e por imersão em água agitada, realizados com as cultivares Tommy Atkins e keitt, procedeu-se o tratamento conforme o cálculo realizado segundo o método gráfico.

Através das informações das Tabelas 6 a 121 foram constituídos gráficos da diferença de temperatura ($T_c - T_r$) versus tempo (\ominus), conforme é mostrado nas Figuras. (Tommy Atkins, 1 a 69, e Keitt, 1 a 47).

Com a construção do gráfico foi possível determinar a ~~parte linear da curva de resfriamento e assim calcular a~~ equação de regressão linear com os pontos pertencentes a este trecho.

Para a construção dos gráficos foi utilizado um microcomputador. Nas tabelas 122 a 126 constam as equações de regressão linear dos processos de resfriamento a ar e a água das mangas Tommy Atkins e Keitt.

Deve-se ressaltar que para a obtenção da equação de regressão linear foi utilizado o programa de computador SAS (Proc Reg) sendo apresentado os valores do coeficiente de correlação (C.C.) e o coeficiente de variação (C.V.).

A taxa de resfriamento (TR) foi calculada considerando a inclinação da parte linear da curva de resfriamento.

Por meio do gráfico e da tabela de dados é possível determinar os valores de T_a , T_c e T_i .

Desta forma utilizando-se a equação (10) foi obtido o valor do fator de atraso, j .

O valor de f foi calculado graficamente considerando-se o tempo necessário para o trecho reto ultrapassar um ciclo logarítimo, conforme mostrado na Figura 1.

Na determinação do valor do meio tempo de resfriamento aparente (Z_a) foi utilizado a equação [12].

Para o cálculo do meio tempo de resfriamento experimental (Z_e), considerou-se a definição de meio tempo de resfriamento apresentada por GUILLOU, 1958, abaixo, utilizando os valores de temperaturas experimentais.

$$Z_e = \frac{T_c - T_r}{T_i - T_r}$$

Os valores da taxa de resfriamento (TR), fator de atraso (J), índice de inclinação, (f) meio tempo de resfriamento experimental (Z_e) e aparente (Z_a), são mostrados nas tabelas 127 a 131.

É apresentado também os valores de peso, diâmetro(Diâm.), gradiente inicial de temperatura(Grad.) e a temperatura média do meio de resfriamento(T_r).

Os valores de Z_a versus Z_e mostram que o desenvolvimento matemático utilizado na obtenção da equação [12] é correta.

5.4 Difusividade térmica (α)

Para análise do resfriamento da manga utilizando a solução analítica baseada na lei de Fourier, foram feitas as seguintes suposições :

1. As mangas são esferas perfeitas e isotrópicas;
2. As propriedades termofísicas do produto e do meio são constantes com a temperatura;

3. Os efeitos da respiração e/ou transpiração do produto sobre a transferência de calor são desprezíveis;
 4. Não há transferência de massa entre a superfície do produto e do ar;
 5. As temperaturas dos meios de resfriamento são constantes durante o experimento.
-

Considerando-se as suposições acima, a temperatura medida próxima ao endocarpo da manga em função do tempo, foi descrita por meio da equação [4].

Para a resolução desta equação, foi utilizado um método iterativo de regressão não linear por mínimos quadrados pertencente ao programa SAS.

O modelo de regressão não linear é referido no SAS como Proc NLIN. Já o método iterativo usado para convergência dentro de um intervalo de confiança de 95% foi o método da secante (DUD).

Assim, considerando os valores experimentais (Tabelas 6 a 121) da diferença de temperatura em função do tempo, bem como do raio equivalente do produto (método C) (Tabelas 1 a 5), foram estimados os valores do primeiro e segundo termos da solução de série, M_1 e M_2 , além da difusividade térmica, que resultou no melhor ajuste quando comparado com os dados experimentais. A utilização de dois termos da solução de série resultou em melhor ajuste.

A difusividade térmica foi também calculada por meio de uma relação matemática descrita pelos autores PFLUG et alii, 1965, KOPELMAN & PFLUG, 1968, GAFFNEY et alii, 1980,

BHOWMIK & HAYAKAWA, 1979, envolvendo o parâmetro f determinado pelo método gráfico, utilizando-se da equação [7].

Os dados contidos nas Tabelas 132 a 136 considerando a cultivar e o tratamento de resfriamento mostram os resultados obtidos de M_1 , M_2 , α e o erro calculado pelo computador durante a convergência do processo iterativo.

Conforme pode ser verificado nas tabelas acima referidas, não existe diferença significativa entre α_s e α_b .

Não foram encontrados valores de difusividade térmica para a manga em literatura. No entanto, para efeito de comparação, podemos citar o valor da difusividade térmica para a banana de $1,26 \cdot 10^{-5} \text{ m}^2/\text{s}$ e para a cenoura de $1,36 \cdot 10^{-5} \text{ m}^2/\text{s}$.ANSARI & AFAQ, 1986 .

As difusividades térmicas médias da manga encontradas no presente trabalho, estão dentro do valor esperado.

Considerando-se os erros experimentais (traduzido pelo intervalo de confiança) e a utilização de método indireto, constata-se que os valores da difusividade térmica podem ser considerados constantes para cada cultivar de manga.

5.5 Condutividade térmica (k)

Tendo em vista a falta de informações na literatura sobre propriedades térmicas de manga, a condutividade térmica (k) foi obtida dos valores calculados de difusividade térmica por meio do programa SAS.

As propriedades de manga foram obtidas da seguinte maneira (BLEINROTH, 1981):

- Teor de umidade

Keitt = 84,51%

Tommy Atkins = 83,76%

- Densidade

Keitt = 0,98 g/cm³ com : D.P. = 0,02

C.V. = 2,04%

Int.Conf. = 96-100%

Tommy Atkins = 0,99 g/cm³ com : D.P. = 0,03

C.V. = 3,03%

Int.Conf. = 96-100%

- Calor específico (calculado pela fórmula de Siebel, citado em NOVY, 1985).

$$c_p = 0,008 \cdot (\% \text{ água}) + 0,20$$

onde 0,20 é uma base arbitrária suposta para representar o calor específico dos constituintes sólidos. Cálculos realizados por NOVY, 1985, indicaram que entre as fórmulas existentes, esta foi a que resultou em melhor concordância

com os dados fornecidos pela literatura para diferentes cultivares de frutas e hortaliças com alto conteúdo de água.

Tommy Atkins : $c_p = 0,870 \text{ kcal/Kg.}^\circ\text{C}$

Keitt : $c_p = 0,876 \text{ kcal/Kg.}^\circ\text{C}$

As condutividades térmicas assim obtidas estão apresentadas nas Tabelas 132 a 136.

Por outro lado, de acordo com SWEAT, 1974, a condutividade térmica pode ser estimada através da equação :

$$K = 0,12 + [0,00424 \cdot (\% \text{água})] \frac{\text{kcal}}{\text{h.m.}^\circ\text{C}}$$

Considerando o valor de 84% de água na manga, temos condutividade térmica da manga sendo igual a $0,49 \text{ kcal/h.m.}^\circ\text{C}$.

Os valores de condutividade térmica obtidos no presente trabalho são maiores que os valores estimados pela equação de SWEAT, 1974.

No senso estrito, as suposições necessárias para o tratamento matemático do processo de resfriamento invalidam a sua aplicação para avaliar os valores de propriedades físico-térmicas. No entanto, estes valores servem como valores indicativos para analisar o processo de resfriamento. Do ponto de vista da análise dos processos, a afirmação dos pesquisadores, BAIRD GAFFNEY, 1976, de que não justifica a realização de muito esforço para se obter valores precisos para alguns parâmetros é correta.

5.6 Coeficiente convectivo de transferência de calor (h)

O valor de h foi determinado experimentalmente, ~~aplicando-se o valor de M_1 obtido pelo SAS na equação~~ característica da esfera (equação [3]).

Desta maneira, considerando-se a definição de Biot foi calculado o valor de h, isto é :

$$Bi = h \cdot R / K$$

O valor de h obtido por este procedimento pode ser considerado como um "coeficiente de transferência de calor efetivo" uma vez que não considera fatores não incluídos no modelo, tais como desvios do formato esférico, possível resfriamento evaporativo causado pela perda de umidade da superfície da fruta, e condições de transferência de calor entre produtos individuais. BAIRD & GAFFNEY, 1976.

Os dados obtidos de Bi e h por meio das equações [3] e [16] estão contidos nas Tabelas 132 a 136.

O método normalmente empregado para determinar o valor de h, é através do uso de expressões empíricas, utilizando números adimensionais : tais como, números de Nusselt (Nu), de Reynolds (Re) e de Prandtl (Pr). MCADAMS, 1954.

Assim, têm-se :

- Ar (MCADAMS, 1954) :

$$Nu = 0,37(Re)^{0,4}$$

- Água (MCADAMS, 1954)

$$Nu = Pr^{0.2} [0.97 + 0.68 Re^{0.4}]$$

As propriedades do ar e da água, usadas nas equações acima segundo SILVA, 1972, são iguais a :

Propriedades da Água

Temperatura (°C)	ρ (Kg/m ³)	u (Kg/m.h)	c_p (kcal/Kg.°C)	k (kcal/m.h.°C)
1,7	999,9	6,46	1,006	0,475
3,0	999,9	5,57	1,005	0,482

Propriedades do Ar

Temperatura (°C)	ρ (Kg/m ³)	u (Kg/m.h)	c_p (kcal/Kg.°C)	k (kcal/m.h)
-1,9	1,30	0,0622	0,24	0,0208
-4,8	1,31	0,0614	0,24	0,0207
-9,5	1,34	0,0605	0,24	0,0202



Os valores de Nu calculado (Nu_c) e Nu experimental (Nu_{exp}) estão mostrados nas tabelas 138 a 142.

Conforme pode ser verificado o coeficiente convectivo de transferência de calor é superestimado quando da utilização da equação de McAdams.

~~BAKKER-ARKEMA et alii, 1973, trabalhando com a beterraba~~
imersa individualmente no escoamento, afirmam que a equação de McAdams subestima o valor de h. Os autores justificam estes resultados baseado no formato cônico da beterraba.

A equação de McAdams é aplicada para um corpo esférico imerso no fluxo.

No nosso experimento, as frutas não são imersas individualmente, diminuindo a área de contacto fruto-fluido. E ainda, as linhas de corrente observado para o caso da equação de McAdams é totalmente diferente do experimento. Estes fatos mostram que a equação empírica sugerida pelo McAdams não pode ser utilizada para o presente estudo.

Os valores de Biot calculados através da equação característica [3] estão mostrados nas Tabelas 132 a 136.

O valor de f (inverso da taxa de resfriamento) assim como o valor de j (fator de atraso) foram calculados pelo método gráfico e mostrados nas tabelas 127 a 131.

Nas mesmas tabelas acima, também estão mostrados os valores de z, calculado (Z_a) e experimental (Z_e).

Para melhor discussão, tomando os valores de Bi médio versus Z_a e Z_e para cada cultivar de manga, elaboramos a Tabela 137.

Através dos valores médios de Biot é possível verificar que o Biot obtido para resfriamento a água é um pouco maior do que os resfriamentos a ar, isto é, a resistência externa diminui para o caso dos tratamentos a água.

Apesar de KOPELMAN & PFLUG, 1968, considerarem a ~~resistência externa desprezível para o caso da água,~~ ressaltamos a importância de basear este tipo de conclusão através do número de Biot.

Em outras palavras, Biot deve tender a infinito para considerar a resistência externa desprezível.

Nos processos de resfriamento de frutas, a situação onde a resistência interna é desprezível ($Bi < 0,1$) é impossível de obtê-la. Portanto, a utilização da equação de Newton de resfriamento, BAIRD & GAFFNEY, 1976, é incorreta.

Através da equação [8] e do significado físico de j , os valores médios de j calculados confirmam as afirmações de MOHSEENIM, 1980, de que os mesmos são maiores do que 1 no centro e a variação numérica destes valores é pequena.

Por outro lado, pela equação [7] e do significados de f , podemos verificar que os valores médios de f estão dentro da expectativa. E, ainda, a recomendação da utilização de f em vez de j é correta, KOPELMAN et alii, 1966.

Através de dados da Tabela 137 podemos verificar a diminuição dos valores do meio tempo de resfriamento em função do aumento do número de Biot para cada cultivar de

manga, e o aumento do valor da taxa de resfriamento com o aumento do valor do número de Bi.

HENRY e BENETT, 1973, e HENRY et alii, 1976, afirmaram que o meio tempo de resfriamento é um parâmetro mais representativo do que a taxa de resfriamento. No entanto, a análise do processo de transferência de calor em regime transiente deve ser feita levando-se em consideração que a temperatura adimensional é função de número de Biot, número de Fourier e da posição adimensional.

5.7 Discussão Complementar

O tratamento térmico a banho quente (tratamento fitossanitário) foi aplicado no presente estudo para garantir controle da antracnose no sentido de não influenciar os dados ao longo da pesquisa.

Além das justificativas deste tratamento relatados na revisão bibliográfica, é o único tratamento fitossanitário aplicado comercialmente na exportação de manga no Brasil.

A importância do estudo no tocante ao resfriamento das frutas é justificada pela necessidade do tratamento térmico a banho quente aliada a necessidade da sua conservação.

O armazenamento das frutas após o pré-resfriamento mostraram-se insatisfatórios, pois houve alta incidência de podridões, principalmente a podridão peduncular.

Os dados experimentais, relacionados ao tratamento a quente, não permitem nenhum tipo de análise com respeito a temperatura do banho. Análises estas tais como : danos fisiológicos ou de avaliação do coeficiente convectivo de transferência de calor.

~~Apesar da utilização da baixa vazão de água e da~~
temperatura da água maior que do ar, os dados mostram a maior eficiência do resfriamento da água em relação a ar, traduzida em valores numéricos de Biot.

No entanto, os dados experimentais são insuficientes para qualquer análise adicional comparativa entre os sistemas.

6. Conclusões

- 6.1. O diâmetro equivalente pode ser obtido por qualquer dos métodos de média aritmética, geométrica ou volumétrica.
- 6.2. Análise do processo de resfriamento de frutas pode ser feita através de métodos gráficos, não justificando a utilização de método analítico na mesma.
- 6.3. É possível estimar a difusividade térmica através de método iterativo utilizando a solução analítica ou através de método gráfico utilizando a definição da taxa de resfriamento.
- 6.4. O valor de condutividade térmica obtido através da taxa de resfriamento é maior que o valor previsto pela equação fornecida por SWEAT.

- 6.5. As equações de McAdams superestimam os valores de Nusselt, isto é, os coeficientes convectivos de transferência de calor.
- 6.6. Os valores de fatores de atraso calculados, com os dados de temperatura no centro da fruta, são maiores que 1, conforme previsto por MOHSENI.
-
- 6.7. Para avaliar as propriedades térmicas, deve utilizar o valor da taxa de resfriamento em vez do fator de atraso, conforme já sugerido pelos pesquisadores, PFLUG e colaboradores, KOPELMAN e PFLUG, GAFFNEY e colaboradores.
- 6.8. O meio tempo de resfriamento, assim como a taxa de resfriamento, é um bom parâmetro na análise de resfriamento. Isto se deve ao fato destes dois parâmetros apresentarem a forte dependência em relação ao número de Biot.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ABDUL MAJEED, P.M. Prediction of cooling characteristics during air cooling of cylindrical food products with flowing film of cold water at the surface (air-film cooling). Trans ASAE, St. Joseph, MI, 25(2):508-14, 1982 .
2. ALBRIGHT, L.D. Cooling short cylinders in air using a water spray. Trans. ASAE. St. Joseph, MI, 19(4):762-5, 1976.
3. ANSARI, F.A. & AFAQ, A. Precooling of cylindrical food products. Int. J. Refrig., Guildford, England, 9(6):161-3, 1986.
4. ARCE, J. & SWEAT, V.E. Survey of published heat transfer coefficients encountered in food refrigeration processes. Trans. ASHRAE, New York, NY, 86(II):260-2, 1980.
5. ARPACI, V.S. Conduction heat transfer. Reading, New York, Addison Wesley, 1966. 288 p.
6. BAERDEMAEKER, J.; SINGH, R.P.; SEGERLIND, L.J. Modelling heat transfer in foods using the finit element method. J. Food Process Eng., Washington, DC, 1(1):37-50, 1977.

7. BAIRD, C.D. & GAFFNEY, J.J. A numerical procedure for calculating heat transfer in bulk loads of fruits or vegetables. Trans ASHRAE, New York, NY, 82(2):525-40, 1976.
8. BAIRD, C.D. & GAFFNEY, J.J. Forced air cooling of bell peppers in bulk. Trans ASAE, St. Joseph, MI, 20(6):1174-9, 1977.
9. BAIRD, C.D.; GAFFNEY, J.J.; KINARD, D.T. Research facility for forced air precooling of fruits and vegetables. Trans ASAE, St. Joseph, MI, 18(2):376-9, 1975.
10. BAIXA qualidade limita exportação de frutas frescas. Folha de S. Paulo, S. Paulo, 31 dez., 1987, A-23.
11. BAKKER-ARKEMA, F.W.; BICKERT, W.G.; EVANS, T.W.; ROSENAU, J.R. Cooling rates of sugar beets. Trans ASAE, St. Joseph, MI, 16(4):1121-4, 1973.
12. BENNETT, A.H. Precooling fruits and vegetables. Trans ASAE, St. Joseph, MI, 7(3):265-6, 270, 1964.
13. BENNETT, A.H. Principles and equipment for precooling fruits and vegetables Trans ASAE, St. Joseph, MI, 16(4):469-74, 1979.
14. BENNETT, A.H.; SOULE, J.; YOST, G.E. A prototype commercial forced air precooler. United States Department Agric, 1965. (Agricultural Research Service, 52-9)
15. BHOWMIK, S.R. & HAYAKAWA, K. A new method for determining the apparent diffusivity of termally

- conductive food. J. Food Sci., Chicago, IL, 44(2):469-74, 1979.
16. BITTANCOURT, A.A. A antracnose da mangueira. O Biológico, São Paulo, 4:43-5, 1938.
17. BLEINROTH, E.W. Matéria-prima. IN: MEDINA, J.C.; MARTIN, Z.J.; QUAST, D.G.; NASHIZUME, T.; FIGUEIREDO, N.M.S.; MORETTI, V.A.; CANTO, W.L.; NETO, L.C.B.. Manga. Da cultura ao processamento e comercialização. Campinas, ITAL, 1981. p. 243-92. (Serie frutas tropicais, 8).
18. DICKERSON, R.W. & READ, R.B. Cooling rates of foods. J. Milk Food Technol, Shelbyville Indiana, 36(3):167-71, 1973.
19. DYNER, H. & HESSELSCHWERDT, A.L. Temperature-time characteristics during food precooling. Trans ASHRAE, New York, N.Y., 70:249-55, 1964.
20. ESHLEMAN, W.D.; BAIRD, C.D.; GAFFNEY, J.J. A numerical simulation of transient heat flow in irregular shaped foods. St. Joseph, MI, ASAE, 1976. (Paper n. 76-5015)
21. EXPORTAÇÃO de frutas ficam aquém do potencial. Agrofolha, São Paulo, 22 mar., 1988. B-3.
22. FRUTAS FRESCAS. R. Cacex, Rio de Janeiro, 23 (1074): 4-11, maio, 1988.
23. GAFFNEY, J.J.; BAIRD, C.D.; ESHLEMAN, W.D. Temperature response of avocados during cooling with chilled water. St. Joseph, MI, ASAE, 1976. (Paper n. 76-6017)
24. GAFFNEY, J.J.; BAIRD, C.D.; ESHLEMAN, W.D. Review and analysis of the transient method for determining

- thermall diffusivity of fruits and vegetables. Trans ASHRAE, New York, N.Y. 86(2):261-79, 1980.
25. GAFFNEY, J.J.; BAIRD, C.D.; CHAU, K.V. Methods for calculation heat and mass transfer in fruits and vegetables individually and in bulk. Trans. ASHRAE, Atlanta, GA, 91(2B):333-52, 1985.
-
26. GALLI, F.; TOKESHI, H.; CARVALHO, P.C.T.; BALMER, E.; KIMATI, H.; CARDOSO, C. D.N.; SALGADO, C.L. Manual de fitopatologia. São Paulo, Ed. Agronômica Ceres, 1968. 604 p.
27. GUILLOU, R. Some engineering aspects of cooling fruits and vegetables. Trans ASAE, St. Joseph, MI, 1(1): 38 - 9, 42, 1958.
28. GUILLOU, R. Forced air fruit cooling. Trans ASAE, St. Joseph, MI, 3(2):16-8, 1960.
29. GUILLOU, R. Pressure cooling for fruits and vegetables. ASHRAE J., New York, NY, 5 (11): 45-9, 1963.
30. GURNEY, H.P. & LURIE, J. Charts for estimating temperature distributions in heating or cooling solid shapes. Ind. Eng. Chem., Washington, DC, 15(11):1170, 3 - Nov., 1923.
31. HARDENBURG, R.E.; WATADA, A.E.; WANG, C.Y. The commercial storage of fruits, vegetables, and florist and nursery stocks. Washington, DC, USDA, 1986. 130 p. (Agricultural handbook, 66)

32. HARVEY, J.M. Improved techniques for vacuum cooling vegetables. ASHRAE J., New York, NY, 5(11):41-4, 1963.
33. HAYAKAWA, K. Estimating food temperatures during various processing or handling treatments. J. Food Sci., Chicago, IL, 36(3):378-85, 1971.
-
34. HAYAKAWA, K. & SUCCAR, J. Heat transfer and moisture loss of spherical fresh produce. J. Food Sci., Chicago, IL, 47(2):596-605, 1982.
35. HAYAKAWA, K. Estimating the central temperatures of canned food during the initial heating or cooling period of heat process. Food Technol., Chicago, IL, 23(11):1473-7, 1969.
36. HENRY, F.E. & BENNETT, A.H. Hydraircooling vegetable products in unit loads. Trans ASAE, St. Joseph, MI, 16(4):731-3, 739, 1973.
37. HENRY, F.E.; BENNETT, A.H.; SEGALL, R.H. Hydraircooling : a new concept for precooling pallet loads of vegetables. Trans ASHRAE, New York, N.Y., 2(2):541-7, 1976.
38. JACOBS, C.J.; BODRICK, H.T.; SWARTS, H.D.; MULDER, N.J. Control of postharvest decay of mango fruit in South Africa. Plant. Dis. Rep., St. Paul, MN, 57(2): 173-6, 1973.
39. KANE, D.; BOULET, M.; CASTAIGNE, F. Effect of chilling injury on texture and fungal rot of mangoes (Mangifera indica, L.). J. Food Sci., Chicago, IL, 47:992-5, 1982.

40. KOPELMAN, I.; BLAISDELL, J.L.; PFLUG, I.J. Influence of fruit size and coolant velocity on the cooling of Jonathan Apples in water and air. Trans ASHRAE, New York, N.Y., 72(1):209-16, 1966.
41. KRISHNAMURTHY, S. & SUBRAMANYAN, H. Respiratory climateric and chemical changes in the mango fruit (Mangifera indica, L.). J. Am. Soc. Hort. Sci., Ithaca, NY, 95(3):333-7, 1970.
42. LENTZ, C.P. & BERG, VAN DEN L. Cabbage precooling study. J. Inst. Can. Sci. Technol. Aliment., Canadá, 10(4):265-8, 1977.
43. MCADAMS, W.H. Heat transmission. 3 ed., McGraw Hill Company, NY, Inc., 1954. 532 p.
44. MANGA; rumo ao mercado internacional. Toda Fruta, São Caetano do Sul, (4): 14-5, ago., 1986.
45. MEDLICOTT, A.P. Mango fruit ripening and the effects of maturity, temperature and gases. London, 1985. 195p. [Tese - PHD - The Polytechnic Wolverhamptom (CNAA)]
46. MEDLICOTT, A.P. Presentation of data from a visit to ITAL to study the effects of maturity, storage and gas treatment on mango fruit ripening; in association with Overseas Development Natural Resources Institute (ODNRI). Visit Report n. R 1401 (R). London, ODNRI, 1987b, 51 p. (project n. A1468)
47. MEDLICOTT, A.P. Report on a visit to ITAL Brasil for continued studies on the effects of maturity, storage

- and gas treatment on mango fruit ripening. R 1401(R), London, Tropical Development and Research Institute, 1987 a. 18p. (TDRI. Project n. A1468)
48. MITCHELL, F.G.; GUILLOU, R.; PARSONS, R.A. Commercial cooling of fruits and vegetables. Davis, CA, California Agricultural Experiment Station, Extension Service, 1972. 44 p., (Manual 43)
49. MOHSENIN, N.N. Thermal properties of foods and agricultural materials. New York, Gordon and Breach Pub., 1980. 400 p.
50. MUKERJEE, P.K. & SRIVASTAVA, R.B. Increasing the storage life of mango (Mangifera indica, L.) by lowering the critical temperature. Progressive Hort., Uttar Pradesh, india, 10(4):63-9, 1979.
51. NOVY, M.G. Avaliação do tempo de pré-resfriamento por ar forçado de frutas esféricas colocadas em leitos. [Campinas, 1985, 128 p., Tese - Mestrado - Faculdade de Engenharia de Alimentos, UNICAMP.]
52. O'BRIEN, M. & GENTRY, J.P. Effect of cooling methods on cooling rates and accompanying desiccation of fruits. Trans ASAE, St. Joseph, M.I., 10(5):603-6, 1967.
53. PANTASTICO, E.B. Postharvest physiology, handling and utilization of tropical and subtropical fruits and vegetables. Wesport, AVI Pub., 1975. 560 p.
54. PENNOCK, W. & MALDONALDO, G. Hot water treatment of mango fruits to reduce anthracnose decay. J. Agric. Univ. Puerto Rico, Puerto Rico, 46(4):272-83, 1962.

55. PFLUG, I. J. & BLAISDELL, J. L. Methods of analysis of precooling data. ASHRAE J, New York, NY, 5(11):33-9, 1963.
56. PFLUG, I. J.; BLAISDELL, J. L.; KOPELMAN, I. J. Procedure for developing temperature time curves for objects that can be approximated by the geometries sphere, infinite plate or infinite cylinder. Trans ASHRAE, New York, NY, 71(I):238-45, 1965.
57. POPENOE, J.; HATTON, T. T.; HARDLING, P. L. Determination of maturity of hard green Haden and Zill mangoes. Proc. Am. Hort. Sci., Ithaca, NY, 71 : 326-29, 1957.
58. QUIMIO, T. H. Mango anthracnose and low temperature storage. Philippine Agric., Filipinas, 58(5/6):192-199. 1974.
59. RANADE, M. S. & NARAYANKHEDKAR, K. G. Thermal characteristics of fruits and vegetables as applied to hydrocooling. Int. Inst. Refrig., Paris, France, 1: 455-61, 1982.
60. ROCHA, J. V. L. Fisiologia de maturação pós-colheita de manga cv. Haden e goiaba cvs. vermelho e branco. [Campinas, 1976. 141 p. Tese de Doutorado - Faculdade de Engenharia de Alimentos e Agrícola - UNICAMP.]
61. RYALL, A. L. & LIPTON, W. J. Handling, transportation and storage of fruits and vegetables. Westport, CO, AVI Pub., 1972. v. 1; vegetables and melons.

62. RYALL, A.L. & PENTZER, W.T. Handling, transportation and storage of fruits and vegetables. Westport, CO, AVI Pub., 1974. v.2; fruits and tree nuts.
63. SAMPAIO, V.R. Controle em pré e pós-colheita das produções dos frutos da mangueira (Mangifera indica, L.). [Piracicaba, 1979. 150 p. Tese - Livre Docência - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, USP.]
64. SCHNEIDER, P.J. Conduction heat transfer. Reading, MA, Addison-Wesley Pub., 1955. p. 253-5,383 .
65. SEGALL, R.H. & SMOOT, J.J. Hot water as a postharvest control of mango anthracnose. Plant Dis. Rep., St. Paul, MN, 47(8):739-42, 1963.
66. SIGRIST, J.M.M. - Respiração. IN : Tecnologia de pós-colheita de frutas tropicais. Campinas, ITAL, 1988a. p. 21-27. (Manual Técnico).
67. SIGRIST, J.M.M. Transpiração. IN : Tecnologia de pós-colheita de frutas tropicais. Campinas, ITAL, 1988b. p. 29-33. (Manual Técnico)
68. SILVA, R.B. Manual de termodinâmica - transmissão de calor. São Paulo, DLP, USP. 5 ed., 1972. p. C11.4, C 7.1 .
69. SOULE, J.; YOST, G.E.; BENNETT, A.H. Experimental forced air precooling of Florida citrus fruit. Washington, DC, 1969. 30 p. (Marketing Research Report n. 845)
70. SPAGNOL, W.A.; ROCHA, J.L.V.; PARK, K.J. Pré-resfriamento de frutas e hortaliças. (Não publicado)

71. SPALDING, D.H. & REEDER, W.F. Controlling market diseases of mangoes with heated benomyl. Proc. Fla. State Hort. Soc., Tallahassee, Florida, 91:186-7, 1978.
72. SIRINAVASA MURTHY, S.; KRISHNA MURTHY, M.V.; RAMACHANDRAN, A. Heat transfer during air cooling and storing of moist food products - III. Spherical and cylindrical shapes. Trans. ASAE, St. Joseph, MI, 19:577-83, 1976.
73. STEWART, J.K. & LIPTON, W.J. Factors influencing heat loss in cantaloups during hydrocooling. Washington, DC, Market Quality Research Division, USDA, 1966. 12p. (Marketing Research Report n. 421)
74. SUBRAMANYAN, H.; MOORTHY, N.V.N.; LAKSHMINARAYANA, S.; KRISNAMURTHY, S. Studies on harvesting transport and storage of mango. ACTA Hort., Wageningen, NE, 24:260-4, 1972.
75. SWEAT, V.E. Experimental values of thermal conductivity of selected fruits and vegetables. J. Food Sci., Chicago, IL, 39 (6):1080-3, 1974.
76. THOMPSON, A.K. Hot water dipping tank for post-harvest control of mango anthracnose disease. S.n.t., 8p.
77. THOMPSON, A.K. The storage of mango fruits. Trop. Agric., London, 48(1):63-9, 1971.
78. YOST, G.E.; HOVEY, R.; COUEY, H.M. Cooling characteristics of Anjou pears in film-overwrapped trays. Trans. ASAE, St. Joseph, MI, 20(1):198-200, 1977.

79. ZAHRADNIK, J.W. & REINHART, L.E. Instack hydrocooling for apples. Trans ASAE, St. Joseph, MI, 15(1): 141-5, 1972.

8. Tabelas

8.1 Dados experimentais de dimensões físicas
(Tabelas 1 a 5).

8.2 Dados experimentais de temperaturas
(Tabelas 6 a 121).

8.3 Resultados dos tratamentos de dados experimentais
(Tabelas 122 a 142).

TABELA 1. Valores do diâmetro das mangas de cv. Tommy Atkins utilizadas no resfriamento a água a temperatura média de $1,7 \pm 0,6$ °C .

MANGA	Dma (cm)	Dme (cm)	DL (cm)	V (ml)	Deq.			Erro	
					A (cm)	B (cm)	C (cm)	A (%)	B (%)
01	10,4	10,2	13,3	748,8	11,3	11,2	11,3	0	-0,9
02	9,2	8,9	10,7	499,2	9,6	9,6	9,8	-2,0	-2,0
03	9,6	9,2	12,4	595,2	9,6	9,2	10,4	-4,2	-11,5
04	9,2	9,1	11,1	499,1	9,8	9,8	9,8	0	0
05	9,4	8,8	11,4	499,0	9,9	9,8	9,8	1,0	0
06	9,1	8,7	11,8	499,2	9,9	9,8	9,8	1,0	0
07	9,0	8,8	11,8	480,0	9,9	9,8	9,7	2,0	1,0
08	9,1	8,4	11,5	460,8	9,7	9,6	9,6	1,0	0
09	8,7	8,7	11,0	441,6	9,5	9,4	9,5	0	1,0
10	9,5	9,0	11,6	499,0	10,0	10,0	9,8	2,0	2,0
11	9,2	8,3	10,4	422,4	9,3	9,3	9,3	0	0
12	9,8	8,7	11,6	499,3	9,5	9,5	9,8	-3,0	-3,0
13	8,8	8,5	10,8	422,3	9,4	9,3	9,3	1,0	0
14	9,4	8,8	11,2	460,9	9,8	9,7	9,6	2,0	1,0
15	9,0	8,5	10,5	441,4	9,3	9,3	9,5	-2,1	-2,1
16	9,5	9,1	10,9	518,4	9,8	9,8	10,0	-2,0	-2,0
17	9,6	8,8	10,0	441,6	9,5	9,5	9,5	0	0
18	9,0	8,3	10,9	460,8	9,4	9,3	9,6	-2,0	-3,0
19	10,0	9,6	12,1	595,2	10,6	10,5	10,4	1,9	1,0
20	9,0	8,8	10,7	441,6	9,5	9,5	9,5	0	0
21	9,3	8,8	11,0	460,8	9,7	9,6	9,6	1,0	0
22	8,9	8,8	10,3	441,6	9,3	9,3	9,5	-2,1	0
23	8,8	8,7	10,4	422,4	9,3	9,3	9,3	0	0
24	9,0	9,0	10,7	480,0	9,6	9,5	9,7	-1,0	-2,0
25	8,7	8,5	10,6	441,6	9,3	9,2	9,5	-2,0	-3,0
26	9,3	9,1	12,0	518,4	10,1	10,0	10,0	1,0	0

TABELA 2. Valores do diâmetro das mangas de cv. Tommy Atkins utilizadas no resfriamento a ar a temperatura média de $-9,5 \pm 0,4$ °C .

MANGA	Dma (cm)	Dme (cm)	DI (cm)	Vexp. (ml)	Deq.			Erro	
					A (cm)	B (cm)	C (cm)	A (%)	B (%)
27	10,4	9,4	12,6	672,0	10,8	10,7	10,9	-0,9	-1,8
28	10,3	9,6	12,7	671,0	10,9	10,8	10,8	0,9	0
29	9,7	9,6	13,2	652,8	10,8	10,7	10,8	0	-0,9
30	10,4	9,4	12,6	652,9	10,8	10,7	10,7	0,9	0
31	9,4	8,8	11,2	460,8	9,8	9,7	9,6	2,0	1,0
32	9,4	9,1	11,2	480,0	9,9	9,8	9,8	2,0	1,0
33	9,1	8,8	11,8	518,4	9,9	9,8	10,0	-1,0	-2,0
34	9,4	9,0	10,9	499,2	9,8	9,7	9,8	0	-0,9
35	9,0	8,8	11,1	480,0	9,6	9,6	9,7	-1,0	-1,0
36	9,1	9,0	11,7	499,2	9,9	9,8	9,8	1,0	0
37	9,3	8,8	11,0	556,8	9,7	9,7	10,2	-4,9	-4,9
38	9,2	8,6	10,4	422,4	9,4	9,4	9,3	1,0	1,0
39	9,1	8,8	10,5	480,0	9,5	9,4	9,7	-2,0	-3,1
40	9,4	8,7	11,1	499,2	9,7	9,7	9,8	-1,0	-1,0
41	9,2	8,6	10,4	422,4	9,4	9,4	9,3	1,0	1,0
42	9,5	9,4	12,4	556,5	10,4	10,3	10,2	2,0	1,0
43	9,3	8,8	10,9	480,0	9,7	9,6	9,7	0	-1,0
44	8,9	8,2	10,9	384,0	9,3	9,3	9,0	3,3	3,3
45	9,1	9,0	11,6	518,4	9,9	9,8	10,0	-1,0	-2,0
46	9,7	9,6	11,5	537,6	10,3	10,2	10,1	2,0	1,0
47	8,9	8,7	11,1	480,5	9,6	9,5	9,7	-1,0	-2,0
48	9,2	8,7	12,3	537,8	10,1	10,0	10,1	0	-1,0

TABELA 3. Valores do diâmetro das mangas de cv. Tommy Atkin utilizadas no resfriamento a ar a temperatura média d $-1,9 \pm 0,1$ °C .

MANGA	Dma (cm)	Dme (cm)	DL (cm)	V (ml)	Deq.			Erro	
					A (cm)	B (cm)	C (cm)	A (%)	B (%)
49	11,0	9,8	12,0	650,0	10,9	10,9	10,7	2,0	2,0
50	10,3	9,8	11,6	652,8	10,6	10,5	10,8	-2,0	-3,0
51	10,4	9,7	13,4	672,0	11,2	11,0	10,9	2,8	0,9
52	10,3	9,6	12,9	672,0	10,9	10,8	10,9	0	-0,9
53	9,0	8,7	10,5	441,6	9,4	9,4	9,4	0	0
54	9,1	8,5	11,7	480,0	9,8	9,7	9,7	1,0	0
55	9,0	8,6	12,0	499,2	9,9	9,8	9,8	-1,0	-2,0
56	9,5	8,9	11,3	518,4	9,9	9,8	10,0	-1,0	-2,0
57	9,5	9,0	11,7	518,5	10,1	10,0	10,0	1,0	0
58	9,1	8,8	11,8	537,6	9,9	9,8	10,1	-2,0	-3,0
59	8,9	8,7	10,7	441,6	9,4	9,4	9,5	-1,0	-1,0
60	9,1	8,4	10,8	441,5	9,4	9,4	9,5	-1,0	-1,0
61	9,2	8,7	11,7	499,3	9,9	9,8	9,8	1,0	0
62	9,9	8,6	11,4	441,7	10,1	10,0	9,5	6,3	5,3
63	9,0	8,9	12,0	499,1	10,0	9,9	9,8	2,0	1,0
64	9,3	9,0	11,7	499,0	10,0	9,9	9,8	2,0	1,0
65	9,2	9,1	11,4	499,2	9,9	9,8	9,8	1,0	0
66	9,0	8,7	11,1	460,8	9,6	9,5	9,6	0	-1,0
67	9,7	8,9	11,8	518,4	10,1	10,1	10,1	1,0	1,0
68	9,7	9,5	11,5	518,3	10,2	10,2	10,0	2,0	2,0
69	9,0	8,8	11,0	403,2	9,6	9,5	9,2	4,3	3,3

TABELA 4. Valores do diâmetro das mangas de cv. Keitt utilizadas no resfriamento a água a temperatura média de $3,0 \pm 1,0$ °C .

MANGA	Dma (cm)	Dme (cm)	DL (cm)	V (ml)	Deq.			Erro	
					A (cm)	B (cm)	C (cm)	A (%)	B (%)
01	10,9	9,5	13,5	771,0	11,3	11,2	11,4	-0,88	-1,70
02	12,6	10,5	14,0	1014,3	12,4	12,3	12,5	-0,80	-1,60
03	10,7	9,4	14,1	775,6	11,4	11,2	11,4	0	-1,80
04	11,3	9,5	13,7	788,8	11,5	11,4	11,5	0	-0,90
05	10,5	10,1	15,1	885,7	11,9	11,7	11,9	0	-1,70
06	10,9	10,3	14,5	943,2	11,9	11,7	12,2	-2,46	-4,00
07	11,2	10,4	15,0	943,6	12,2	12,0	12,2	0	-1,60
08	9,8	9,6	14,8	773,7	11,4	11,2	11,4	0	-1,80
09	11,0	10,4	15,5	971,8	12,3	12,1	12,3	0	-1,60
10	10,5	10,1	15,4	900,0	12,0	11,8	12,0	0	-1,70
11	12,2	9,7	13,8	877,9	11,9	11,8	11,9	0	-0,80
12	12,0	10,3	14,3	959,2	12,2	12,1	12,2	0	-0,80
13	10,7	10,0	14,7	864,2	11,8	11,6	11,8	0	-1,70
14	11,9	10,3	15,0	999,9	12,3	12,2	12,4	-0,81	-1,60
15	10,6	8,7	14,3	729,1	11,2	11,0	11,2	0	-1,80
16	13,9	9,2	14,1	1001,6	12,4	12,2	12,4	0	-1,60
17	11,3	9,6	14,8	888,2	11,9	11,7	11,9	0	-1,70
18	12,0	9,7	13,5	880,4	11,7	11,6	11,9	-1,68	-2,50
19	10,0	10,3	16,0	921,4	12,1	11,8	12,0	0,83	-1,70
20	10,1	7,8	15,7	735,1	11,2	10,7	11,2	0	-4,50
21	12,3	9,3	13,5	847,2	11,7	11,6	11,7	0	-0,80
22	11,4	9,5	13,6	786,2	11,5	11,4	11,5	0	-0,90
23	13,0	9,0	14,0	982,9	12,0	11,8	12,3	-2,44	-4,00

TABELA 5. Valores do diâmetro das mangas de cv. Keitt utilizadas no resfriamento a ar, a temperatura média de $-4,8 \pm 0,6$ °C.

MANGA	Dma (cm)	Dme (cm)	DL (cm)	V (ml)	Deq.			Erro	
					A (cm)	B (cm)	C (cm)	A (%)	B (%)
24	10,7	9,5	13,7	764,8	11,3	11,2	11,3	0	-0,9
25	11,9	10,2	13,9	911,4	12,0	11,9	12,0	0	-0,8
26	12,3	10,5	14,4	999,6	12,4	12,3	12,4	0	-0,8
27	11,2	9,8	13,5	809,8	11,5	11,4	11,6	-0,9	-1,7
28	11,1	10,2	15,0	938,2	12,1	11,9	12,1	0	-1,7
29	11,6	10,0	15,6	1005,3	12,4	12,2	12,4	0	-1,6
30	11,3	10,2	14,5	909,0	12,0	11,9	12,0	0	-0,8
31	11,0	9,6	14,8	853,6	11,7	11,6	11,8	-0,8	-1,7
32	11,6	10,5	15,0	994,2	12,3	12,2	12,4	-0,8	-1,6
33	11,0	9,8	14,4	850,9	11,7	11,6	11,8	-0,8	-1,7
34	10,5	10,0	15,9	961,0	12,1	11,9	12,2	-0,8	-2,5
35	10,2	9,6	13,9	747,2	11,2	11,1	11,3	-0,9	-1,8
36	11,0	10,3	15,5	984,9	12,3	12,1	12,2	0,8	-0,8
37	11,4	10,6	14,6	957,5	12,2	12,1	12,2	0	-0,8
38	9,4	9,0	14,1	677,1	10,8	10,7	10,9	-0,9	-1,8
39	10,9	9,7	14,8	869,1	11,8	11,6	11,8	0	-1,7
40	10,0	9,5	15,4	847,3	11,6	11,4	11,7	-0,9	-2,6
41	10,9	9,4	13,6	750,6	11,3	11,2	11,3	0	-0,9
42	11,8	9,5	13,5	827,1	11,6	11,5	11,6	0	-0,9
43	11,6	9,8	15,3	982,9	12,2	12,1	12,3	-0,8	-1,6
44	10,5	9,9	14,7	832,4	11,7	11,5	11,7	0	-1,7
45	9,8	9,2	14,9	763,9	11,3	11,0	11,3	0	-2,7
46	11,3	9,5	14,1	832,1	11,6	11,5	11,7	-0,9	-1,7
47	12,3	9,7	13,8	899,4	11,9	11,8	12,0	-0,8	-1,7

Tabela 6 . Manga 1 da cv. Tommy Atkins .

TEMPO (min.)	TEMPERATURA DO PRODUTO Tc (°C)	DIFERENÇA DE TEMPERATURA Tc - Tr (°C)
0	30.2	28.4
2	30.2	28.4
4	30.2	28.4
6	30.2	28.4
8	30.1	28.0
10	29.8	28.0
12	29.3	27.5
14	28.5	26.7
16	27.7	25.9
18	26.8	25.0
20	25.8	24.0
22	24.8	23.0
24	23.8	22.0
26	22.8	21.0
28	21.8	20.0
30	20.8	19.0
32	19.8	18.0
34	18.9	17.1
36	18.1	16.3
38	17.2	15.4
40	16.4	14.6
42	15.6	13.8

Tabela 7 . Manga 2 da cv. Tommy Atkins

TEMPO (min.)	TEMPERATURA DO PRODUTO Tc (°C)	DIFERENÇA DE TEMPERATURA Tc - Tr (°C)
0	27.2	25.4
2	27.4	25.6
4	27.6	25.8
6	27.6	25.8
8	27.4	25.6
10	26.9	25.1
12	26.2	24.4
14	25.3	23.5
16	24.4	22.6
18	23.4	21.6
20	22.3	20.5
22	21.2	19.4
24	20.1	18.3
26	19.1	17.3
28	18.1	16.3
30	17.1	15.3
32	16.2	14.4
34	15.3	13.5
36	14.5	12.7
38	13.7	11.9
40	12.9	11.1

Tabela 8. Manga 3 da cv. Tommy Atkins.

TEMPO (min.)	TEMPERATURA DO PRODUTO Tc (°C)	DIFERENÇA DE TEMPERATURA Tc - Tr (°C)
0	27.1	25.3
2	27.1	25.3
4	27.1	25.3
6	27.0	25.2
8	26.7	24.9
10	26.2	24.4
12	25.6	23.8
14	24.8	23.0
16	24.0	22.2
18	23.1	21.3
20	22.2	20.4
22	21.3	19.5
24	20.4	18.6
26	19.4	17.6
28	18.6	16.8
30	17.7	15.9
32	16.9	15.1
34	16.1	14.3
36	15.3	13.5
38	14.6	12.8
40	13.8	12.0

Tabela 9 . Manga 4 da cv. Tommy Atkins .

TEMPO (min.)	TEMPERATURA DO PRODUTO Tc (°C)	DIFERENÇA DE TEMPERATURA Tc - Tr (°C)
0	27.9	26.1
2	27.8	26.0
4	27.8	26.0
6	27.7	25.9
8	27.3	25.5
10	26.8	25.0
12	26.0	24.2
14	25.0	23.2
16	24.1	22.3
18	23.1	21.3
20	22.0	20.2
22	21.0	19.2
24	20.0	18.2
26	19.0	17.2
28	18.0	16.2
30	17.1	15.3
32	16.2	14.4
34	15.4	13.6
36	14.6	12.8
38	13.8	12.0
40	13.1	11.3

Tabela 10. Manga 5 da cv. Tommy Atkins

TEMPO (min.)	TEMPERATURA DO PRODUTO T _c (°C)	DIFERENÇA DE TEMPERATURA T _c - T _r (°C)
0	27.7	25.9
2	27.7	25.9
4	27.7	25.9
6	27.6	25.8
8	27.3	25.5
10	26.9	25.1
12	26.2	24.4
14	25.4	23.6
16	24.5	22.7
18	23.6	21.8
20	22.7	20.9
22	21.7	19.9
24	20.7	18.9
26	19.7	17.9
28	18.8	17.0
30	17.9	16.1
32	17.1	15.3
34	16.2	14.4
36	15.5	13.7
38	14.7	12.9
40	14.0	12.2
42	13.3	11.5

Tabela 11. Manga 6 da cv. Tommy Atkins

TEMPO (min.)	TEMPERATURA DO PRODUTO T _{cp} (°C)	DIFERENÇA DE TEMPERATURA T _c - T _r (°C)
0	27.6	25.8
2	27.6	25.8
4	27.5	25.7
6	27.3	25.5
8	27.0	25.2
10	26.4	24.6
12	25.6	23.8
14	24.8	23.0
16	23.9	22.1
18	23.0	21.2
20	22.0	20.2
22	21.0	19.2
24	20.0	18.2
26	19.0	17.2
28	18.1	16.3
30	17.2	15.4
32	16.4	14.6
34	15.5	13.7
36	14.7	12.9
38	13.9	12.1
40	13.3	11.5
42	12.6	10.8

Tabela 12. Manga 7 da cv. Tommy Atkins

TEMPO (min.)	TEMPERATURA DO PRODUTO T _c (°C)	DIFERENÇA DE TEMPERATURA T _c - T _r (°C)
0	27.8	26.0
2	27.8	26.0
4	27.8	26.0
6	27.8	26.0
8	27.7	25.9
10	27.3	25.5
12	26.7	24.9
14	25.9	24.1
16	24.9	23.1
18	24.0	22.2
20	22.9	21.1
22	21.9	20.1
24	20.8	19.0
26	19.8	18.0
28	18.8	17.0
30	17.8	16.0
32	16.9	15.1
34	16.0	14.2
36	15.2	13.4
38	14.4	12.6
40	13.7	11.9
42	13.0	11.2

Tabela 13. Manga 8 da cv. Tommy Atkins

TEMPO (min.)	TEMPERATURA DO PRODUTO T _c (°C)	DIFERENÇA DE TEMPERATURA T _c - T _r (°C)
0	27.8	26.0
2	27.8	26.0
4	27.8	26.0
6	27.7	25.9
8	27.4	25.6
10	26.8	25.0
12	26.0	24.2
14	25.1	23.3
16	24.2	22.4
18	23.1	21.3
20	22.1	20.3
22	21.0	19.2
24	20.0	18.2
26	18.9	17.1
28	18.0	16.2
30	17.1	15.3
32	16.2	14.4
34	15.3	13.5
36	14.5	12.7
38	13.7	11.9
40	13.0	11.2

Tabela 14. Manga 9 da cv. Tommy Atkins

TEMPO (min.)	TEMPERATURA DO PRODUTO Tc (°C)	DIFERENÇA DE TEMPERATURA Tc - Tr (°C)
0	27.8	26.0
2	27.8	26.0
4	27.8	26.0
6	27.8	26.0
8	27.6	25.8
10	27.2	25.4
12	26.5	24.7
14	25.8	24.0
16	24.9	23.1
18	23.9	22.1
20	22.9	21.1
22	21.9	20.1
24	20.9	19.1
26	19.9	18.1
28	19.0	17.2
30	18.0	16.2
32	17.1	15.3
34	16.3	14.5
36	15.5	13.7
38	14.7	12.9
40	14.0	12.2

Tabela 15. Manga 10 da cv. Tommy Atkins

TEMPO (min.)	TEMPERATURA DO PRODUTO Tc (°C)	DIFERENÇA DE TEMPERATURA Tc - Tr (°C)
0	27.3	25.5
2	27.3	25.5
4	27.3	25.5
6	27.1	25.3
8	26.8	25.0
10	26.3	24.5
12	25.5	23.7
14	24.7	22.9
16	23.7	21.9
18	22.7	20.9
20	21.7	19.9
22	21.0	19.2
24	19.7	17.9
26	18.7	16.9
28	17.8	16.0
30	16.9	15.1
32	16.0	14.2
34	15.2	13.4
36	14.4	12.6
38	13.6	11.8
40	12.9	11.1

Tabela 16. Manga 11 da cv. Tommy Atkins

TEMPO (min.)	TEMPERATURA DO PRODUTO Tc (°C)	DIFERENÇA DE TEMPERATURA Tc - Tr (°C)
0	27.4	25.8
3	27.9	26.3
6	28.4	26.8
9	28.4	26.8
12	27.6	26.0
15	26.2	24.6
18	24.4	22.8
21	22.5	20.9
24	20.6	19.0
27	18.8	17.2
30	17.1	15.5
32	16.0	14.4
33	15.5	13.9
36	14.1	12.5
39	12.8	11.2

Tabela 17. Manga 12 da cv. Tommy Atkins

TEMPO (min.)	TEMPERATURA DO PRODUTO Tc (°C)	DIFERENÇA DE TEMPERATURA Tc - Tr (°C)
0	27.6	26.2
3	27.7	26.1
6	27.7	26.1
9	27.1	25.5
12	26.0	24.4
15	24.6	23.0
18	23.0	21.4
21	21.3	19.7
24	19.6	18.0
27	17.9	16.3
30	16.4	14.8
33	15.5	13.9
36	15.0	13.4
39	13.7	12.1
42	12.5	10.9

Tabela 18. Manga 13 da cv. Tommy Atkins.

TEMPO (min.)	TEMPERATURA DO PRODUTO Tc (°C)	DIFERENÇA DE TEMPERATURA Tc - Tr (°C)
0	26.6	25.0
3	26.6	25.0
6	26.6	25.0
9	26.6	25.0
12	26.5	24.9
15	26.1	24.5
18	25.3	23.7
21	24.2	22.6
24	23.0	21.4
27	21.7	20.1
30	20.4	18.8
33	19.1	17.5
36	18.2	16.6
39	17.8	16.2
42	16.6	15.0
45	15.4	13.8

Tabela 19. Manga 14 da cv. Tommy Atkins.

TEMPO (min.)	TEMPERATURA DO PRODUTO Tc (°C)	DIFERENÇA DE TEMPERATURA Tc - Tr (°C)
0	27.2	26.2
2	27.8	26.8
4	28.1	27.1
6	28.1	27.1
8	27.7	26.7
10	27.0	26.0
12	26.1	25.1
14	25.0	24.0
16	23.8	22.8
18	22.6	21.6
20	21.4	20.4
22	20.3	19.3
24	19.1	18.1
26	18.0	17.0
28	16.8	15.8
30	15.9	14.9
32	14.9	13.9
34	14.0	13.0
36	13.2	12.2
38	13.0	12.0

Tabela 20. Manga 15 da cv. Tommy Atkins.

TEMPO (min.)	TEMPERATURA DO PRODUTO Tc (°C)	DIFERENÇA DE TEMPERATURA Tc - Tr (°C)
0	27.3	26.3
2	27.4	26.4
4	27.5	26.5
6	27.4	26.4
8	27.0	26.0
10	26.5	25.5
12	25.7	24.7
14	23.7	22.7
16	22.7	21.7
18	21.6	20.6
20	20.5	19.5
22	19.4	18.4
24	18.4	17.4
26	17.4	16.4
28	16.4	15.4
30	15.5	14.5
32	14.7	13.7
34	13.8	12.8

Tabela 21. Manga 16 da cv. Tommy Atkins.

TEMPO (min.)	TEMPERATURA DO PRODUTO Tc (°C)	DIFERENÇA DE TEMPERATURA Tc - Tr (°C)
0	27.4	26.4
2	27.3	26.3
4	27.4	26.4
6	27.3	26.3
8	27.1	26.1
10	26.6	25.6
12	25.9	24.9
14	24.9	23.9
16	23.9	22.9
18	22.7	21.7
20	21.6	20.6
22	20.4	19.4
24	19.3	18.3
26	18.1	17.1
28	17.1	16.1
30	16.0	15.0
32	15.1	14.1
34	14.1	13.1
36	13.2	12.2
38	12.4	11.4

Tabela 22 . Manga 17 da cv. Tommy Atkins .

TEMPO (min.)	TEMPERATURA DO PRODUTO Tc (°C)	DIFERENÇA DE TEMPERATURA Tc - Tr (°C)
0	27.3	26.3
2	27.2	26.2
4	27.2	26.2
6	27.0	26.0
8	26.8	25.8
10	26.3	25.3
12	25.6	24.6
14	24.8	23.8
16	23.9	22.9
18	22.9	21.9
20	21.9	20.9
22	20.9	19.9
24	19.9	18.9
26	18.9	17.9
28	17.9	16.9
30	17.0	16.0
32	16.0	15.0
34	15.2	14.2
36	14.3	13.3
38	13.5	12.5

Tabela 23 . Manga 18 da cv. Tommy Atkins

TEMPO (min.)	TEMPERATURA DO PRODUTO Tc (°C)	DIFERENÇA DE TEMPERATURA Tc - Tr (°C)
0	26.9	25.3
2	26.7	25.1
4	26.9	25.3
6	26.7	25.1
8	26.3	24.7
10	25.6	24.0
12	24.8	23.2
14	23.8	22.2
16	22.9	21.3
18	21.8	20.2
20	20.8	19.2
22	19.7	18.1
24	18.7	17.1
26	17.7	16.1
28	16.8	15.2
30	15.9	14.3
32	15.0	13.4
34	14.1	12.5
36	13.4	11.8

Tabela 24 . Manga 19 da cv. Tommy Atkins .

TEMPO (min.)	TEMPERATURA DO PRODUTO Tc (°C)	DIFERENÇA DE TEMPERATURA Tc - Tr (°C)
0	27.5	25.9
2	27.7	26.1
4	27.6	26.0
6	27.2	25.6
8	26.4	24.8
10	25.4	23.8
12	24.4	22.8
14	23.3	21.7
16	22.1	20.5
18	20.9	19.3
20	19.8	18.2
22	18.7	17.1
24	17.7	16.1
26	16.6	15.0
28	15.6	14.0
30	14.7	13.1
32	13.9	12.3
34	13.1	11.5
36	12.3	10.7

Tabela 25 . Manga 20 da cv. Tommy Atkins .

TEMPO (min.)	TEMPERATURA DO PRODUTO Tc (°C)	DIFERENÇA DE TEMPERATURA Tc - Tr (°C)
0	25.4	23.8
2	25.7	24.1
4	26.0	24.4
6	26.2	24.6
8	26.3	24.7
10	26.1	24.5
12	25.8	24.2
14	25.4	23.8
16	24.7	23.1
18	24.0	22.4
20	23.2	21.6
22	22.3	20.7
24	21.5	19.9
26	20.7	19.1
28	19.8	18.2
30	19.0	17.4
32	18.1	16.5
34	17.3	15.7
36	16.5	14.9
38	15.8	14.2
40	15.1	13.4
42	14.3	12.6
44	13.6	11.9

Tabela 26 . Manga 21 da cv. Tommy Atkins.

TEMPO (min.)	TEMPERATURA DO PRODUTO Tc (°C)	DIFERENÇA DE TEMPERATURA Tc - Tr (°C)
0	26.5	24.8
2	26.8	25.1
4	26.7	25.0
6	26.5	24.8
8	26.2	24.5
10	25.6	23.9
12	24.8	23.1
14	23.9	22.2
16	22.9	21.2
18	21.8	20.1
20	20.8	19.1
22	19.7	18.0
24	18.7	17.0
26	17.7	16.0
28	16.7	15.0
30	15.8	14.1
32	14.9	13.2
34	14.1	12.4
36	13.3	11.6

Tabela 27 . Manga 22 da cv. Tommy Atkins.

TEMPO (min.)	TEMPERATURA DO PRODUTO Tc (°C)	DIFERENÇA DE TEMPERATURA Tc - Tr (°C)
0	27.3	25.6
2	27.2	25.5
4	27.2	25.5
6	27.0	25.3
8	26.6	24.9
10	25.9	24.2
12	25.0	23.3
14	24.0	22.3
16	22.9	21.2
18	21.7	20.0
20	20.6	18.9
22	19.4	17.7
24	18.3	16.6
26	17.3	15.6
28	16.2	14.5
30	15.3	13.6
32	14.4	12.7
34	13.5	11.8
36	12.7	11.0
38	12.0	10.3

Tabela 28 . Manga 23 da cv. Tommy Atkins.

TEMPO (min.)	TEMPERATURA DO PRODUTO Tc (°C)	DIFERENÇA DE TEMPERATURA Tc - Tr (°C)
0	26.4	24.7
2	26.4	24.7
4	26.4	24.7
6	26.1	24.4
8	25.8	24.1
10	25.2	23.5
12	24.5	22.8
14	23.7	22.0
16	22.7	21.0
18	21.8	20.1
20	20.9	19.2
22	19.9	18.2
24	19.0	17.3
26	18.1	16.4
28	17.2	15.5
30	16.4	14.7
32	15.6	13.9
34	14.8	13.1
36	14.0	12.3
38	13.2	11.5

Tabela 29 . Manga 24 da cv. Tommy Atkins.

TEMPO (min.)	TEMPERATURA DO PRODUTO Tc (°C)	DIFERENÇA DE TEMPERATURA Tc - Tr (°C)
0	28.8	27.0
2	28.7	26.9
4	28.7	26.9
6	28.4	26.6
8	27.7	25.9
10	26.7	24.9
12	25.6	23.8
14	24.5	22.7
16	23.3	21.5
18	22.1	20.3
20	21.0	19.2
22	19.8	18.0
24	18.8	17.0
26	17.7	15.9
28	16.8	15.0
30	15.8	14.0
32	15.0	13.2
34	14.1	12.3
36	13.4	11.6
38	12.6	10.8
40	12.2	10.4

Tabela 30 . Manga 25 da cv. Tommy Atkins

TEMPO (min.)	TEMPERATURA DO PRODUTO Tc (°C)	DIFERENÇA DE TEMPERATURA Tc - Tr (°C)
0	28.8	27.0
2	28.7	26.9
4	28.4	26.6
6	28.0	26.2
8	27.4	25.6
10	26.7	24.9
12	25.8	24.0
14	24.9	23.1
16	23.9	22.1
18	22.8	21.0
20	21.8	20.0
22	20.8	19.0
24	19.8	18.0
26	18.8	17.0
28	17.8	16.0
30	16.9	15.1
32	16.1	14.3
34	15.2	13.4
36	14.5	12.7
38	13.7	11.9
40	13.0	11.2

Tabela 31 . Manga 26 da cv. Tommy Atkins

TEMPO (min.)	TEMPERATURA DO PRODUTO Tc (°C)	DIFERENÇA DE TEMPERATURA Tc - Tr (°C)
0	30.0	28.1
2	29.7	27.8
4	29.3	27.4
6	28.8	26.9
8	28.0	26.1
10	27.0	25.1
12	25.9	24.0
14	24.7	22.8
16	23.4	21.5
18	22.3	20.4
20	21.0	19.1
22	19.9	18.0
24	18.8	16.9
26	17.7	15.8
28	16.7	14.8
30	15.8	13.9
32	14.9	13.0
34	14.0	12.1
36	13.3	11.4
38	12.5	10.6
40	11.8	9.9
42	11.2	9.3

Tabela 32 . Manga 27 da cv. Tommy Atkins

TEMPO (min.)	TEMPERATURA DO PRODUTO Tc (°C)	DIFERENÇA DE TEMPERATURA Tc - Tr (°C)
0	32.7	42.5
2	32.9	42.7
4	33.0	42.8
6	32.9	42.7
8	32.6	42.4
10	32.1	41.9
12	31.3	41.1
14	30.5	40.3
16	29.6	39.4
18	28.5	38.3
20	27.4	37.2
22	26.3	36.1
24	25.1	34.9
26	23.9	33.7
28	22.7	32.5
30	21.5	31.3
32	20.3	30.1
34	19.2	30.0
36	18.1	27.9
38	16.9	26.7
40	15.9	25.7
42	14.9	24.9
44	13.9	24.0

Tabela 33 . Manga 28 da cv. Tommy Atkins

TEMPO (min.)	TEMPERATURA DO PRODUTO Tc (°C)	DIFERENÇA DE TEMPERATURA Tc - Tr (°C)
0	31.5	41.1
2	31.5	41.1
4	31.5	41.1
6	31.5	41.1
8	31.4	41.0
10	31.2	40.8
12	30.7	40.3
14	30.1	39.7
16	29.4	39.0
18	28.5	38.1
20	27.5	37.1
22	26.5	36.1
24	25.4	35.0
26	24.3	33.9
28	23.2	32.8
30	22.1	31.7
32	21.0	30.6
34	19.9	29.5
36	18.8	28.4
38	17.7	27.3
40	16.6	26.2
42	15.5	25.1
44	14.5	24.1
46	13.5	23.1
48	12.5	22.1
50	11.5	21.1
52	11.0	20.6

Tabela 34 . Manga 29 da cv. Tommy Atkins.

TEMPO (min.)	TEMPERATURA DO PRODUTO Tc (°C)	DIFERENÇA DE TEMPERATURA Tc - Tr (°C)
0	32.0	41.6
2	32.0	41.6
4	32.0	41.6
6	31.8	41.4
8	31.5	41.1
10	31.0	40.6
12	30.3	39.9
14	29.5	39.1
16	28.6	38.2
18	27.7	37.3
20	26.6	36.2
22	25.6	35.2
24	24.5	34.1
26	23.4	33.0
28	22.3	31.9
30	21.2	30.8
32	20.2	29.8
34	19.1	28.7
36	18.1	27.7
38	17.1	26.7
40	16.1	25.7
42	15.1	24.7
44	14.1	23.7
46	13.1	22.7
48	12.1	21.7
50	11.0	20.7

Tabela 35 . Manga 30 da cv. Tommy Atkins

TEMPO (min.)	TEMPERATURA DO PRODUTO Tc (°C)	DIFERENÇA DE TEMPERATURA Tc - Tr (°C)
0	32.2	41.8
2	31.9	41.5
4	31.8	41.4
6	31.7	41.3
8	31.3	40.9
10	30.7	40.3
12	29.9	39.5
14	28.9	38.5
16	27.9	37.5
18	26.7	36.3
20	25.6	35.2
22	24.4	34.0
24	23.2	32.8
26	22.1	31.6
28	20.9	30.5
30	19.8	29.4
32	18.7	28.3
34	17.6	27.2
36	16.6	26.2
38	15.6	25.2
40	14.6	24.2
42	13.6	23.2
44	12.6	22.3
46	11.6	21.2

Tabela 36 . Manga 31 da cv. Tommy Atkins

TEMPO (min.)	TEMPERATURA DO PRODUTO Tc (°C)	DIFERENÇA DE TEMPERATURA Tc - Tr (°C)
0	29.8	39.4
2	29.5	39.1
4	29.3	38.9
6	29.2	38.8
8	28.7	38.3
10	28.1	37.7
12	27.3	36.9
14	26.4	36.0
16	25.4	35.0
18	24.4	34.0
20	23.3	32.9
22	22.1	31.7
24	21.0	30.6
26	19.9	29.5
28	18.8	28.4
30	17.7	27.3
32	16.6	26.2
34	15.5	25.1
36	14.5	24.1
38	13.5	23.1
40	12.5	22.1
42	11.6	21.2
44	10.7	20.3
46	9.8	19.3

Tabela 37 . Manga 32 da cv. Tommy Atkins

TEMPO (min.)	TEMPERATURA DO PRODUTO Tc (°C)	DIFERENÇA DE TEMPERATURA Tc - Tr (°C)
0	29.6	39.1
2	29.8	39.3
4	29.9	39.4
6	29.9	39.4
8	29.8	39.3
10	29.6	39.1
12	29.1	38.6
14	28.5	38.0
16	27.7	37.2
18	26.8	36.3
20	25.8	35.3
22	24.8	34.3
24	23.8	33.3
26	22.7	32.2
28	21.6	31.1
30	21.0	30.5
32	19.5	29.0
34	18.5	28.0
36	17.5	27.0
38	16.5	26.0
40	15.5	25.0
42	14.5	24.0
44	13.6	23.1
46	12.5	22.0
48	11.5	21.0
50	10.6	20.1
52	9.7	19.2

Tabela 38 . Manga 33 da cv. Tommy Atkins .

TEMPO (min.)	TEMPERATURA DO PRODUTO Tc (°C)	DIFERENÇA DE TEMPERATURA Tc - Tr (°C)
0	31.9	41.4
2	31.9	41.4
4	31.9	41.4
6	31.9	41.4
8	31.6	41.1
10	31.0	40.5
12	30.2	39.7
14	29.2	38.7
16	28.1	37.6
18	26.9	36.4
20	25.7	35.2
22	24.4	33.9
24	23.1	32.6
26	21.9	31.4
28	20.7	30.2
30	19.4	28.9
32	18.3	27.8
34	17.1	26.6
36	16.0	25.5
38	14.9	24.4
40	13.8	23.3
42	12.9	22.4
44	11.9	21.4
46	11.0	20.5

Tabela 39 . Manga 34 da cv. Tommy Atkins .

TEMPO (min.)	TEMPERATURA DO PRODUTO Tc (°C)	DIFERENÇA DE TEMPERATURA Tc - Tr (°C)
0	31.2	40.7
2	31.2	40.7
4	31.2	40.7
6	31.0	40.5
8	30.5	40.0
10	29.6	39.1
12	28.7	38.2
14	27.7	37.2
16	26.5	36.0
18	25.3	34.8
20	24.1	33.6
22	22.9	32.4
24	21.7	31.2
26	20.6	30.7
28	19.5	29.0
30	18.3	27.8
32	17.2	26.7
34	16.2	25.7
36	15.2	24.7
38	14.2	23.7
40	13.2	22.7
42	12.3	21.8
44	11.5	21.0
46	10.8	20.3

Tabela 40 . Manga 35 da cv. Tommy Atkins .

TEMPO (min.)	TEMPERATURA DO PRODUTO Tc (°C)	DIFERENÇA DE TEMPERATURA Tc - Tr (°C)
0	30.9	40.4
2	30.9	40.4
4	30.7	40.2
6	30.3	39.8
8	29.7	39.2
10	29.0	38.5
12	28.1	37.6
14	27.2	36.7
16	26.2	35.7
18	25.2	34.7
20	24.1	33.6
22	23.0	32.5
24	21.9	31.4
26	20.9	30.4
28	19.8	29.3
30	18.7	28.2
32	17.7	27.2
34	16.7	26.2
36	15.6	25.1
38	14.7	24.2
40	13.8	23.3
42	13.0	22.5
44	12.2	21.7
46	11.3	20.8
48	10.5	20.0

Tabela 41 . Manga 36 da cv. Tommy Atkins .

TEMPO (min.)	TEMPERATURA DO PRODUTO Tc (°C)	DIFERENÇA DE TEMPERATURA Tc - Tr (°C)
0	27.8	37.8
2	27.9	37.9
4	28.3	38.3
6	28.5	38.5
8	28.5	38.5
10	28.3	38.3
12	28.0	38.0
14	27.4	37.4
16	26.7	36.7
18	25.9	35.9
20	24.9	34.9
22	23.9	33.9
24	22.8	32.8
26	21.8	31.8
28	20.7	30.7
30	19.5	29.5
32	18.4	28.4
34	17.3	27.3
36	16.2	26.2
38	15.1	25.1
40	14.1	24.1
42	13.1	23.1
44	12.1	22.1
46	11.1	21.1
48	10.1	20.1
50	9.1	19.1

Tabela 42 . Manga 37 da cv. Tommy Atkins.

TEMPO (min.)	TEMPERATURA DO PRODUTO Tc (°C)	DIFERENÇA DE TEMPERATURA Tc - Tr (°C)
0	28.4	38.4
2	28.4	38.4
4	28.6	38.6
6	28.7	38.7
8	28.6	38.6
10	28.3	38.3
12	27.8	37.8
14	27.2	37.2
16	26.5	36.5
18	25.6	35.6
20	24.7	34.7
22	23.7	33.7
24	22.7	32.7
26	21.7	31.7
28	20.6	30.6
30	19.5	29.5
32	18.5	28.5
34	17.4	27.4
36	16.4	26.4
38	15.4	25.4
40	14.4	24.4
42	13.4	23.4
44	12.5	22.5
46	11.6	21.6
48	10.8	20.8
50	10.0	20.0
52	9.2	19.2

Tabela 43 . Manga 38 da cv. Tommy Atkins

TEMPO (min.)	TEMPERATURA DO PRODUTO Tc (°C)	DIFERENÇA DE TEMPERATURA Tc - Tr (°C)
0	28.2	38.2
2	28.3	38.3
4	28.5	38.5
6	28.6	38.6
8	28.5	38.5
10	28.5	38.5
12	28.2	38.2
14	27.8	37.8
16	27.2	37.2
18	26.5	36.5
20	25.7	35.7
22	24.8	34.8
24	23.9	33.9
26	22.9	32.9
28	21.9	31.9
30	20.9	30.9
32	19.8	29.8
34	18.8	28.8
36	17.8	27.8
38	16.7	26.7
40	15.8	25.8
42	14.8	24.8
44	13.9	23.9
46	12.9	22.9
48	11.9	21.9
50	10.9	20.9
52	9.9	19.9
54	9.0	19.0

Tabela 44 . Manga 39 da cv. Tommy Atkins

TEMPO (min.)	TEMPERATURA DO PRODUTO Tc (°C)	DIFERENÇA DE TEMPERATURA Tc - Tr (°C)
0	28.4	38.4
2	28.5	38.5
4	28.8	38.8
6	28.8	38.8
8	28.5	38.5
10	28.1	38.1
12	27.5	37.5
14	26.7	36.7
16	25.8	35.8
18	24.9	34.9
20	23.9	33.9
22	22.8	32.8
24	21.8	31.8
26	20.7	30.7
28	19.6	29.6
30	18.6	28.6
32	17.5	27.5
34	16.5	26.5
36	15.5	25.5
38	14.5	24.5
40	13.6	23.6
42	12.7	22.7
44	11.8	21.8
46	10.9	20.9
48	10.0	20.0
50	9.3	19.3

Tabela 45 . Manga 40 da cv. Tommy Atkins.

TEMPO (min.)	TEMPERATURA DO PRODUTO Tc (°C)	DIFERENÇA DE TEMPERATURA Tc - Tr (°C)
0	28.1	38.2
2	28.0	38.1
4	27.9	38.0
6	27.8	37.9
8	27.6	37.7
10	27.2	37.3
12	26.6	36.7
14	26.0	36.1
16	25.2	35.3
18	24.4	34.4
20	23.5	33.5
22	22.5	32.5
24	21.6	31.6
26	20.6	30.7
28	19.6	29.7
30	18.6	28.7
32	17.6	27.7
34	16.6	26.7
36	15.7	25.7
38	14.7	24.7
40	13.8	23.8
42	13.0	23.1
44	12.1	22.2
46	11.2	21.3
48	10.1	20.2
50	9.3	19.4

Tabela 46 . Manga 41 da cv. Tommy Atkins

TEMPO (min.)	TEMPERATURA DO PRODUTO Tc (°C)	DIFERENÇA DE TEMPERATURA Tc - Tr (°C)
0	27.9	38.0
2	28.1	38.2
4	28.3	38.4
6	28.4	38.5
8	28.1	38.2
10	27.7	37.8
12	27.1	37.2
14	26.4	36.5
16	25.5	35.5
18	24.6	34.7
20	23.6	33.7
22	22.5	32.6
24	21.4	31.5
26	20.4	30.5
28	19.3	29.4
30	18.2	28.3
32	17.2	27.3
34	16.2	26.3
36	15.2	25.3
38	14.2	24.3
40	13.3	23.4
42	12.4	22.5
44	11.5	21.6
46	10.6	20.7
48	9.8	19.9
50	8.9	19.0

Tabela 47 . Manga 42 da cv. Tommy Atkins

TEMPO (min.)	TEMPERATURA DO PRODUTO Tc (°C)	DIFERENÇA DE TEMPERATURA Tc - Tr (°C)
0	29.4	38.8
2	29.9	39.3
4	30.1	39.5
6	30.1	39.5
8	29.9	39.3
10	29.4	38.8
12	28.7	38.1
14	27.9	37.3
16	26.9	36.3
18	25.8	35.2
20	24.7	34.1
22	23.6	33.0
24	22.4	31.8
26	21.2	30.6
28	20.1	29.5
30	18.9	28.3
32	17.8	27.2
34	16.7	26.1
36	15.6	25.0
38	14.5	23.9
40	13.5	22.9
42	12.5	21.9
44	11.6	21.0

Tabela 48 . Manga 43 da cv. Tommy Atkins.

TEMPO (min.)	TEMPERATURA DO PRODUTO Tc (°C)	DIFERENÇA DE TEMPERATURA Tc - Tr (°C)
0	28.4	37.8
2	28.8	38.2
4	29.1	38.5
6	29.1	38.5
8	29.0	38.4
10	28.6	38.0
12	28.1	37.5
14	27.4	36.8
16	26.7	36.1
18	25.7	35.1
20	24.8	34.1
22	23.8	33.2
24	22.8	32.2
26	21.8	31.2
28	20.7	30.1
30	19.6	29.0
32	18.6	28.0
34	17.6	27.0
36	16.5	25.9
38	15.6	25.0
40	14.6	24.0
42	13.7	23.1
44	12.8	22.2
46	11.9	21.3
48	11.1	20.5

Tabela 49 . Manga 44 da cv. Tommy Atkins

TEMPO (min.)	TEMPERATURA DO PRODUTO Tc (°C)	DIFERENÇA DE TEMPERATURA Tc - Tr (°C)
0	27.7	37.1
2	27.5	36.9
4	27.5	36.9
6	27.5	36.9
8	27.5	36.9
10	27.0	36.4
12	26.7	36.1
14	26.1	35.5
16	25.4	34.8
18	24.6	34.0
20	23.7	33.1
22	22.7	32.1
24	21.8	31.2
26	20.8	30.2
28	19.8	29.2
30	18.8	28.2
32	17.9	27.3
34	16.9	26.3
36	16.0	25.4
38	15.1	24.5
40	14.2	23.6
42	13.3	22.7
44	12.5	21.9
46	11.5	20.9
48	10.6	20.0
50	9.7	19.1

Tabela 50 . Manga 45 da cv. Tommy Atkins .

TEMPO (min.)	TEMPERATURA DO PRODUTO Tc (°C)	DIFERENÇA DE TEMPERATURA Tc - Tr (°C)
0	27.8	37.2
2	28.0	37.4
4	28.0	37.4
6	27.9	37.3
8	27.7	37.1
10	27.3	36.7
12	26.7	36.1
14	26.1	35.5
16	25.3	34.7
18	24.5	33.9
20	23.6	33.0
22	22.7	32.1
24	21.8	31.2
26	20.9	29.4
28	20.0	29.4
30	19.0	28.4
32	18.1	27.5
34	17.2	26.6
36	16.3	25.7
38	15.4	24.8
40	14.5	23.9
42	13.5	22.9
44	12.6	22.0
46	11.8	21.2
48	11.1	20.5
50	10.2	19.6
52	9.4	18.8

Tabela 51 . Manga 46 da cv. Tommy Atkins .

TEMPO (min.)	TEMPERATURA DO PRODUTO Tc (°C)	DIFERENÇA DE TEMPERATURA Tc - Tr (°C)
0	30.8	39.3
2	30.8	39.3
4	31.0	39.5
6	31.0	39.5
8	30.9	39.4
10	30.6	39.1
12	30.1	38.6
14	29.5	38.0
16	28.8	37.3
18	28.0	36.5
20	27.1	35.6
22	26.1	34.6
24	25.0	33.5
26	24.0	32.5
28	22.9	31.4
30	21.8	30.3
32	20.7	29.2
34	19.6	28.1
36	18.6	27.1
38	17.5	26.0
40	16.5	25.0
42	15.5	24.0
44	14.5	23.0
46	13.6	22.1
48	12.5	21.0
50	11.5	20.0

Tabela 52 . Manga 47 da cv. Tommy Atkins .

TEMPO (min.)	TEMPERATURA DO PRODUTO Tc (°C)	DIFERENÇA DE TEMPERATURA Tc - Tr (°C)
0	29.5	38.0
2	29.6	38.1
4	29.8	38.3
6	29.8	38.3
8	29.7	38.2
10	29.4	37.9
12	29.0	37.5
14	28.4	36.9
16	27.7	36.2
18	26.9	35.4
20	26.0	34.5
22	25.1	33.6
24	24.1	32.6
26	23.1	31.6
28	22.1	30.6
30	21.0	29.5
32	20.0	28.5
34	19.0	27.5
36	18.0	26.5
38	17.0	25.5
40	16.1	24.6
42	15.1	23.6
44	14.2	22.7
46	13.3	21.8
48	12.3	20.8
50	11.3	19.8

Tabela 53 . Manga 48 da cv. Tommy Atkins .

TEMPO (min.)	TEMPERATURA DO PRODUTO Tc (°C)	DIFERENÇA DE TEMPERATURA Tc - Tr (°C)
0	31.4	39.9
2	31.5	40.0
4	31.6	40.1
6	31.3	39.8
8	30.8	39.3
10	30.0	38.5
12	29.1	37.6
14	28.0	36.5
16	26.9	35.4
18	25.7	34.2
20	24.5	33.0
22	23.2	31.7
24	22.0	30.5
26	20.7	29.2
28	19.5	28.0
30	18.3	26.8
32	17.1	25.3
34	15.9	24.4
36	14.8	23.3
38	13.8	22.3
40	12.7	21.2
42	11.7	20.2
44	10.7	19.2

Tabela 54 . Manga 49 da cv. Tommy Atkins

TEMPO (min.)	TEMPERATURA DO PRODUTO Tc (°C)	DIFERENÇA DE TEMPERATURA Tc - Tr (°C)
0	32.5	34.4
2	32.5	34.4
4	32.7	34.6
6	32.7	34.6
8	32.5	34.4
10	32.0	33.9
12	31.3	33.2
14	30.6	32.5
16	29.6	31.5
18	28.7	30.6
20	27.6	29.5
22	26.6	28.5
24	25.5	27.4
26	24.5	26.4
28	23.4	25.3
30	22.4	24.3
32	21.4	23.3
34	20.5	22.4
36	19.5	21.4
38	18.6	20.0
40	17.7	19.6
42	16.8	18.7
44	16.0	17.9
46	15.3	17.2
48	14.5	16.4
50	13.8	15.7

Tabela 55 . Manga 50 da cv. Tommy Atkins

TEMPO (min.)	TEMPERATURA DO PRODUTO Tc (°C)	DIFERENÇA DE TEMPERATURA Tc - Tr (°C)
0	31.3	33.2
2	32.2	34.1
4	32.2	34.1
6	32.5	34.4
8	32.6	34.5
10	32.4	34.3
12	31.8	33.7
14	31.1	33.0
16	30.2	32.1
18	29.2	31.1
20	28.1	30.0
22	27.0	28.9
24	25.9	27.8
26	24.8	26.7
28	23.7	25.6
30	22.7	24.6
32	21.6	23.6
34	20.7	22.6
36	19.7	21.6
38	18.7	20.6
40	17.8	19.7
42	17.0	18.9
44	16.1	18.0
46	15.3	17.2
48	14.6	16.5
50	13.8	15.7
52	13.1	15.0

Tabela 56 . Manga 51 da cv. Tommy Atkins.

TEMPO (min.)	TEMPERATURA DO PRODUTO Tc (°C)	DIFERENÇA DE TEMPERATURA Tc - Tr (°C)
0	31.8	33.7
2	31.8	33.7
4	31.8	33.7
6	31.6	33.5
8	31.1	33.0
10	30.4	32.3
12	29.6	31.5
14	28.7	30.6
16	27.7	29.6
18	26.6	28.5
21	24.9	26.8
24	23.3	25.2
27	21.7	23.6
30	20.1	22.0
33	18.7	20.6
36	17.3	19.2
39	15.9	17.8
42	14.7	16.6
45	13.5	15.4
48	12.4	14.3

Tabela 57 . Manga 52 da cv. Tommy Atkins.

TEMPO (min.)	TEMPERATURA DO PRODUTO Tc (°C)	DIFERENÇA DE TEMPERATURA Tc - Tr (°C)
0	32.4	34.3
2	32.5	34.4
4	32.4	34.3
6	32.2	34.1
8	31.7	33.6
10	30.9	32.8
12	30.1	32.0
14	29.2	31.1
16	28.2	30.1
18	27.2	29.1
21	25.6	27.5
24	24.1	26.0
27	22.5	24.4
30	21.0	22.9
33	19.6	21.5
36	18.3	20.2
39	17.0	18.9
42	15.8	17.7
45	14.7	16.6
48	13.6	15.5

Tabela 58 . Manga 53 da cv. Tommy Atkins

TEMPO (min)	TEMPERATURA DO PRODUTO Tc (°C)	DIFERENÇA DE TEMPERATURA Tc - Tr (°C)
0	30.4	32.4
2	30.5	32.5
4	30.3	32.3
6	30.0	32.0
8	29.5	31.5
10	28.8	30.8
12	28.1	30.3
14	27.2	29.2
16	26.3	28.3
18	25.4	27.4
20	24.5	26.5
22	23.6	25.6
24	22.6	24.6
26	21.7	23.7
28	20.8	22.8
30	19.9	21.9
32	19.1	21.1
34	18.3	20.3
36	17.5	19.5
38	16.7	18.7
40	16.0	18.0
42	15.2	17.2
44	14.5	16.5
46	13.9	15.9

Tabela 59 . Manga 54 da cv. Tommy Atkins

TEMPO (min)	TEMPERATURA DO PRODUTO Tc (°C)	DIFERENÇA DE TEMPERATURA Tc - Tr (°C)
0	30.1	32.1
2	30.0	32.0
4	29.7	31.7
6	29.2	31.2
8	28.6	30.6
10	27.8	29.8
12	26.9	28.9
14	26.0	28.0
16	25.0	27.0
18	24.0	26.0
20	23.0	25.0
22	22.0	24.0
24	21.0	23.0
26	20.1	22.1
28	19.1	21.1
30	18.2	20.2
32	17.3	19.3
34	16.5	18.5
36	15.7	17.7
38	14.9	16.9
40	14.1	16.1
42	13.4	15.4
44	12.7	14.7
46	12.1	14.1

Tabela 60 . Manga 55 da cv. Tommy Atkins

TEMPO (min.)	TEMPERATURA DO PRODUTO Tc (°C)	DIFERENÇA DE TEMPERATURA Tc - Tr (°C)
0	30.1	32.0
2	30.1	32.0
4	30.4	32.3
6	30.6	32.5
8	30.6	32.5
10	30.5	32.4
12	30.2	32.1
14	29.8	31.7
16	29.2	31.1
18	28.5	30.4
20	27.8	29.7
22	27.0	28.9
24	26.1	28.0
26	25.3	27.2
28	24.4	26.3
30	23.5	25.4
32	22.6	24.5
34	21.7	23.6
36	20.9	22.8
38	20.0	21.9
40	19.2	21.1
42	18.4	20.3
44	17.6	19.5
46	16.9	18.8
48	16.1	18.0
50	15.4	17.3
52	14.7	16.6
54	14.1	16.0
56	13.4	15.3
58	12.8	14.7
60	12.2	14.1

Tabela 61 . Manga 56 da cv. Tommy Atkins

TEMPO (min.)	TEMPERATURA DO PRODUTO Tc (°C)	DIFERENÇA DE TEMPERATURA Tc - Tr (°C)
0	31.2	33.1
2	31.1	33.0
4	31.2	33.1
6	31.2	33.1
8	31.0	32.9
10	30.7	32.6
12	30.3	32.2
14	29.7	31.3
16	29.1	31.0
18	28.4	30.3
20	27.6	29.5
22	26.8	28.7
24	25.9	27.8
26	25.1	27.0
28	24.2	26.1
30	23.3	25.2
32	22.5	24.4
34	21.6	23.5
36	20.8	22.7
38	20.0	21.9
40	19.2	21.1
42	18.4	20.3
44	17.6	19.5
46	16.9	18.8
48	16.2	18.1
50	15.5	17.4
52	14.8	16.7
54	14.2	16.1
56	13.6	15.5
58	13.0	14.9
60	12.4	14.3

Tabela 62 . Manga 57 da cv. Tommy Atkins

TEMPO (min.)	TEMPERATURA DO PRODUTO Tc (°C)	DIFERENÇA DE TEMPERATURA Tc - Tr (°C)
0	29.7	31.6
2	29.7	31.6
4	29.9	31.8
6	30.1	32.0
8	30.0	31.9
10	29.9	31.8
12	29.7	31.6
14	29.4	31.3
16	28.9	30.8
18	28.4	30.3
20	27.8	29.7
22	27.2	29.1
24	26.5	28.4
26	25.8	27.7
28	25.1	27.0
30	24.3	26.2
32	23.6	25.5
34	22.9	24.8
36	22.1	24.0
38	21.4	23.3
40	20.7	22.6
42	20.0	21.9
44	19.3	21.2
46	18.6	20.5
48	17.9	19.8
50	17.2	19.1
52	16.6	18.5
54	15.3	17.2
56	14.8	16.7
58	14.2	16.1
60	13.6	15.5

Tabela 63 . Manga 58 da cv. Tommy Atkins

TEMPO (min.)	TEMPERATURA DO PRODUTO Tc (°C)	DIFERENÇA DE TEMPERATURA Tc - Tr (°C)
0	31.4	33.3
2	31.8	33.7
4	32.0	33.9
6	32.1	34.0
8	31.9	33.8
10	31.6	33.5
12	31.1	33.0
14	30.5	32.4
16	29.9	31.8
18	29.1	31.0
20	28.3	30.2
22	27.5	29.4
24	26.7	28.6
26	25.8	27.7
28	25.0	26.9
30	24.1	26.0
32	23.3	25.2
34	22.5	24.4
36	21.7	23.6
38	20.9	22.8
40	20.1	22.0
42	19.4	21.3
44	18.6	20.5
46	17.9	19.8
48	17.2	19.1
50	16.5	18.4
52	15.9	17.8
54	15.3	17.2
56	14.6	16.5
58	14.0	15.9
60	13.5	15.4

Tabela 64 . Manga 59 da cv. Tommy Atkins

TEMPO (min.)	TEMPERATURA DO PRODUTO Tc (°C)	DIFERENÇA DE TEMPERATURA Tc - Tr (°C)
0	29.3	31.2
3	29.4	31.3
6	29.5	31.4
9	29.2	31.1
12	28.6	30.5
15	27.7	29.6
18	26.6	28.5
21	25.8	27.7
24	24.5	26.4
27	23.2	25.1
30	21.9	23.8
33	20.9	22.5
36	19.3	21.2
39	18.0	19.9
42	16.9	18.8
45	15.8	17.7
48	14.7	16.6
51	13.7	15.6
54	12.7	14.6
57	11.8	13.7

Tabela 65 . Manga 60 da cv. Tommy Atkins

TEMPO (min.)	TEMPERATURA DO PRODUTO Tc (°C)	DIFERENÇA DE TEMPERATURA Tc - Tr (°C)
0	27.6	29.5
3	28.2	30.1
6	28.7	30.6
9	28.8	30.7
12	28.6	30.5
15	28.0	29.9
18	27.2	29.1
21	26.5	28.4
24	25.4	27.3
27	24.2	26.1
30	22.9	24.8
33	21.6	23.5
36	20.4	22.3
39	19.1	21.0
42	18.0	19.9
45	16.8	18.7
48	15.7	17.6
51	14.6	16.5
54	13.6	15.5
57	12.7	14.6

Tabela 66 . Manga 61 da cv. Tommy Atkins.

TEMPO (min.)	TEMPERATURA DO PRODUTO Tc (°C)	DIFERENÇA DE TEMPERATURA Tc - Tr (°C)
0	28.5	30.4
3	28.8	30.7
6	29.0	30.9
9	28.8	30.7
12	28.2	30.1
15	27.4	29.3
18	26.4	28.3
21	25.6	27.5
24	24.4	26.3
27	23.1	25.0
30	21.8	23.7
33	20.5	22.4
36	19.3	21.2
39	18.0	19.9
42	16.9	18.8
45	15.8	17.7
48	14.7	16.6
51	13.6	15.5
54	12.7	14.6
57	11.8	13.7

Tabela 67 . Manga 62 da cv. Tommy Atkins

TEMPO (min.)	TEMPERATURA DO PRODUTO Tc (°C)	DIFERENÇA DE TEMPERATURA Tc - Tr (°C)
0	28.5	30.5
3	28.5	30.5
6	28.5	30.5
9	28.2	30.2
12	27.6	29.6
15	26.7	28.7
18	25.6	27.6
21	24.5	26.5
24	23.3	25.3
27	22.1	24.1
30	20.9	22.9
33	19.7	21.7
36	18.6	20.6
39	17.5	19.5
42	16.4	18.4
45	15.4	17.4
48	14.4	16.4
51	13.5	15.5
54	12.9	14.9
57	12.6	14.6
60	11.8	13.8

Tabela 68 . Manga 63 da cv. Tommy Atkins.

TEMPO (min.)	TEMPERATURA DO PRODUTO Tc (°C)	DIFERENÇA DE TEMPERATURA Tc - Tr (°C)
0	27.7	29.7
3	28.3	30.6
6	28.3	30.6
9	28.3	30.6
12	28.3	30.6
15	27.7	29.7
18	26.9	28.9
21	25.8	27.8
24	24.7	26.7
27	23.5	25.5
30	22.3	24.3
33	21.6	23.6
36	19.8	21.8
39	18.6	20.6
42	17.5	19.5
45	16.4	18.4
48	15.3	17.3
51	14.3	16.3
54	13.7	15.7
57	13.3	15.3
60	12.5	14.5

Tabela 69 . Manga 64 da cv. Tommy Atkins.

TEMPO (min.)	TEMPERATURA DO PRODUTO Tc (°C)	DIFERENÇA DE TEMPERATURA Tc - Tr (°C)
0	27.9	29.9
3	28.6	30.6
6	28.9	30.9
9	28.8	30.8
12	28.4	30.4
15	27.6	29.6
18	26.6	28.6
21	25.5	27.5
24	24.3	26.3
27	23.1	25.1
30	21.8	23.8
33	20.5	22.5
36	19.3	21.3
39	18.1	20.1
42	17.0	19.0
45	15.9	17.9
48	14.8	16.8
51	13.8	15.8
54	13.2	15.2
57	12.9	14.9
60	12.0	14.0

Tabela 70 . Manga 65 da cv. Tommy Atkins.

TEMPO (min.)	TEMPERATURA DO PRODUTO Tc (°C)	DIFERENÇA DE TEMPERATURA Tc - Tr (°C)
0	25.4	27.1
2	25.9	27.6
4	26.2	27.9
6	26.4	28.1
8	26.3	28.0
10	26.0	27.7
12	25.6	27.3
14	25.1	26.8
16	24.6	26.3
18	24.0	25.7
20	23.3	25.0
22	22.8	24.5
24	21.9	23.6
26	21.1	22.8
28	20.4	22.1
30	19.6	21.3
32	19.2	20.9
34	18.2	19.9
36	17.5	19.2
38	16.8	18.5
40	17.5	19.2
42	16.8	18.5
44	16.1	17.8
46	15.4	17.1
48	14.8	16.5
50	14.1	15.8
52	13.3	15.0
54	12.7	14.7
56	12.2	14.2

Tabela 71 . Manga 66 da cv. Tommy Atkins

TEMPO (min.)	TEMPERATURA DO PRODUTO Tc (°C)	DIFERENÇA DE TEMPERATURA Tc - Tr (°C)
0	31.1	32.8
2	31.1	32.8
4	31.1	32.8
6	31.0	32.7
8	30.7	32.4
10	30.4	32.1
12	29.9	31.6
14	29.3	31.0
16	28.6	30.3
18	27.9	29.6
20	27.1	28.8
22	26.3	28.0
24	25.5	27.2
26	24.7	26.4
28	23.8	25.5
30	23.0	24.7
32	22.2	23.9
34	21.4	23.1
36	20.6	22.3
38	19.8	21.5
40	19.0	20.7
42	18.3	20.0
44	17.6	19.3
46	16.9	18.6
48	16.2	17.9
50	15.5	17.2
52	14.9	16.6
54	14.2	15.9
56	13.6	15.3
58	13.1	14.8
60	12.5	14.2
62	12.2	13.9

Tabela 72 . Manga 67 da cv. Tommy Atkins.

TEMPO (min.)	TEMPERATURA DO PRODUTO Tc (°C)	DIFERENÇA DE TEMPERATURA Tc - Tr (°C)
0	31.6	33.3
2	31.6	33.3
4	31.6	33.3
6	31.6	33.3
8	31.6	33.3
10	31.4	33.1
12	31.1	32.8
14	30.7	32.4
16	30.2	31.9
18	29.6	31.3
20	29.0	30.7
22	28.3	30.0
24	27.6	29.3
26	26.8	28.5
28	26.0	27.7
30	25.2	26.9
32	24.4	26.1
34	23.6	25.3
36	22.8	24.5
38	22.0	23.7
40	21.3	23.0
42	20.5	22.2
44	19.8	21.5
46	19.0	20.7
48	18.3	20.0
50	17.6	19.3
52	17.0	18.7
54	16.3	18.0
56	15.7	17.4
58	15.1	16.8
60	14.5	16.2
62	13.9	15.6
64	13.6	15.3

Tabela 73 . Manga 68 da cv. Tommy Atkins.

TEMPO (min.)	TEMPERATURA DO PRODUTO Tc (°C)	DIFERENÇA DE TEMPERATURA Tc - Tr (°C)
0	31.6	33.3
2	31.6	33.3
4	31.6	33.3
6	31.6	33.3
8	31.6	33.3
10	31.4	33.1
12	31.1	32.8
14	30.7	32.4
16	30.2	31.9
18	29.5	31.2
20	28.9	30.6
22	28.1	29.8
24	27.3	29.0
26	26.5	28.2
28	25.6	27.3
30	24.7	26.4
32	23.9	25.6
34	23.0	24.7
36	22.1	23.8
38	21.3	23.0
40	20.4	22.1
42	19.6	21.3
44	18.8	20.5
46	18.1	19.8
48	17.3	19.0
50	16.6	18.3
52	15.8	17.5
54	15.2	16.9
56	14.5	16.2
58	13.9	15.6
60	13.2	14.9
62	12.6	14.3

Tabela 74 . Manga 69 da cv. Tommy Atkins .

TEMPO (min.)	TEMPERATURA DO PRODUTO Tc (°C)	DIFERENÇA DE TEMPERATURA Tc - Tr (°C)
0	28.8	30.5
2	29.1	30.9
4	28.6	30.4
6	28.2	30.0
8	27.8	29.6
10	27.3	29.1
12	26.8	28.6
14	26.3	28.1
16	25.6	27.4
18	25.0	26.8
20	24.3	26.1
22	23.6	25.4
24	22.9	24.7
26	22.2	24.0
28	21.4	23.2
30	20.6	22.4
32	19.9	21.7
34	19.2	21.0
36	18.5	20.3
38	17.7	19.5
40	17.1	18.9
42	16.4	18.2
44	15.7	17.5
46	15.1	16.9
48	14.5	16.3
50	13.9	15.7
52	13.3	15.1

Tabela 75 . Manga 1 da cv. Keitt .

TEMPO (min.)	TEMPERATURA DO PRODUTO Tc (°C)	DIFERENÇA DE TEMPERATURA Tc - Tr (°C)
0	25.6	22.8
2	25.5	22.7
4	25.5	22.7
6	25.4	22.6
8	25.2	22.4
10	24.9	22.1
12	24.5	21.7
14	23.9	21.1
16	23.3	20.5
18	22.7	19.9
20	22.0	19.2
22	21.3	18.5
24	20.6	17.8
26	19.9	17.1
28	19.2	16.4
30	18.5	15.7
32	17.8	15.0
34	17.1	14.3
36	16.5	13.7
38	15.9	13.1
40	15.3	12.5
42	14.7	11.9
44	14.2	11.4
46	13.6	10.8
48	13.1	10.3
50	12.6	9.8
52	12.1	9.3

Tabela 76 . Manga 2 da cv. Keitt .

TEMPO (min.)	TEMPERATURA DO PRODUTO Tc (°C)	DIFERENÇA DE TEMPERATURA Tc - Tr (°C)
0	24.2	21.4
2	24.4	21.6
4	24.5	21.7
6	24.7	21.9
8	24.7	21.9
10	24.7	21.9
12	24.5	21.7
14	24.3	21.5
16	23.9	21.1
18	23.6	20.8
20	23.1	19.8
22	22.6	19.8
24	22.1	19.3
26	21.5	18.7
28	21.0	18.2
30	20.4	17.6
32	19.8	17.0
34	19.2	16.4
36	18.7	15.9
38	18.1	15.3
40	17.6	14.8
42	17.0	14.2
44	16.5	13.7
46	16.0	13.2
48	15.4	12.6
50	15.0	12.2
52	14.4	11.6
54	13.8	11.0

Tabela 77 . Manga 3 da cv. Keitt .

TEMPO (min.)	TEMPERATURA DO PRODUTO Tc (°C)	DIFERENÇA DE TEMPERATURA Tc - Tr (°C)
0	25.5	22.7
2	25.5	22.7
4	25.5	22.7
6	25.3	22.5
8	25.1	22.3
10	24.7	21.9
12	24.2	21.4
14	23.6	20.8
16	23.0	20.2
18	22.3	19.5
20	21.6	18.8
22	20.9	18.1
24	20.2	17.4
26	19.5	16.7
28	18.8	16.0
30	18.1	15.3
32	17.4	14.6
34	16.7	13.9
36	16.0	13.2
38	15.4	12.6
40	14.8	12.0
42	14.3	11.5
44	13.7	10.9
46	13.2	10.4
48	12.7	9.9
50	12.2	9.4

Tabela 78 . Manga 4 da cv. Keitt .

TEMPO (min.)	TEMPERATURA DO PRODUTO Tc (°C)	DIFERENÇA DE TEMPERATURA Tc - Tr (°C)
0	25.8	23.0
2	25.8	23.0
4	25.8	23.0
6	25.7	22.9
8	25.5	22.7
10	25.2	22.4
12	24.8	22.0
14	24.3	21.5
16	23.8	21.0
18	23.2	20.4
20	22.6	19.8
22	21.9	19.1
24	21.4	18.6
26	20.7	17.9
28	20.0	17.2
30	19.3	16.5
32	18.6	15.8
34	18.0	15.2
36	17.3	14.5
38	16.7	13.9
40	16.1	13.3
42	15.5	12.7
44	15.0	12.2
46	14.4	11.6
48	13.9	11.1
50	13.4	10.6
52	12.9	10.1

Tabela 79 . Manga 5 da cv. Keitt

TEMPO (min.)	TEMPERATURA DO PRODUTO Tc (°C)	DIFERENÇA DE TEMPERATURA Tc - Tr (°C)
0	25.2	22.4
2	25.4	22.6
4	25.7	22.9
6	25.7	22.9
8	25.7	22.9
10	25.6	22.8
12	25.3	22.5
14	25.0	22.2
16	24.5	21.7
18	24.0	21.2
20	23.4	20.6
22	22.8	20.0
24	22.2	19.4
26	21.5	18.7
28	20.8	18.0
30	20.2	17.4
32	19.5	16.7
34	18.8	16.0
36	18.2	15.4
38	17.6	14.8
40	17.0	14.2
42	16.4	13.6
44	15.8	13.0
46	15.2	12.4
48	14.7	11.9
50	14.2	11.4
52	13.7	10.9

Tabela 80 . Manga 6 da cv. Keitt .

TEMPO (min.)	TEMPERATURA DO PRODUTO Tc (°C)	DIFERENÇA DE TEMPERATURA Tc - Tr (°C)
0	26.0	21.3
2	26.1	21.4
4	26.3	21.6
6	26.5	21.8
8	26.5	21.8
10	26.5	21.8
12	26.5	21.8
14	26.3	21.5
16	26.0	21.2
18	25.7	21.0
20	25.3	20.6
22	24.8	20.1
24	24.3	19.6
26	23.7	19.0
28	23.2	18.5
30	22.6	17.9
32	22.0	17.3
34	21.4	16.7
36	20.8	16.1
38	20.2	15.5
40	19.6	14.9
42	19.1	14.4
44	18.6	13.9
46	18.1	13.4
48	17.5	12.8
50	17.0	12.3
52	16.6	11.9
54	16.1	11.4
56	15.6	10.9
58	15.2	10.5
60	14.8	10.1
62	14.4	9.7

Tabela 81 . Manga 7 da cv. Keitt .

TEMPO (min.)	TEMPERATURA DO PRODUTO Tc (°C)	DIFERENÇA DE TEMPERATURA Tc - Tr (°C)
0	27.1	22.4
2	27.1	22.4
4	27.1	22.4
6	27.1	22.4
8	27.1	22.4
10	26.9	22.2
12	26.7	22.0
14	26.3	21.6
16	25.8	21.1
18	25.3	20.6
20	24.7	20.0
22	24.2	19.5
24	23.5	18.8
26	22.9	18.2
28	22.2	17.5
30	21.6	16.9
32	21.0	16.3
34	20.4	15.7
36	19.8	15.1
38	19.2	14.5
40	18.6	13.9
42	18.1	13.4
44	17.6	12.9
46	17.1	12.4
48	16.5	11.8
50	16.1	11.4
52	15.6	10.9
54	15.1	10.4

Tabela 82 Manga 8 da cv Keitt

TEMPO (min.)	TEMPERATURA DO PRODUTO Tc (°C)	DIFERENÇA DE TEMPERATURA Tc - Tr (°C)
0	27.0	22.3
2	27.0	22.3
4	27.0	22.3
6	27.0	22.3
8	26.9	22.2
10	26.5	21.8
12	26.1	21.4
14	25.7	21.0
16	25.1	20.4
18	24.5	19.8
20	23.9	19.2
22	23.2	18.5
24	22.5	17.8
26	21.8	17.1
28	21.2	16.5
30	20.5	15.8
32	19.8	15.1
34	18.5	13.8
36	17.9	13.2
38	17.3	12.6
40	16.7	12.0
42	16.2	11.5
44	15.6	10.9
46	15.1	10.4
48	14.7	10.0
50	14.1	9.4
52	13.8	9.1
54	13.3	8.6
56	12.9	8.2
58	12.5	7.8

Tabela 83 Manga 9 da cv Keitt

TEMPO (min.)	TEMPERATURA DO PRODUTO Tc (°C)	DIFERENÇA DE TEMPERATURA Tc - Tr (°C)
0	26.7	22.0
2	26.7	22.0
4	26.7	22.0
6	26.7	22.0
8	26.7	22.0
10	26.6	21.9
12	26.5	21.8
14	26.2	21.5
16	25.9	21.2
18	25.5	20.8
20	25.0	20.3
22	24.5	19.8
24	24.0	19.3
26	23.4	18.7
28	22.8	18.1
30	22.2	17.5
32	21.6	16.9
34	21.0	16.3
36	20.4	15.7
38	19.9	15.2
40	19.3	14.6
42	18.8	14.1
44	18.3	13.6
46	17.8	13.1
48	17.2	12.5
50	16.7	12.0
52	16.3	11.6
54	15.8	10.1
56	15.4	10.7
58	15.0	10.3
60	14.6	9.9
62	14.2	9.5

Tabela 84 Manga 10 da cv Keitt

TEMPO (min.)	TEMPERATURA DO PRODUTO Tc (°C)	DIFERENÇA DE TEMPERATURA Tc - Tr (°C)
0	25.9	21.2
2	26.1	21.4
4	26.4	21.7
6	26.6	21.9
8	26.8	22.1
10	26.8	22.1
12	26.8	22.1
14	26.6	21.9
16	26.3	21.6
18	26.0	21.3
20	25.5	20.8
22	25.1	20.4
24	24.5	19.8
26	23.9	19.2
28	23.3	18.6
30	22.6	17.9
32	22.0	17.3
34	21.3	16.6
36	20.7	16.0
38	20.1	15.4
40	19.4	14.7
42	18.9	14.2
44	18.3	13.6
46	17.8	13.1
48	17.2	12.5
50	16.7	12.0
52	16.2	11.5
54	15.6	10.9
56	15.2	10.5
58	14.8	10.1
60	14.3	9.6
62	13.9	9.2

Tabela 85 Manga 11 da cv Keitt

TEMPO (min.)	TEMPERATURA DO PRODUTO Tc (°C)	DIFERENÇA DE TEMPERATURA Tc - Tr (°C)
0	26.1	24.1
2	26.4	24.4
4	26.6	24.6
6	26.9	24.9
8	27.0	25.0
10	26.9	24.9
12	26.8	24.8
14	26.5	24.5
16	26.4	24.4
18	26.0	24.0
20	25.5	23.5
22	24.9	22.9
24	24.2	22.2
26	23.5	21.5
28	22.8	20.8
30	22.0	20.0
32	21.3	19.3
34	20.5	18.5
36	19.8	17.8
38	19.1	17.1
40	18.4	16.4
42	17.7	15.7
44	17.1	15.1
46	16.4	14.4
48	15.9	13.9
50	15.3	13.3
52	14.7	12.7
54	14.2	12.2
56	13.6	11.6

Tabela 86 . Manga 12 da cv. Keitt

TEMPO (min.)	TEMPERATURA DO PRODUTO Tc (°C)	DIFERENÇA DE TEMPERATURA Tc - Tr (°C)
0	26.0	24.0
2	26.2	24.2
4	26.5	24.5
6	26.6	24.6
8	26.8	24.8
10	26.8	24.8
12	26.7	24.7
14	26.6	24.6
16	26.5	24.5
18	26.3	24.3
20	25.9	23.9
22	25.4	23.4
24	24.9	22.9
26	24.3	22.3
28	23.8	21.8
30	23.1	21.1
32	22.5	20.5
34	21.8	19.8
36	21.2	19.2
38	20.6	18.6
40	19.9	17.9
42	19.2	17.2
44	18.6	16.6
46	18.0	16.0
48	17.5	15.5
50	16.9	14.9
52	16.3	14.3
54	15.7	13.7
56	15.2	13.2
58	14.7	12.7
60	14.2	12.2

Tabela 87 . Manga 13 da cv. Keitt

TEMPO (min.)	TEMPERATURA DO PRODUTO Tc (°C)	DIFERENÇA DE TEMPERATURA Tc - Tr (°C)
0	26.6	24.6
2	26.5	24.5
4	26.5	24.5
6	26.5	24.5
8	26.3	24.3
10	25.9	23.9
12	25.5	23.5
14	25.1	23.1
16	24.9	22.9
18	24.4	22.4
20	23.7	21.7
22	23.1	21.1
24	22.4	20.4
26	21.7	19.7
28	21.0	19.0
30	20.3	18.3
32	19.6	17.6
34	18.9	16.9
36	18.3	16.3
38	17.7	15.7
40	17.1	15.1
42	16.4	14.4
44	15.8	13.8
46	15.3	13.3
48	14.8	12.8
50	14.2	12.2
52	13.7	11.7
54	13.2	11.2
56	12.7	10.7

Tabela 88 . Manga 14 da cv. Keitt

TEMPO (min.)	TEMPERATURA DO PRODUTO Tc (°C)	DIFERENÇA DE TEMPERATURA Tc - Tr (°C)
0	27.4	23.0
2	27.7	23.3
4	27.9	23.5
6	28.1	23.7
8	28.3	23.9
10	28.3	23.9
12	28.2	23.8
14	27.9	23.5
16	27.5	23.1
18	27.0	22.6
20	26.4	22.0
22	25.8	21.4
24	25.2	20.8
26	24.5	20.1
28	23.8	19.4
30	23.1	18.7
32	22.5	18.1
34	21.8	17.4
36	21.1	16.7
38	20.5	16.1
40	19.8	15.4
42	19.2	14.8
44	18.6	14.2
46	17.5	13.1
48	17.0	12.6
50	16.5	12.1
52	16.0	11.6
54	15.5	11.1
56	15.0	10.6
58	14.7	10.3
60	14.2	9.8
62	13.8	9.4
64	13.4	9.0

Tabela 89 . Manga 15 da cv. Keitt

TEMPO (min.)	TEMPERATURA DO PRODUTO Tc (°C)	DIFERENÇA DE TEMPERATURA Tc - Tr (°C)
0	22.9	18.8
2	23.5	19.4
4	23.9	19.8
6	24.1	20.0
8	24.0	19.9
10	23.8	19.7
12	23.4	19.3
14	23.0	18.9
16	22.5	18.4
18	21.9	17.8
20	21.3	17.2
22	20.7	16.6
24	20.1	16.0
26	19.6	15.5
28	19.0	14.9
30	18.4	14.3
32	17.9	13.8
34	17.3	13.2
36	16.9	12.8
38	16.4	12.3
40	15.9	11.8
42	15.5	11.4
44	15.0	10.9
46	14.6	10.5
48	14.2	10.1

Tabela 90 . Manga 16 da cv. Keitt .

TEMPO (min.)	TEMPERATURA DO PRODUTO Tc (°C)	DIFERENÇA DE TEMPERATURA Tc - Tr (°C)
0	23.8	19.6
2	24.1	19.9
4	24.2	20.0
6	24.3	20.1
8	24.2	20.0
10	24.0	19.8
12	23.6	19.8
14	23.2	19.4
16	22.6	18.5
18	22.0	17.9
20	21.4	17.3
22	20.7	16.6
24	20.0	15.9
26	19.4	15.3
28	18.7	14.6
30	18.0	13.9
32	17.4	13.3
34	16.7	12.6
36	16.1	12.0
38	15.6	11.5
40	15.0	10.9
42	14.5	10.4
44	14.0	9.9
46	13.5	9.4
48	13.0	8.9
50	12.9	8.8

Tabela 91 . Manga 17 da cv. Keitt

TEMPO (min.)	TEMPERATURA DO PRODUTO Tc (°C)	DIFERENÇA DE TEMPERATURA Tc - Tr (°C)
0	24.3	21.8
2	24.6	22.1
4	24.7	22.2
6	25.0	22.5
8	25.1	22.6
10	25.2	22.7
12	25.2	22.7
14	25.1	22.6
16	24.9	22.4
18	24.6	22.1
20	24.2	21.7
22	23.7	21.2
24	23.2	20.7
26	22.6	20.1
28	22.0	19.5
30	21.4	18.9
32	20.8	18.3
34	20.1	17.6
36	19.5	17.0
38	18.8	16.3
40	18.1	15.6
42	17.5	15.0
44	16.9	14.4
46	16.3	13.8
48	15.7	13.2
50	15.2	12.7
52	14.6	12.1
54	14.1	11.6
56	13.5	11.0

Tabela 92 . Manga 18 da cv. Keitt .

TEMPO (min.)	TEMPERATURA DO PRODUTO Tc (°C)	DIFERENÇA DE TEMPERATURA Tc - Tr (°C)
0	24.8	22.3
2	24.9	22.4
4	25.1	22.6
6	25.3	22.8
8	25.3	22.8
10	25.3	22.8
12	25.3	22.8
14	25.0	22.5
16	24.7	22.2
18	24.4	21.9
20	23.9	21.4
22	23.4	20.9
24	22.8	20.3
26	22.2	19.7
28	21.7	19.2
30	21.0	18.5
32	20.4	17.9
34	19.8	17.3
36	19.1	16.6
38	18.5	16.0
40	17.9	15.4
42	17.3	14.8
44	16.7	14.2
46	16.1	13.6
48	15.6	13.1
50	15.1	12.6
52	14.6	12.1
54	14.0	11.5

Tabela 93 . Manga 19 da cv. Keitt .

TEMPO (min.)	TEMPERATURA DO PRODUTO Tc (°C)	DIFERENÇA DE TEMPERATURA Tc - Tr (°C)
0	25.1	22.6
2	25.5	23.0
4	25.8	23.3
6	26.1	23.6
8	26.5	24.0
10	26.4	23.9
12	26.2	23.7
14	25.8	23.3
16	25.4	22.9
18	24.9	22.4
20	24.3	21.8
22	23.6	21.1
24	22.9	20.4
26	22.3	19.8
28	21.6	19.1
30	20.9	18.4
32	20.2	17.7
34	19.5	17.0
36	18.9	16.4
38	18.2	15.7
40	17.6	15.1
42	17.0	14.5
44	16.5	14.0
46	15.9	13.4
48	15.3	12.8
50	14.8	12.3
52	14.3	11.8
54	13.8	11.3

Tabela 94 . Manga 20 da cv. Keitt .

TEMPO (min.)	TEMPERATURA DO PRODUTO Tc (°C)	DIFERENÇA DE TEMPERATURA Tc - Tr (°C)
0	25.3	22.8
2	25.6	23.1
4	26.1	23.6
6	25.9	23.4
8	25.8	23.3
10	25.6	23.1
12	25.4	22.9
14	25.0	22.5
16	24.5	22.0
18	23.9	21.4
20	23.3	20.8
22	22.7	20.2
24	22.0	19.5
26	21.3	18.8
28	20.6	18.1
30	19.9	17.4
32	19.2	16.7
34	18.5	16.0
36	17.8	15.3
38	17.1	14.6
40	16.5	14.0
42	15.8	13.3
44	15.2	12.7
46	14.6	12.1
48	14.1	11.6
50	13.5	11.0
52	13.0	10.5
54	12.5	10.0

Tabela 95. Manga 21 da cv. Keitt .

TEMPO (min.)	TEMPERATURA DO PRODUTO Tc (°C)	DIFERENÇA DE TEMPERATURA Tc - Tr (°C)
0	25.1	20.9
2	25.0	20.8
4	25.2	21.0
6	25.2	21.0
8	25.1	20.9
10	24.9	20.7
12	24.6	20.4
14	24.2	20.0
16	23.7	19.5
18	23.1	18.9
20	22.5	18.3
22	21.8	17.6
24	21.1	16.9
26	20.5	16.3
28	19.8	15.6
30	19.1	14.9
32	18.5	14.3
34	17.8	13.6
36	17.2	13.0
38	16.6	12.4
40	16.0	11.8
42	15.5	11.3
44	14.9	10.7
46	14.4	10.2
48	13.9	9.7
50	13.5	9.3

Tabela 96. Manga 22 da cv. Keitt .

TEMPO (min.)	TEMPERATURA DO PRODUTO Tc (°C)	DIFERENÇA DE TEMPERATURA Tc - Tr (°C)
0	26.1	21.9
2	26.1	21.9
4	26.1	21.9
6	25.9	21.7
8	25.7	21.5
10	25.3	21.1
12	24.8	20.6
14	24.1	19.9
16	23.5	19.3
18	22.7	18.5
20	22.0	17.8
22	21.2	17.0
24	20.5	16.3
26	19.7	15.5
28	19.0	14.8
30	18.3	14.1
32	17.6	13.4
34	16.9	12.7
36	16.3	12.1
38	15.7	11.5
40	15.2	11.0
42	14.6	10.4
44	14.1	9.9
46	13.6	9.4
48	13.1	8.9
50	12.7	8.5

Tabela 97. Manga 23 da cv. Keitt .

TEMPO (min.)	TEMPERATURA DO PRODUTO Tc (°C)	DIFERENÇA DE TEMPERATURA Tc - Tr (°C)
0	25.6	21.4
2	25.6	21.4
4	25.9	21.7
6	26.3	22.1
8	26.1	21.9
10	25.8	21.6
12	25.4	21.2
14	24.9	20.7
16	24.3	20.1
18	23.7	19.5
20	23.1	18.9
22	22.5	18.3
24	21.8	17.6
26	21.2	17.0
28	20.6	16.4
30	20.0	15.8
32	19.3	15.1
34	18.7	14.5
36	18.1	13.9
38	17.5	13.3
40	16.9	12.7
42	16.4	12.2
44	15.8	11.6
46	15.3	11.1
48	14.8	10.6
50	14.4	10.2

Tabela 98. Manga 24 da cv. Keitt .

TEMPO (min.)	TEMPERATURA DO PRODUTO Tc (°C)	DIFERENÇA DE TEMPERATURA Tc - Tr (°C)
0	29.6	34.5
2	29.7	34.6
4	29.7	34.6
6	29.6	34.5
8	29.6	34.5
10	29.5	34.4
12	29.2	34.1
14	28.9	33.8
16	28.5	33.4
18	28.0	32.9
20	27.4	32.3
22	26.8	31.7
24	26.2	31.1
26	25.7	30.6
28	25.5	30.4
30	24.7	29.6
32	24.0	28.9
34	23.2	28.1
36	22.5	27.4
38	21.7	26.6
40	20.9	25.8
42	20.1	25.0
44	19.4	24.3
46	18.6	23.5
48	17.9	22.8
50	17.2	22.1
52	16.5	21.4
54	15.8	20.7
56	15.1	20.0
58	14.4	19.3
60	13.8	18.7
62	13.1	18.0
64	12.5	17.4

Tabela 99. Manga 25 da cv. Keitt .

TEMPO (min.)	TEMPERATURA DO PRODUTO Tc (°C)	DIFERENÇA DE TEMPERATURA Tc - Tr (°C)
0	29.7	34.6
2	29.7	34.6
4	29.7	34.6
6	29.7	34.6
8	29.7	34.6
10	29.7	34.6
12	29.7	34.6
14	29.5	34.4
16	29.3	34.2
18	28.9	33.8
20	28.5	33.4
22	28.1	33.0
24	27.6	32.5
26	27.0	31.9
28	26.4	31.3
30	25.8	30.7
32	25.2	30.1
34	24.5	29.4
36	23.9	28.8
38	23.2	28.1
40	22.5	27.4
42	21.8	26.7
44	21.2	26.1
46	20.5	25.4
48	19.9	24.8
50	19.2	24.1
52	18.6	23.5
54	17.9	22.8
56	17.3	22.2
58	16.7	21.6
60	16.1	21.0
62	15.6	20.5
64	15.0	19.9
66	14.4	19.3
68	13.7	18.6
70	13.1	18.0
72	12.5	17.4

Tabela 100. Manga 26 da cv. Keitt

TEMPO (min.)	TEMPERATURA DO PRODUTO Tc (°C)	DIFERENÇA DE TEMPERATURA Tc - Tr (°C)
0	29.2	34.1
2	29.2	34.1
4	29.3	34.2
6	29.4	34.3
8	29.3	34.2
10	29.2	34.1
12	29.2	34.1
14	29.2	34.1
16	29.1	34.0
18	28.9	33.8
20	28.6	33.5
22	28.2	33.1
24	27.8	32.7
26	27.4	32.3
28	27.2	32.1
30	26.7	31.6
32	26.1	31.0
34	25.5	30.4
36	24.9	29.8
38	24.2	29.1
40	23.6	28.5
42	22.9	27.8
44	22.2	27.1
46	21.5	26.4
48	20.9	25.8
50	20.2	25.1
52	19.5	24.4
54	18.9	23.8
56	18.2	23.1
58	17.6	22.5
60	17.0	21.9
62	16.3	21.2
64	15.8	20.7
66	15.2	20.1
68	14.7	19.6
70	14.1	19.0
72	13.5	18.4
74	12.9	17.8
76	12.4	17.3

Tabela 101. Manga 27 da cv. Keitt

TEMPO (min.)	TEMPERATURA DO PRODUTO Tc (°C)	DIFERENÇA DE TEMPERATURA Tc - Tr (°C)
0	28.5	33.4
2	28.5	33.4
4	28.6	33.5
6	28.5	33.4
8	28.5	33.4
10	28.4	33.3
12	28.4	33.3
14	28.1	33.0
16	27.9	32.8
18	27.5	32.4
20	27.0	31.9
22	26.5	31.4
24	26.0	30.9
26	25.6	30.5
28	25.4	30.3
30	24.7	29.6
32	24.1	29.0
34	23.4	28.3
36	22.7	27.6
38	22.0	26.9
40	21.2	26.1
42	20.5	25.4
44	19.8	24.7
46	19.1	24.0
48	18.3	23.2
50	17.7	22.6
52	17.0	21.9
54	16.3	21.2
56	15.6	20.5
58	15.0	19.9
60	14.3	19.2
62	13.7	18.6
64	13.1	18.0
66	12.5	17.4
68	12.0	16.9
70	11.4	16.3

Tabela 102. Manga 28 da cv. Keitt

TEMPO (min.)	TEMPERATURA DO PRODUTO Tc (°C)	DIFERENÇA DE TEMPERATURA Tc - Tr (°C)
0	28.9	33.8
2	28.9	33.8
4	29.0	33.9
6	29.1	34.0
8	29.1	34.0
10	28.9	33.8
12	28.9	33.8
14	28.9	33.8
16	28.8	33.7
18	28.6	33.5
20	28.4	33.3
22	28.1	33.0
24	27.7	32.6
26	27.5	32.4
28	27.4	32.3
30	27.0	31.9
32	26.5	31.4
34	26.0	30.9
36	25.5	30.4
38	25.0	29.9
40	24.5	29.4
42	23.9	28.8
44	23.4	28.3
46	22.8	27.7
48	22.2	27.1
50	21.6	26.5
52	21.1	26.0
54	20.5	25.4
56	19.9	24.8
58	19.3	24.2
60	18.8	23.7
62	18.2	23.1
64	17.7	22.6
66	17.1	22.0
68	16.5	21.4
70	16.0	20.9
72	15.4	20.3
74	14.8	19.7
76	14.3	19.2
78	13.6	18.5
80	13.0	17.9
82	12.4	17.3
84	11.9	16.8

Tabela 103. Manga 29 da cv. Keitt

TEMPO (min.)	TEMPERATURA DO PRODUTO Tc (°C)	DIFERENÇA DE TEMPERATURA Tc - Tr (°C)
0	27.2	32.1
2	27.2	32.1
4	27.3	32.2
6	27.4	32.3
8	27.3	32.2
10	27.2	32.1
12	27.2	32.1
14	27.1	32.0
16	27.0	31.9
18	26.7	31.6
20	26.5	31.4
22	26.1	31.0
24	25.7	30.6
26	25.2	30.1
28	24.7	29.6
30	24.1	29.0
32	23.6	28.5
34	23.0	27.9
36	22.3	27.2
38	21.7	26.6
40	21.1	26.0
42	20.5	25.4
44	19.8	24.7
46	19.2	24.1
48	18.6	23.3
50	18.0	22.7
52	17.4	22.1
54	16.8	21.5
56	16.2	20.9
58	15.6	20.3
60	15.0	19.7
62	14.4	19.1
64	13.9	18.6
66	13.3	18.0
68	12.5	17.4
70	11.8	16.7
72	11.2	16.1
74	10.6	15.5

Tabela 105. Manga 31 da cv. Keitt .

TEMPO (min.)	TEMPERATURA DO PRODUTO Tc (°C)	DIFERENÇA DE TEMPERATURA Tc - Tr (°C)
0	27.9	32.8
2	28.0	32.9
4	28.1	33.0
6	28.2	33.1
8	28.2	33.1
10	28.1	33.0
12	28.0	32.9
14	27.9	32.8
16	27.9	32.8
18	27.8	32.7
20	27.7	32.6
22	27.5	32.4
24	27.1	32.0
26	26.8	31.7
28	26.3	31.2
30	25.9	30.8
32	25.4	30.3
34	24.9	29.8
36	24.3	29.2
38	23.7	28.6
40	23.1	27.9
42	22.5	27.4
44	21.9	26.8
46	21.3	26.2
48	20.7	25.6
50	20.1	25.0
52	19.6	24.5
54	19.0	23.9
56	18.4	23.3
58	17.8	22.7
60	17.2	22.1
62	16.7	21.6
64	16.1	21.0
66	15.6	20.5
68	15.0	19.9
70	14.5	19.4
72	13.9	18.8
74	13.3	18.2
76	12.7	17.6
78	12.1	17.0
80	11.6	16.5

Tabela 104. Manga 30 da cv. Keitt .

TEMPO (min.)	TEMPERATURA DO PRODUTO Tc (°C)	DIFERENÇA DE TEMPERATURA Tc - Tr (°C)
0	27.5	32.4
2	27.5	32.4
4	27.6	32.5
6	27.7	32.6
8	27.8	32.7
10	27.7	32.6
12	27.5	32.4
14	27.5	32.4
16	27.4	32.3
18	27.3	32.2
20	27.1	32.0
22	26.8	31.7
24	26.5	31.4
26	26.1	31.0
28	25.7	30.6
30	25.3	30.2
32	24.8	29.7
34	24.3	29.2
36	23.8	28.7
38	23.3	28.2
40	22.8	27.7
42	22.2	27.1
44	21.6	26.5
46	21.1	26.0
48	20.5	25.4
50	20.0	24.9
52	19.4	24.3
54	18.9	23.8
56	18.3	23.2
58	17.8	22.7
60	17.2	22.1
62	16.7	21.6
64	16.2	21.1
66	15.7	20.6
68	15.1	20.0
70	14.5	19.4
72	13.9	18.8
74	13.4	18.3
76	12.9	17.8
78	12.4	17.3
80	11.9	16.8
82	11.3	16.2

Tabela 106. Manga 32 da cv. Keitt

TEMPO (min.)	TEMPERATURA DO PRODUTO Tc (°C)	DIFERENÇA DE TEMPERATURA Tc - Tr (°C)
0	28.5	33.4
2	28.6	33.5
4	28.7	33.6
6	28.7	33.6
8	28.6	33.5
10	28.5	33.4
12	28.4	33.3
14	28.3	33.2
16	28.0	32.9
18	27.7	32.6
20	27.3	32.2
22	26.9	31.8
24	26.3	31.2
26	25.8	30.7
28	25.2	30.1
30	24.5	29.4
32	23.8	28.7
34	23.2	28.1
36	22.5	27.4
38	21.8	26.7
40	21.1	26.0
42	20.4	25.3
44	19.7	24.6
46	19.0	23.9
48	18.3	23.2
50	17.6	22.5
52	17.0	21.9
54	16.3	21.2
56	15.7	20.6
58	15.1	20.0
60	14.5	19.4
62	13.9	18.8
64	13.3	18.2
66	12.7	17.6
68	12.2	17.1
70	11.7	16.6
72	11.1	16.0

Tabela 107. Manga 33 da cv. Keitt

TEMPO (min.)	TEMPERATURA DO PRODUTO Tc (°C)	DIFERENÇA DE TEMPERATURA Tc - Tr (°C)
0	29.3	34.5
2	29.2	34.4
4	29.2	34.4
6	29.2	34.4
8	29.1	34.3
10	29.0	34.2
12	28.9	34.1
14	28.7	33.9
16	28.4	33.6
18	28.1	33.3
20	27.8	33.0
22	27.4	32.6
24	26.9	32.1
26	26.5	31.7
28	26.0	31.2
30	25.5	30.7
32	25.0	30.2
34	24.4	29.6
36	23.9	29.1
38	23.4	28.6
40	22.8	28.0
42	22.3	27.5
44	21.7	26.9
46	21.1	26.3
48	20.5	25.7
50	20.0	25.2
52	19.4	24.6
54	18.8	24.0
56	18.3	23.5
58	17.8	23.0
60	17.2	22.4
62	16.7	21.9
64	16.2	21.4
66	15.7	20.9
68	15.2	20.4
70	14.7	19.9
72	14.2	19.4
74	13.7	18.9
76	13.2	18.4
78	12.7	17.9
80	12.1	17.3

Tabela 108. Manga 34 da cv. Keitt

TEMPO (min.)	TEMPERATURA DO PRODUTO Tc (°C)	DIFERENÇA DE TEMPERATURA Tc - Tr (°C)
0	30.9	36.1
2	31.0	36.2
4	31.1	36.3
6	31.0	36.2
8	30.9	36.1
10	30.9	36.1
12	30.8	36.0
14	30.5	35.7
16	30.2	35.4
18	29.8	35.0
20	29.4	34.6
22	28.8	34.0
24	28.3	33.5
26	27.7	33.0
28	27.0	32.3
30	26.4	31.6
32	25.7	30.9
34	25.0	30.2
36	24.3	29.5
38	23.7	28.9
40	23.0	28.2
42	22.3	27.5
44	21.6	26.8
46	21.0	26.2
48	20.3	25.5
50	19.7	24.9
52	19.1	24.3
54	18.5	23.7
56	17.9	23.1
58	17.3	22.5
60	16.7	21.9
62	16.1	21.3
64	15.5	20.7
66	15.0	20.2
68	14.5	19.7
70	14.0	19.2
72	13.5	18.7
74	13.0	18.2
76	12.5	17.7

Tabela 109. Manga 35 da cv. Keitt

TEMPO (min.)	TEMPERATURA DO PRODUTO Tc (°C)	DIFERENÇA DE TEMPERATURA Tc - Tr (°C)
0	30.2	35.4
2	30.3	35.5
4	30.4	35.6
6	30.3	35.5
8	30.2	35.4
10	30.2	35.4
12	30.1	35.3
14	30.0	35.2
16	29.8	35.0
18	29.5	34.7
20	29.2	34.4
22	28.8	34.0
24	28.3	33.5
26	27.8	33.0
28	27.2	32.4
30	26.6	31.8
32	26.0	31.2
34	25.4	30.6
36	24.8	30.0
38	24.1	29.3
40	23.5	28.7
42	22.8	28.0
44	22.1	27.3
46	21.5	26.7
48	20.8	26.0
50	20.2	25.4
52	19.5	24.7
54	18.8	24.0
56	18.3	23.5
58	17.7	22.9
60	17.1	22.3
62	16.4	21.6
64	15.9	21.1
66	15.3	20.5
68	14.7	19.9
70	14.2	19.4
72	13.6	18.8
74	13.1	18.3
76	12.6	17.8

Tabela 110. Manga 36 da cv. Keitt .

TEMPO (min.)	TEMPERATURA DO PRODUTO Tc (°C)	DIFERENÇA DE TEMPERATURA Tc - Tr (°C)
0	30.5	35.7
2	30.6	35.8
4	30.7	35.9
6	30.7	35.9
8	30.6	35.8
10	30.6	35.8
12	30.5	35.7
14	30.4	35.6
16	30.1	35.3
18	29.9	35.1
20	29.5	34.7
22	29.0	34.2
24	28.6	33.8
26	28.0	33.2
28	27.4	32.6
30	26.8	32.0
32	26.1	31.3
34	25.5	30.7
36	24.8	30.0
38	24.2	29.4
40	23.4	28.6
42	22.8	28.0
44	22.1	27.3
46	21.4	26.6
48	20.7	25.9
50	20.0	25.2
52	19.3	24.5
54	18.6	23.8
56	18.0	23.2
58	17.4	22.6
60	16.8	22.0
62	16.2	21.4
64	15.6	20.8
66	15.0	20.2
68	14.4	19.6
70	13.9	19.1
72	13.3	18.5
74	12.8	18.0
76	12.3	17.5

Tabela 111. Manga 37 da cv. Keitt .

TEMPO (min.)	TEMPERATURA DO PRODUTO Tc (°C)	DIFERENÇA DE TEMPERATURA Tc - Tr (°C)
0	29.2	34.1
2	29.3	34.2
4	29.4	34.3
6	29.4	34.3
8	29.3	34.2
10	29.1	34.0
12	29.0	33.9
14	28.8	33.7
16	28.5	33.4
18	28.1	33.0
20	27.7	32.6
22	27.2	32.1
24	26.7	31.6
26	26.1	31.1
28	25.6	30.6
30	24.9	29.9
32	24.3	29.3
34	23.6	28.6
36	23.0	28.0
38	22.3	27.3
40	21.6	26.7
42	20.9	26.0
44	20.2	25.3
46	19.5	24.4
48	18.9	23.8
50	18.2	23.1
52	17.6	22.5
54	16.9	21.8
56	16.3	21.2
58	15.7	20.6
60	15.1	20.0
62	14.5	19.1
64	13.9	18.8
66	13.3	18.2
68	12.8	17.7
70	12.3	17.2
72	11.7	16.6
74	11.2	16.1
76	10.7	15.6

Tabela 112. Manga 38 da cv. Keitt

TEMPO (min.)	TEMPERATURA DO PRODUTO Tc (°C)	DIFERENÇA DE TEMPERATURA Tc - Tr (°C)
0	31.5	36.4
2	31.5	36.4
4	31.6	36.5
6	31.7	36.6
8	31.6	36.5
10	31.5	36.4
12	31.4	36.3
14	31.1	36.0
16	30.7	35.6
18	30.2	35.1
20	29.7	34.6
22	29.0	33.9
24	28.4	33.3
26	27.7	32.6
28	27.0	31.9
30	26.2	31.1
32	25.5	30.5
34	24.7	29.6
36	24.0	28.9
38	23.2	28.1
40	22.5	27.4
42	21.7	26.6
44	20.9	25.8
46	20.2	25.1
48	19.5	24.4
50	18.8	23.7
52	18.1	23.0
54	17.5	22.4
56	16.8	21.7
58	16.2	21.1
60	15.6	20.5
62	15.0	19.9
64	14.4	19.3
66	13.8	18.7
68	13.3	18.2
70	12.8	17.7
72	12.3	17.2
74	11.8	16.7

Tabela 113. Manga 39 da cv. Keitt

TEMPO (min.)	TEMPERATURA DO PRODUTO Tc (°C)	DIFERENÇA DE TEMPERATURA Tc - Tr (°C)
0	29.2	34.1
2	29.3	34.2
4	29.5	34.4
6	29.5	34.4
8	29.4	34.3
10	29.4	34.3
12	29.3	34.2
14	29.2	34.1
16	29.2	34.1
18	29.1	34.0
20	28.9	33.9
22	28.7	33.7
24	28.5	33.5
26	28.1	33.1
28	27.8	32.7
30	27.4	32.3
32	27.0	31.9
34	26.5	31.4
36	26.0	30.9
38	25.5	30.4
40	25.0	29.9
42	24.4	29.3
44	23.8	28.7
46	23.2	28.1
48	22.7	27.6
50	22.1	27.0
52	21.5	26.4
54	20.9	25.8
56	20.3	25.2
58	19.7	24.6
60	19.1	24.0
62	18.6	23.5
64	18.0	22.9
66	17.4	22.3
68	16.9	21.8
70	16.3	21.2
72	15.8	20.7
74	15.3	20.2
76	14.8	19.7
78	14.3	19.2
80	13.8	18.7
82	13.1	18.0
84	12.6	17.5
86	12.1	17.0

Tabela 114. Manga 40 da cv. Keitt

TEMPO (min.)	TEMPERATURA DO PRODUTO Tc (°C)	DIFERENÇA DE TEMPERATURA Tc - Tr (°C)
0	28.8	33.7
2	28.9	33.8
4	29.0	33.9
6	29.1	34.0
8	28.9	33.8
10	28.9	33.8
12	28.8	33.7
14	28.8	33.7
16	28.7	33.6
18	28.7	33.6
20	28.5	33.5
22	28.3	33.3
24	28.1	33.1
26	27.8	32.8
28	27.4	32.4
30	27.1	32.1
32	26.7	31.7
34	26.2	31.2
36	25.8	30.8
38	25.3	30.3
40	24.8	29.7
42	24.3	29.2
44	23.8	28.7
46	23.3	28.2
48	22.7	27.6
50	22.2	27.1
52	21.7	26.6
54	21.1	26.0
56	20.6	25.5
58	20.0	24.9
60	19.5	24.4
62	18.9	23.8
64	18.4	23.3
66	17.9	22.8
68	17.4	22.3
70	16.9	21.8
72	16.4	21.3
74	15.9	20.8
76	15.4	20.3
78	14.9	19.8
80	14.4	19.3
82	13.9	18.8
84	13.4	18.3
86	12.9	17.8
88	12.3	17.2
90	11.8	16.7

Tabela 115. Manga 41 da cv. Keitt

TEMPO (min.)	TEMPERATURA DO PRODUTO Tc (°C)	DIFERENÇA DE TEMPERATURA Tc - Tr (°C)
0	26.8	31.6
2	26.8	31.6
4	26.9	31.7
6	27.0	31.8
8	27.1	31.9
10	26.9	31.7
12	26.8	31.6
14	26.7	31.5
16	26.5	31.3
18	26.3	31.1
20	26.0	30.8
22	25.6	30.4
24	25.2	30.0
26	24.7	29.5
28	24.2	29.0
30	23.7	28.5
32	23.1	27.9
34	22.5	27.3
36	22.0	26.8
38	21.4	26.2
40	20.8	25.6
42	20.1	24.9
44	19.5	24.3
46	19.0	23.8
48	18.4	23.2
50	17.8	22.6
52	17.2	22.0
54	16.6	21.4
56	16.0	20.8
58	15.5	20.3
60	14.9	19.7
62	14.4	19.2
64	13.9	18.7
66	13.4	18.2
68	12.9	17.7
70	12.3	17.1
72	11.8	16.6
74	11.3	16.1
76	10.8	15.6

Tabela 116. Manga 42 da cv. Keitt .

TEMPO (min.)	TEMPERATURA DO PRODUTO Tc (°C)	DIFERENÇA DE TEMPERATURA Tc - Tr (°C)
0	28.4	33.2
2	28.4	33.2
4	28.6	33.4
6	28.7	33.5
8	28.7	33.5
10	28.5	33.3
12	28.4	33.2
14	28.3	33.1
16	28.3	33.1
18	28.1	32.9
20	27.8	32.6
22	27.4	32.2
24	26.9	31.7
26	26.4	31.2
28	25.9	30.7
30	25.2	30.0
32	24.6	29.4
34	23.9	28.7
36	23.3	28.1
38	22.6	27.4
40	21.9	26.7
42	21.2	26.0
44	20.5	25.3
46	19.8	24.6
48	19.1	23.9
50	18.3	23.1
52	17.7	22.5
54	17.0	21.8
56	16.4	21.2
58	15.8	20.6
60	15.2	20.0
62	14.6	19.4
64	14.0	18.8
66	13.3	18.1
68	12.7	17.5
70	12.1	16.9
72	11.6	16.4

Tabela 117. Manga 43 da cv. Keitt .

TEMPO (min.)	TEMPERATURA DO PRODUTO Tc (°C)	DIFERENÇA DE TEMPERATURA Tc - Tr (°C)
0	26.5	31.3
2	26.5	31.3
4	26.7	31.5
6	26.7	31.5
8	26.8	31.6
10	26.7	31.5
12	26.5	31.3
14	26.4	31.2
16	26.2	31.0
18	25.9	30.7
20	25.6	30.4
22	25.2	30.0
24	24.7	29.5
26	24.2	29.0
28	23.7	28.5
30	23.0	27.8
32	22.4	27.2
34	21.8	26.6
36	21.2	26.0
38	20.5	25.3
40	19.8	24.6
42	19.2	24.0
44	18.6	23.4
46	17.9	22.7
48	17.3	22.1
50	16.7	21.5
52	16.1	20.9
54	15.5	20.3
56	14.9	19.7
58	14.3	19.1
60	13.7	18.5
62	13.2	18.0
64	12.7	17.5
66	12.1	16.9
68	11.5	16.3
70	11.0	15.8

Tabela 118. Manga 44 da cv. Keitt

TEMPO (min.)	TEMPERATURA DO PRODUTO Tc (°C)	DIFERENÇA DE TEMPERATURA Tc - Tr (°C)
0	29.0	33.9
2	29.0	33.9
4	29.1	34.0
6	29.2	34.1
8	29.1	34.0
10	29.0	33.9
12	28.9	33.8
14	28.6	33.6
16	28.2	33.4
18	27.7	32.6
20	27.1	32.0
22	26.5	31.4
24	25.8	30.7
26	25.1	30.0
28	24.3	29.2
30	23.6	28.5
32	22.8	27.7
34	22.1	27.0
36	21.3	26.2
38	20.5	25.4
40	19.8	24.7
42	19.0	23.9
44	18.3	23.2
46	17.6	22.5
48	16.9	21.8
50	16.2	21.1
52	15.6	20.5
54	15.0	19.9
56	14.3	19.2
58	13.7	18.6
60	13.1	18.0
62	12.5	17.4
64	12.0	16.9
66	11.4	16.3
68	10.9	15.8

Tabela 119. Manga 45 da cv. Keitt

TEMPO (min.)	TEMPERATURA DO PRODUTO Tc (°C)	DIFERENÇA DE TEMPERATURA Tc - Tr (°C)
0	26.8	31.7
2	26.8	31.7
4	26.9	31.8
6	26.9	31.8
8	26.8	31.7
10	26.7	31.6
12	21.7	31.6
14	26.6	31.5
16	26.4	31.3
18	26.2	31.1
20	25.9	30.8
22	25.6	30.5
24	25.3	30.2
26	24.9	29.8
28	24.5	29.4
30	24.1	29.0
32	23.6	28.5
34	23.1	28.0
36	22.6	27.5
38	22.1	27.0
40	21.6	26.5
42	21.1	26.0
44	20.6	25.5
46	20.1	25.0
48	19.5	24.4
50	19.0	23.9
52	18.4	23.3
54	18.0	22.9
56	17.4	22.3
58	16.9	21.8
60	16.4	21.3
62	15.9	20.8
64	15.4	20.3
66	14.8	19.7
68	14.2	19.1
70	13.7	18.6
72	13.2	18.1
74	12.7	17.6
76	12.1	17.0
78	11.6	16.5
80	11.0	15.9

Tabela 120. Manga 46 da cv. Keitt

TEMPO (min.)	TEMPERATURA DO PRODUTO Tc (°C)	DIFERENÇA DE TEMPERATURA Tc - Tr (°C)
0	29.4	34.3
2	29.4	34.3
4	29.6	34.5
6	29.5	34.4
8	29.5	34.4
10	29.5	34.4
12	29.4	34.3
14	29.3	34.2
16	29.0	33.9
18	28.6	33.5
20	28.1	33.0
22	27.5	32.4
24	26.8	31.7
26	26.1	31.0
28	25.4	30.3
30	24.6	29.5
32	23.9	28.8
34	23.1	28.0
36	22.4	27.3
38	21.6	26.5
40	20.9	25.8
42	20.1	25.0
44	19.4	24.3
46	18.7	23.6
48	18.0	22.9
50	17.3	22.2
52	16.7	21.6
54	16.0	20.9
56	15.4	20.3
58	14.8	19.7
60	14.1	19.0
62	13.6	18.5
64	13.0	17.9
66	12.4	17.3
68	11.9	16.8
70	11.3	16.2
72	10.7	15.6

Tabela 121. Manga 47 da cv. Keitt

TEMPO (min.)	TEMPERATURA DO PRODUTO Tc (°C)	DIFERENÇA DE TEMPERATURA Tc - Tr (°C)
0	29.6	34.6
2	29.6	34.6
4	29.7	34.7
6	29.8	34.8
8	29.7	34.7
10	29.6	34.6
12	29.6	34.6
14	29.5	34.5
16	29.2	34.2
18	28.9	33.9
20	28.4	33.4
22	28.0	33.0
24	27.4	32.4
26	26.8	31.8
28	26.2	31.2
30	25.6	30.6
32	25.0	30.0
34	24.4	29.4
36	23.7	28.7
38	23.1	28.1
40	22.5	27.5
42	21.9	26.9
44	21.2	26.2
46	20.6	25.6
48	20.0	25.0
50	19.4	24.4
52	18.8	23.8
54	18.2	23.2
56	17.6	22.6
58	17.1	22.1
60	16.5	21.5
62	16.0	21.0
64	15.4	20.4
66	14.9	19.9
68	14.4	19.4
70	13.9	18.9
72	13.3	18.3
74	12.8	17.8
76	12.3	17.3
78	11.8	16.8

TABELA 122. Equações de regressão linear para as mangas de
cv. Tommy Atkins obtidas do resfriamento a água.

Manga	Eq. Reg. Linear	C.C. (%)	C.V. (%)
1	$Y = 33,350 - 0,4740.t$	99,85	0,52
2	$Y = 29,844 - 0,4790.t$	99,72	0,55
3	$Y = 28,965 - 0,4325.t$	99,89	0,40
4	$Y = 29,388 - 0,4660.t$	99,80	0,44
5	$Y = 29,583 - 0,4440.t$	99,73	0,48
6	$Y = 29,003 - 0,4490.t$	99,82	0,51
7	$Y = 30,908 - 0,4920.t$	99,84	0,51
8	$Y = 29,996 - 0,4870.t$	99,79	0,59
9	$Y = 30,299 - 0,4660.t$	99,84	0,42
10	$Y = 28,934 - 0,4560.t$	99,64	0,53
11	$Y = 31,202 - 0,7370.t$	98,07	0,78
12	$Y = 27,529 - 0,5550.t$	98,02	0,42
13	$Y = 29,460 - 0,4560.t$	99,04	0,50
14	$Y = 28,233 - 0,5080.t$	99,57	0,43
15	$Y = 27,932 - 0,4770.t$	99,79	0,39
16	$Y = 28,254 - 0,5030.t$	99,72	0,51
17	$Y = 30,406 - 0,4770.t$	99,89	0,65
18	$Y = 28,996 - 0,4900.t$	99,88	0,60
19	$Y = 28,278 - 0,5030.t$	99,63	0,58
20	$Y = 27,354 - 0,4150.t$	99,95	0,42
21	$Y = 27,936 - 0,4920.t$	99,84	0,54
22	$Y = 26,811 - 0,4290.t$	99,85	0,57
23	$Y = 28,710 - 0,4360.t$	99,70	0,54
24	$Y = 28,865 - 0,4860.t$	99,44	0,74
25	$Y = 31,089 - 0,4980.t$	99,87	0,57
26	$Y = 29,622 - 0,4790.t$	99,79	0,65

TABELA 123. Equações de regressão linear para as mangas de
 cv. Tommy Atkins obtidas do resfriamento a ar, a
 temperatura média de $-9,5 \pm 0,4$ °C .

Manga	Eq. Reg. Linear	C.C. (%)	C.V. (%)
27	$Y = 45,813 - 0,5523 \cdot t$	99,27	0,39
28	$Y = 48,123 - 0,5477 \cdot t$	99,99	0,36
29	$Y = 46,738 - 0,5283 \cdot t$	99,98	0,45
30	$Y = 45,984 - 0,5453 \cdot t$	99,89	0,79
31	$Y = 43,348 - 0,5296 \cdot t$	99,90	0,78
32	$Y = 45,571 - 0,5134 \cdot t$	99,92	0,54
33	$Y = 44,607 - 0,5510 \cdot t$	99,78	0,58
34	$Y = 46,626 - 0,5824 \cdot t$	99,82	0,62
35	$Y = 44,107 - 0,5272 \cdot t$	99,98	0,47
36	$Y = 45,759 - 0,5415 \cdot t$	99,97	0,49
37	$Y = 44,992 - 0,5151 \cdot t$	99,98	0,47
38	$Y = 45,685 - 0,4964 \cdot t$	99,92	0,44
39	$Y = 45,278 - 0,5208 \cdot t$	99,98	0,41
40	$Y = 42,779 - 0,4695 \cdot t$	99,80	0,46
41	$Y = 43,938 - 0,5170 \cdot t$	99,96	0,47
42	$Y = 46,252 - 0,5580 \cdot t$	99,91	0,48
43	$Y = 44,447 - 0,4800 \cdot t$	99,48	0,45
44	$Y = 41,471 - 0,4700 \cdot t$	99,94	0,46
45	$Y = 42,871 - 0,4512 \cdot t$	99,97	0,46
46	$Y = 47,260 - 0,5300 \cdot t$	99,97	0,41
47	$Y = 45,423 - 0,4960 \cdot t$	99,97	0,51
48	$Y = 45,591 - 0,5810 \cdot t$	99,84	0,66

TABELA 124. Equações de regressão linear para as mangas de
 cv. Tommy Atkins obtidas do resfriamento a ar, a
 temperatura média de $-1,9 \pm 0,1$ °C .

Manga	Eq. Reg. Linear	C.C. (%)	C.V. (%)
49	$Y = 38,839 - 0,4790 \cdot t$	99,78	0,63
50	$Y = 39,371 - 0,4870 \cdot t$	99,69	0,71
51	$Y = 36,187 - 0,4650 \cdot t$	99,61	0,63
52	$Y = 33,805 - 0,4290 \cdot t$	99,60	0,73
53	$Y = 34,997 - 0,4290 \cdot t$	99,83	0,57
54	$Y = 34,062 - 0,4550 \cdot t$	99,79	0,58
55	$Y = 35,293 - 0,4140 \cdot t$	99,86	0,53
56	$Y = 37,828 - 0,4190 \cdot t$	99,96	0,45
57	$Y = 36,258 - 0,3590 \cdot t$	99,98	0,45
58	$Y = 38,178 - 0,4040 \cdot t$	99,94	0,44
59	$Y = 35,043 - 0,3830 \cdot t$	99,72	0,48
60	$Y = 36,681 - 0,3970 \cdot t$	99,88	0,60
61	$Y = 35,471 - 0,3930 \cdot t$	99,78	0,63
62	$Y = 33,740 - 0,3590 \cdot t$	99,59	0,65
63	$Y = 35,755 - 0,3810 \cdot t$	99,61	0,64
64	$Y = 35,142 - 0,3790 \cdot t$	99,58	0,59
65	$Y = 31,455 - 0,3580 \cdot t$	99,92	0,65
66	$Y = 36,466 - 0,3900 \cdot t$	99,89	0,65
67	$Y = 38,463 - 0,3860 \cdot t$	99,97	0,59
68	$Y = 38,945 - 0,4170 \cdot t$	99,94	0,68
69	$Y = 33,312 - 0,3610 \cdot t$	99,97	0,49

TABELA 125. Equações de regressão linear para as mangas de
cv. Keitt , obtidas do resfriamento a água.

MANGA	Eq. Reg. Linear	C.C. (%)	C.V. (%)
01	$Y = 25,900 - 0,3382.t$	99,94	0,60
02	$Y = 25,910 - 0,2778.t$	99,96	0,50
03	$Y = 25,800 - 0,3500.t$	100,0	0,44
04	$Y = 26,351 - 0,3276.t$	99,95	0,46
05	$Y = 26,990 - 0,3200.t$	99,95	0,56
06	$Y = 26,299 - 0,2818.t$	99,94	0,63
07	$Y = 25,911 - 0,2980.t$	99,90	0,66
08	$Y = 26,340 - 0,3290.t$	99,95	0,61
09	$Y = 25,930 - 0,2811.t$	99,93	0,62
10	$Y = 27,144 - 0,3076.t$	99,92	0,57
11	$Y = 30,484 - 0,3490.t$	99,87	0,70
12	$Y = 30,268 - 0,3080.t$	99,89	0,58
13	$Y = 27,992 - 0,3210.t$	99,80	0,71
14	$Y = 28,643 - 0,3300.t$	99,97	0,49
15	$Y = 22,613 - 0,2730.t$	99,83	0,45
16	$Y = 23,434 - 0,3130.t$	99,77	0,69
17	$Y = 28,116 - 0,3110.t$	99,88	0,53
18	$Y = 27,602 - 0,3040.t$	99,96	0,52
19	$Y = 28,327 - 0,3300.t$	99,91	0,50
20	$Y = 27,549 - 0,3390.t$	99,96	0,65
21	$Y = 25,254 - 0,3490.t$	99,68	0,61
22	$Y = 24,622 - 0,3470.t$	99,76	0,57
23	$Y = 24,983 - 0,3060.t$	99,95	0,60

TABELA 126. Equações de regressão linear para as mangas de cv. Keitt, obtidas do resfriamento a ar a temperatura média de $-4,8 \pm 0,6^{\circ}\text{C}$.

MANGA	Eq. Reg. Linear	C.C. (%)	C.V. (%)
24	$Y = 39,669 - 0,3481 \cdot t$	99,36	0,47
25	$Y = 40,253 - 0,3210 \cdot t$	99,90	0,33
26	$Y = 41,709 - 0,3320 \cdot t$	99,97	0,35
27	$Y = 40,319 - 0,3550 \cdot t$	99,97	0,38
28	$Y = 40,386 - 0,2776 \cdot t$	99,91	0,41
29	$Y = 38,611 - 0,3170 \cdot t$	99,95	0,43
30	$Y = 38,450 - 0,2710 \cdot t$	99,97	0,46
31	$Y = 39,665 - 0,2924 \cdot t$	99,97	0,41
32	$Y = 39,431 - 0,3370 \cdot t$	99,93	0,51
33	$Y = 39,162 - 0,2810 \cdot t$	99,81	0,46
34	$Y = 41,419 - 0,3290 \cdot t$	99,93	0,52
35	$Y = 41,412 - 0,3200 \cdot t$	99,86	0,50
36	$Y = 42,045 - 0,3350 \cdot t$	99,96	0,55
37	$Y = 39,958 - 0,3350 \cdot t$	99,93	0,57
38	$Y = 42,041 - 0,3650 \cdot t$	99,92	0,59
39	$Y = 41,313 - 0,2870 \cdot t$	99,96	0,47
40	$Y = 40,406 - 0,2660 \cdot t$	99,97	0,23
41	$Y = 37,346 - 0,2950 \cdot t$	99,97	0,45
42	$Y = 40,315 - 0,3410 \cdot t$	99,93	0,42
43	$Y = 37,241 - 0,3140 \cdot t$	99,97	0,47
44	$Y = 39,422 - 0,3660 \cdot t$	99,91	0,54
45	$Y = 36,786 - 0,2580 \cdot t$	99,96	0,34
46	$Y = 40,126 - 0,3570 \cdot t$	99,90	0,44
47	$Y = 39,360 - 0,2970 \cdot t$	99,91	0,49

TABELA 127. Valores obtidos para as mangas de cv. Tommy Atkins, nos experimentos de resfriamento a água.

Manga	Peso	Diam.	Grad.	Temp. resf.	f	j	TR	Za	Ze
	(g)	(cm)	(°C)	(°C)	(min)		(min ⁻¹)	(min)	(min)
01	740,0	11,3	28,4	1,8	93,7	1,39	-0,0240	42,6	42,0
02	474,4	9,8	25,8	1,8	76,8	1,48	-0,0298	36,4	36,0
03	551,0	10,4	25,3	1,8	92,6	1,40	-0,0255	40,4	38,0
04	497,5	9,8	26,1	1,8	81,0	1,41	-0,0283	36,6	36,0
05	484,1	9,8	25,9	1,8	86,3	1,50	-0,0265	41,5	38,0
06	474,0	9,8	25,8	1,8	82,6	1,50	-0,0272	37,8	36,0
07	471,5	9,7	26,0	1,8	83,2	1,38	-0,0280	36,3	36,0
08	463,7	9,6	26,0	1,8	83,2	1,38	-0,0275	36,9	36,0
09	423,1	9,5	26,0	1,8	82,1	1,41	-0,0277	37,4	38,0
10	506,5	9,8	25,5	1,8	80,0	1,41	-0,0284	36,5	36,0
11	401,4	9,3	26,8	1,6	70,3	1,43	-0,0331	31,7	33,0
12	496,5	9,8	26,2	1,6	75,5	1,34	-0,0303	32,5	36,0
13	422,4	9,3	27,1	1,0	74,7	1,39	-0,0311	32,9	30,0
14	472,9	9,6	26,4	1,0	90,5	1,34	-0,0278	35,5	35,0
15	425,0	9,5	26,4	1,0	69,5	1,48	-0,0330	32,9	30,0
16	490,8	10,0	26,3	1,0	81,0	1,41	-0,0276	37,6	36,0
17	452,9	9,5	25,3	1,6	80,0	1,37	-0,0282	35,7	34,0
18	448,9	9,6	25,3	1,6	80,5	1,37	-0,0286	35,2	34,0
19	584,5	10,4	24,7	1,6	101,0	1,23	-0,0227	39,7	37,0
20	435,5	9,5	25,1	1,7	76,0	1,32	-0,0294	33,0	32,0
21	442,0	9,6	25,6	1,7	69,0	1,41	-0,0325	31,9	28,0
22	431,3	9,5	27,6	1,8	73,0	1,35	-0,0318	31,2	30,0
23	431,3	9,3	27,0	1,8	73,0	1,36	-0,0308	32,5	31,0
24	470,9	9,7	27,0	1,8	84,2	1,8	-0,0267	35,2	34,0
25	437,8	9,5	28,1	1,9	71,9	1,29	-0,0311	30,5	30,0
26	511,9	10,0	27,0	1,9	85,6	1,38	-0,0268	37,9	37,0
Média:	495,9	9,7	26,1	1,7	81,7	1,38	-0,0284	36,2	34,9
D.P. :	116,6	0,5	1,2	0,6	10,1	0,06	0,0031	4,4	4,0

TABELA 128. Valores obtidos para as mangas de cv Tommy Atkins, nos experimentos de resfriamento a ar, a temperatura média de $-9,5 \pm 0,4$ °C

Manga	Peso (g)	Diam. (cm)	Grad. (°C)	Temp. resf. (°C)	f (min)	j	TR (min ⁻¹)	Za (min)	Ze (min)
27	655,0	10,9	42,5	-9,8	116,0	1,16	-0,0196	42,9	46,0
28	650,0	10,8	41,1	-9,6	121,0	1,27	-0,0189	49,3	52,0
29	625,0	10,8	41,6	-9,6	127,4	1,20	-0,0189	48,6	50,0
30	640,0	10,7	41,8	-9,6	132,0	1,14	-0,0174	47,4	46,0
31	474,0	9,6	39,4	-9,6	121,0	1,18	-0,0189	45,4	45,0
32	484,0	9,7	39,4	-9,5	121,6	1,26	-0,0188	49,1	51,0
33	490,3	10,0	39,5	-9,5	111,7	1,20	-0,0204	42,9	44,0
34	472,0	9,8	40,7	-9,5	117,6	1,18	-0,0194	44,3	46,0
35	464,0	9,7	41,4	-9,7	109,4	1,25	-0,0206	44,5	46,0
36	497,0	9,8	38,5	-9,5	132,0	1,14	-0,0175	47,1	48,0
37	490,0	10,0	38,7	-9,5	125,7	1,24	-0,0185	49,1	50,0
38	419,7	9,3	38,6	-10	131,4	1,21	-0,0176	50,2	52,0
39	451,0	9,7	38,9	-10	142,9	1,23	-0,0163	55,2	54,0
40	478,0	9,8	38,6	-10	132,9	1,21	-0,0174	50,8	52,0
41	420,0	9,3	38,2	-10	142,9	1,14	-0,0160	51,5	50,0
42	551,0	10,2	38,5	-10	129,5	1,20	-0,0177	49,5	50,0
43	457,0	9,7	39,5	-9,4	118,0	1,18	-0,1930	44,5	45,0
44	398,0	9,0	38,5	-9,4	138,5	1,15	-0,0167	49,9	53,0
45	533,0	10,0	37,1	-9,4	133,9	1,21	-0,0171	51,7	49,0
46	561,0	10,1	37,4	-9,4	149,4	1,18	-0,0153	52,0	52,0
47	488,0	9,7	39,5	-8,5	129,5	1,20	-0,0180	48,6	50,0
48	479,0	10,1	38,3	-8,5	133,0	1,16	-0,0173	48,6	52,0
Média:	508,2	10,0	38,9	-9,5	126,2	1,20	-0,0184	47,9	48,7
D.P. :	73,7	0,5	3,0	0,4	13,4	0,05	0,002	3,8	3,9

TABELA 129. Valores obtidos para as mangas de cv Tommy Atkins, nos experimentos de resfriamento a ar, a temperatura média de $-1,9 \pm 0,1^{\circ}\text{C}$.

Manga	Peso (g)	Diam. (cm)	Grad. ($^{\circ}\text{C}$)	Temp. resf. ($^{\circ}\text{C}$)	f (min)	j	TR (min^{-1})	Za (min)	Ze (min)
49	670,0	10,7	34,6	-1,9	105,0	1,37	-0,0215	46,9	46,0
50	665,0	10,8	34,5	-1,9	110,0	1,28	-0,0208	45,2	48,0
51	680,0	10,9	33,7	-1,9	111,0	1,25	-0,0208	44,0	42,0
52	650,0	10,9	34,4	-1,9	102,1	1,24	-0,0226	40,2	43,0
53	426,0	9,4	32,5	-2,0	119,5	1,20	-0,0193	45,4	44,0
54	467,5	9,7	32,1	-2,0	107,5	1,18	-0,0213	40,3	40,0
55	480,3	9,8	32,5	-1,9	117,4	1,21	-0,0194	45,5	47,0
56	510,3	10,0	33,1	-1,9	126,4	1,29	-0,0181	52,4	52,0
57	503,6	10,0	32,0	-1,9	154,8	1,24	-0,0148	61,4	57,0
58	509,4	10,1	34,0	-1,9	135,9	1,27	-0,0169	55,1	54,0
59	432,5	9,5	31,1	-1,9	122,8	1,27	-0,0185	50,4	51,0
60	429,3	9,5	31,4	-1,9	114,0	1,41	-0,0205	50,6	54,0
61	482,1	9,8	30,7	-1,9	118,9	1,44	-0,0192	55,1	51,0
62	447,0	9,5	30,9	-1,9	114,8	1,39	-0,0201	50,9	51,0
63	487,2	9,8	30,5	-2,0	128,4	1,28	-0,0180	52,2	57,0
64	490,3	9,8	30,6	-2,0	127,4	1,37	-0,0180	56,0	57,0
65	500,0	9,8	30,9	-2,0	120,0	1,34	-0,0190	51,9	57,0
66	457,0	9,6	28,1	-1,7	129,0	1,27	-0,0178	52,46	52,0
67	522,3	10,0	32,8	-1,7	132,0	1,21	-0,0173	51,1	58,0
68	523,6	10,0	33,3	-1,7	142,8	1,30	-0,0162	59,0	56,0
69	426,6	9,2	31,7	-1,8	122,0	1,15	-0,0187	44,5	50,0
Média:	512,0	10,0	32,6	-1,9	121,2	1,29	-0,0191	49,8	50,5
D.P. :	82,0	0,5	2,4	0,1	13,2	0,07	0,002	6,0	5,7

TABELA 130 .Valores obtidos para as mangas de cv. Keitt nos experimentos de resfriamento a água.

Manga	Peso (g)	Diam. (cm)	Grad. (°C)	Temp. resf. (°C)	f min	j	TR (min ⁻¹)	Za (min)	Ze (min)
01	755,60	11,4	22,8	2,8	112,9	1,29	-0,0204	46,5	44,0
02	994,0	12,5	21,9	2,8	139,5	1,39	-0,0167	61,2	54,0
03	760,1	11,4	22,7	2,8	108,0	1,30	-0,0211	45,3	42,0
04	773,0	11,5	23,0	2,8	117,6	1,35	-0,0196	50,7	46,0
05	868,0	11,9	22,9	2,8	121,4	1,35	-0,0189	52,5	50,0
06	924,3	12,2	21,8	4,7	120,0	1,54	-0,0193	58,3	56,0
07	924,7	12,2	22,4	4,7	126,8	1,39	-0,0181	56,5	52,0
08	758,2	11,2	22,3	4,7	112,8	1,44	-0,0206	51,3	48,0
09	952,4	12,3	22,0	4,7	126,5	1,42	-0,0183	57,0	54,0
10	882,0	12,0	22,1	4,7	122,8	1,51	-0,0189	58,5	54,0
11	860,3	11,9	25,0	2,0	120,0	1,48	-0,0193	56,2	52,0
12	940,0	12,2	24,8	2,0	144,1	1,40	-0,0160	64,3	60,0
13	846,9	11,8	24,6	2,0	114,3	1,33	-0,0200	48,9	50,0
14	979,9	12,4	23,9	4,4	127,1	1,41	-0,0184	56,3	50,0
15	714,5	11,2	21,0	4,1	98,5	1,55	-0,0231	49,0	48,0
16	981,6	12,4	20,2	4,1	116,2	1,34	-0,0198	49,8	44,0
17	870,4	11,9	22,7	2,5	130,0	1,36	-0,0175	57,2	55,0
18	862,8	11,9	22,8	2,5	121,4	1,45	-0,0187	56,9	54,0
19	903,1	12,1	24,0	2,5	114,3	1,28	-0,0198	47,5	52,0
20	720,4	11,2	23,6	2,5	105,7	1,20	-0,0213	41,1	48,0
21	830,3	11,7	21,0	4,2	107,1	1,41	-0,0213	48,7	45,0
22	770,5	11,5	21,9	4,2	93,3	1,50	-0,0240	45,8	40,0
23	963,2	12,3	22,1	4,2	112,8	1,38	-0,0200	50,8	46,0
Média:	857,9	11,83	22,7	3,0	118,2	1,40	-0,0196	52,7	49,9
D.P. :	87,7	0,38	1,2	1,0	12,0	0,09	0,0019	5,9	5,0

TABELA 131 . Valores obtidos para as mangas de cv. Keitt no resfriamento a ar a temperatura média de $-4,8 \pm 0,60^{\circ}\text{C}$.

Manga	Peso	Diam.	Grad.	Temp. resf.	f	J	TR	Za	Ze
	(g)	(cm)	($^{\circ}\text{C}$)	($^{\circ}\text{C}$)	(min)		(min^{-1})	(min)	(min)
24	749,6	11,3	34,5	-4,9	177,7	1,20	-0,0128	68,4	64,0
25	893,2	12,0	34,6	-4,9	201,5	1,16	-0,0113	74,5	74,0
26	977,0	12,0	34,1	-4,9	178,0	1,34	-0,0129	76,4	76,0
27	793,6	11,5	33,4	-4,9	165,1	1,32	-0,0140	69,3	68,0
28	919,5	12,1	33,8	-4,9	227,5	1,26	-0,0101	91,5	84,0
29	985,2	12,4	32,1	-4,9	177,1	1,30	-0,0129	74,1	72,0
30	890,9	12,0	32,4	-4,9	215,7	1,27	-0,0106	87,9	82,0
31	836,5	11,8	33,4	-4,9	181,5	1,26	-0,0128	72,2	70,0
32	974,3	12,4	36,1	-5,2	193,5	1,21	-0,0119	74,3	74,0
33	833,9	11,8	35,7	-5,2	177,1	1,27	-0,0129	72,3	74,0
34	941,8	12,2	34,1	-4,9	112,2	1,29	-0,0133	71,3	70,0
35	732,3	11,3	36,4	-4,9	169,5	1,25	-0,0137	66,9	68,0
36	965,2	12,3	34,1	-4,9	207,1	1,32	-0,0111	87,5	86,0
37	938,4	12,2	31,6	-4,8	115,0	1,28	-0,0123	76,4	76,0
38	663,6	10,9	33,2	-4,8	162,2	1,36	-0,0141	71,0	72,0
39	851,7	11,8	31,3	-4,8	157,9	1,33	-0,0144	68,0	70,0
40	830,4	11,7	33,9	-4,9	155,8	1,29	-0,0146	64,9	64,0
41	735,6	11,3	31,7	-4,9	224,2	1,23	-0,0102	88,3	80,0
42	810,6	11,6	34,3	-4,9	158,7	1,27	-0,0145	64,3	66,0
43	963,2	12,3	34,6	-4,9	187,1	1,25	-0,0123	74,5	76,0
44	815,8	11,7	33,6	-5,0	152,0	1,33	-0,0151	64,8	66,0
45	748,6	11,3	32,5	-5,0	231,7	1,27	-0,099	94,2	88,0
46	815,5	11,7	34,7	-5,0	137,4	1,30	-0,0168	56,9	58,0
47	881,0	12,0	32,9	-5,0	224,2	1,30	-0,0102	93,7	88,0
Média:	878,9	11,8	33,7	-4,8	181,3	1,27	-0,0126	75,5	73,9
D.P. :	159,5	0,4	1,3	0,6	34,7	0,05	0,0021	11,9	9,2

TABELA 132 - Valores de experimentos de resfriamento a água das mangas de cv Tommy Atkins.

Manga	M1	M2	α_s $\cdot 10^{-5}$ (m ² /s)	Erro (%)	α_b $\cdot 10^{-5}$ (m ² /s)	Bi	h kcal m ² h°C	k kcal m h°C
01	2,013	4,766	21,766	1,03	1,94	1,95	38,88	1,13
02	1,866	4,722	18,830	0,39	1,98	1,57	31,78	0,97
03	1,623	4,659	24,620	0,30	2,55	1,09	26,54	1,27
04	1,687	4,677	22,740	0,34	2,40	1,20	28,71	1,18
05	1,691	4,676	21,057	0,30	2,24	1,20	26,74	1,09
06	1,630	4,660	23,840	0,29	2,57	1,10	27,29	1,23
07	1,868	4,720	18,740	0,34	1,90	1,57	31,07	0,97
08	1,724	4,683	21,170	0,31	2,15	1,27	28,86	1,09
09	1,755	4,690	18,710	0,27	2,05	1,33	27,01	0,97
10	1,700	4,677	23,170	0,30	2,49	1,22	29,23	1,20
11	2,007	4,778	15,956	0,62	1,76	1,94	34,32	0,82
12	1,700	4,675	21,204	0,25	2,38	1,22	28,16	1,10
13	1,847	4,726	19,385	0,20	1,95	1,52	32,82	1,00
14	1,94	4,680	22,092	0,30	2,09	1,21	28,48	1,14
15	1,888	4,726	18,169	0,40	2,01	1,62	32,71	0,94
16	1,657	4,669	22,205	0,33	2,49	1,14	26,77	1,15
17	1,660	4,668	22,630	0,30	2,36	1,15	28,28	1,17
18	1,882	4,730	20,990	0,81	1,78	1,61	37,05	1,09
19	1,919	4,755	17,577	0,33	1,71	1,70	29,35	0,91
20	1,697	4,680	22,160	0,32	2,37	1,14	29,30	1,15
21	1,655	4,667	26,110	0,20	2,81	1,01	24,98	1,16
22	1,994	4,757	17,717	0,50	1,72	0,97	37,37	0,92
23	1,554	4,643	26,337	0,21	2,83	0,82	27,81	1,08
24	1,450	4,624	28,627	0,30	3,00	0,82	29,28	0,97
25	1,445	4,622	31,313	0,31	3,32	0,81	34,29	1,03
26	1,443	4,620	30,365	0,21	3,23	1,23	26,97	1,07
Média			2,20.10 ⁻⁵		2,30.10 ⁻⁵	1,32	30,03	1,15
Desvio Padrão			0,39.10 ⁻⁵		0,45.10 ⁻⁵	0,33	3,65	0,20

TABELA 133 - Valores de experimentos de resfriamento a ar forçado a temperatura média de $-9,5 \pm 0,4^{\circ}\text{C}$, das mangas de cv. Tommy Atkins.

Manga	M1	M2	α_s $\cdot 10^{-5}$ (m^2/s)	Erro (%)	α_b $\cdot 10^{-5}$ (m^2/s)	Bi	h $\frac{\text{kcal}}{\text{m}^2\text{h}^{\circ}\text{C}}$	K $\frac{\text{kcal}}{\text{m h}^{\circ}\text{C}}$
27	1,402	4,617	2,72	0,15	2,95	0,76	19,85	1,41
28	1,682	4,675	1,90	0,27	2,00	1,19	21,43	0,98
29	1,495	4,633	2,30	0,29	2,36	0,89	19,55	1,19
30	1,366	4,610	2,83	0,17	2,73	0,72	19,41	1,46
31	1,358	4,610	2,28	0,23	2,43	0,71	17,88	1,23
32	1,644	4,670	1,59	0,23	1,68	1,12	18,81	0,82
33	1,342	4,602	2,54	0,10	2,81	0,69	18,24	1,31
34	1,599	4,654	1,93	0,25	1,84	1,05	21,28	1,00
35	1,235	4,585	2,61	0,13	3,18	0,57	15,96	1,35
36	1,811	4,718	1,43	0,27	1,28	1,44	21,70	0,74
37	1,528	4,643	1,83	0,12	1,85	0,93	18,18	0,94
38	1,811	4,713	1,22	0,30	1,18	1,44	19,34	0,63
39	1,633	4,667	1,52	0,19	1,36	1,10	18,24	0,79
40	1,463	4,630	1,86	0,23	1,83	0,84	17,01	0,96
41	1,555	4,651	1,65	0,59	1,47	0,98	17,66	0,85
42	1,669	4,679	1,95	0,27	1,69	1,16	22,77	1,01
43	1,669	4,677	1,65	0,14	1,65	1,16	20,43	0,85
44	1,345	4,604	2,10	0,17	1,99	0,69	16,13	1,09
45	1,377	4,612	2,07	0,51	2,22	0,73	15,77	1,07
46	1,622	4,665	1,80	0,95	1,52	1,08	19,79	0,93
47	1,503	4,638	1,71	0,87	1,81	0,90	16,49	0,88
48	1,469	4,631	2,46	0,18	2,05	0,85	21,43	1,27
Média			$2,00 \cdot 10^{-5}$		$1,99 \cdot 10^{-5}$	0,96	18,97	1,03
Desvio Padrão			$0,44 \cdot 10^{-5}$		$0,55 \cdot 10^{-5}$	0,24	2,02	0,23

TABELA 134 - Valores de experimentos de resfriamento a ar forçado a temperatura média de $-1,9 \pm 0,1^{\circ}\text{C}$, das mangas de cv. Tommy Atkins.

Manga	M1	M2	α_s $\cdot 10^{-5}$ (m^2/s)	Erro (%)	α_b $\cdot 10^{-5}$ (m^2/s)	Bi	h ($\text{kcal}/\text{m}^2\text{h}^{\circ}\text{C}$)	k ($\text{kcal}/\text{mh}^{\circ}\text{C}$)
49	1,597	4,658	2,37	0,14	2,55	1,04	23,39	1,22
50	1,789	4,718	1,89	0,15	1,84	1,40	25,78	0,98
51	1,502	4,633	2,92	0,22	2,78	0,90	24,61	1,51
52	1,383	4,613	3,10	0,17	3,50	0,74	21,68	1,60
53	1,280	4,596	2,52	0,11	2,60	0,62	17,08	1,30
54	1,227	4,585	3,22	0,16	3,35	0,56	19,21	1,66
55	1,681	4,685	1,59	0,17	1,67	1,19	19,91	0,82
56	1,598	4,658	1,69	0,21	1,75	1,04	18,40	0,87
57	1,698	4,686	1,38	0,30	1,29	1,22	17,42	0,71
58	1,515	4,645	1,78	0,11	1,81	0,92	16,98	0,92
59	1,643	4,668	1,50	0,29	1,54	1,12	18,45	0,77
60	1,900	4,749	1,13	0,32	1,24	1,65	20,55	0,59
61	1,721	4,691	1,52	0,30	1,57	1,26	20,16	0,78
62	1,487	4,627	1,92	0,14	2,27	0,88	17,39	0,99
63	1,653	4,698	1,64	0,88	1,61	1,14	19,49	0,85
64	1,678	4,683	1,56	0,17	1,57	1,18	19,27	0,81
65	1,634	4,678	1,61	0,12	1,73	1,10	18,69	0,83
66	1,496	4,634	1,76	0,18	1,84	0,89	16,85	0,91
67	1,635	4,665	1,49	0,20	1,63	1,11	17,06	0,77
68	1,736	4,689	1,52	0,25	1,39	1,29	19,91	0,79
69	1,144	4,578	2,67	0,21	2,01	0,50	15,00	1,38
Média			$1,94 \cdot 10^{-5}$		$1,98 \cdot 10^{-5}$	1,03	19,61	1,00
Desvio Padrão			$0,60 \cdot 10^{-5}$		$0,65 \cdot 10^{-5}$	0,28	2,56	0,31

TABELA 135 - Valores de experimentos de resfriamento a água das mangas de cv Keitt.

Manga	M1	M2	α_s $\cdot 10^{-5}$ (m^2/s)	Erro (%)	α_b $\cdot 10^{-5}$ (m^2/s)	Bi	h ($kcal$) $m^2 h^{\circ}C$	k ($kcal$) $m h^{\circ}C$
01	1,608	4,661	1,86	0,28	2,01	1,06	2,01	0,96
02	1,790	4,708	1,42	0,34	1,34	1,40	2,00	0,73
03	1,574	4,649	1,94	0,25	2,20	1,01	1,99	1,00
04	1,598	4,656	1,76	2,20	1,04	1,76	0,90	0,87
05	1,625	4,662	1,94	0,25	1,49	1,09	2,39	1,00
06	1,96	4,760	1,20	0,38	0,99	1,79	2,49	0,62
07	1,648	4,666	1,83	0,19	1,42	1,13	2,31	0,94
08	1,775	4,699	1,50	0,34	1,34	1,37	2,33	0,77
09	1,711	4,682	1,59	0,26	1,37	1,24	2,17	0,82
10	2,058	4,806	1,13	0,42	0,92	2,09	2,66	0,58
11	2,113	4,820	1,04	0,47	0,87	2,27	2,70	0,54
12	1,989	4,774	1,17	0,34	0,84	1,88	2,50	0,60
13	1,604	4,661	2,09	0,35	1,77	1,05	2,37	1,07
14	2,050	4,800	1,34	0,29	0,91	2,08	3,11	0,69
15	1,615	4,680	2,10	0,48	1,90	1,07	2,52	1,08
16	1,809	4,716	1,49	0,27	1,45	1,44	2,26	0,77
17	2,110	4,820	1,01	0,43	0,77	2,26	2,68	0,52
18	1,890	4,740	1,20	0,28	1,18	1,61	2,13	0,62
19	1,840	4,740	1,54	0,18	1,21	1,51	2,66	0,79
20	1,810	4,720	1,64	0,31	1,50	1,44	2,57	0,85
21	1,780	4,705	1,49	0,26	1,56	1,38	2,20	0,77
22	1,610	4,655	2,05	0,21	1,94	1,06	2,48	1,05
23	1,630	4,680	1,54	0,19	1,92	1,10	1,74	0,79
Média			$1,60 \cdot 10^{-5}$		$1,40 \cdot 10^{-5}$	1,45	23,49	0,80
Desvio Padrão			$0,34 \cdot 10^{-5}$		$0,44 \cdot 10^{-5}$	0,42	3,27	0,18

TABELA 136 - Valores de experimentos de resfriamento a ar forçado a temperatura média de $-4,8 \pm 0,6^{\circ}\text{C}$, das mangas de cv. Keitt.

Manga	M1	M2	α_s $\cdot 10^{-5}$ (m^2/s)	Erro (%)	α_b $\cdot 10^{-5}$ (m^2/s)	Bi	h ($\text{kcal}/\text{m}^2\text{h}^{\circ}\text{C}$)	k ($\text{kcal}/\text{m h}^{\circ}\text{C}$)
24	1,636	4,666	1,19	0,30	1,09	1,11	14,29	0,61
25	1,604	4,656	1,28	0,16	1,16	1,05	13,64	0,66
26	1,738	4,691	1,08	0,31	1,18	1,29	13,76	0,56
27	1,718	4,687	1,10	0,37	1,13	1,25	14,49	0,57
28	1,590	4,655	1,01	0,24	1,04	1,03	10,46	0,52
29	1,721	4,687	1,06	0,28	1,10	1,26	13,71	0,54
30	1,587	4,654	1,04	0,20	1,10	1,03	10,82	0,54
31	1,716	4,685	0,99	0,28	0,99	1,25	12,38	0,51
32	1,703	4,682	1,07	0,26	1,01	1,23	14,06	0,55
33	1,569	4,650	1,38	0,14	1,33	1,00	13,46	0,71
34	1,680	4,677	1,22	0,22	1,19	1,18	14,03	0,63
35	1,729	4,689	1,03	0,22	1,04	1,28	13,81	0,53
36	1,710	4,685	1,16	0,29	1,75	1,24	14,77	0,60
37	1,626	4,662	1,20	0,15	1,18	1,09	14,00	0,62
38	1,874	4,728	0,88	0,39	0,84	1,59	13,96	0,45
39	1,745	4,693	1,08	0,29	1,02	1,31	12,81	0,56
40	1,687	4,678	1,19	0,31	1,98	1,20	13,87	0,61
41	1,786	4,703	0,87	0,37	0,90	1,39	13,77	0,45
42	1,694	4,679	1,06	0,25	1,20	1,21	13,63	0,55
43	1,662	4,671	1,33	0,19	1,34	1,15	15,81	0,69
44	1,773	4,699	1,00	0,27	1,04	1,36	14,84	0,52
45	1,799	4,706	1,26	0,24	1,29	1,42	17,51	0,65
46	1,706	4,681	1,30	0,16	1,30	1,23	17,37	0,67
47	1,622	4,662	0,86	0,24	0,92	1,08	9,83	0,44
Média			$1,14 \cdot 10^{-5}$		$1,19 \cdot 10^{-5}$	1,16	13,44	0,59
Desvio Padrão			$0,17 \cdot 10^{-5}$		$0,27 \cdot 10^{-5}$	0,20	2,01	0,09

TABELA 137 - Valores médios dos parâmetros : Tr, Bi, f, j, Za e TR.

MANGA TOMMY ATKINS						
Fluido	Tr (°C)	Bi	f (min)	j	Za (min)	TR (min ⁻¹)
AR	-9,5±0,4	0,96±0,24	126,2±13,4	1,20±0,05	47,9±3,8	0,0184
	-1,9±0,1	1,03±0,28	121,2±13,2	1,29±0,07	49,8±6,0	0,0191
ÁGUA	1,7±0,6	1,45±0,42	81,7±10,1	1,38±0,06	36,2±4,4	0,0284
MANGA KEITT						
Fluido	Tr (°C)	Bi	f (min)	j	Za (min)	TR (min ⁻¹)
AR	-4,8±0,6	1,16±0,20	181,3±34,7	1,27±0,05	75,5±11,9	0,0126
ÁGUA	3,0±1,0	1,32±0,33	118,2±12,0	1,40±0,09	52,7±5,9	0,0196

TABELA 138 - Valores dos experimentos de resfriamento a água
das mangas de cv. Tommy Atkins.

Manga	Nu_{exp}	Re	Nu_c
01	9,2	294,4	17,2
02	6,5	255,3	16,2
03	5,8	270,9	16,6
04	5,9	255,3	16,2
05	5,5	255,3	16,2
06	5,6	255,3	16,2
07	6,3	252,7	16,1
08	5,8	250,1	16,1
09	5,4	247,5	16,0
10	6,0	255,3	16,2
11	6,7	242,3	15,8
12	5,8	255,3	16,2
13	6,4	242,3	15,8
14	5,7	250,1	16,1
15	6,5	247,5	16,0
16	5,6	260,5	16,3
17	5,6	247,5	16,0
18	7,4	250,1	16,1
19	6,4	270,9	16,6
20	5,8	247,5	16,0
21	5,0	250,1	16,1
22	7,4	247,5	16,0
23	5,4	242,3	15,8
24	5,9	252,7	16,1
26	5,6	260,5	16,3

TABELA 139 - Valores dos experimentos de resfriamento a ar a temperatura média de $-9,5 \pm 0,4^{\circ}\text{C}$ das mangas de cv. Tommy Atkins.

Manga	Nu_{exp}	Re	Nu_c
27	107,1	29549,9	178,0
28	114,6	29279,0	177,1
29	104,5	29279,0	177,1
30	102,8	29008,0	176,1
31	85,0	26026,0	165,0
32	90,3	26297,0	166,0
33	90,3	27110,1	169,1
34	103,2	25568,0	163,2
35	76,6	26297,0	166,0
36	105,3	26568,0	167,0
37	91,8	27652,2	171,1
38	89,0	25212,0	161,9
39	87,6	26297,0	166,0
40	82,5	26568,0	167,0
41	81,3	25212,0	161,9
42	115,0	27652,3	171,1
43	98,1	26297,0	166,0
44	71,9	24399,0	158,7
45	78,1	27110,0	169,1
46	99,0	27381,0	170,1
47	79,2	26297,0	166,0
48	107,2	27381,2	170,1

TABELA 140 - Valores dos experimentos de resfriamento a ar a temperatura média de $-1,9 \pm 0,1^{\circ}\text{C}$ das mangas de cv. Tommy Atkins.

Manga	Nu_{exp}	Re	Nu_c
49	120,3	27327,2	170,0
50	133,8	27628,6	171,0
51	128,9	27884,4	171,9
52	113,6	27884,4	171,9
53	77,2	24047,1	157,3
54	89,6	24814,5	160,3
55	93,8	25070,4	161,3
56	88,5	25582,0	163,3
57	83,8	25582,0	163,3
58	82,5	25837,8	164,3
59	84,3	24302,9	158,3
60	93,9	24302,9	158,3
61	95,0	25070,4	161,3
62	79,4	24302,9	158,3
63	91,8	25070,4	161,3
64	90,8	25070,4	161,3
65	88,1	25070,4	161,3
66	77,8	24558,7	159,3
67	82,0	25582,0	163,3
68	95,7	25582,0	163,3
69	66,3	23535,4	155,3

TABELA 141 - Valores dos experimentos de resfriamento a água das mangas de cv. Keitt.

Manga	Nu_{exp}	Re	Nu_c
01	4,8	344,4	17,7
02	5,2	377,6	18,4
03	4,7	344,4	17,7
04	4,2	347,4	17,7
05	5,9	359,5	17,9
06	6,3	368,6	18,2
07	5,9	368,6	18,2
08	5,5	344,4	17,7
09	5,5	371,6	18,2
10	6,6	362,5	18,1
11	6,7	359,5	17,9
12	6,3	368,6	18,2
13	5,8	356,5	17,9
14	8,0	374,6	18,4
15	5,9	338,4	17,5
16	5,8	374,6	18,4
17	6,6	359,5	17,9
18	5,3	359,5	17,9
19	6,7	365,6	18,1
20	6,0	338,4	17,5
21	5,3	353,5	17,8
22	5,9	347,4	17,7
23	4,4	371,6	18,2

TABELA 142 - Valores dos experimentos de resfriamento a ar a temperatura média de $-4,8 \pm 0,6^{\circ}\text{C}$ das mangas de cv. Keitt.

Manga	Nu_{exp}	Re	Nu_c
24	78,0	29509,2	177,9
25	79,1	31337,6	184,4
26	82,4	32382,2	188,1
27	81,2	30293,0	180,7
28	61,1	31598,7	185,3
29	82,1	32382,2	188,1
30	62,7	31337,6	184,4
31	70,6	30815,3	182,6
32	84,2	32382,2	188,1
33	79,3	30815,3	182,6
34	76,6	31859,9	186,3
35	82,1	29509,6	177,9
36	87,1	32121,0	187,2
37	73,7	31859,9	186,3
38	79,6	28464,9	174,1
39	72,4	30815,3	182,6
40	75,7	30554,2	181,6
41	77,2	29509,6	177,9
42	81,0	30293,0	180,7
43	89,4	32121,0	187,2
44	81,0	30554,2	181,7
45	98,9	29509,6	277,9
46	98,2	30554,2	181,6
47	57,0	31337,6	184,4

9. FIGURAS : Representações gráficas de resfriamentos obtidas das diferenças de temperaturas versus tempo nos experimentos com as mangas Tommy Atkins e Keitt .

MANCA - TOMMY ATKINS

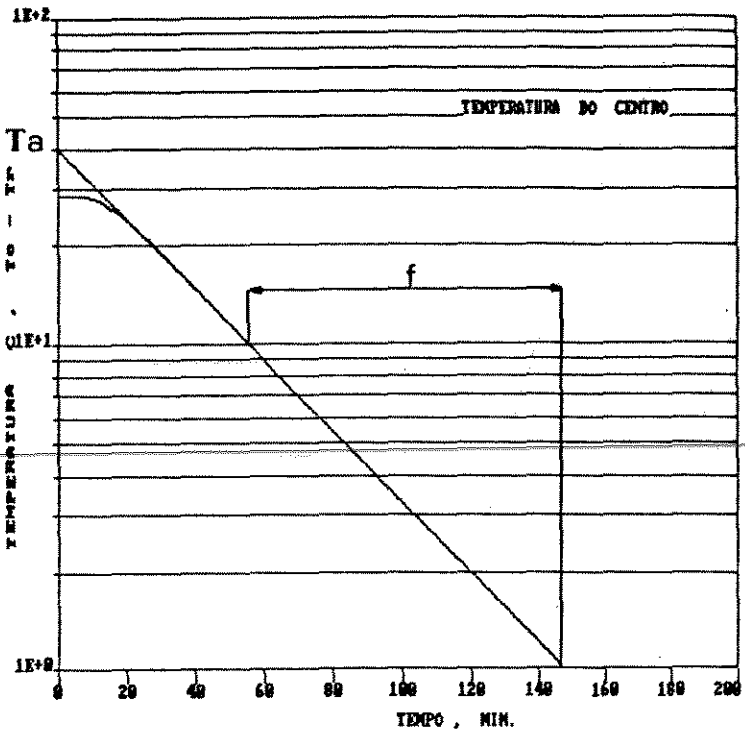


Figura 1

MANCA - TOMMY ATKINS

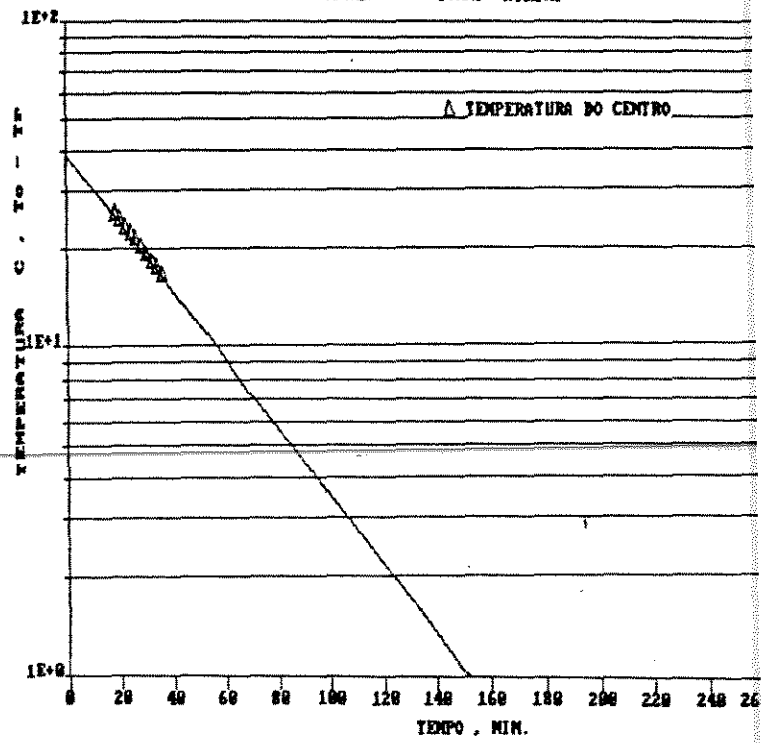


Figura 2

MANCA - TOMMY ATKINS

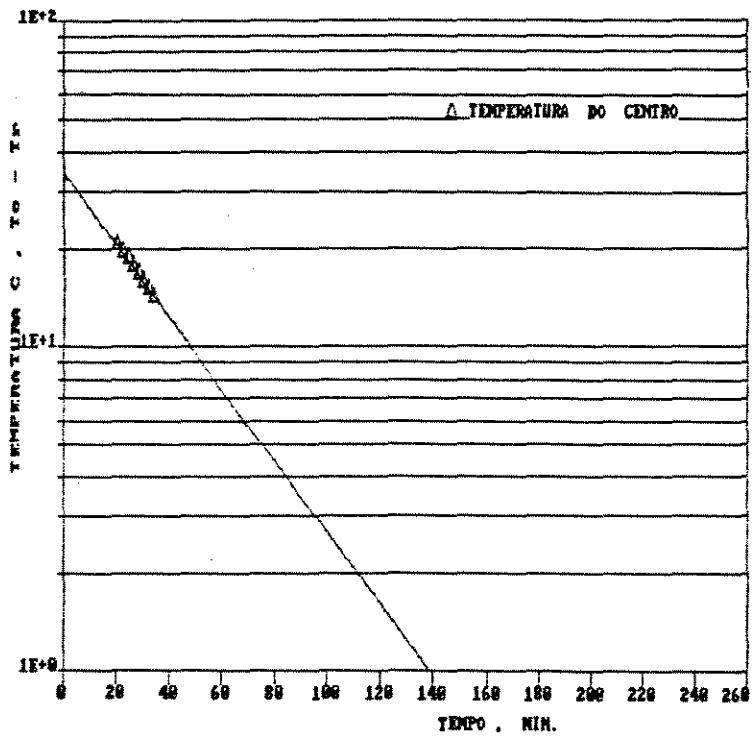


Figura 3

MANCA - TOMMY ATKINS

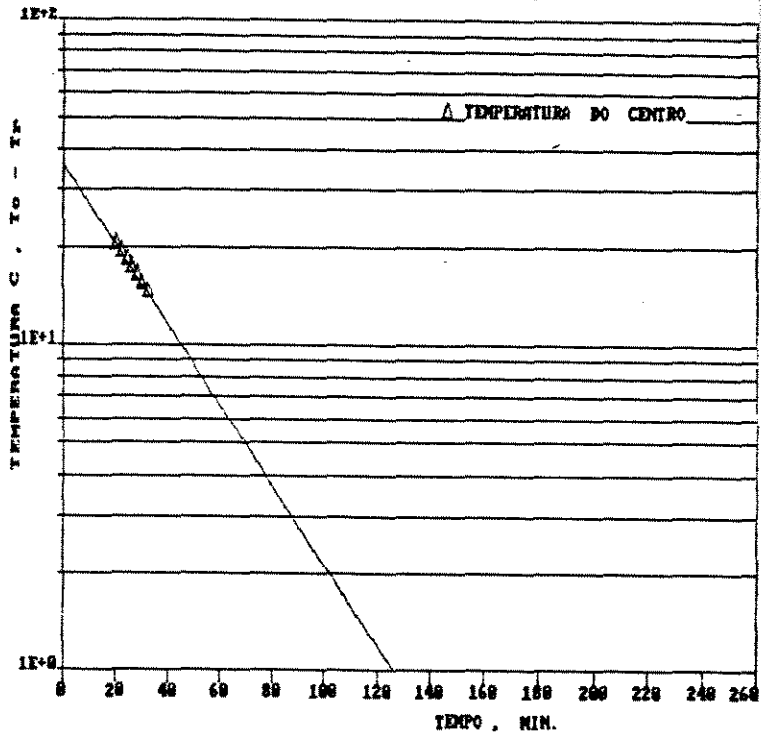


Figura 4

MANCA - TOMMY ATKINS

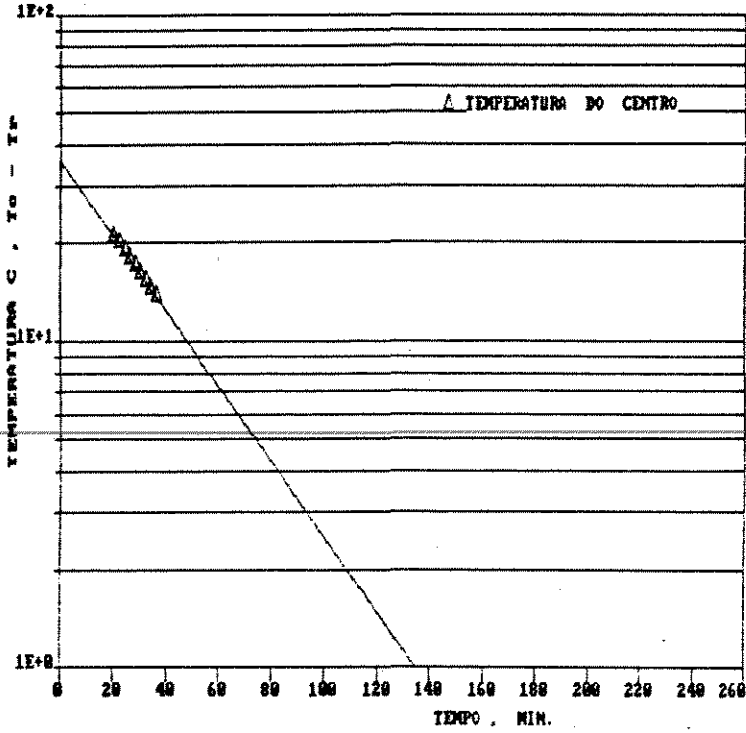


Figura 5

MANCA - TOMMY ATKINS

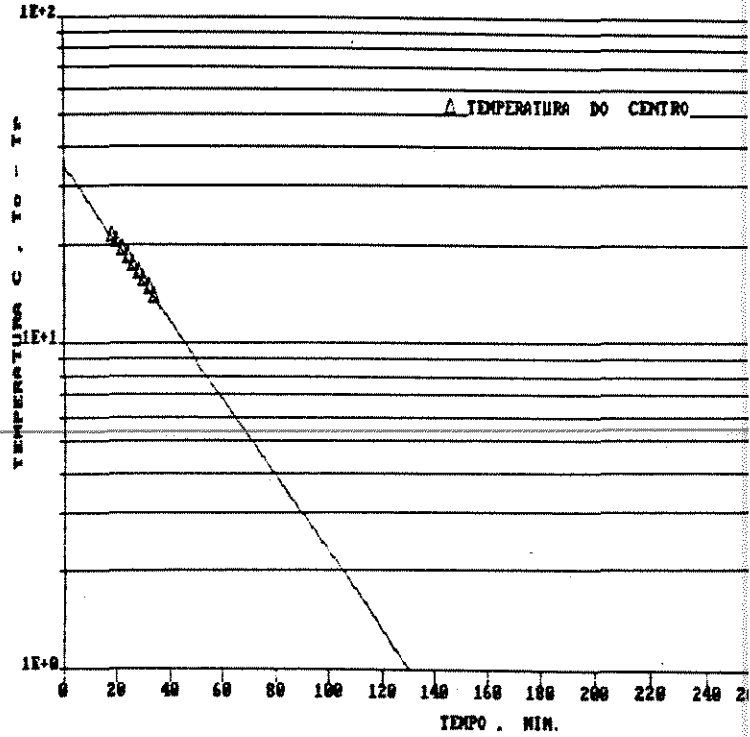


Figura 6

MANCA - TOMMY ATKINS

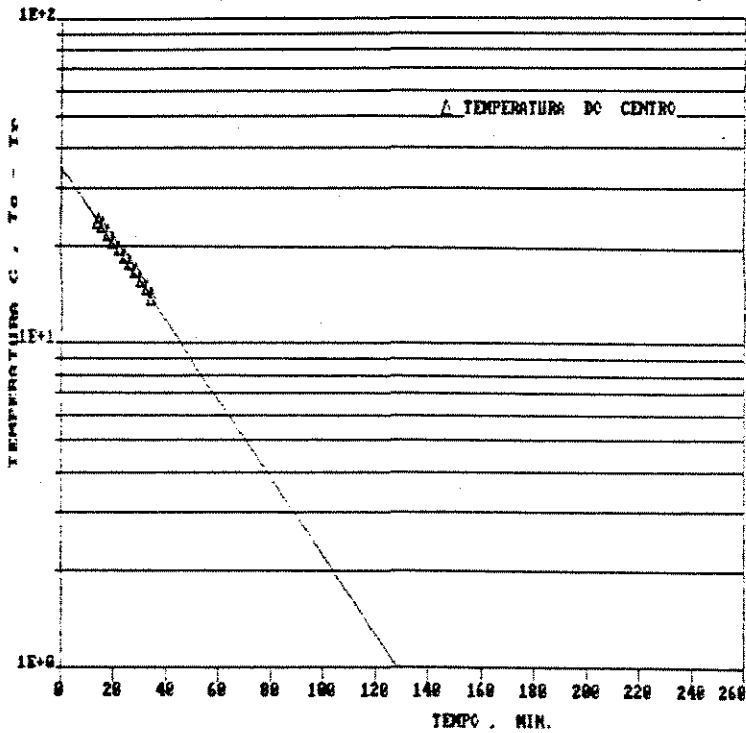


Figura 7

MANCA - TOMMY ATKINS

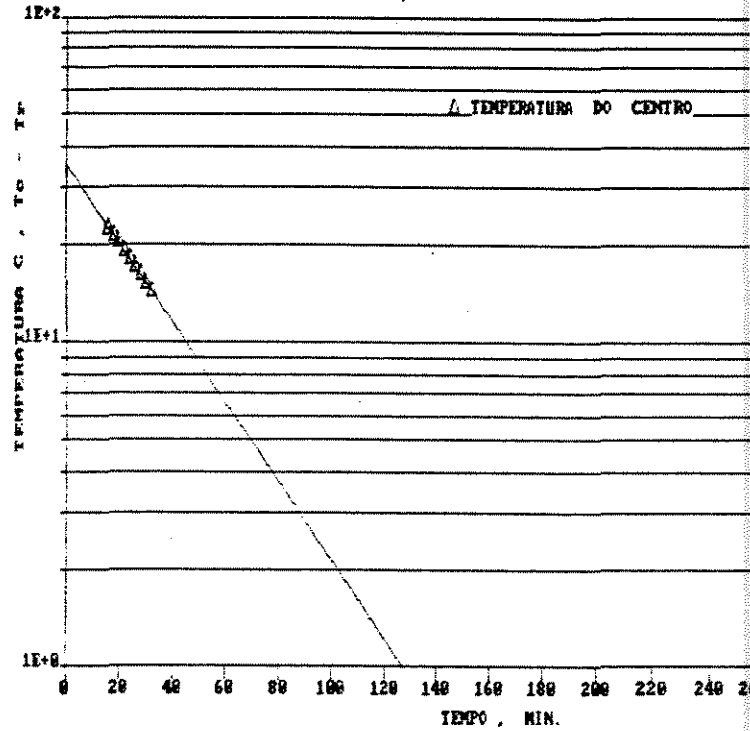


Figura 8

MANGA - TOMMY ATKINS

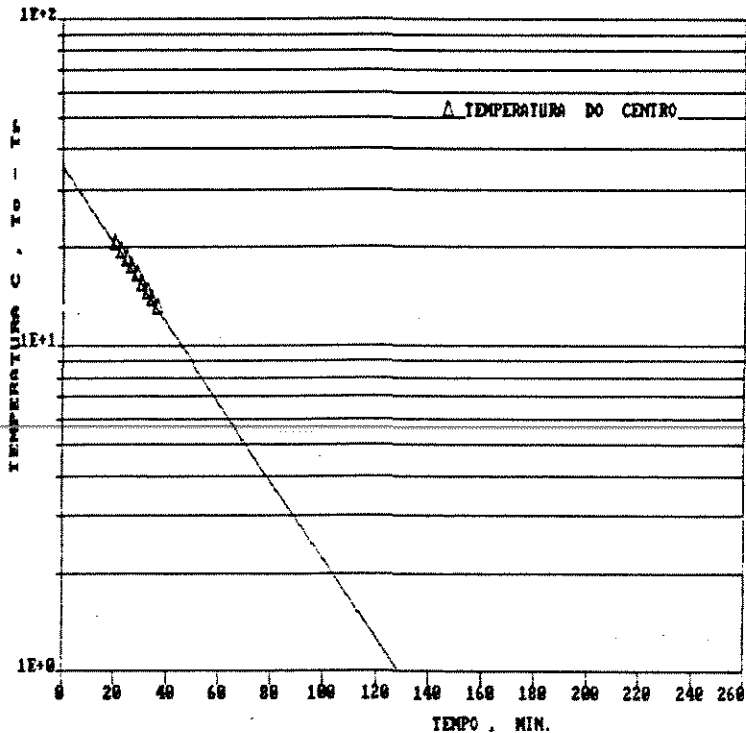


Figura 9

MANGA - TOMMY ATKINS

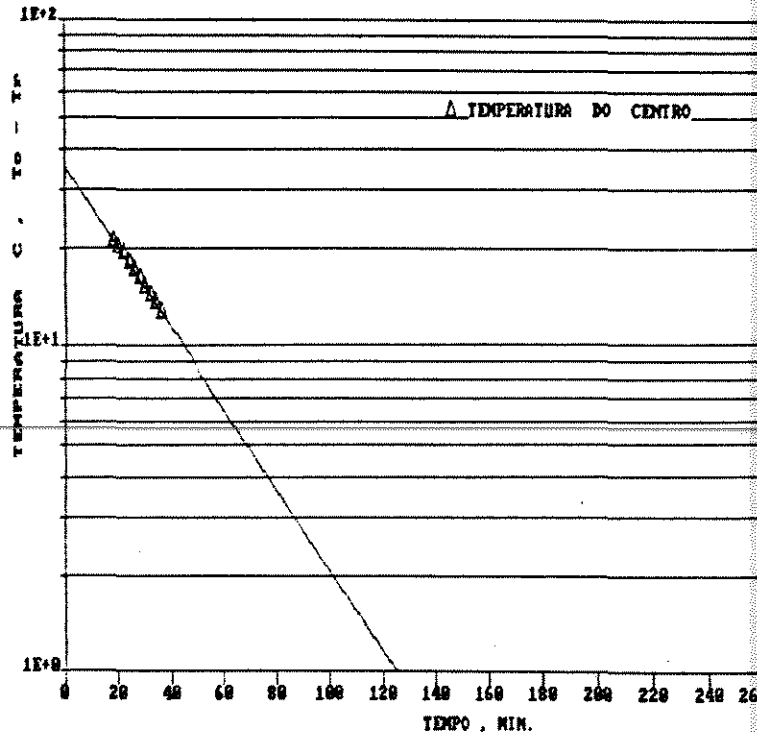


Figura 10

MANGA - TOMMY ATKINS

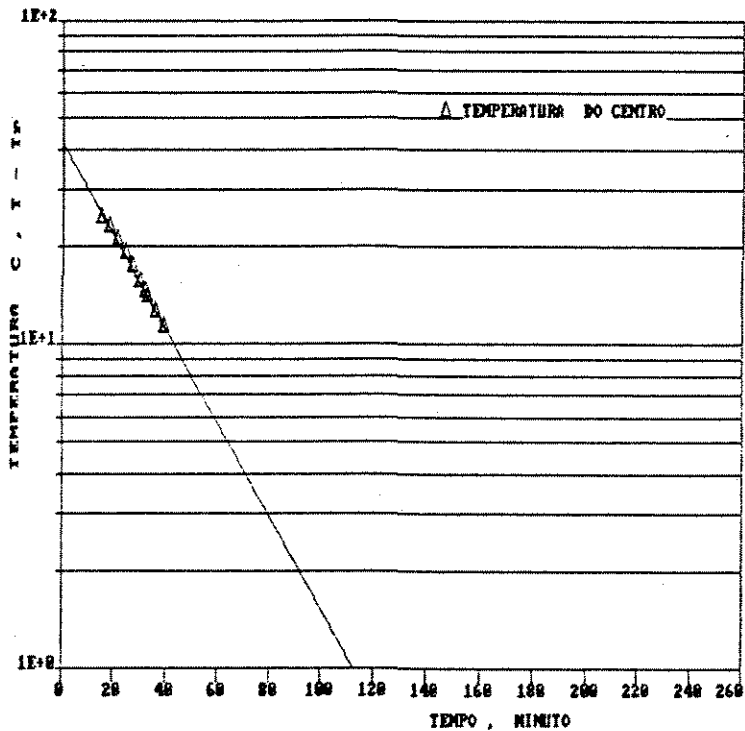


Figura 11

MANGA - TOMMY ATKINS

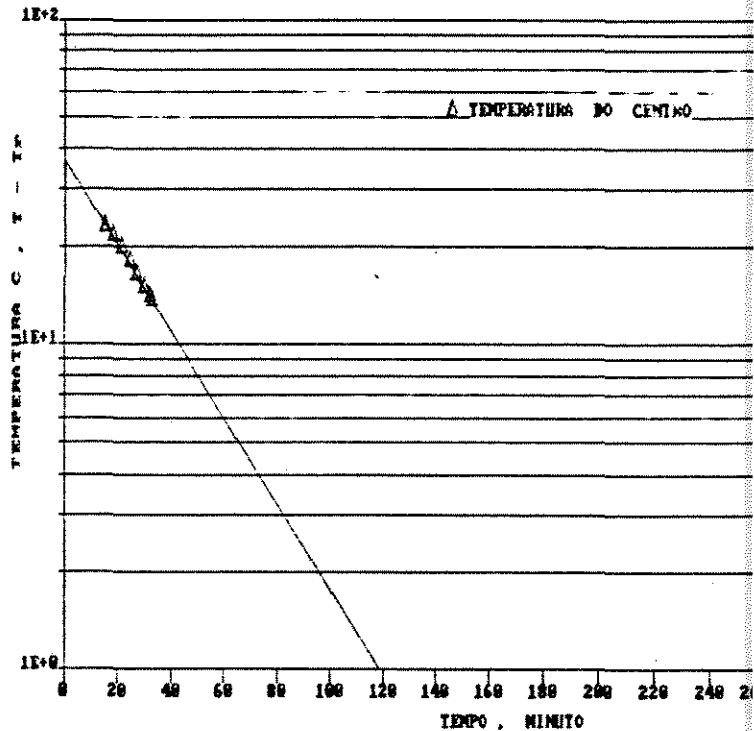


Figura 12

MANCA - TOMMY ATKINS

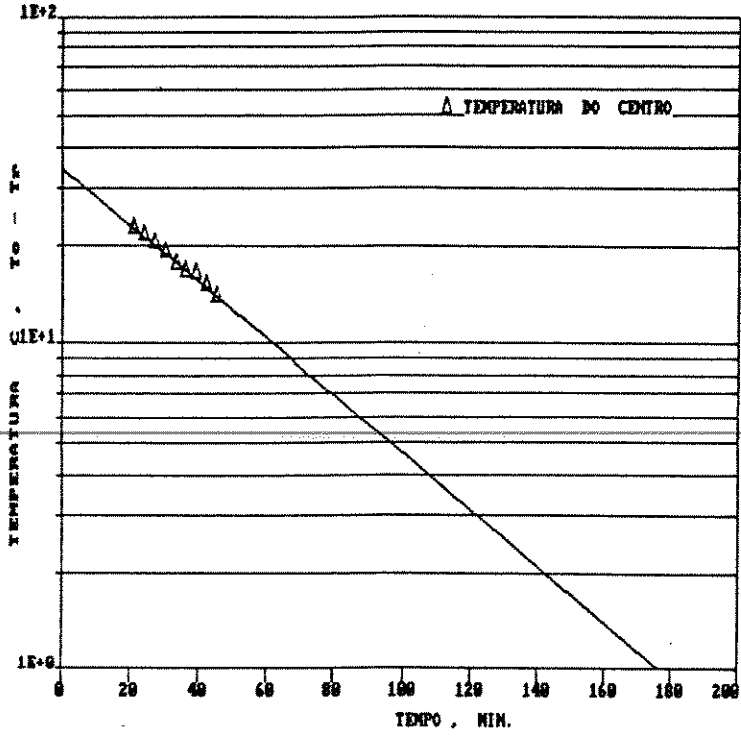


Figura 13

MANCA - TOMMY ATKINS

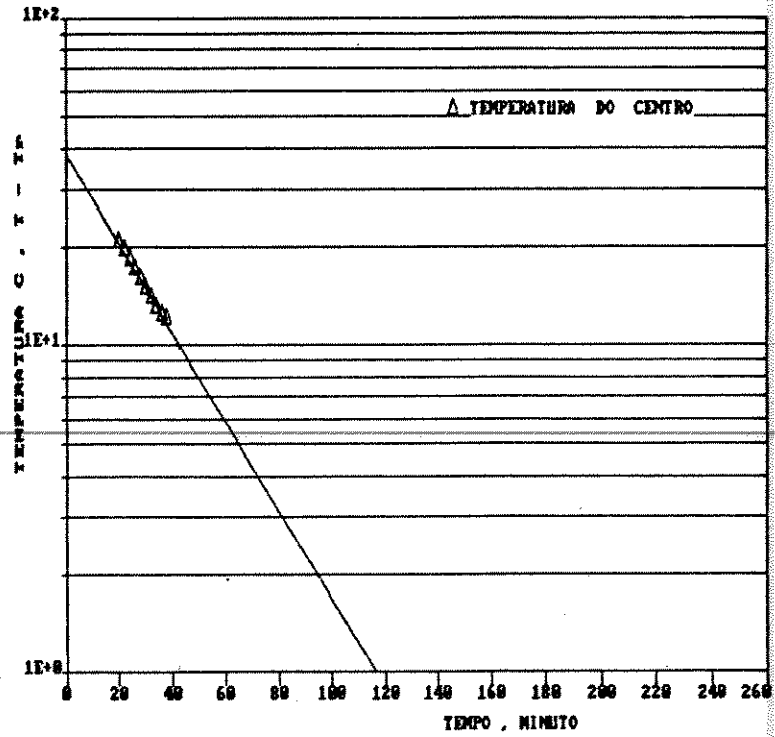


Figura 14

MANCA - TOMMY ATKINS

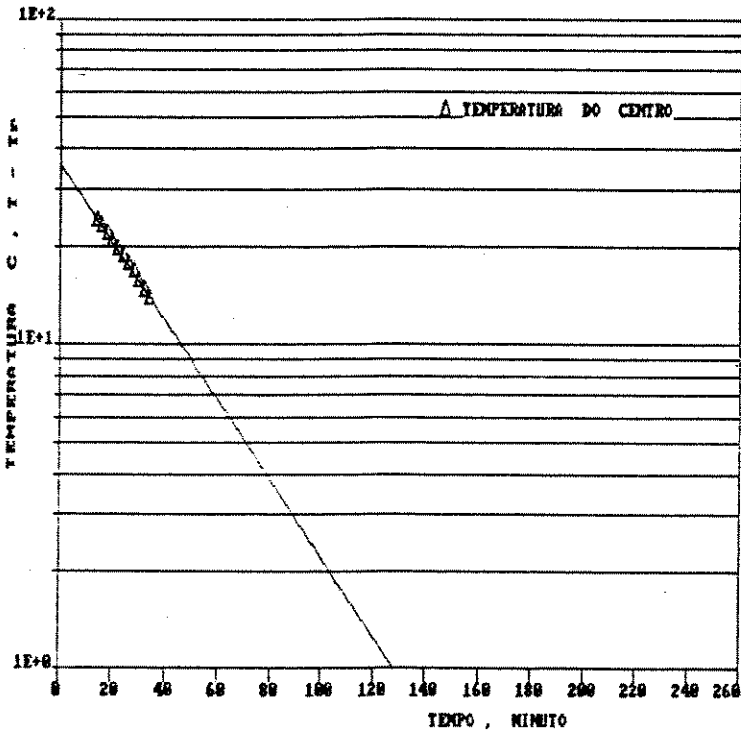


Figura 15

MANCA - TOMMY ATKINS

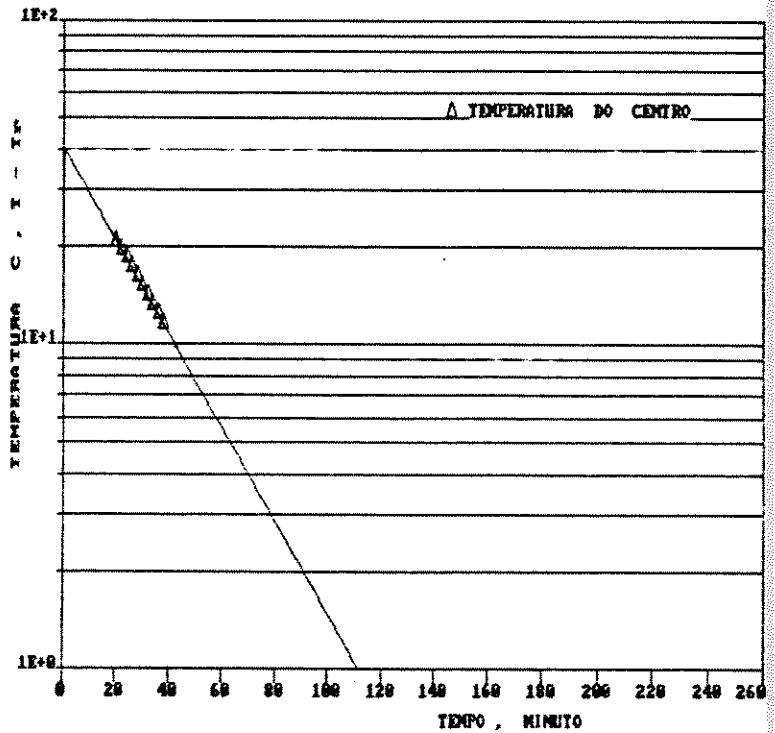


Figura 16

MANGA - TOMMY ATKINS

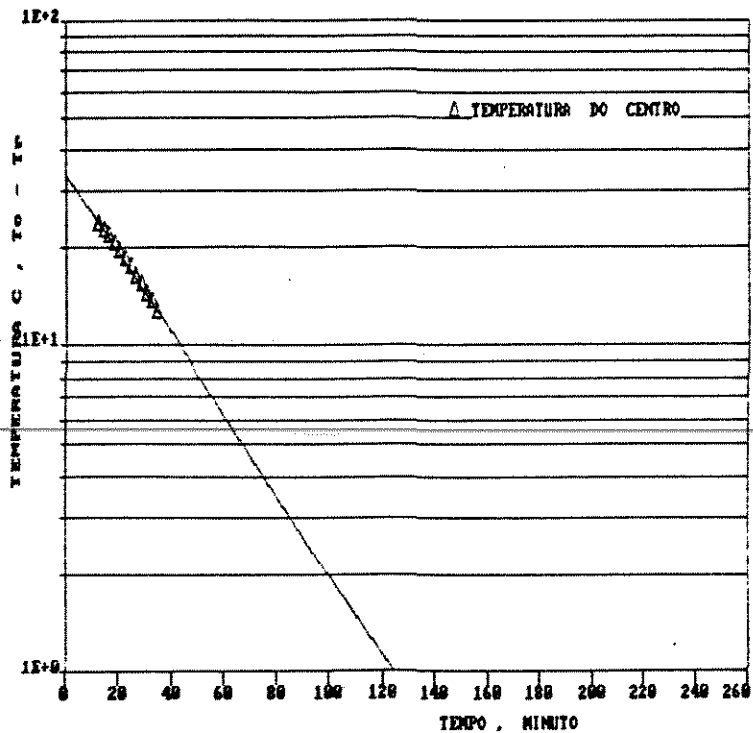


Figura 17

MANGA - TOMMY ATKINS

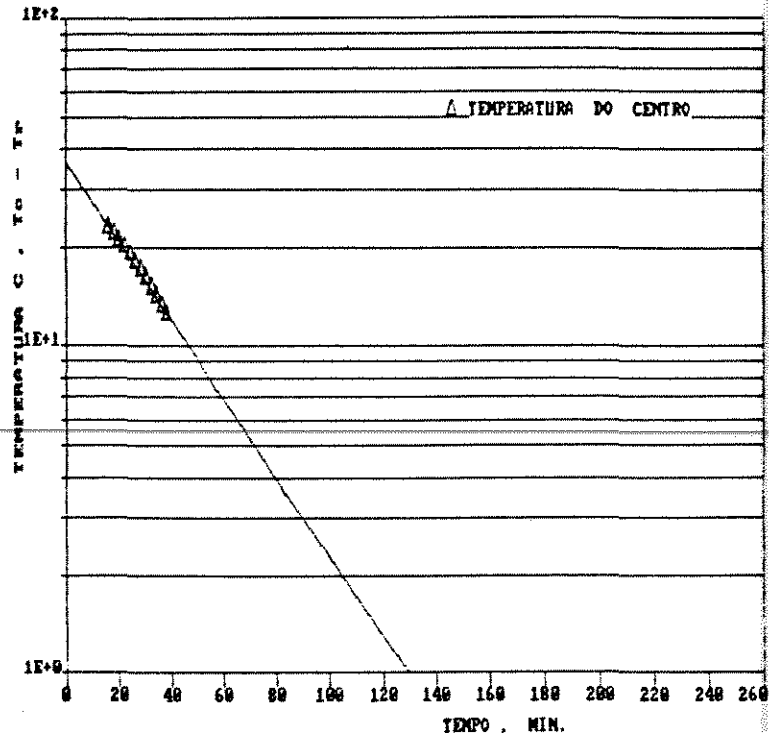


Figura 18

MANGA - TOMMY ATKINS

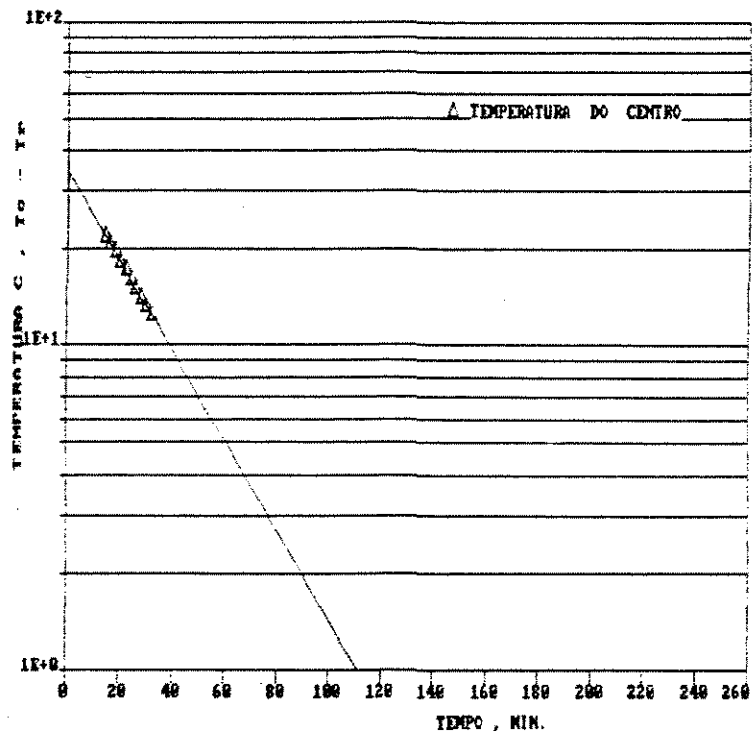


Figura 19

MANGA - TOMMY ATKINS

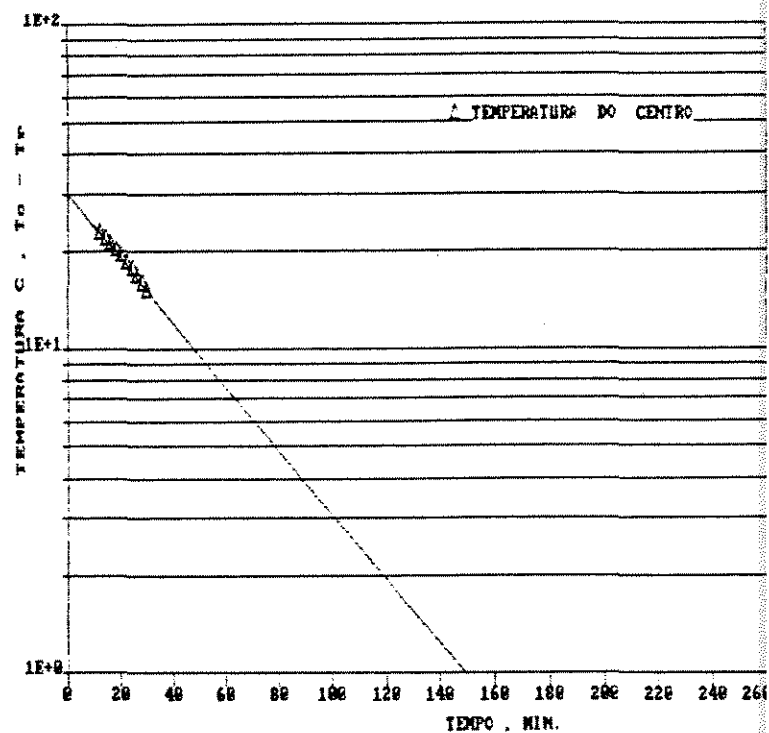


Figura 20

MANGA - TOMMY ATKINS

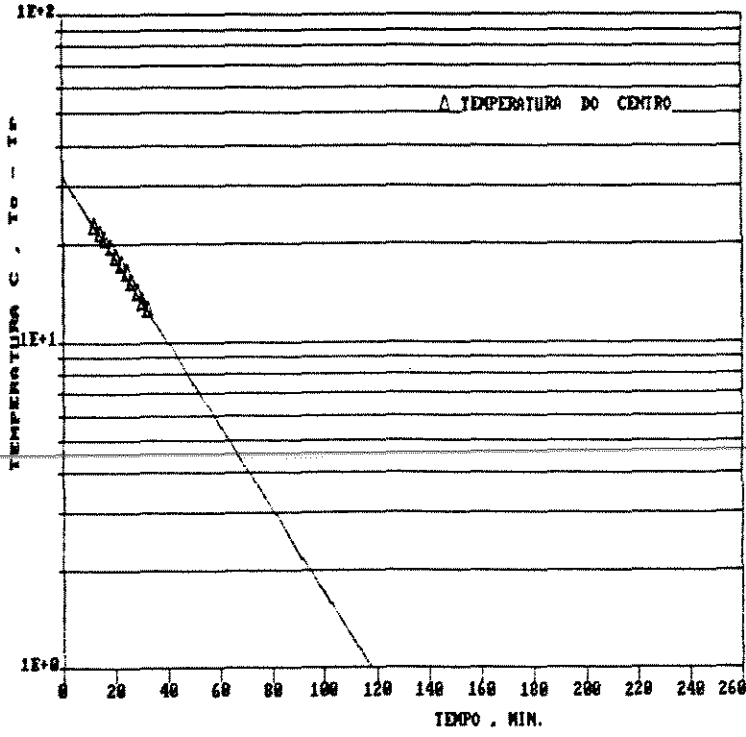


Figura 21

MANGA - TOMMY ATKINS

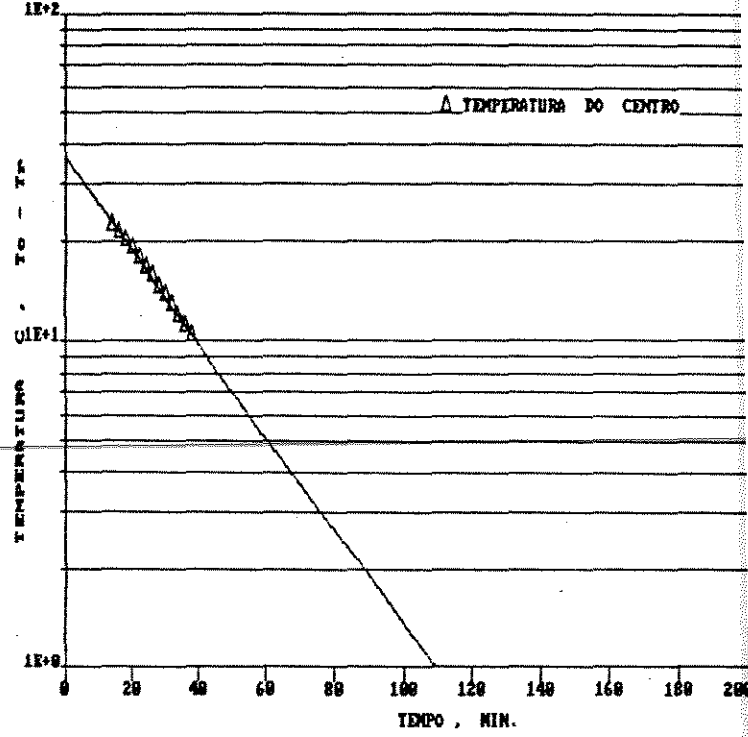


Figura 22

MANGA - TOMMY ATKINS

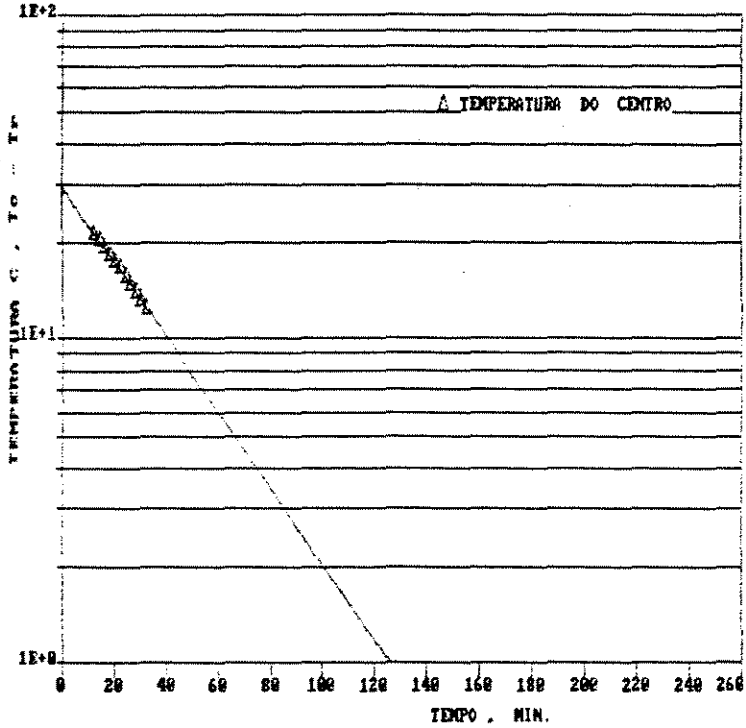


Figura 23

MANGA - TOMMY ATKINS

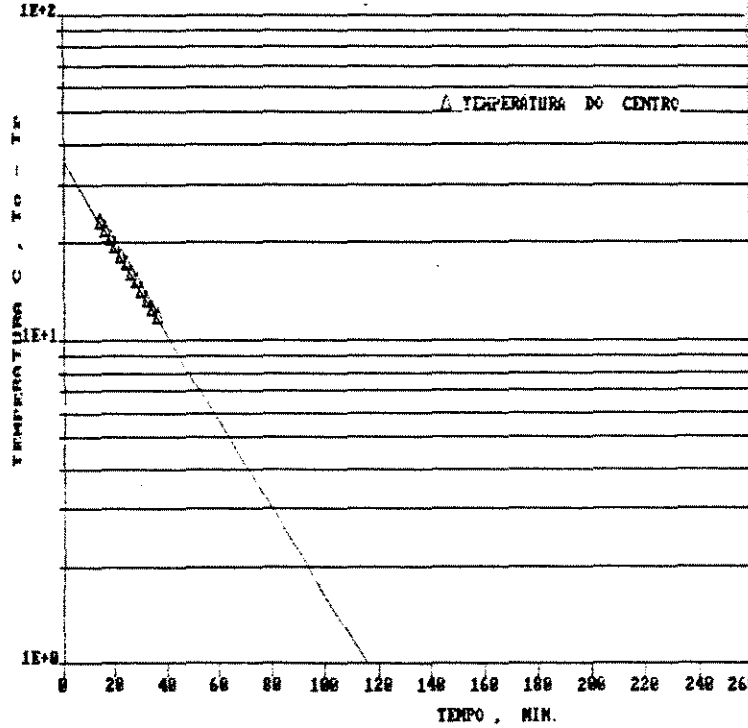


Figura 24

MANGA - TOMMY ATKINS

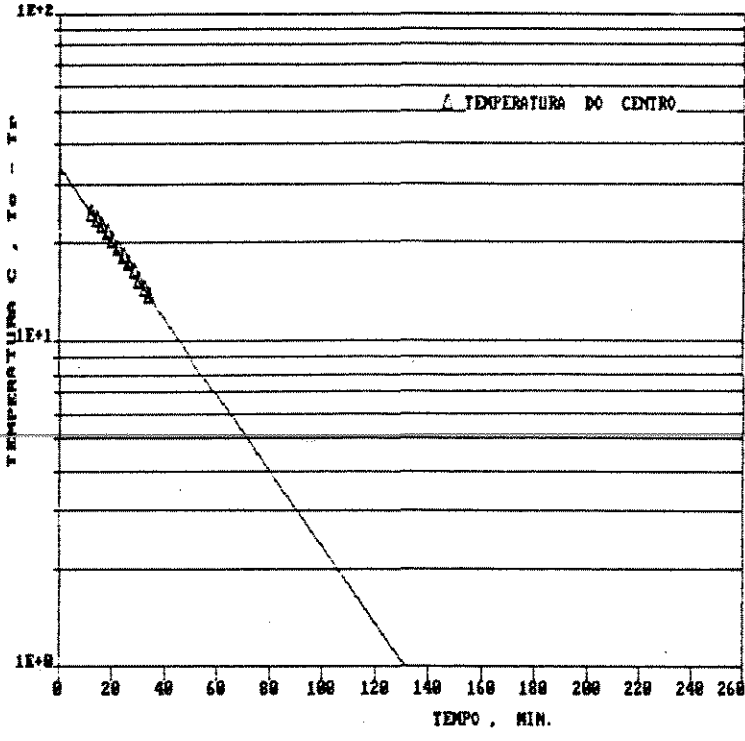


Figura 25

MANGA - TOMMY ATKINS

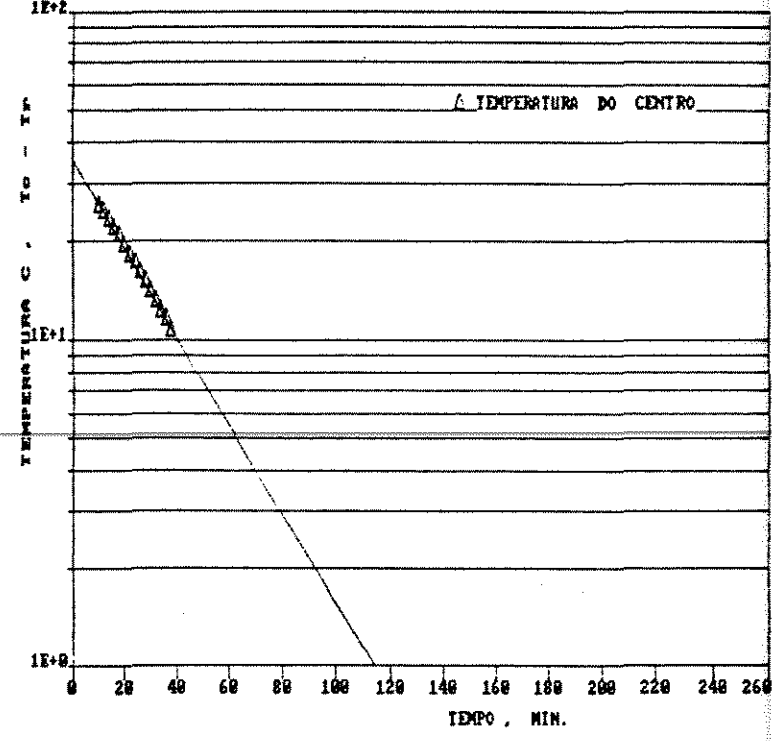


Figura 26

MANGA - TOMMY ATKINS

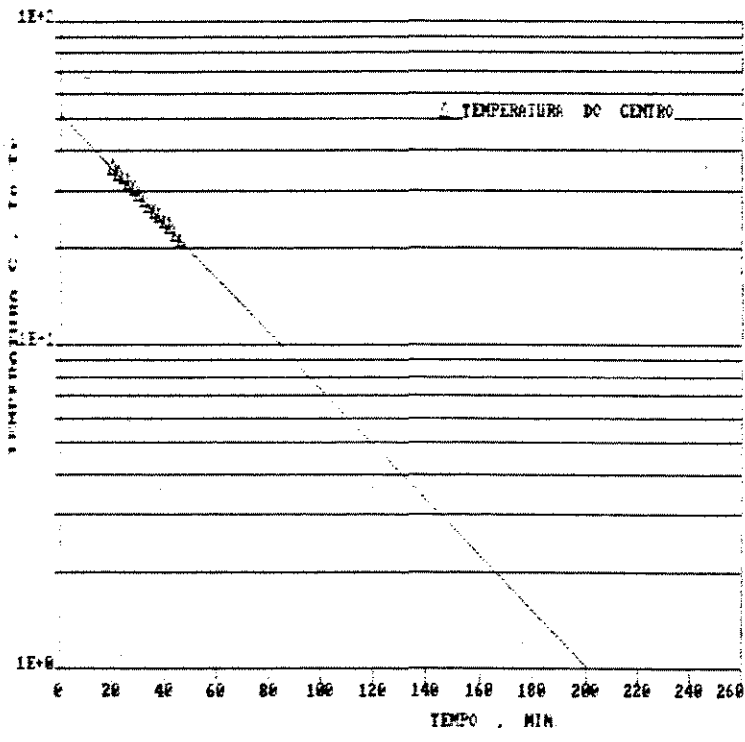


Figura 27

MANGA - TOMMY ATKINS

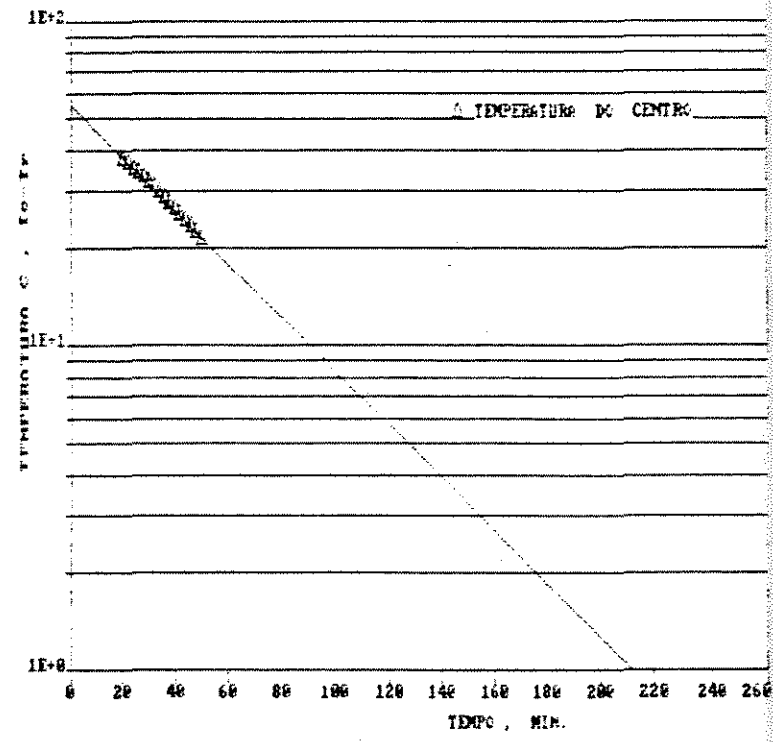


Figura 28

MANGA - TOMMY ATKINS

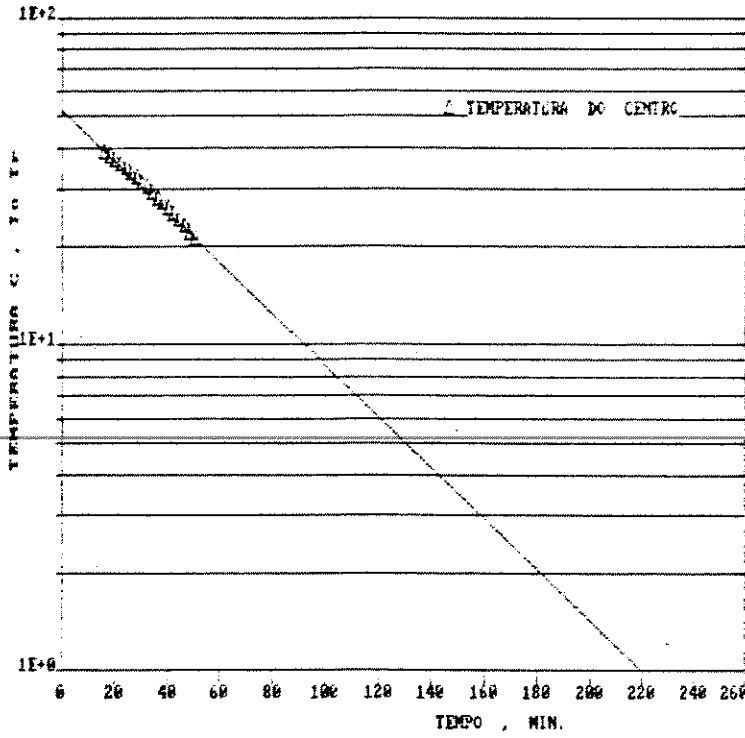


Figura 29

MANGA - TOMMY ATKINS

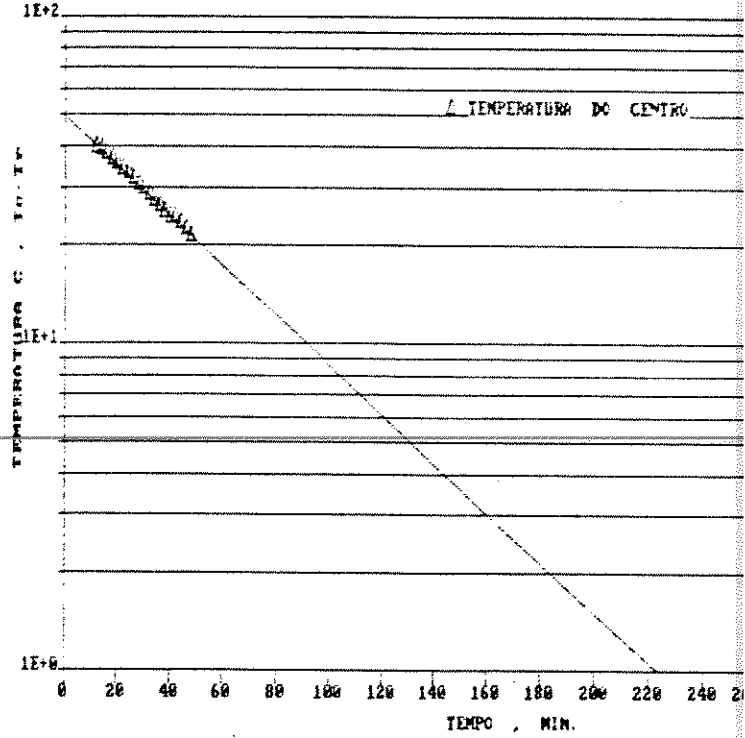


Figura 30

MANGA - TOMMY ATKINS

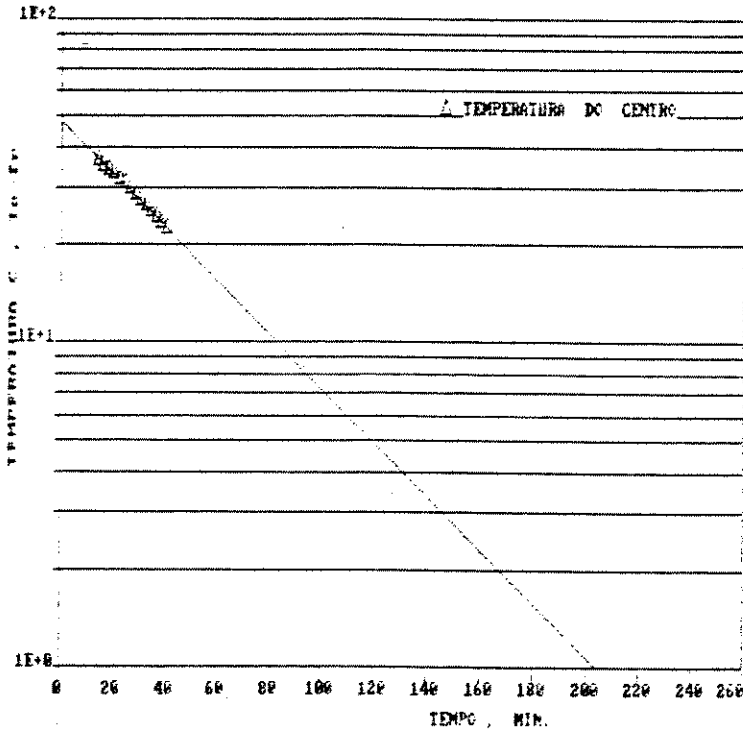


Figura 31

MANGA - TOMMY ATKINS

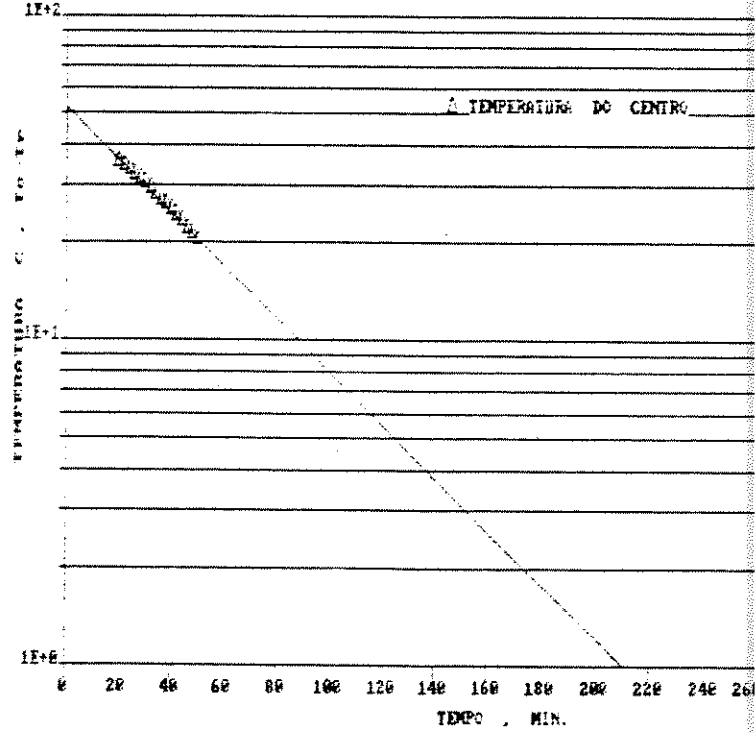


Figura 32

MANGA - TOMMY ATKINS

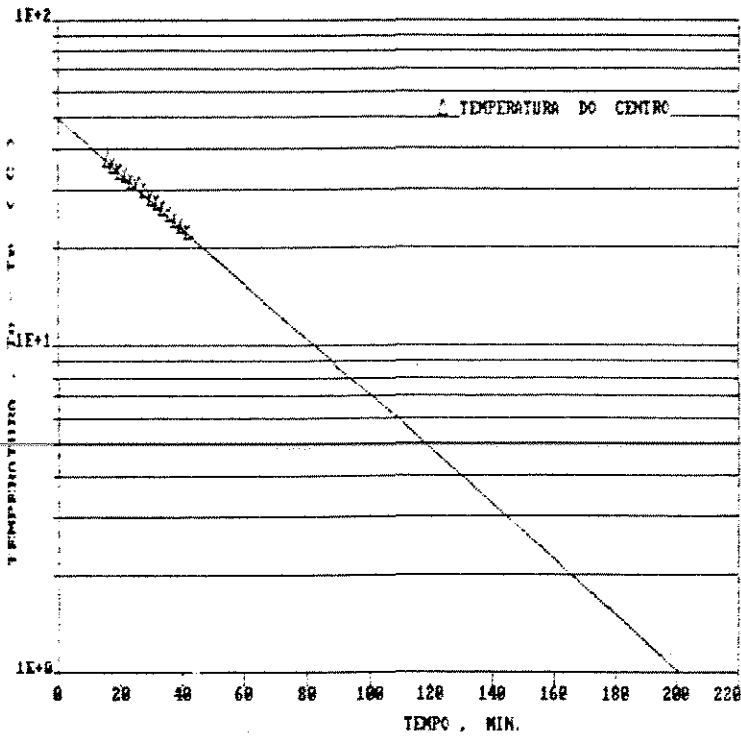


Figura 33

MANGA - TOMMY ATKINS

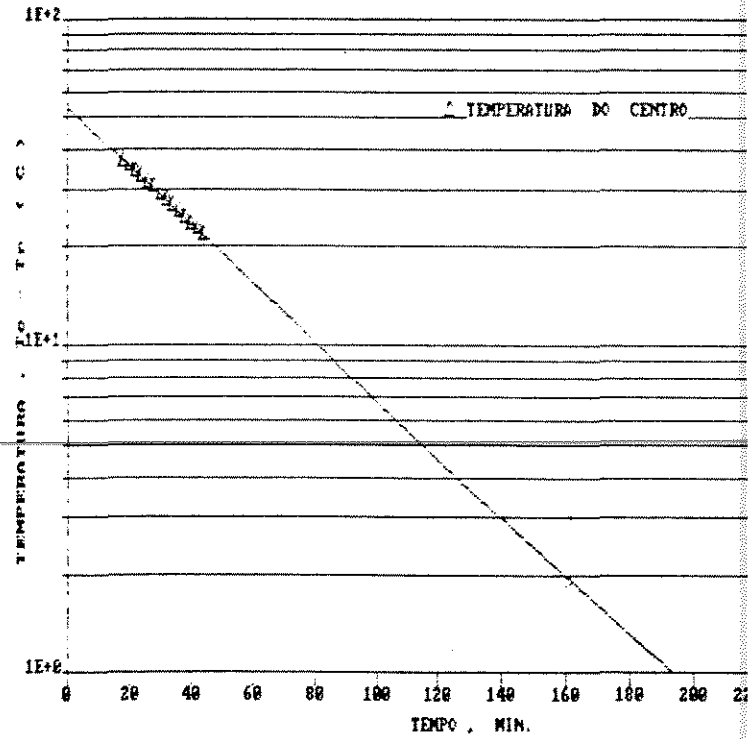


Figura 34

MANGA - TOMMY ATKINS

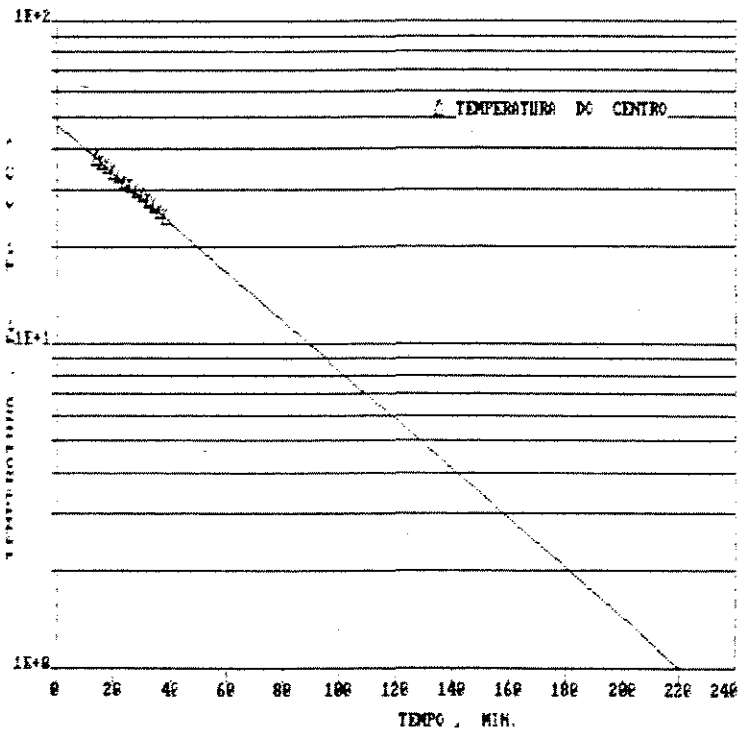


Figura 35

MANGA - TOMMY ATKINS

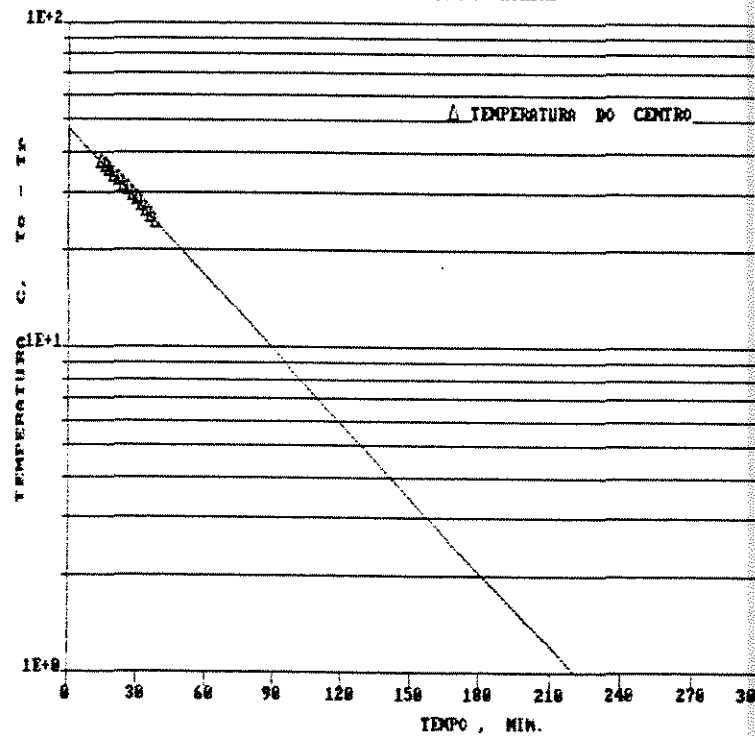


Figura 36

MANCA - TOMMY ATKINS

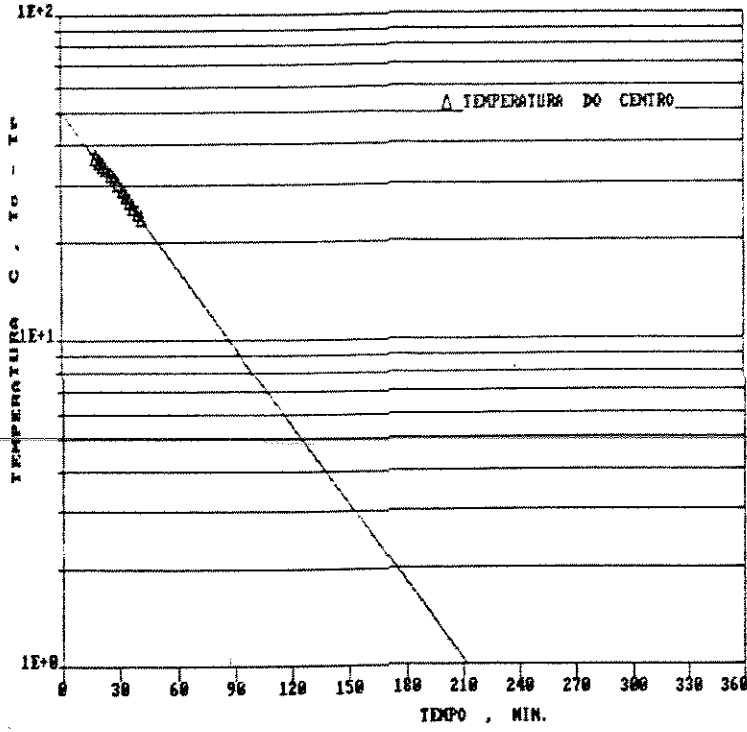


Figura 37

MANCA - TOMMY ATKINS

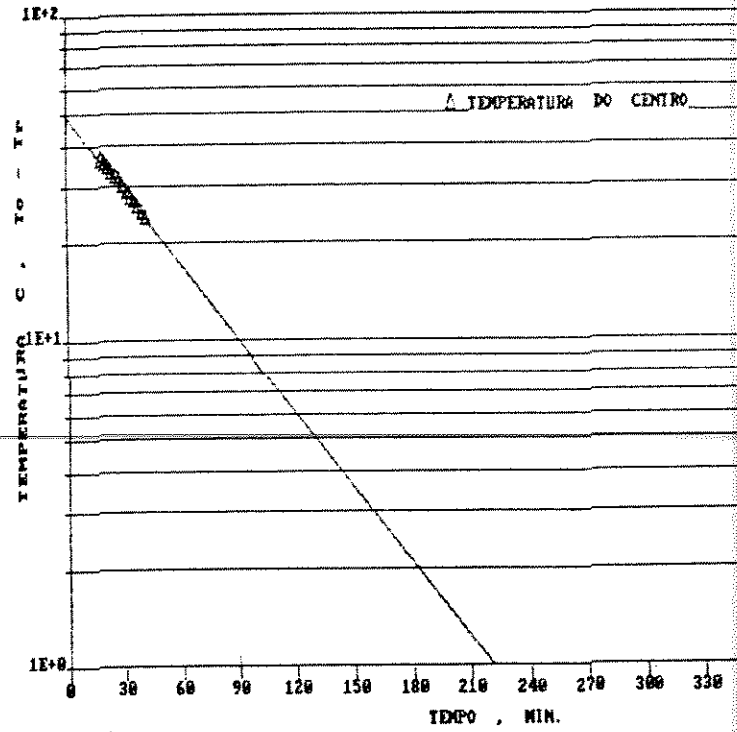


Figura 38

MANCA - TOMMY ATKINS

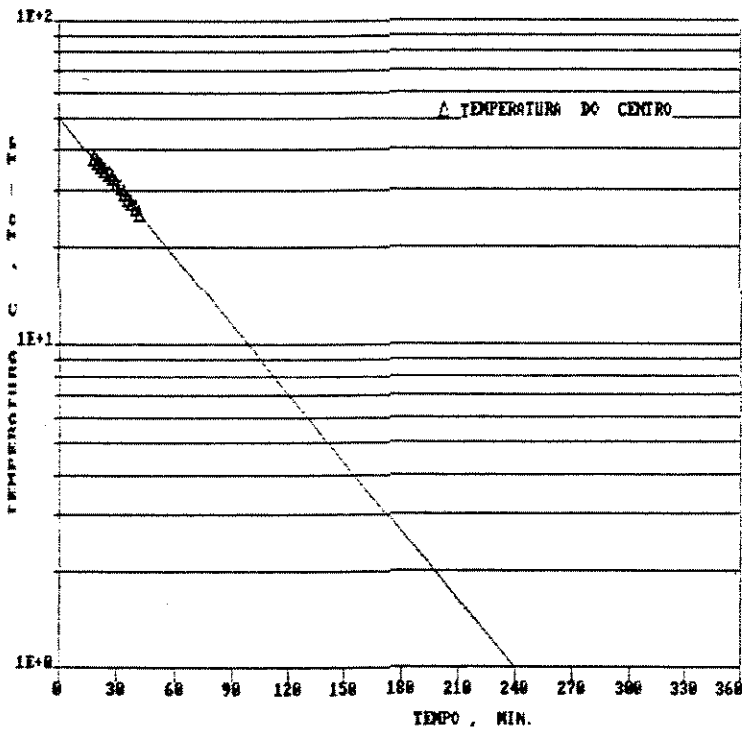


Figura 39

MANCA - TOMMY ATKINS

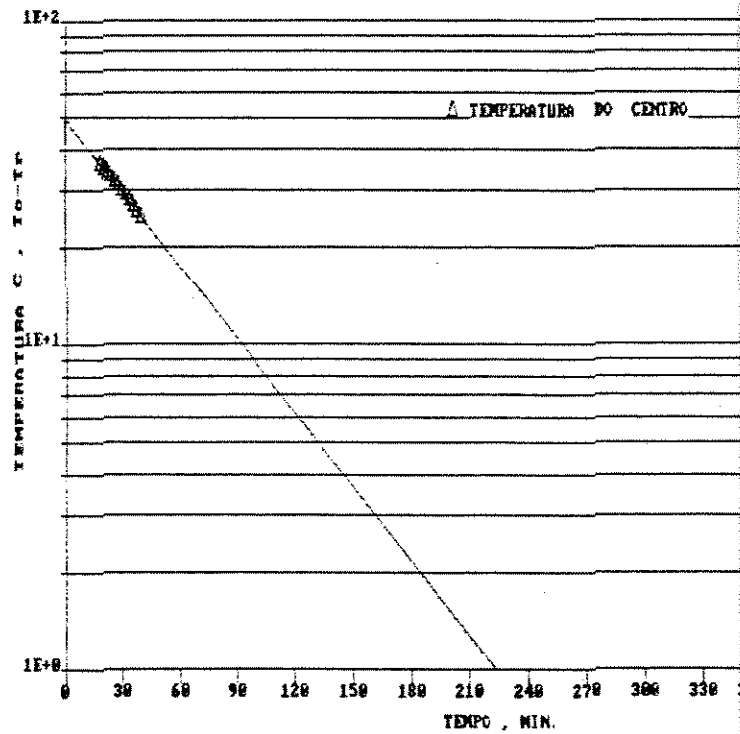


Figura 40

MANCA - TOMMY ATKINS

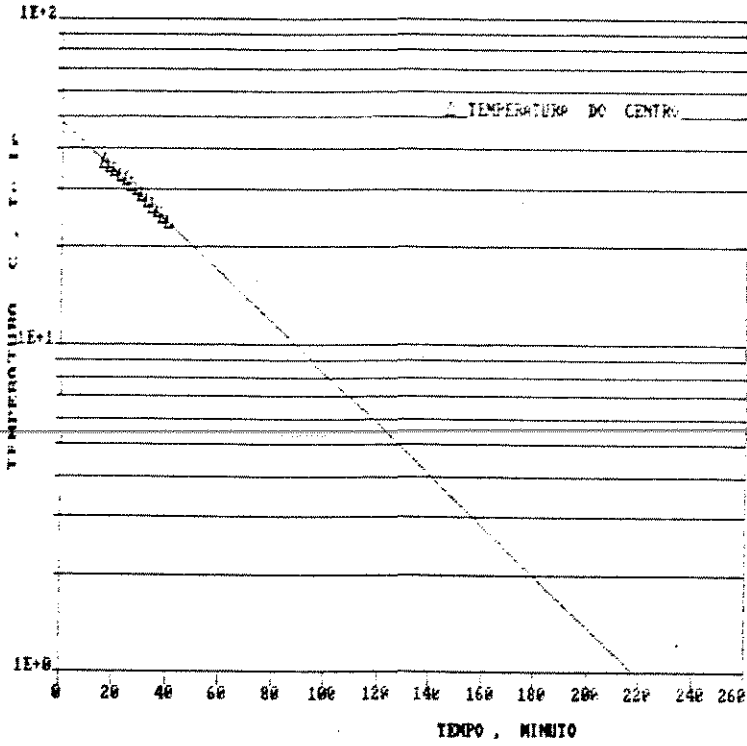


Figura 41

MANCA - TOMMY ATKINS

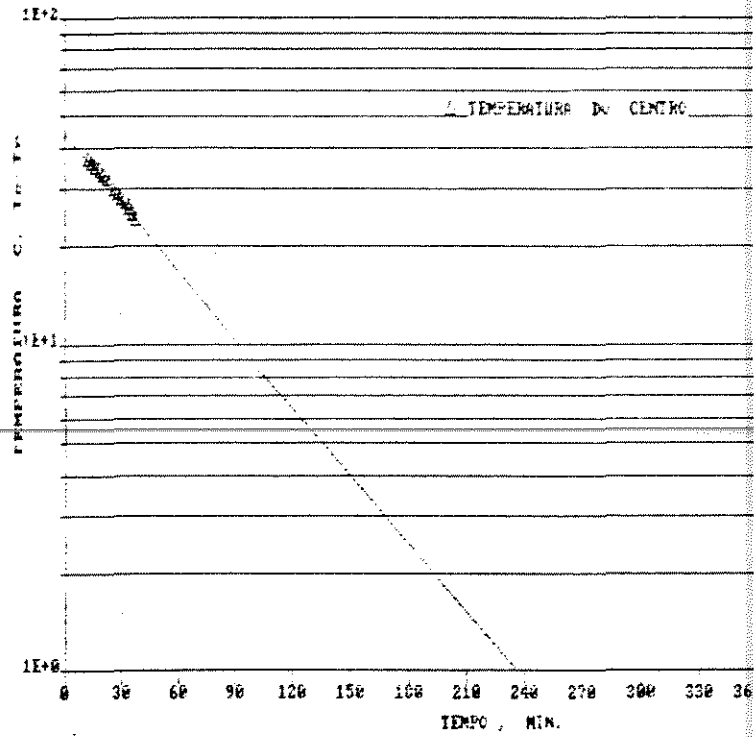


Figura 42

MANCA - TOMMY ATKINS

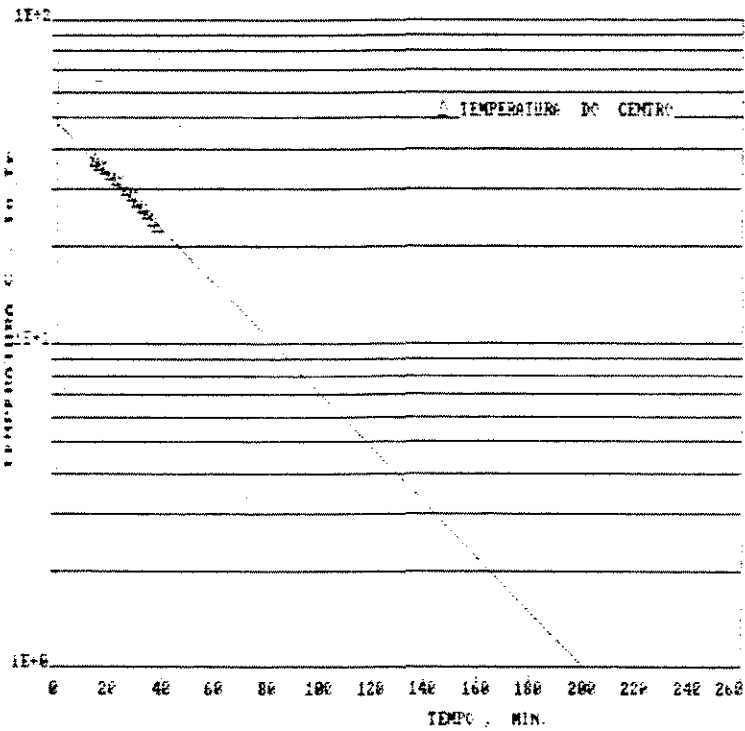


Figura 43

MANCA - TOMMY ATKINS

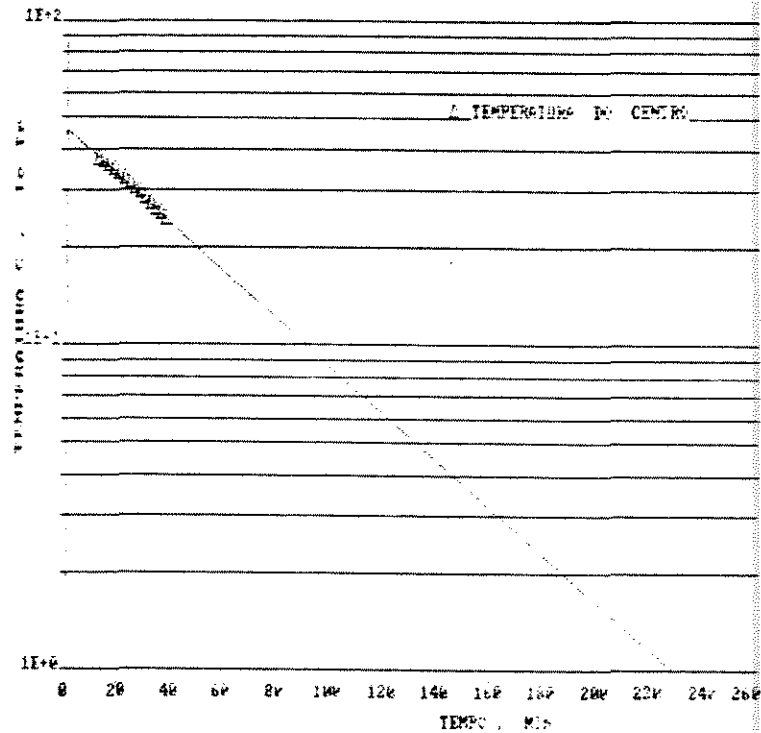


Figura 44

MANGA - TOMMY ATKINS

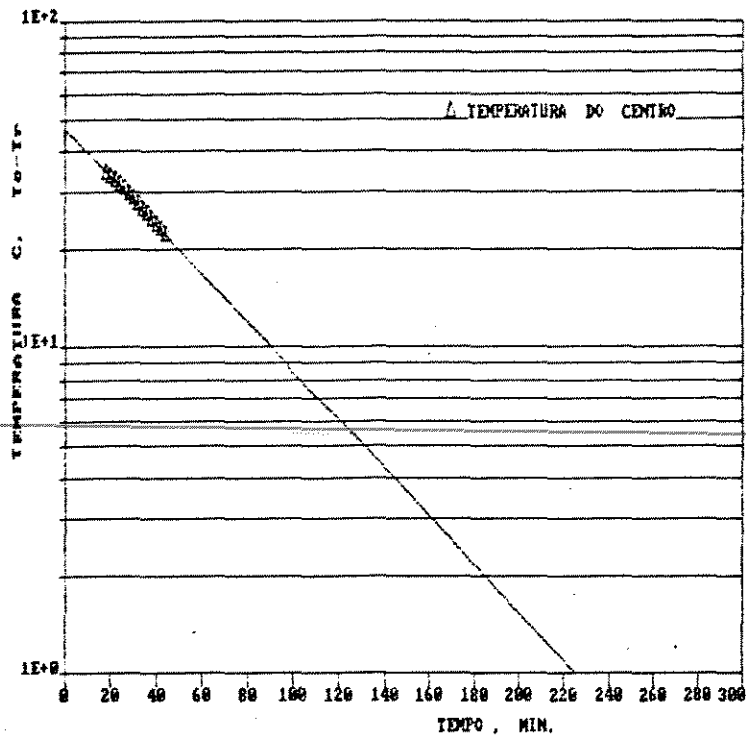


Figura 45

MANGA - TOMMY ATKINS

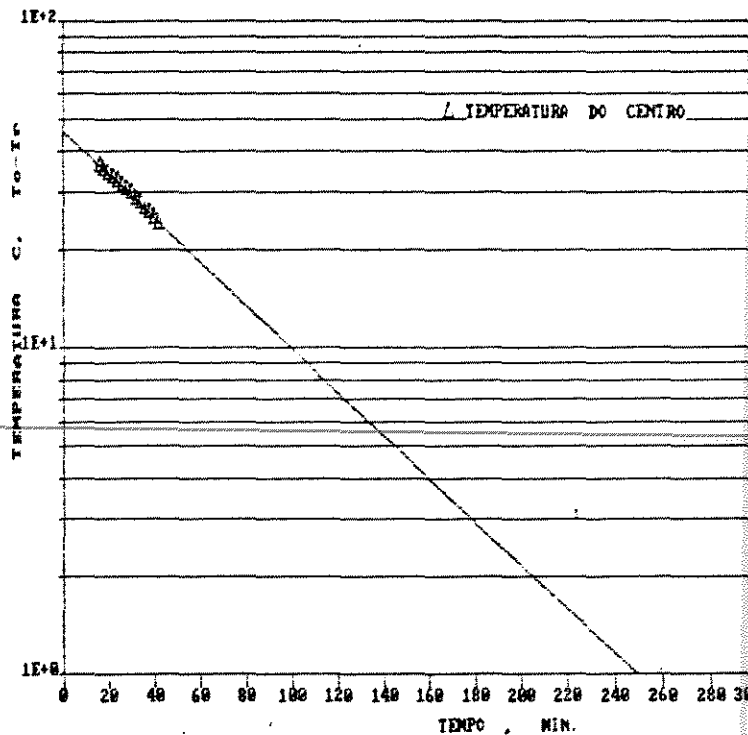


Figura 46

MANGA - TOMMY ATKINS

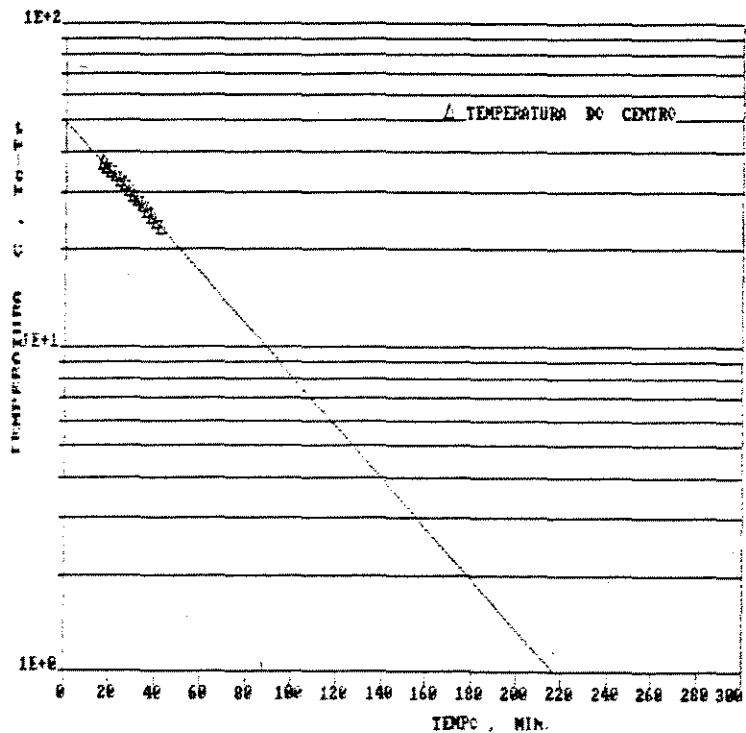


Figura 47

MANGA - TOMMY ATKINS

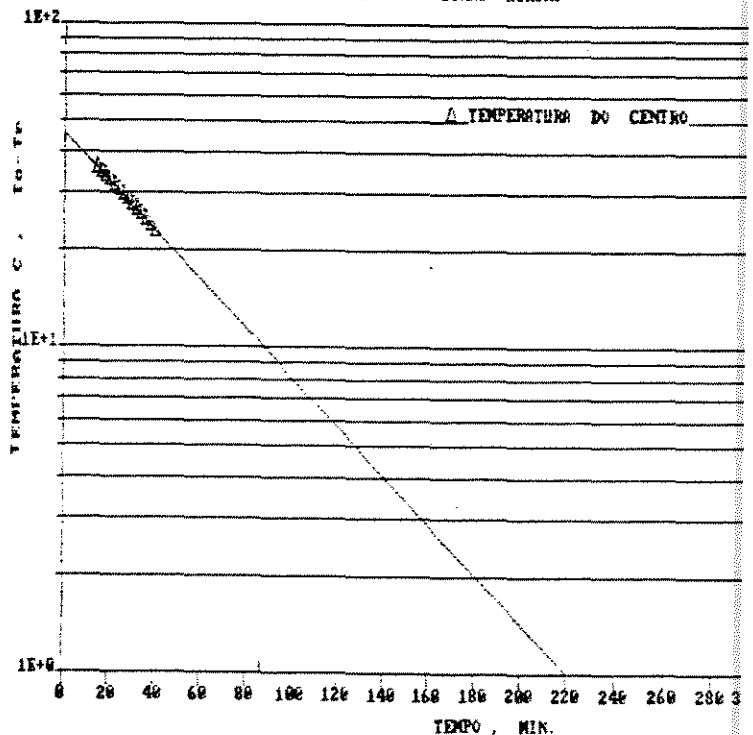


Figura 48

MANGA - TOMMY ATKINS

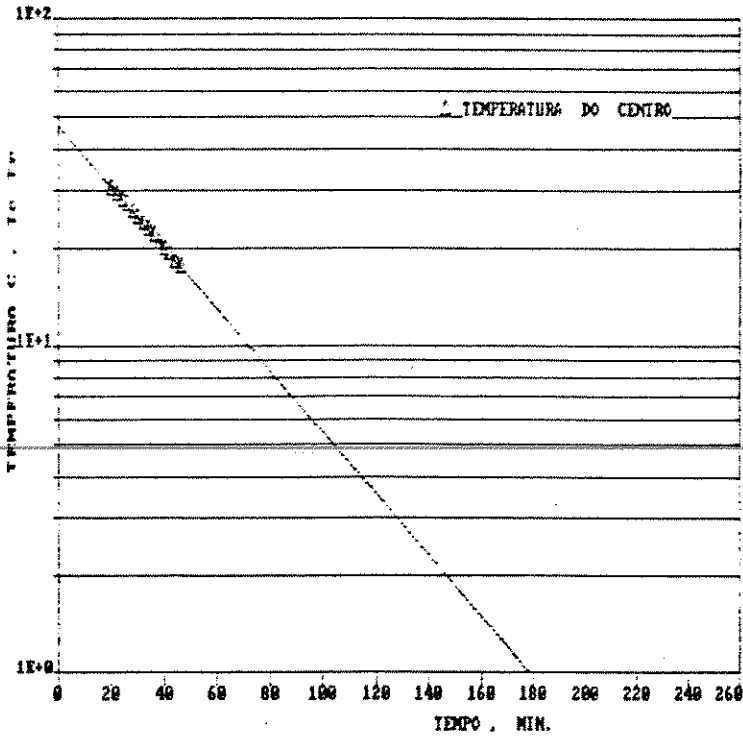


Figura 49

MANGA - TOMMY ATKINS

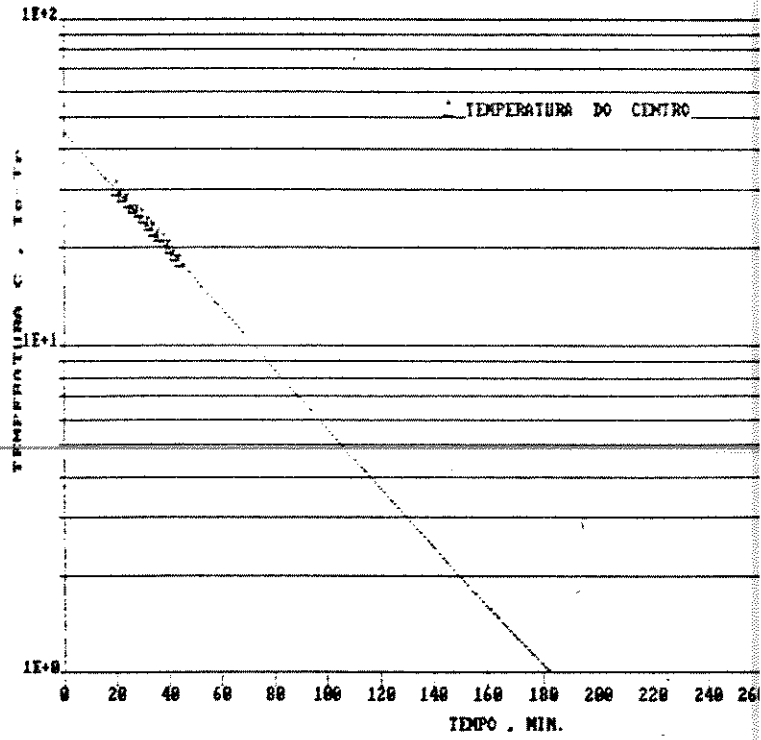


Figura 50

MANGA - TOMMY ATKINS

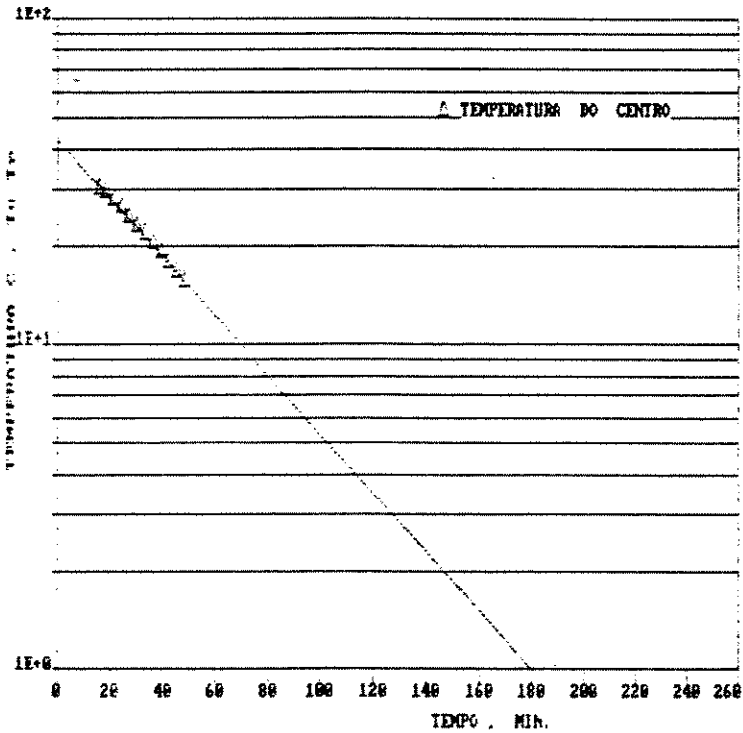


Figura 51

MANGA - TOMMY ATKINS

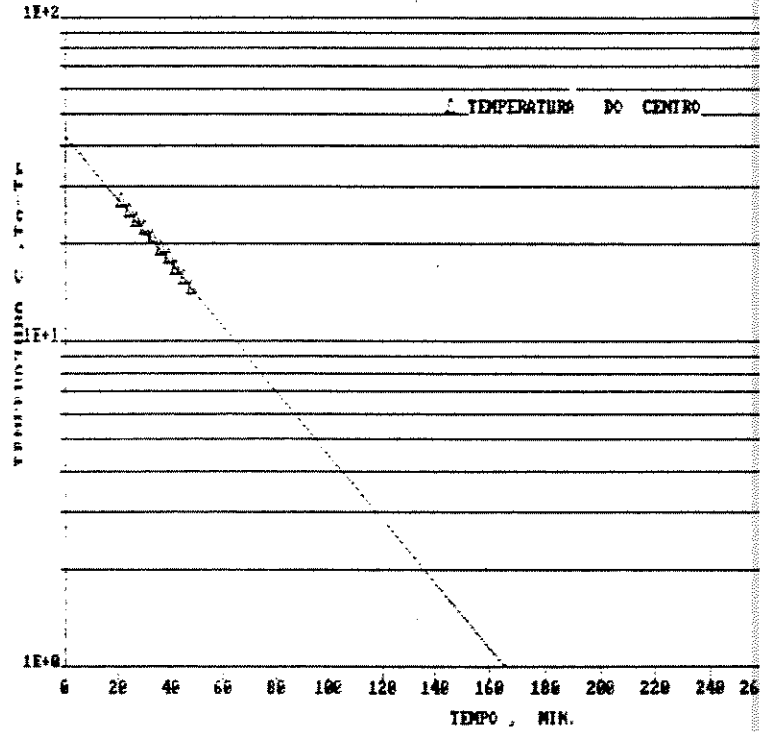


Figura 52

MANGA - TOMMY ATKINS

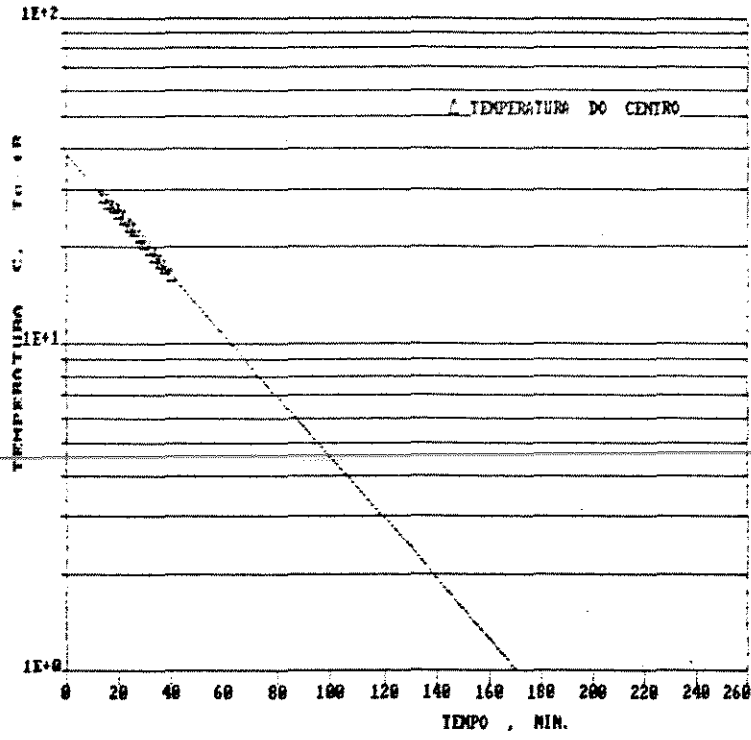


Figura 53

MANGA - TOMMY ATKINS

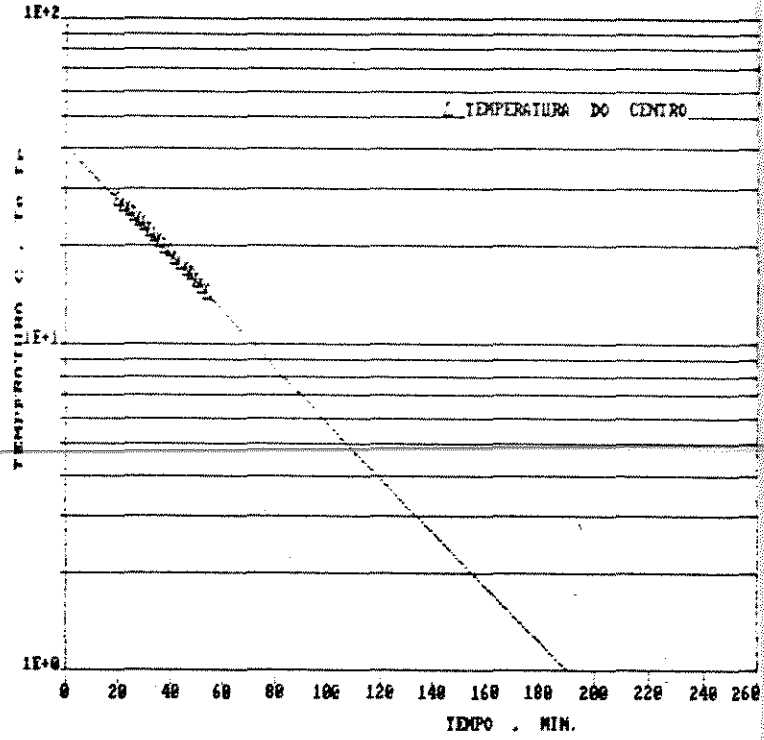


Figura 54

MANGA - TOMMY ATKINS

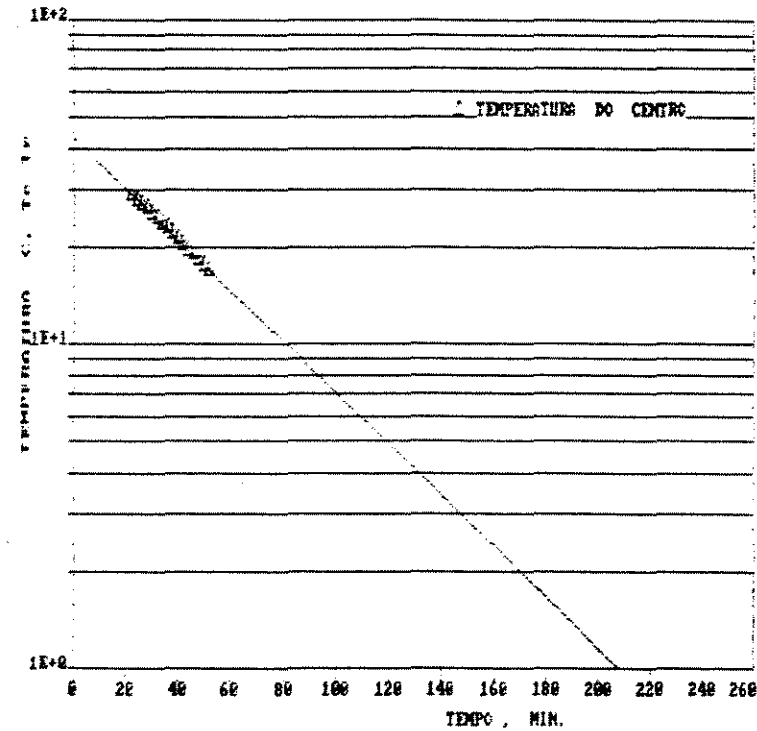


Figura 55

MANGA - TOMMY ATKINS

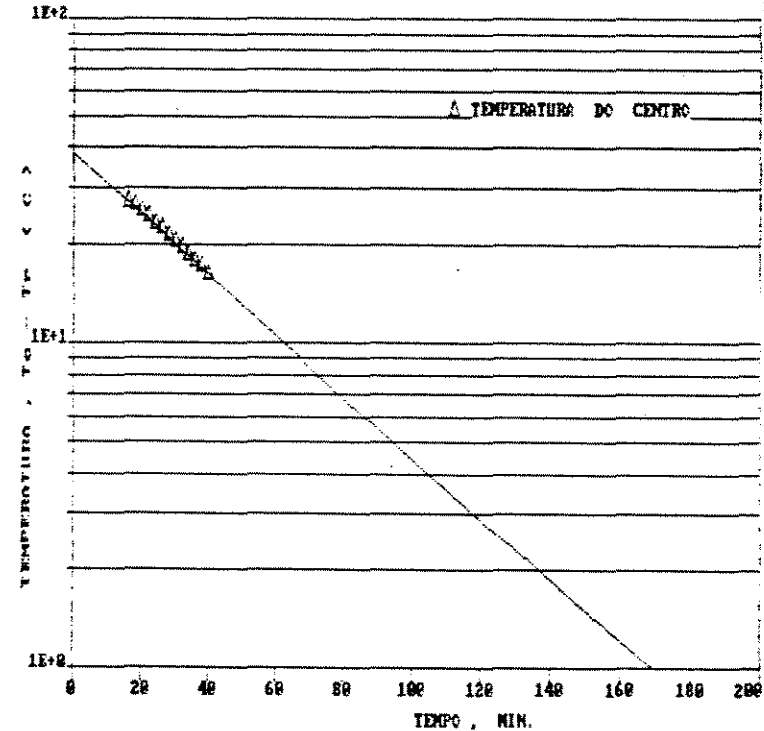


Figura 56

MANGA - TOMMY ATKINS

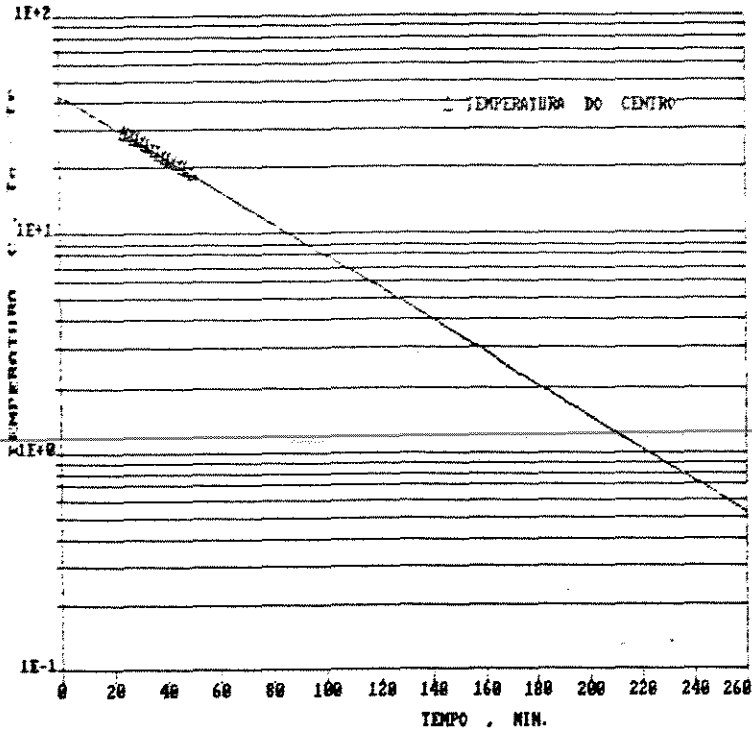


Figura 57

MANGA - TOMMY ATKINS

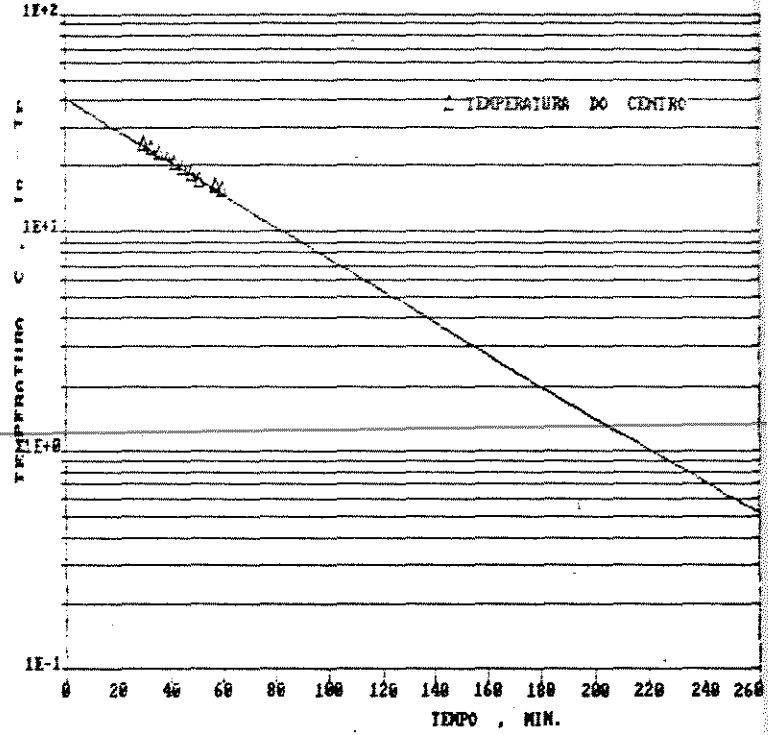


Figura 58

MANGA - TOMMY ATKINS

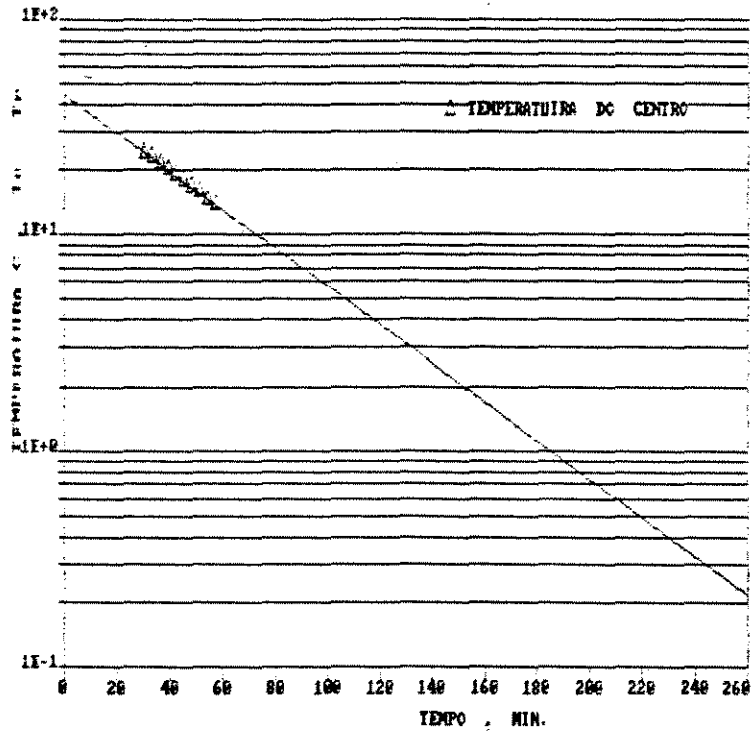


Figura 59

MANGA - TOMMY ATKINS

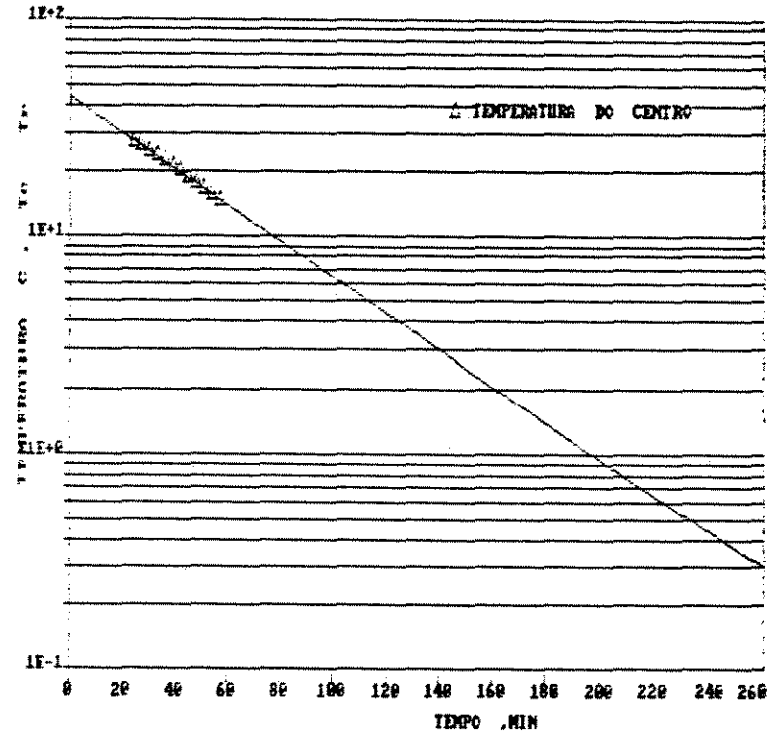


Figura 60

MANÇA - TOMMY ATKINS

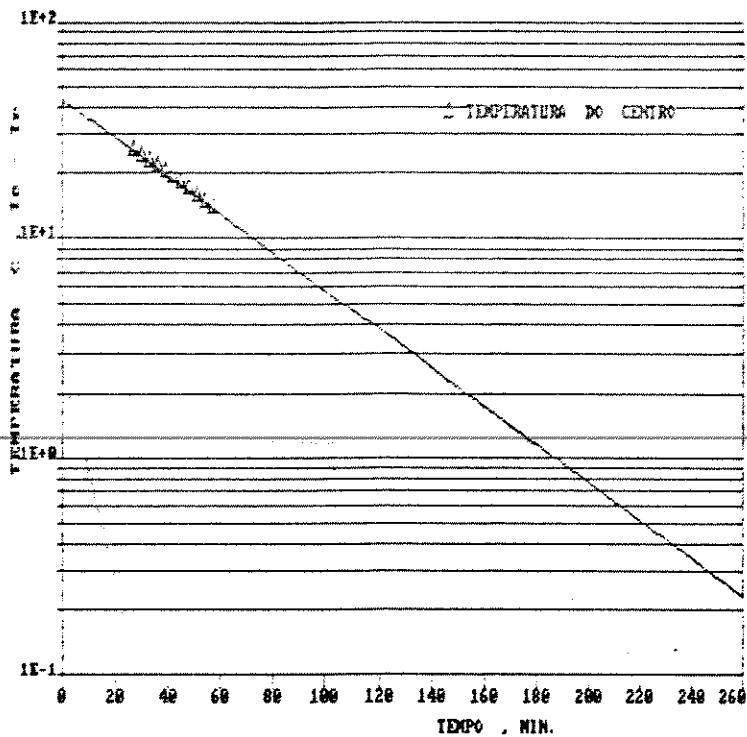


Figura 61

MANÇA - TOMMY ATKINS

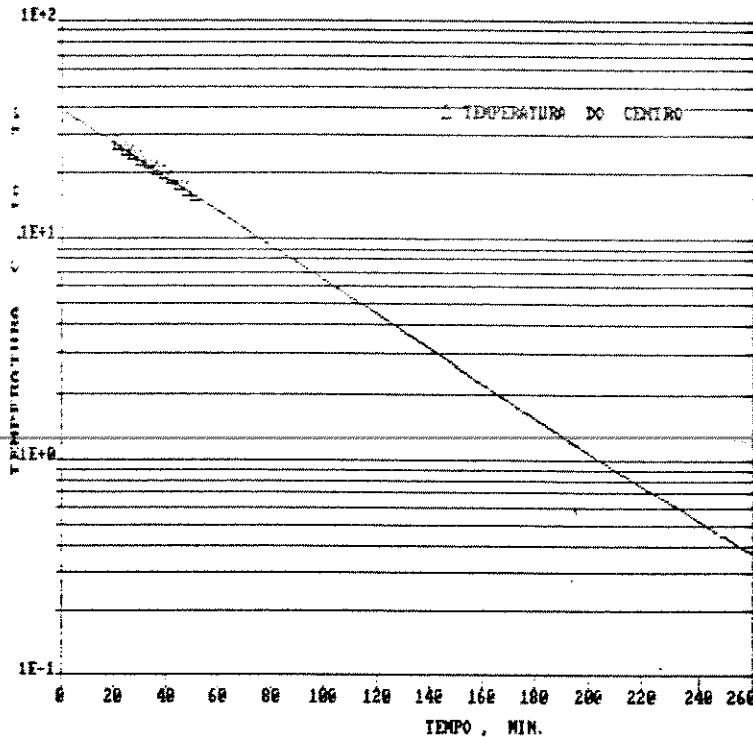


Figura 62

MANÇA - TOMMY ATKINS

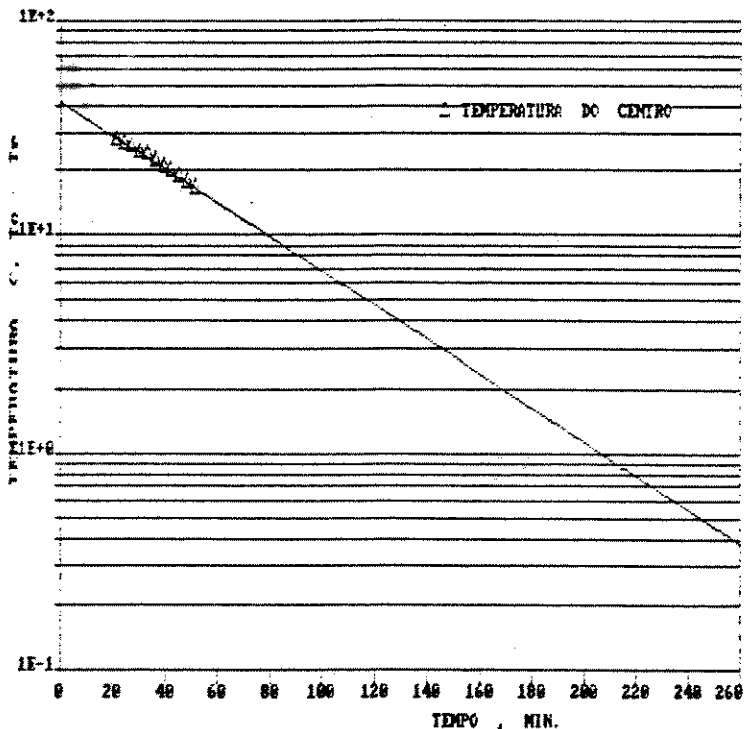


Figura 63

MANÇA - TOMMY ATKINS

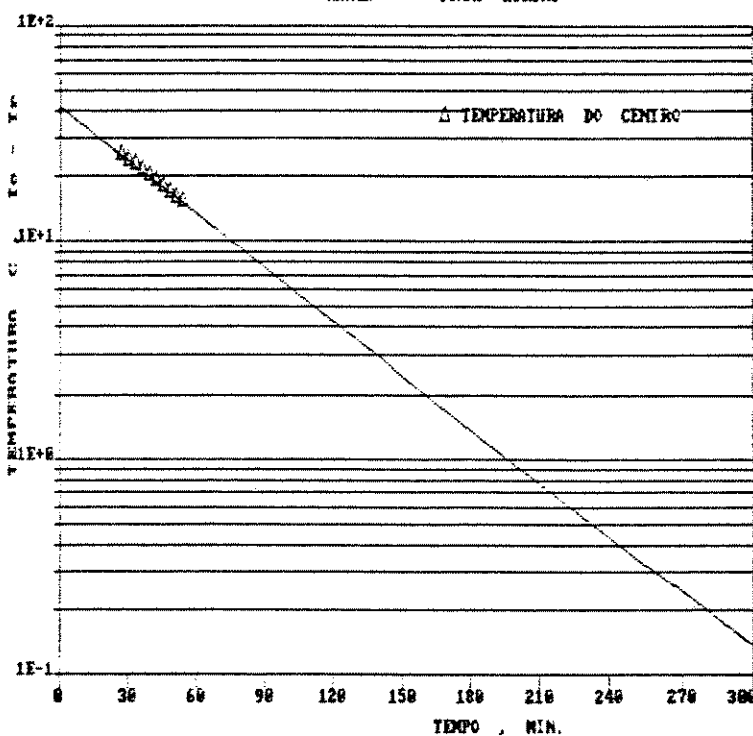


Figura 64

MANGA - TOMMY ATKINS

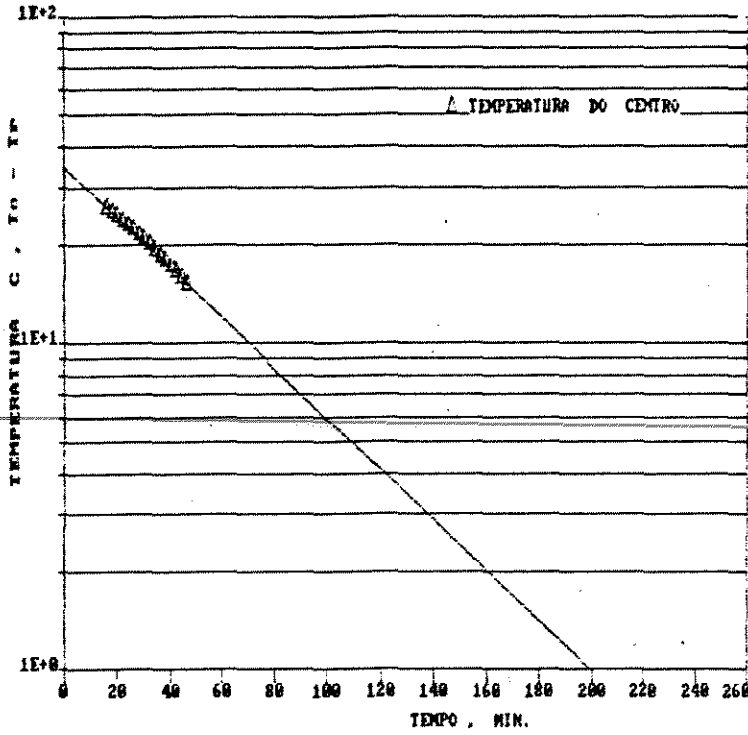


Figura 65

MANGA - TOMMY ATKINS

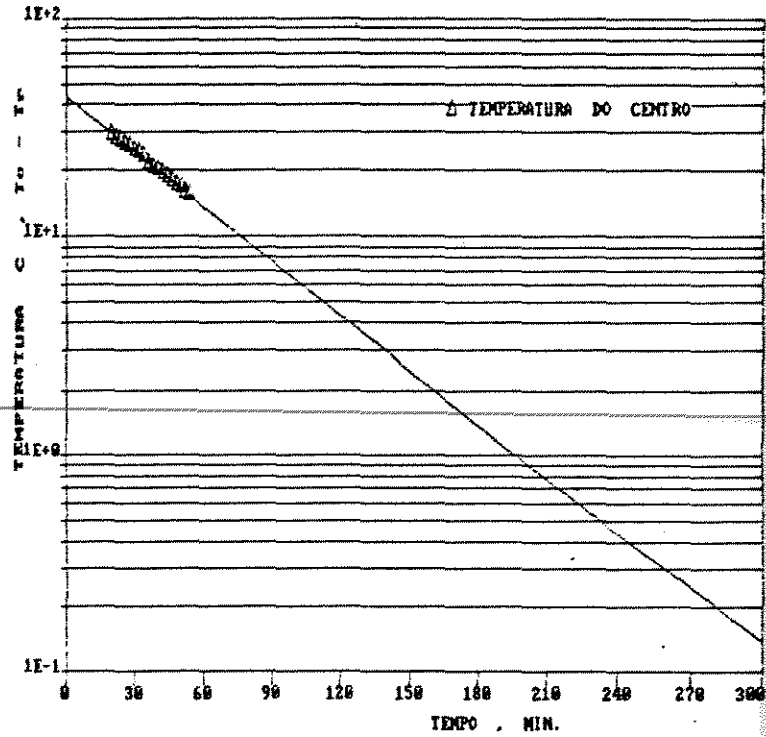


Figura 66

MANGA - TOMMY ATKINS

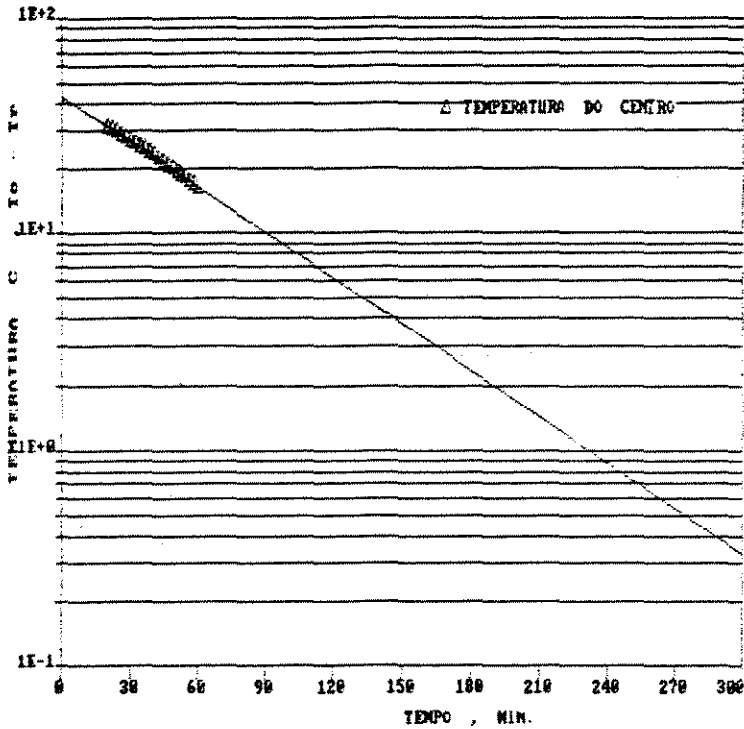


Figura 67

MANGA - TOMMY ATKINS

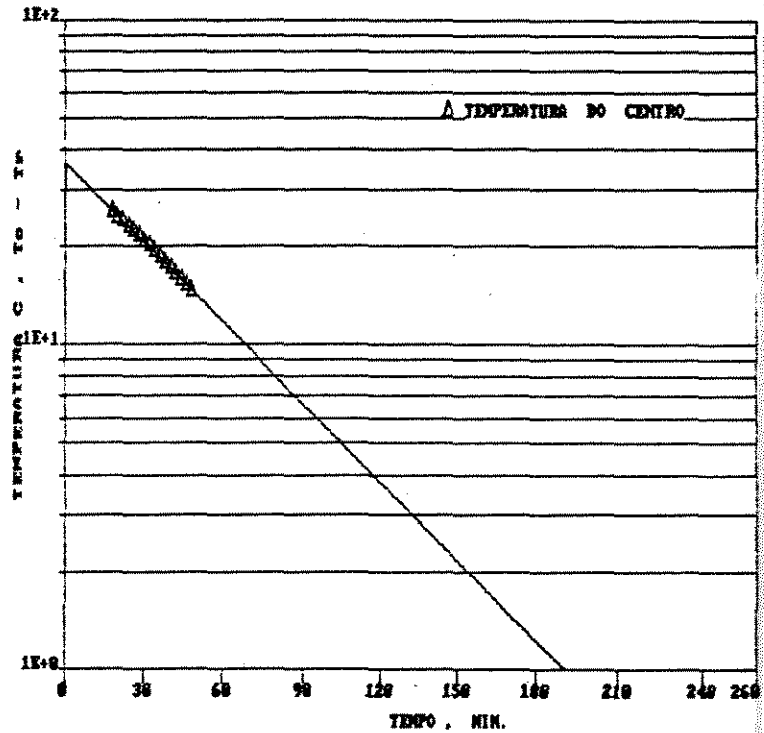


Figura 68

MANCA - TOMMY ATKINS

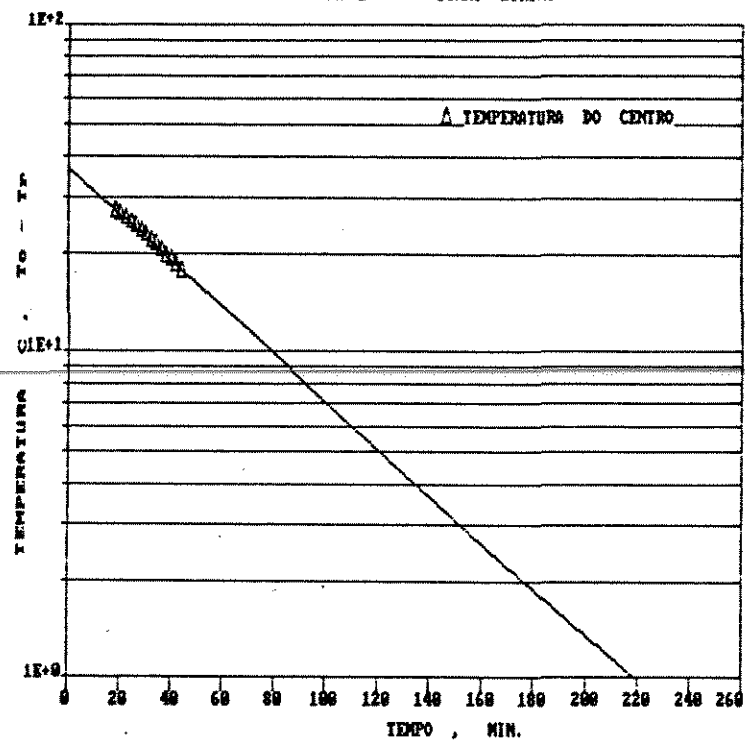


Figura 69

MANGA - KEITT

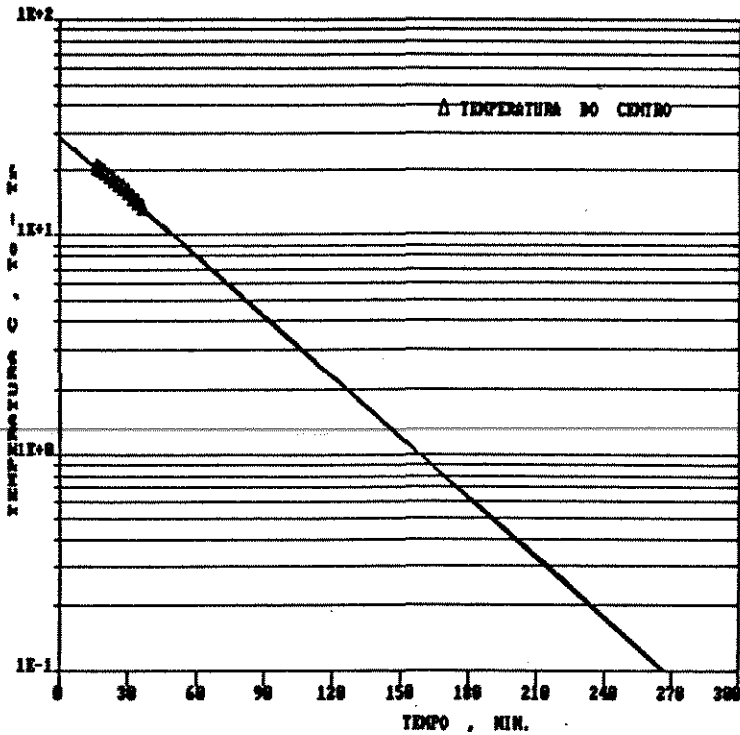


Figura 1

MANGA - KEITT

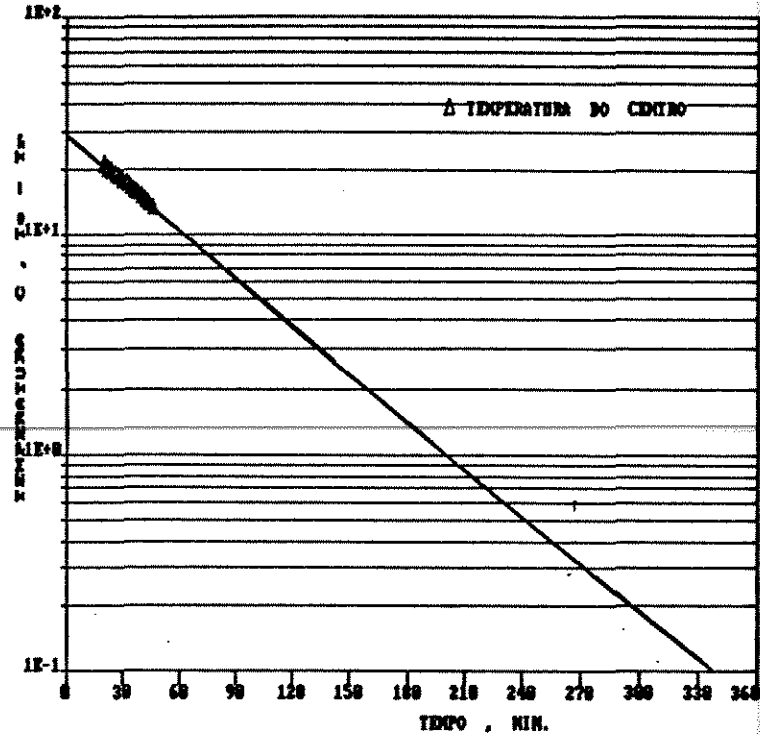


Figura 2

MANGA - KEITT

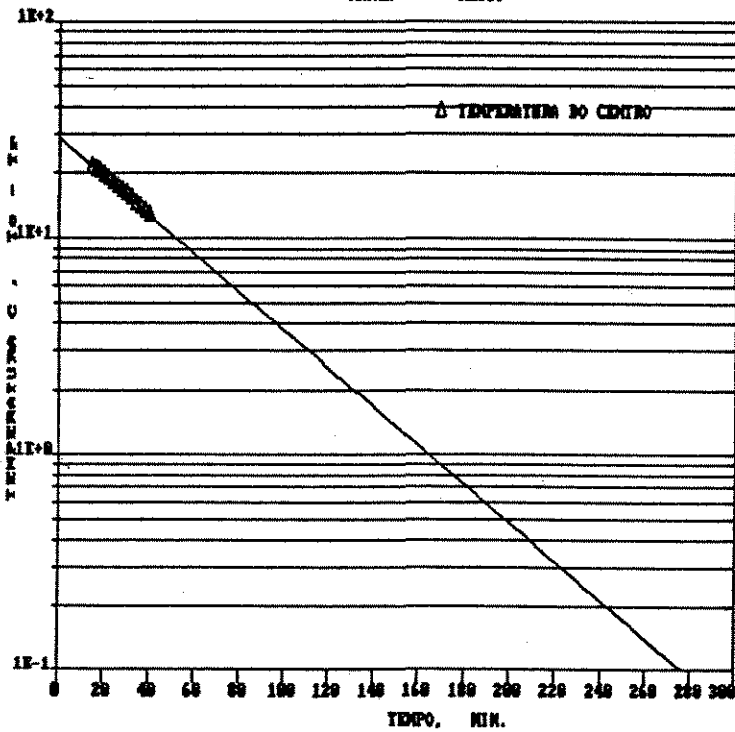


Figura 3

MANGA - KEITT

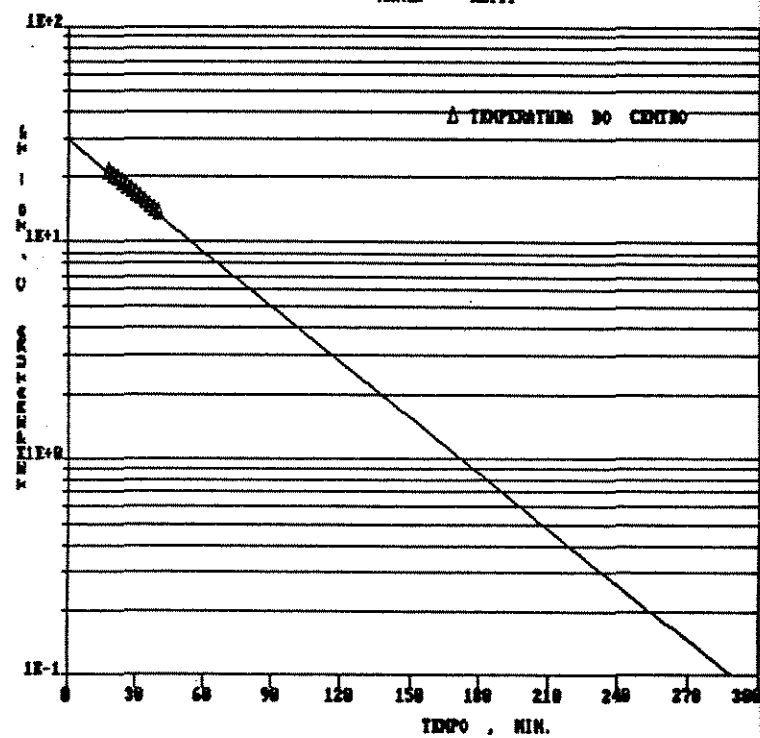


Figura 4

MANGA - KEITI

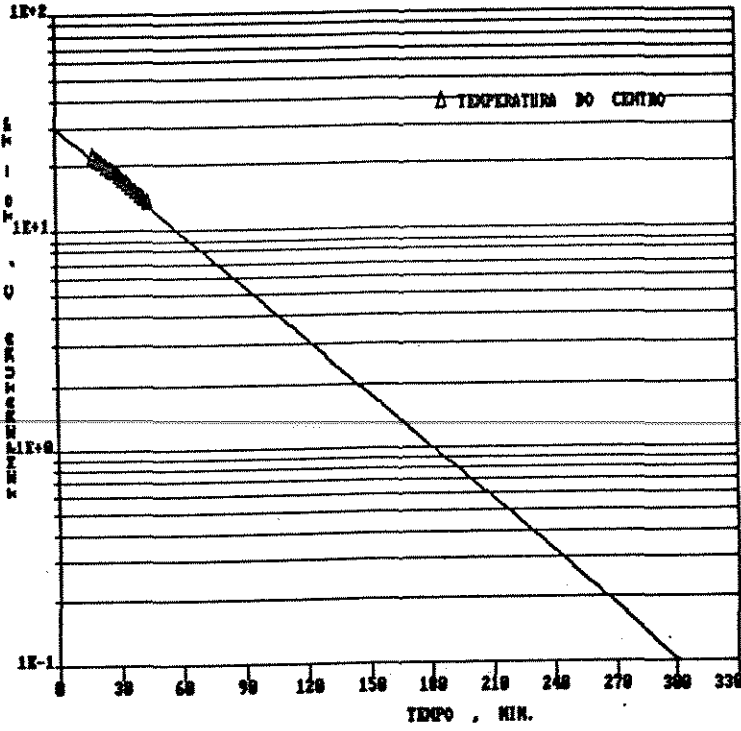


Figura 5

MANGA - KEITI

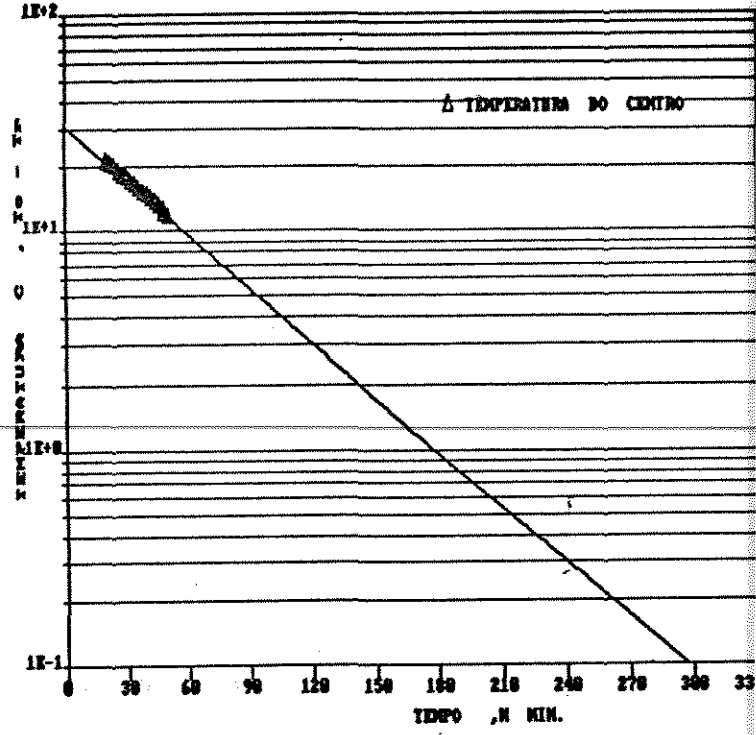


Figura 6

MANGA - KEITI

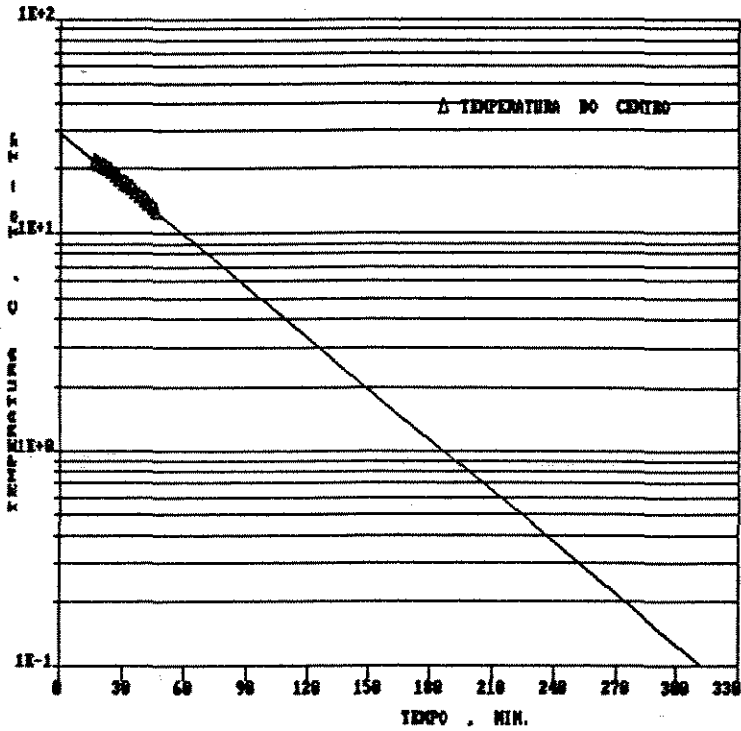


Figura 7

MANGA - KEITI

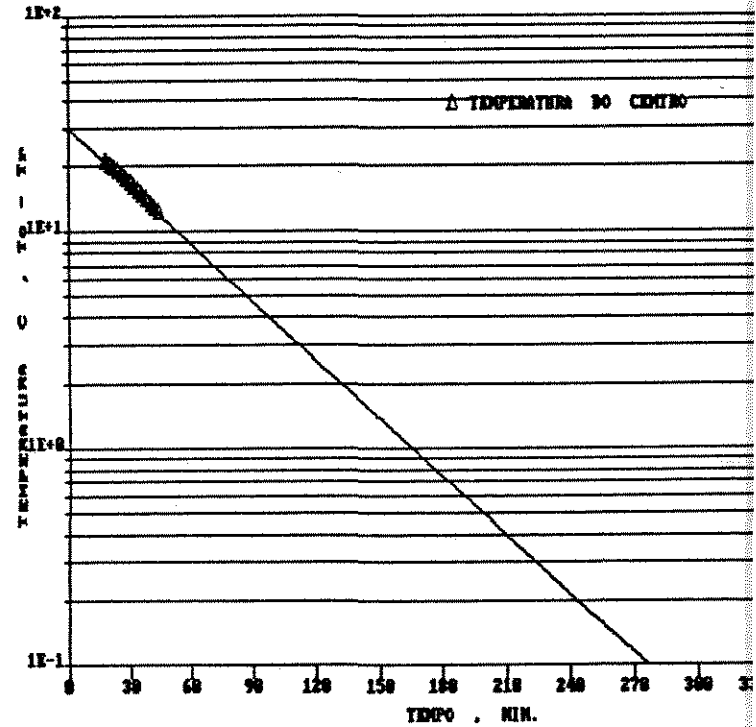


Figura 8

MANCA - KEITI

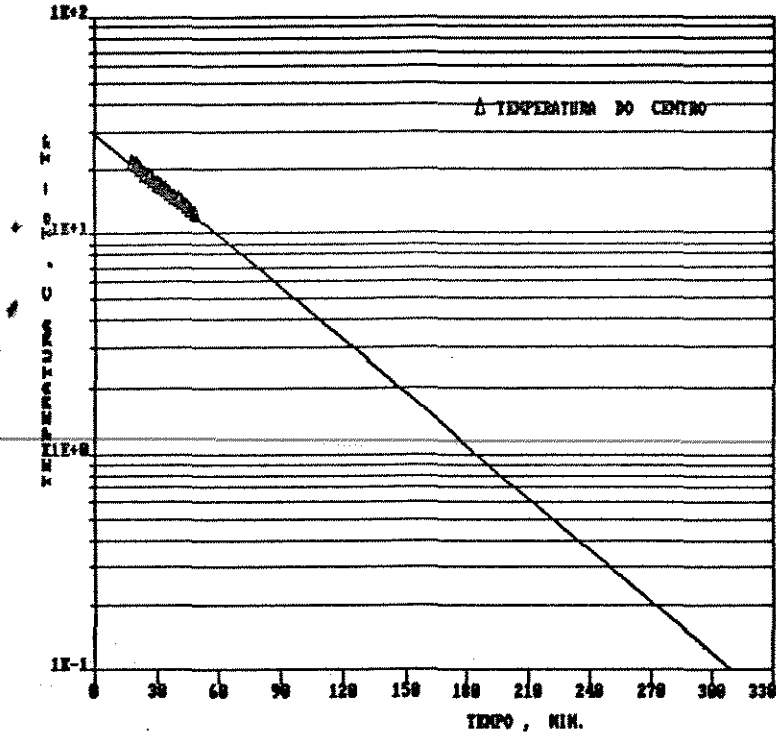


Figura 9

MANCA - KEITI

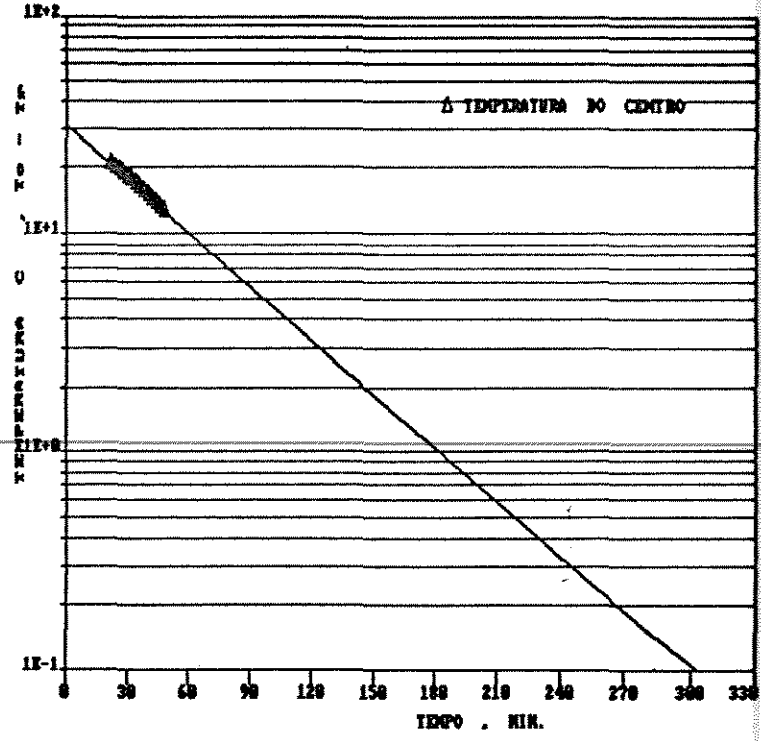


Figura 10

MANCA - KEITI

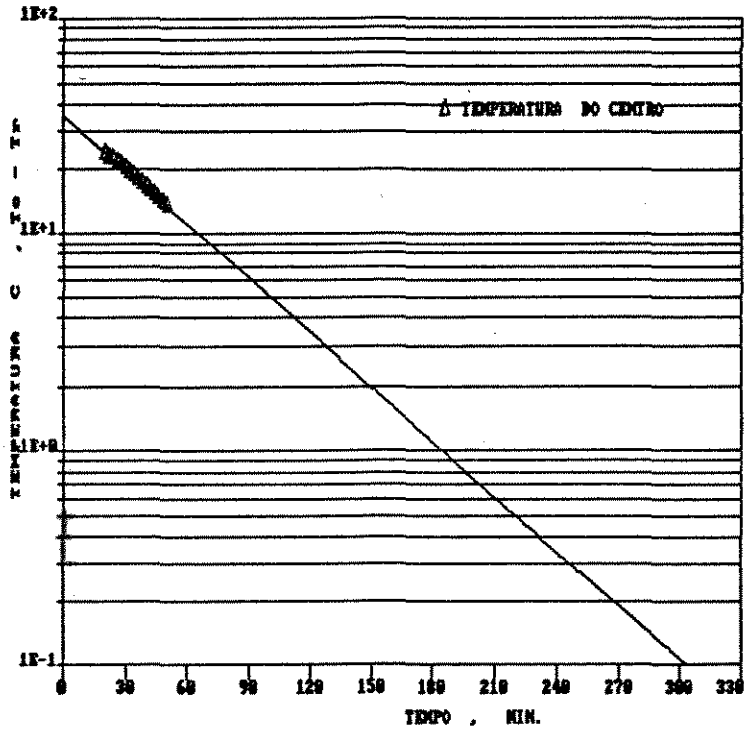


Figura 11

MANCA - KEITI

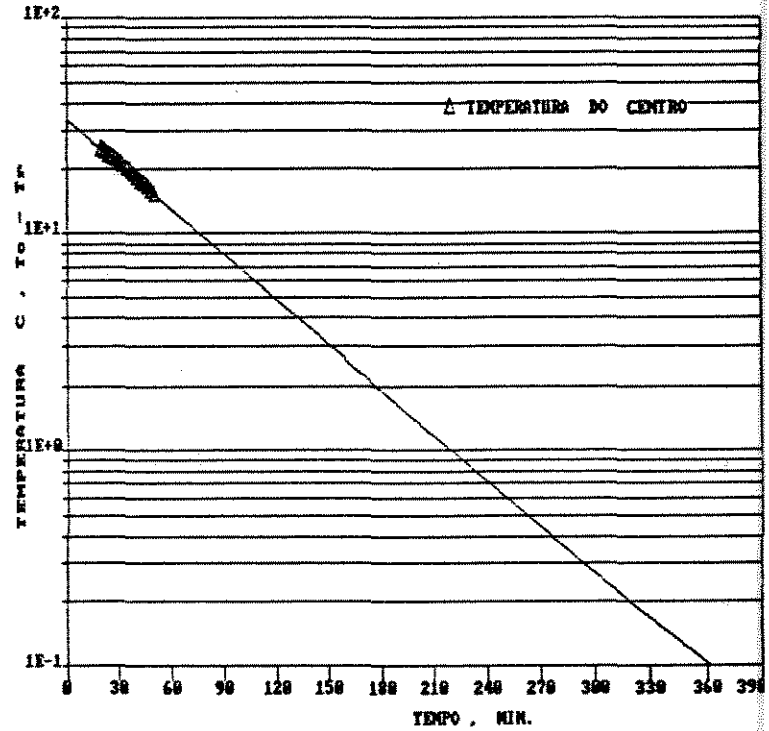


Figura 12

MANGA - KEITI

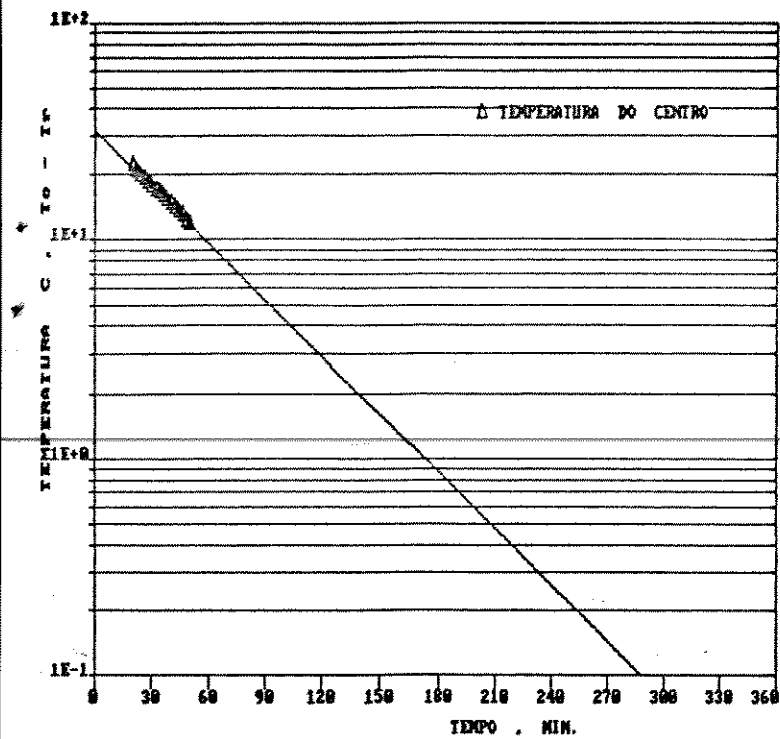


Figura 13

MANGA - KEITI

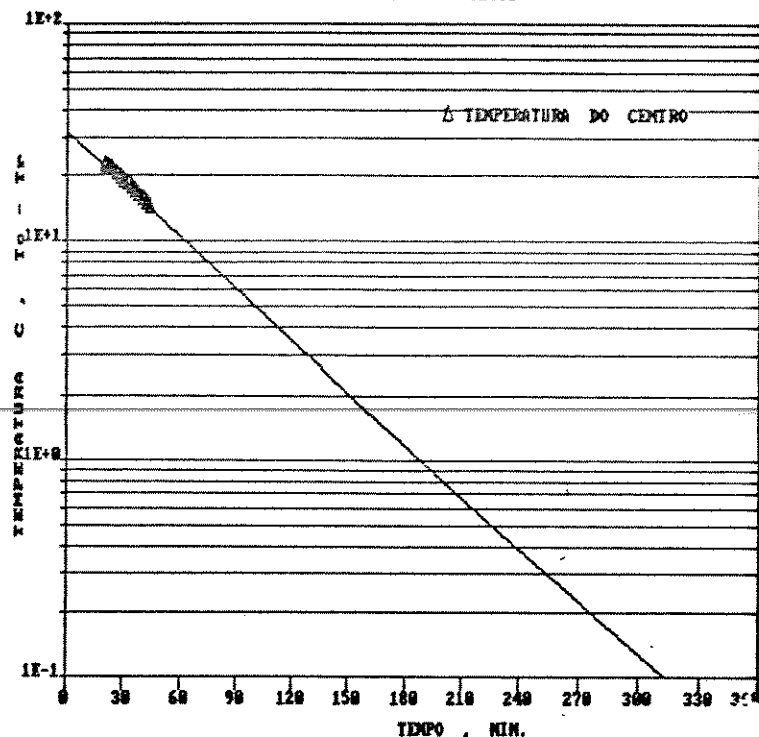


Figura 14

MANGA - KEITI

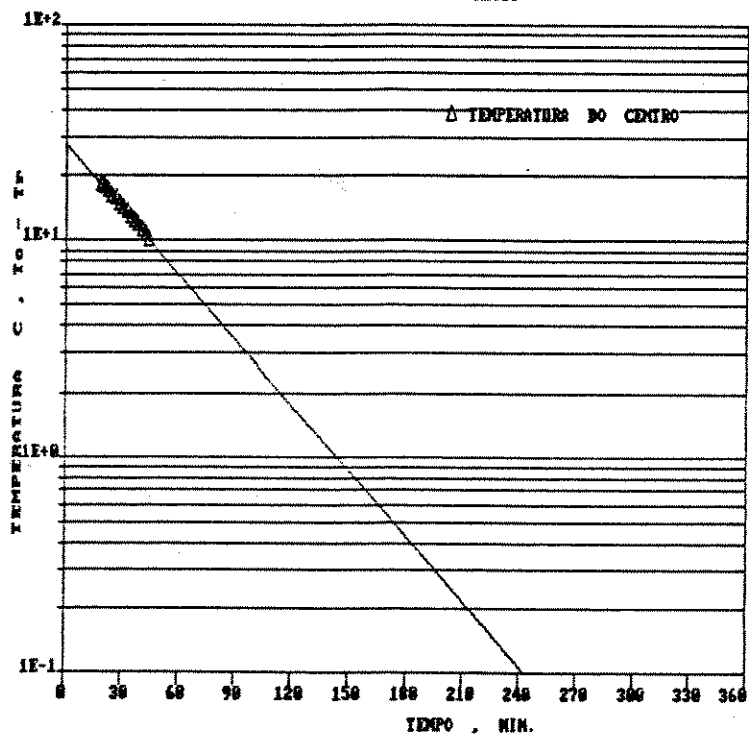


Figura 15

MANGA - KEITI

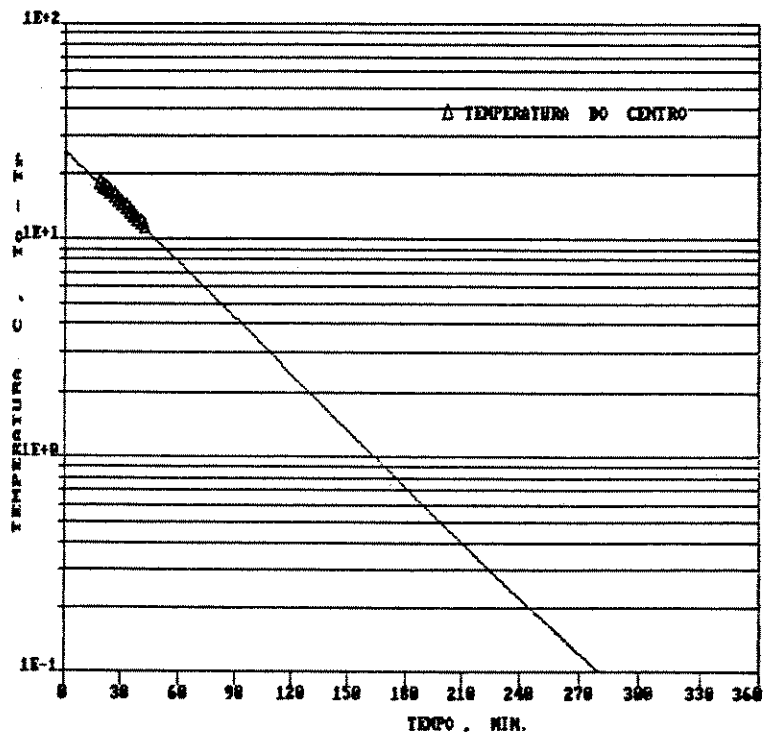


Figura 16

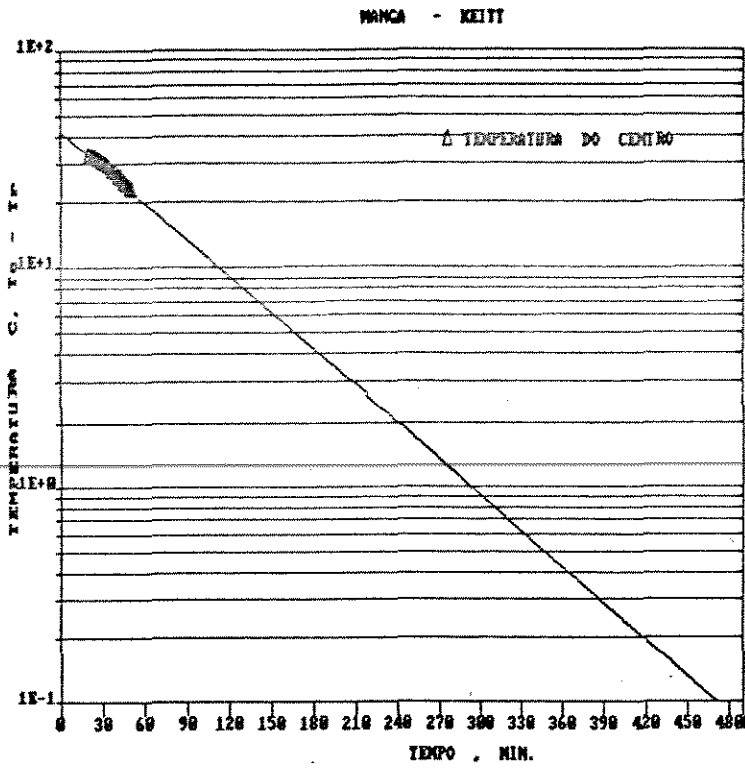


Figura 24

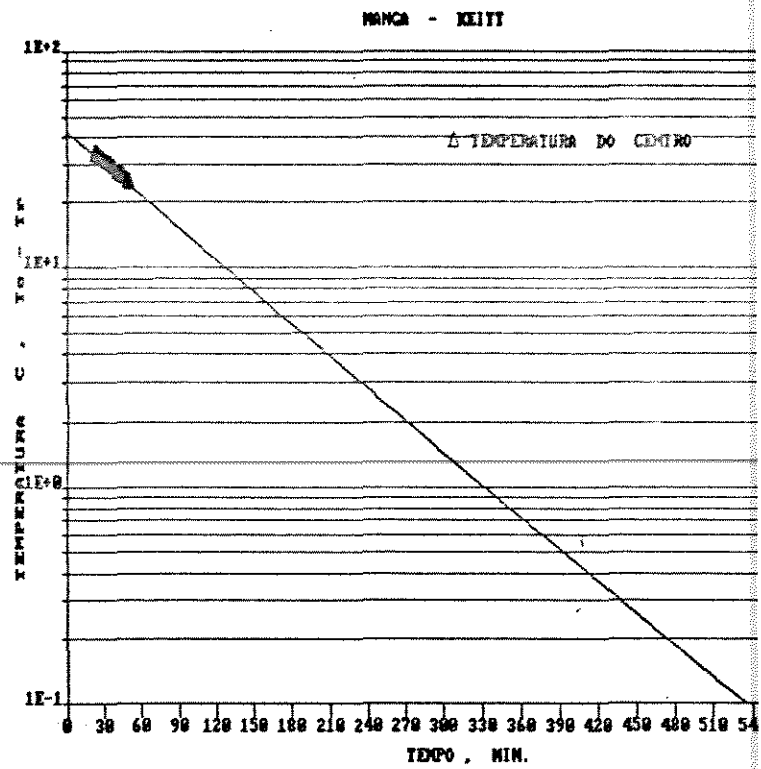


Figura 25

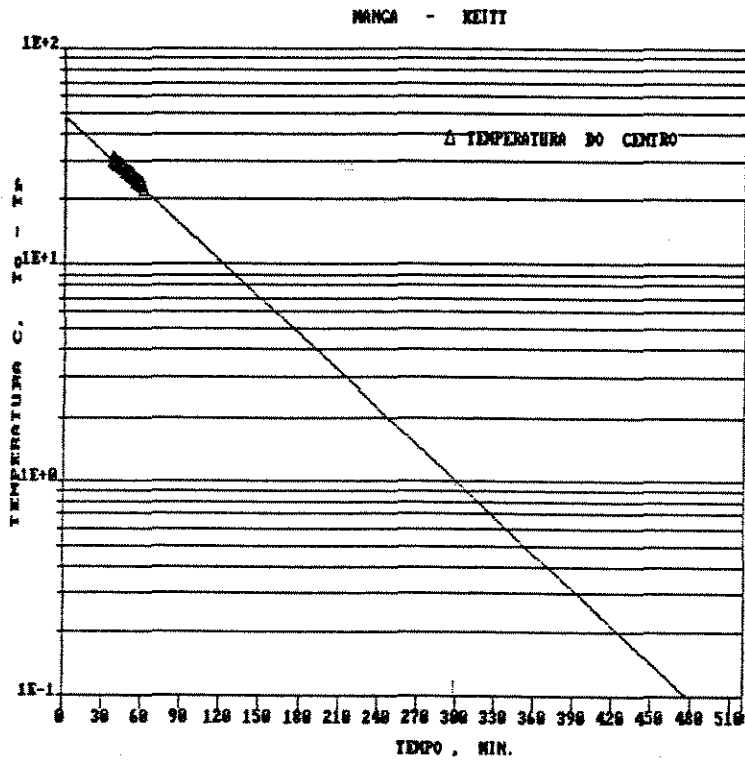


Figura 26

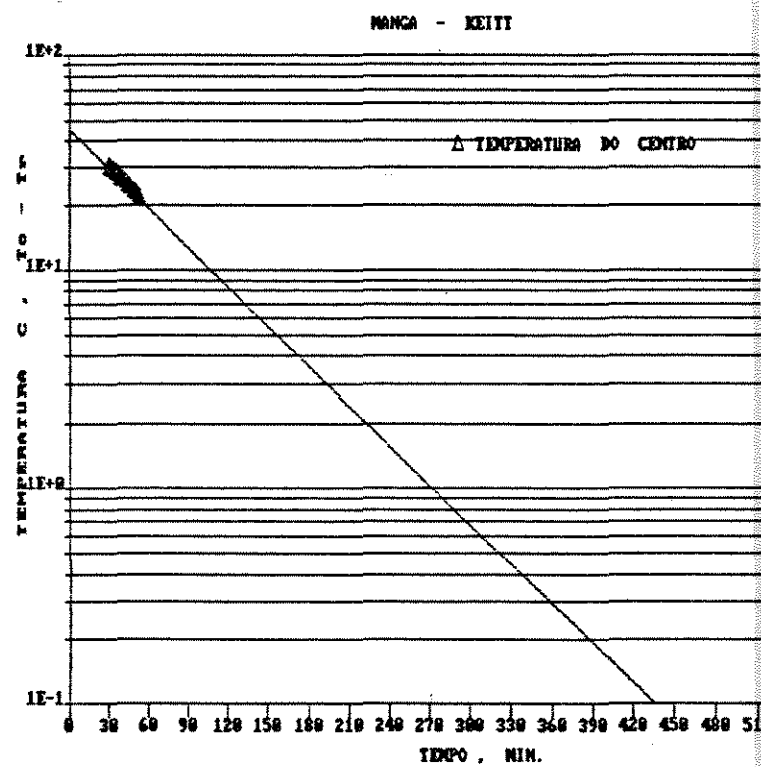


Figura 27

MANGA - KEITI

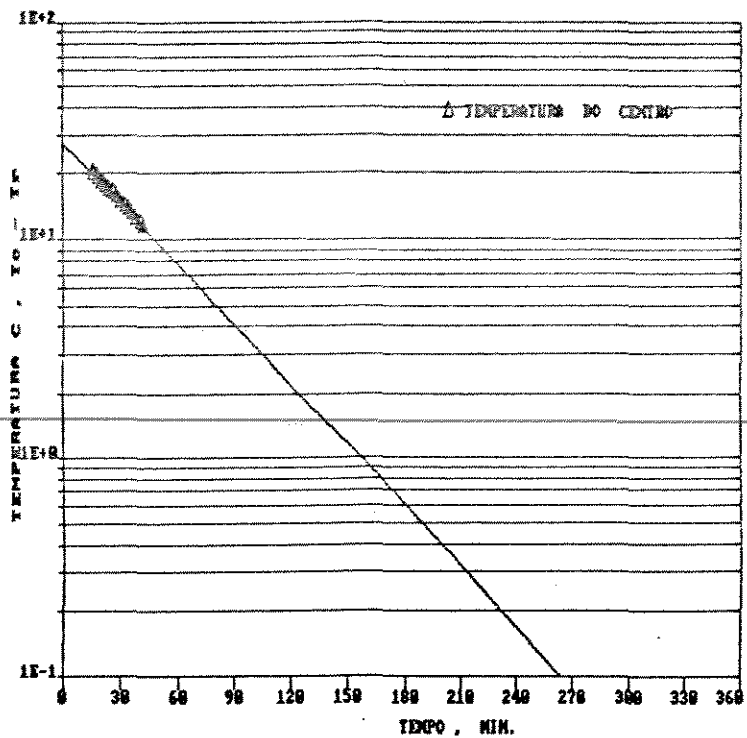


Figura 21

MANGA - KEITI

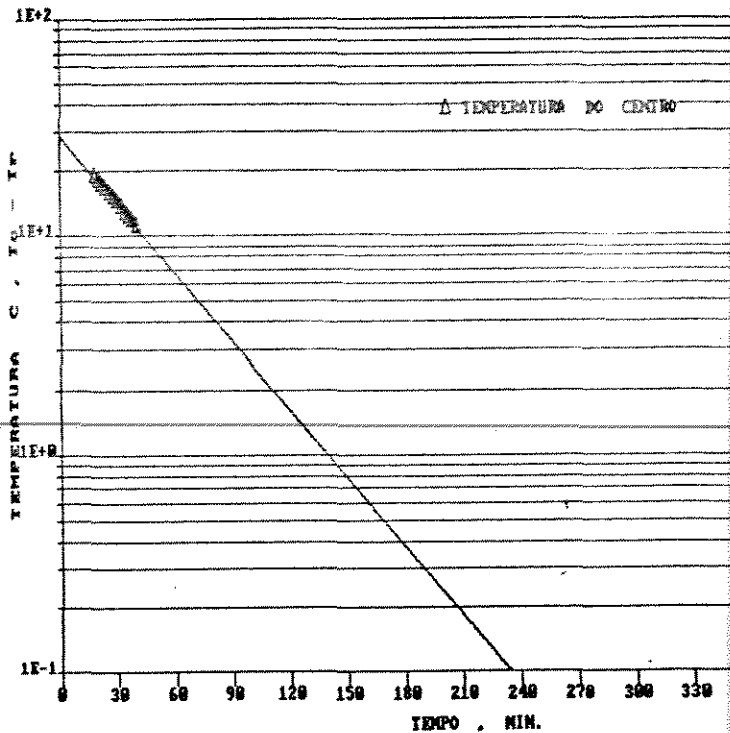


Figura 22

MANGA - KEITI

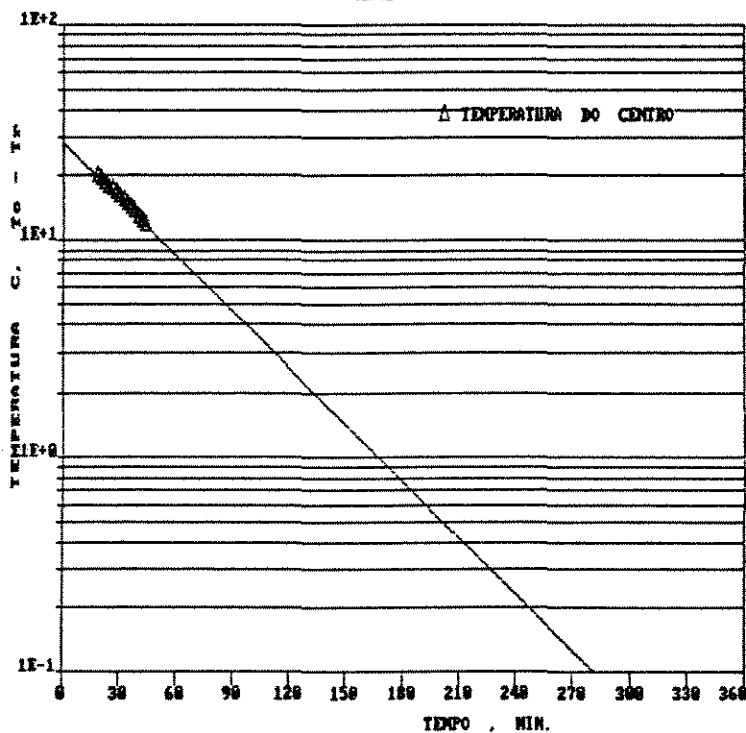


Figura 23

MANGA - KEITI

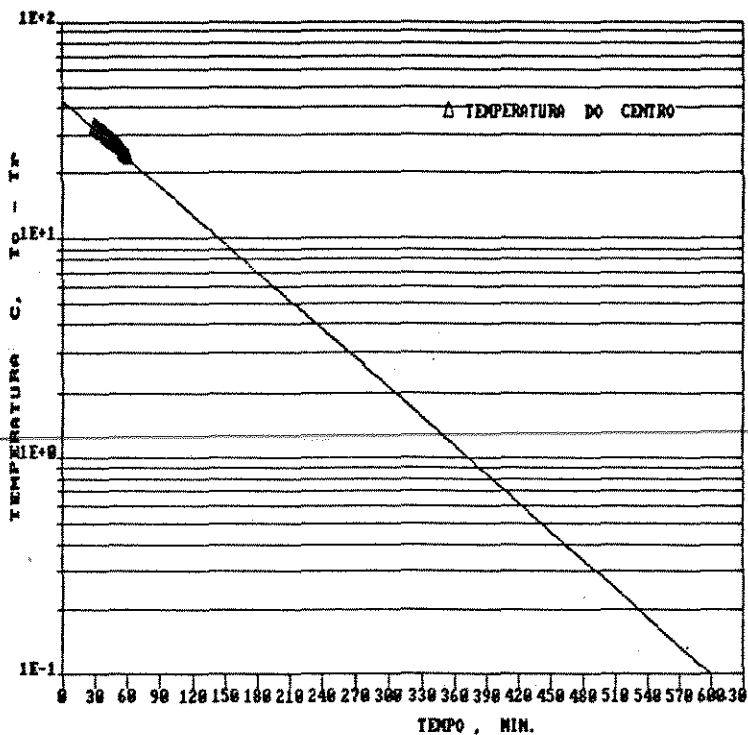


Figura 28

MANGA - KEITI

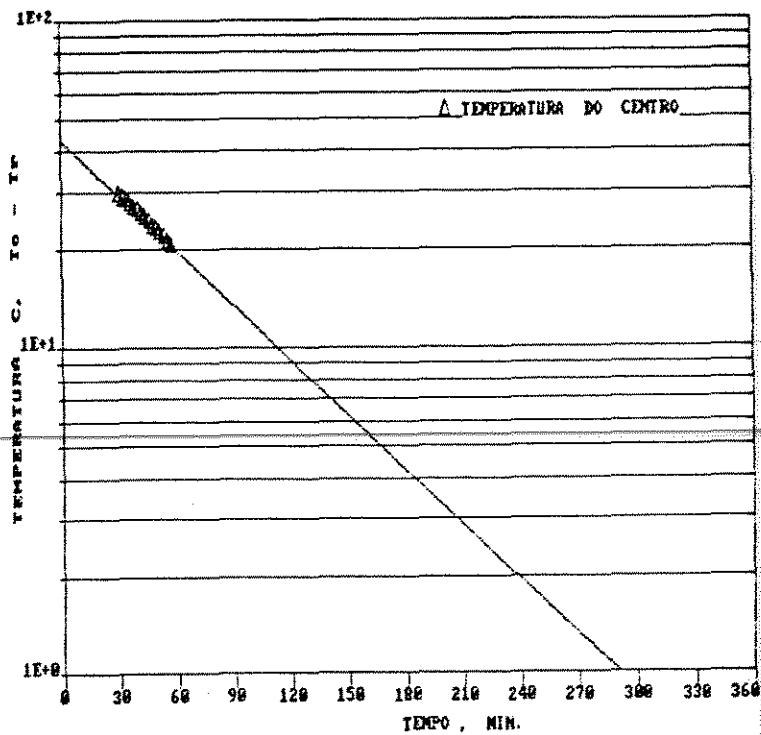


Figura 29

MANGA - KEITI

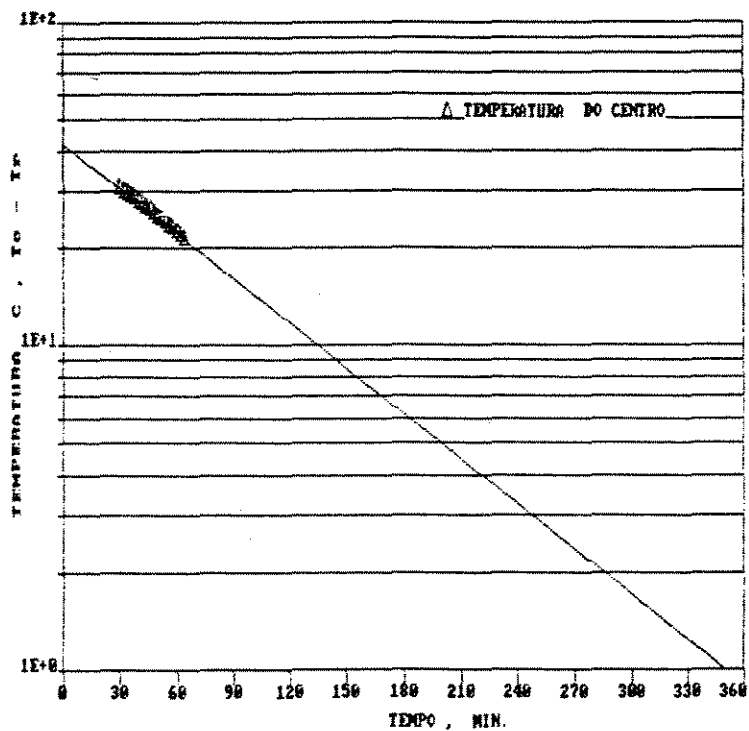


Figura 30

MANGA - KEITI

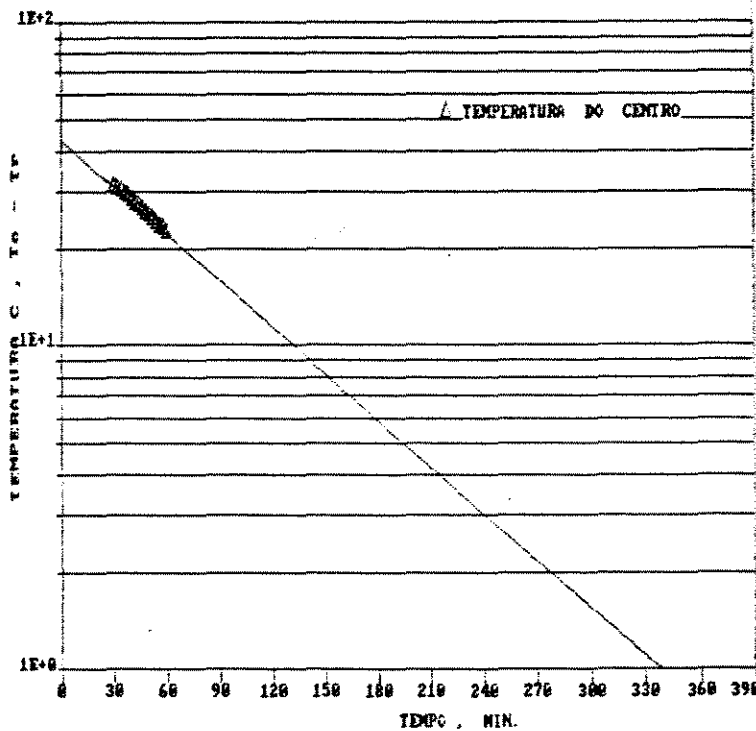


Figura 31

MANGA - KEITI

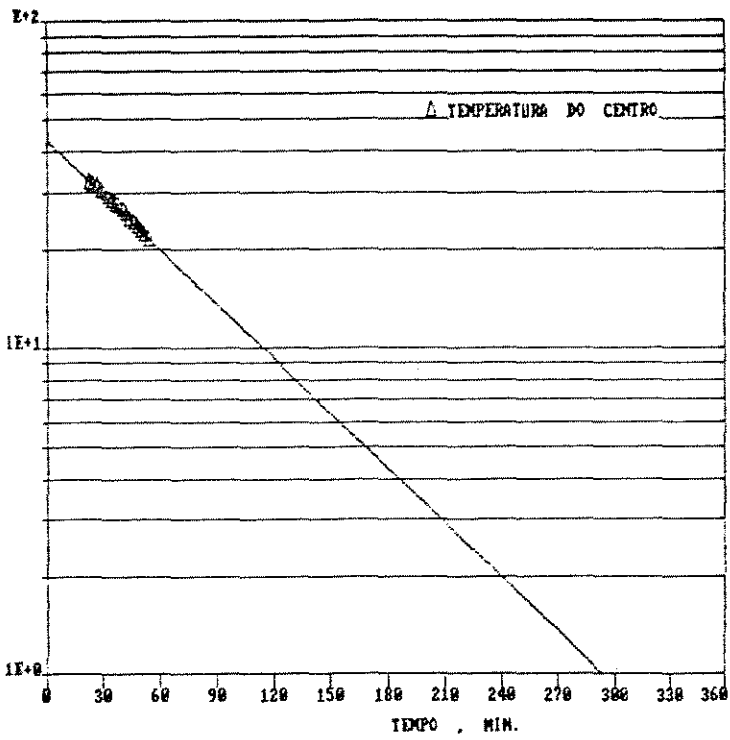


Figura 32

MANGA - KEITI

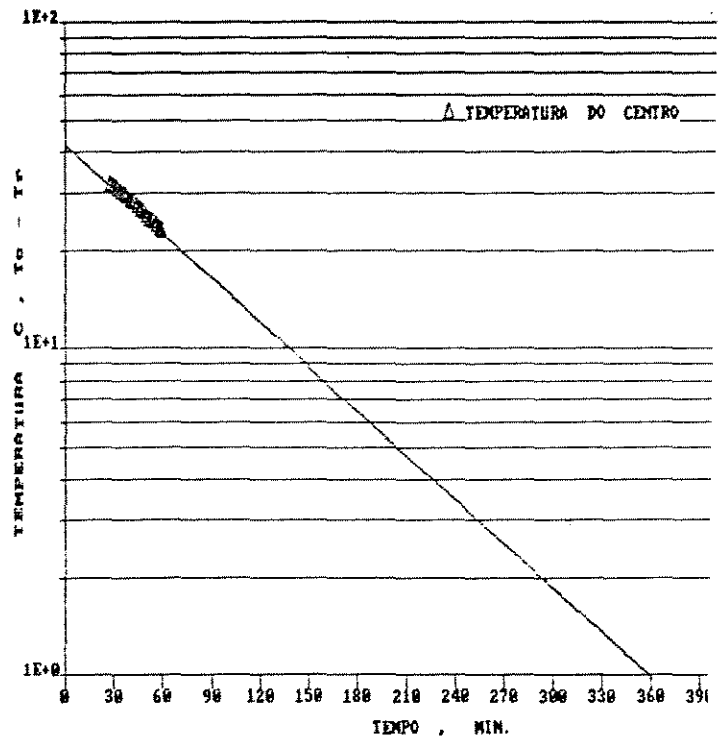


Figura 33

MANGA - KEITI

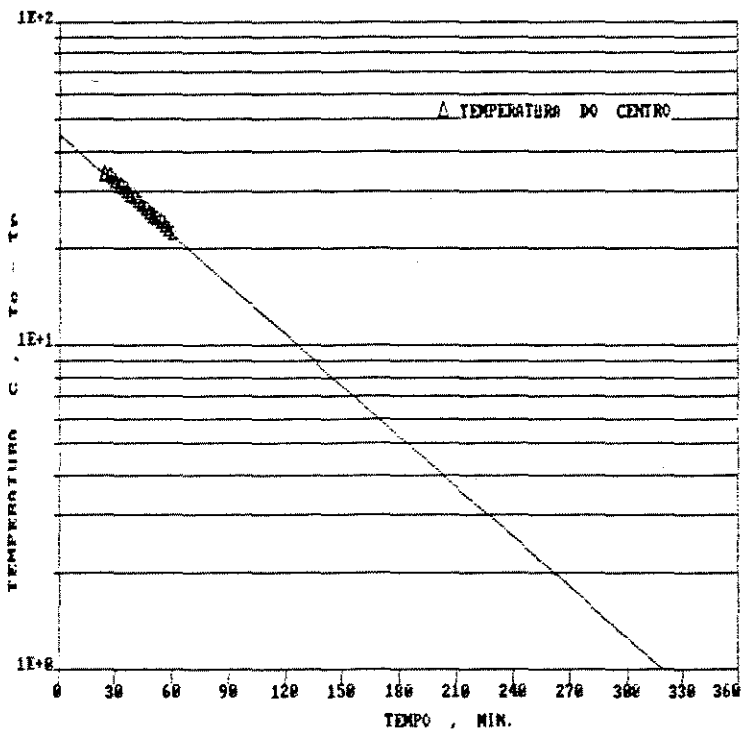


Figura 34

MANGA - KEITI

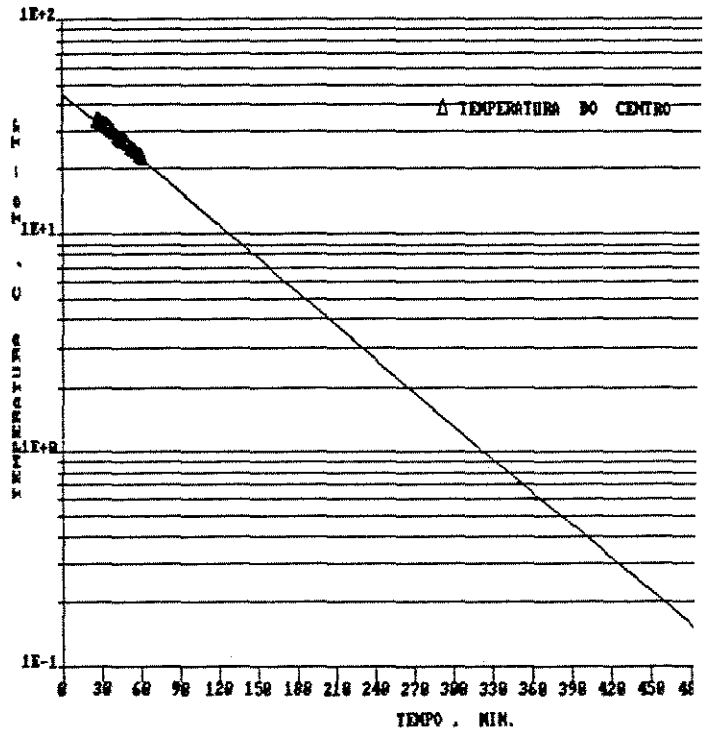


Figura 35

MANCA - KEITI

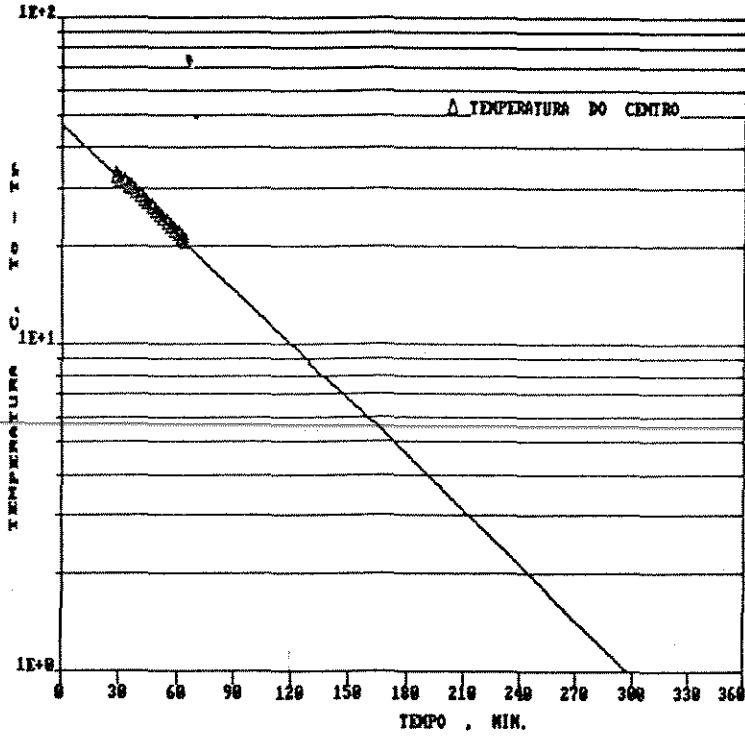


Figura 36

MANCA - KEITI

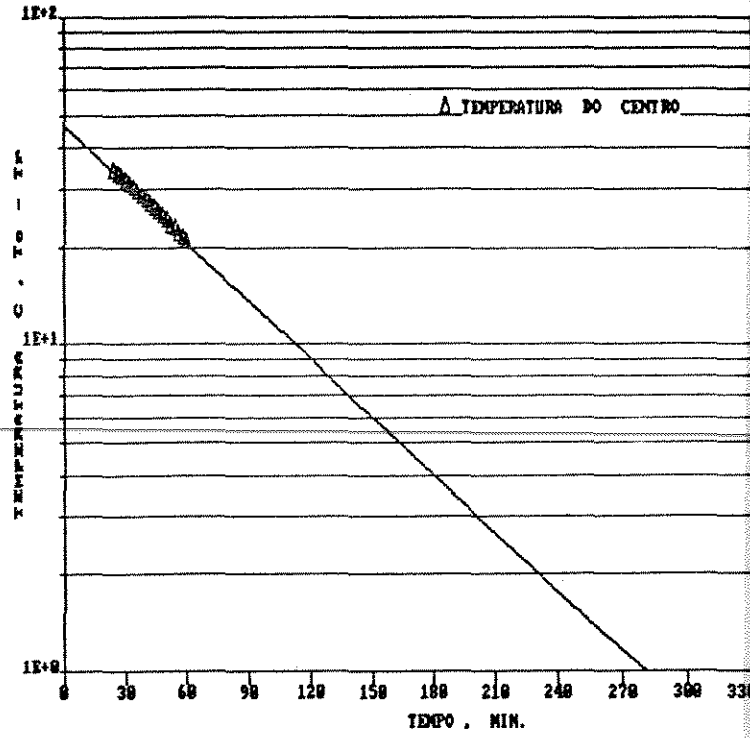


Figura 37

MANCA - KEITI

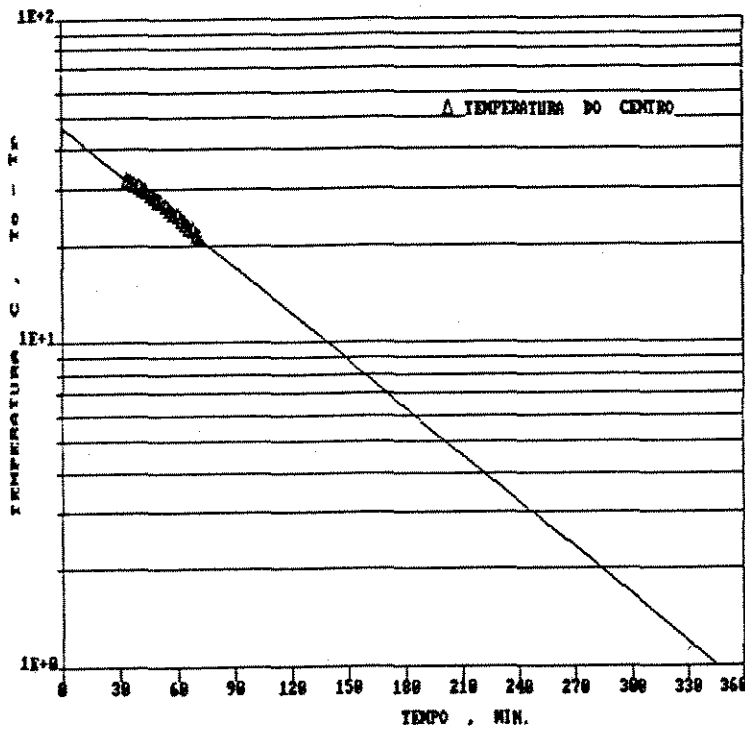


Figura 38

MANCA - KEITI

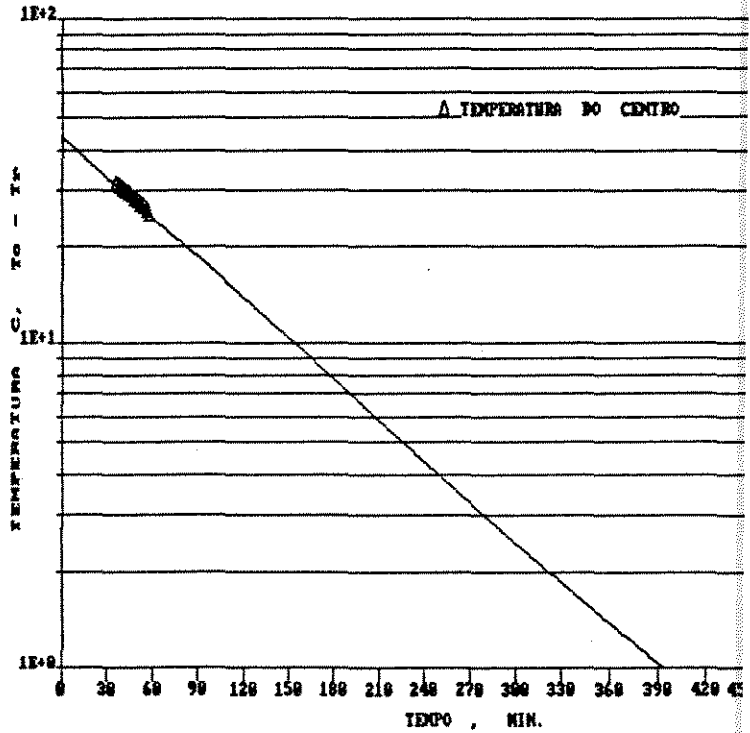


Figura 39

MANCA - KEITI

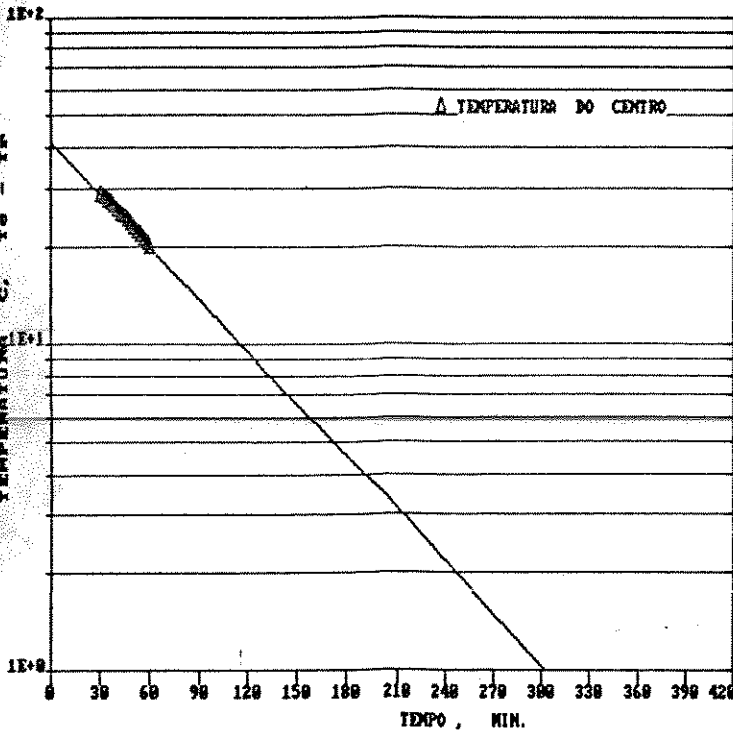


Figura 40

MANCA - KEITI

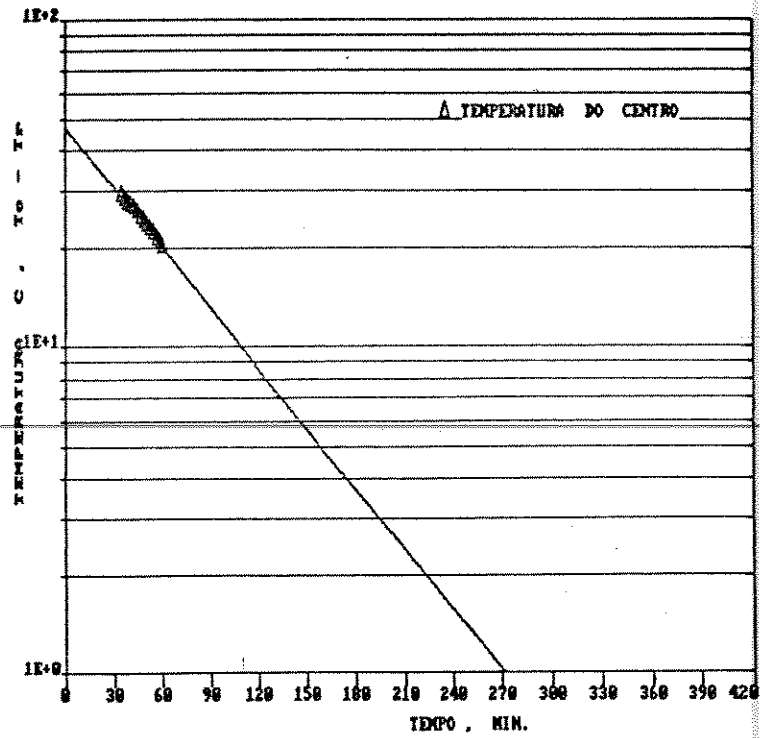


Figura 41

MANCA - KEITI

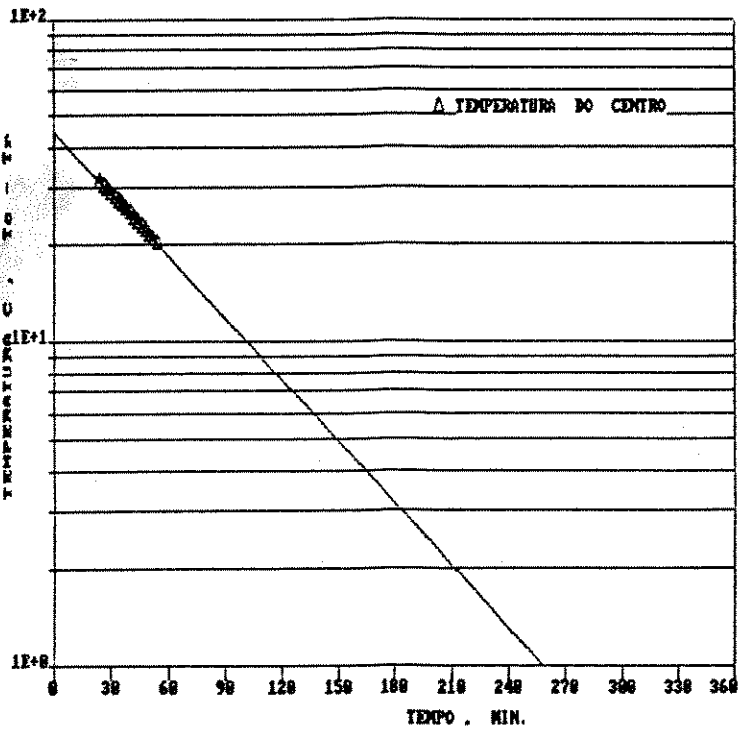


Figura 42

MANCA - KEITI

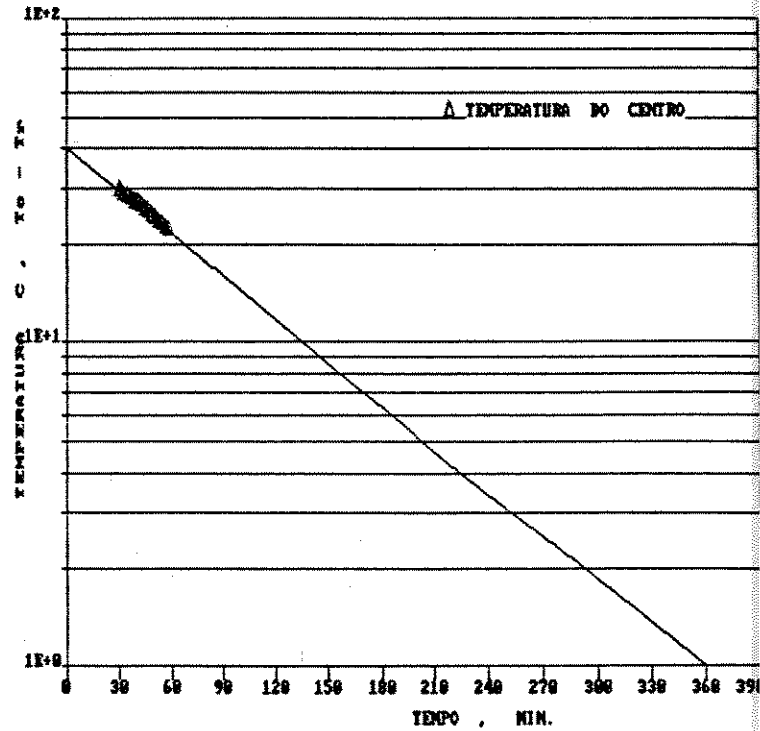


Figura 43

MANCA - KEITI

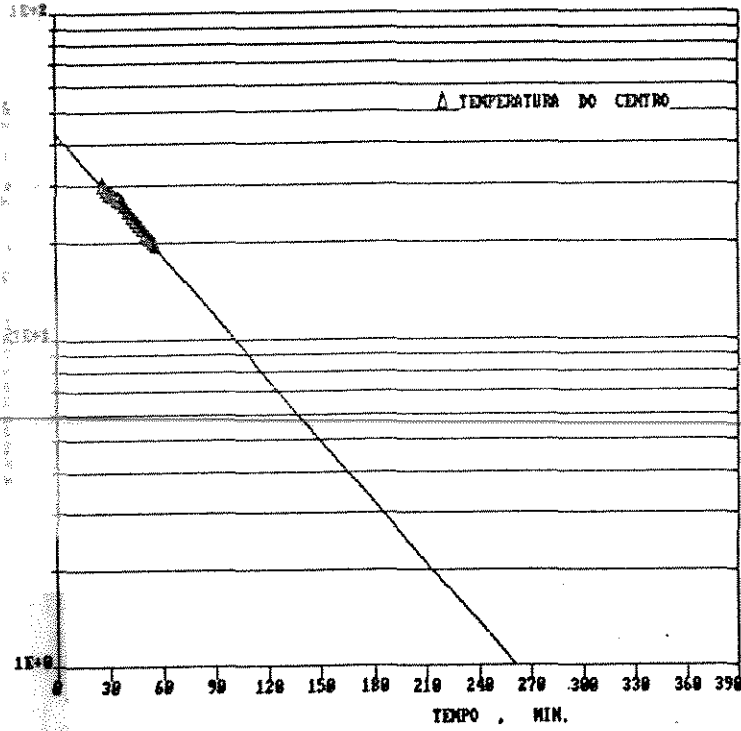


Figura 44

MANCA - KEITI

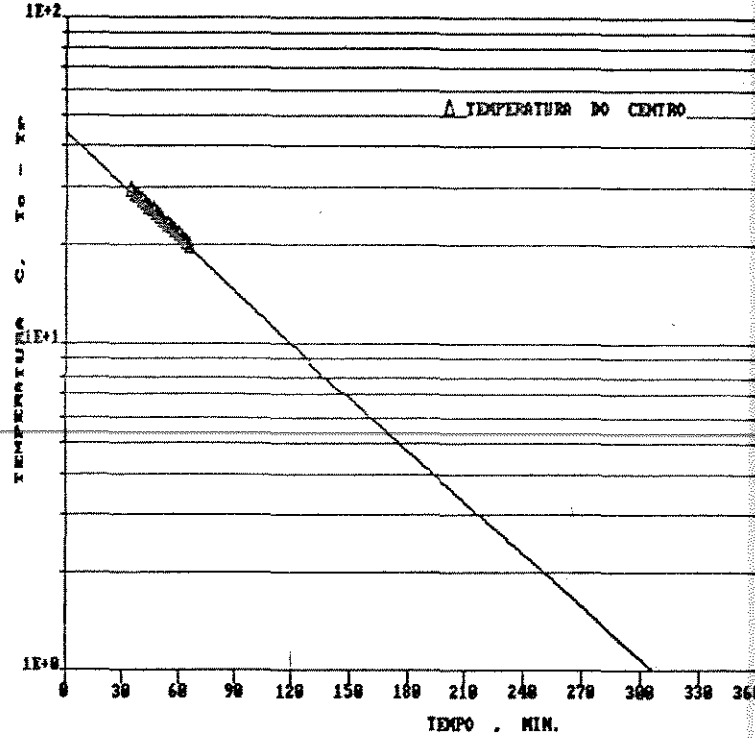


Figura 45

MANCA - KEITI

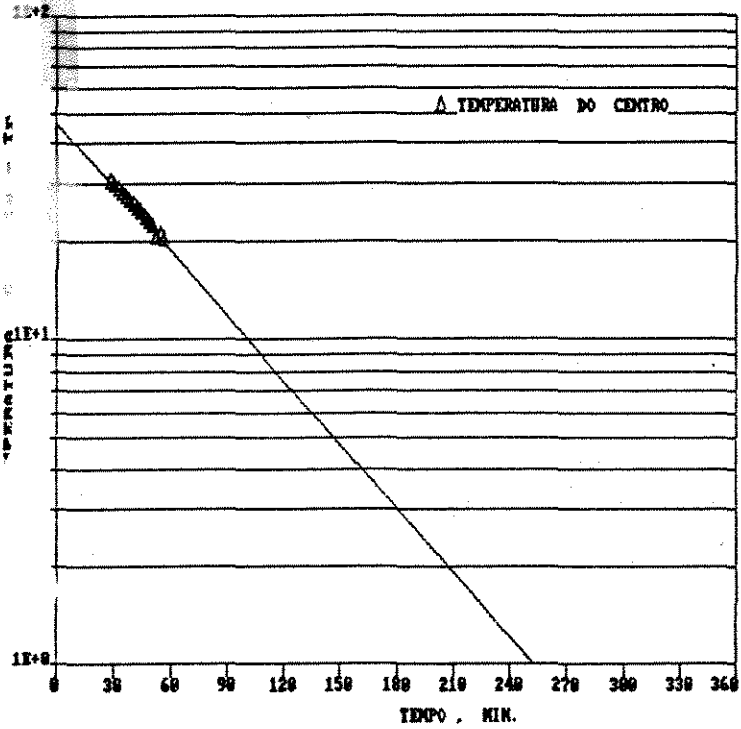


Figura 46

MANCA - KEITI

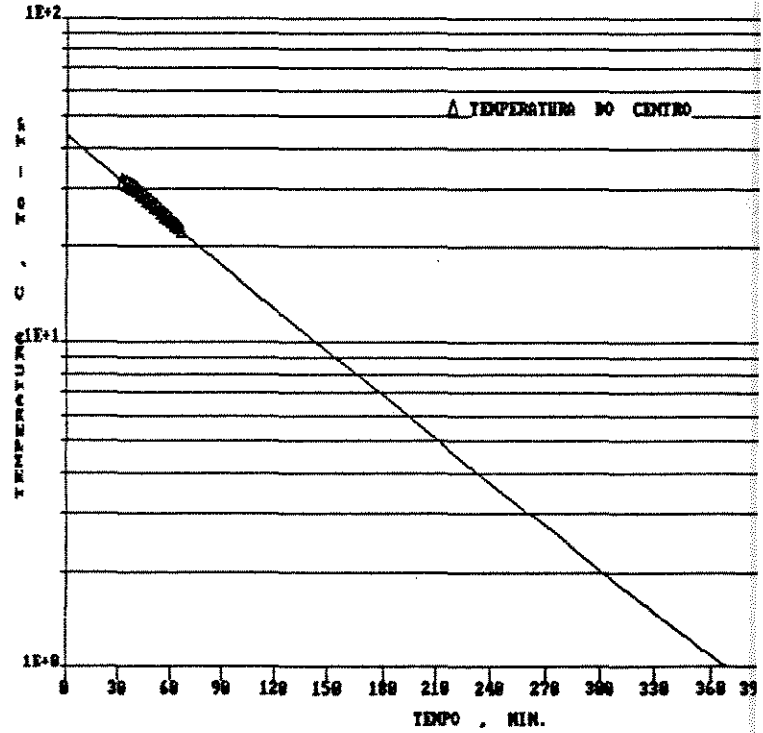


Figura 47