

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE ENGENHARIA DE ALIMENTOS

INCRUSTAÇÃO NA PASTEURIZAÇÃO DE OVO LÍQUIDO

PARECER

Este exemplar corresponde à redação final da tese defendida por **Cecília Dantas Vicente**, aprovada pela Comissão Julgadora em 25 de novembro de 2003.

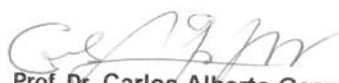
Cecília Dantas Vicente

Engenheira de Alimentos

Campinas, 25 de novembro de 2003.

Prof. Dr. Carlos Alberto Gasparetto

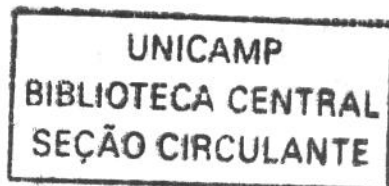
Orientador


Prof. Dr. Carlos Alberto Gasparetto
Presidente da Banca

Dissertação apresentada à Faculdade de Engenharia de Alimentos, da Universidade Estadual de Campinas, para obtenção do título de Mestre em Engenharia de Alimentos.

CAMPINAS

2003



UNIDADE BC
Nº CHAMADA UNICAMP
V662i
/ EX
FOMBO BC/ 57689
PROC 16-117-04
C D X
PREÇO 11,00
DATA 16/04/2004
Vº CPD

CM00196650-0

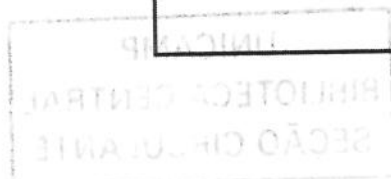
BIB ID 313887

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA
BIBLIOTECA DA F.E.A. – UNICAMP

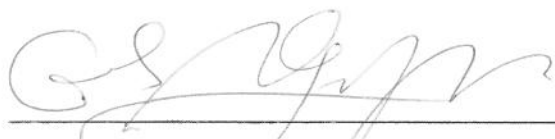
V662i Vicente, Cecília Dantas
Incrustação na pasteurização de ovo líquido / Cecília Dantas
Vicente. – Campinas, SP: [s.n.], 2003.

Orientador: Carlos Alberto Gasparetto
Dissertação (mestrado) – Universidade Estadual de
Campinas.Faculdade de Engenharia de Alimentos.

1.Ovos. 2.Incrustação. 3.Calor - Transmissão. 4.Trocadores
de calor. I.Gasparetto, Carlos Alberto. II. Universidade
Estadual de Campinas.Faculdade de Engenharia de Alimentos.
III.Título.



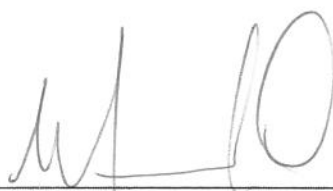
Banca Examinadora



Prof. Dr. Carlos Alberto Gasparetto
(Orientador)



Prof. Dr. Luiz Antônio Viotto
(Membro)



Prof. Dr. Marcelo Cristianini
(Membro)

Prof. Dra. Fernanda Elisabeth Xidieh Murr
(Membro)

Campinas, de de 2003.

À minha mãe Aparecida, pelo exemplo de força e perseverança

Ofereço

Ao Emanuel David, pelo estímulo, colaboração e compreensão

Dedico

AGRADECIMENTOS

Ao Prof. Dr. Carlos Alberto Gasparetto pela oportunidade oferecida, orientação e apoio em todos os momentos;

Aos Srs. Diretores da Fama Ovos Ltda., pelas informações, sugestões e total apoio durante toda a execução do trabalho;

Ao Departamento de Engenharia de Alimentos/FEA/UNICAMP pela oportunidade; e

A todas as demais pessoas que, direta ou indiretamente, colaboraram para a realização deste trabalho.

SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS.....	IX
LISTA DE FIGURAS.....	X
NOMENCLATURA.....	XII
RESUMO.....	XIV
SUMARY.....	XVI
1) INTRODUÇÃO.....	1
2) REVISÃO DE LITERATURA.....	3
2.1) AS INDÚSTRIAS PROCESSADORAS DE OVOS NO BRASIL.....	3
2.2) ESTRUTURA E COMPOSIÇÃO DOS OVOS E SEUS PRODUTOS.....	4
2.2.1) Clara de ovo.....	6
2.2.2) Clara de ovo aditivada.....	9
2.2.3) Gema de ovo.....	10
2.2.4) Ovo Integral.....	12
2.2.5) Ovo formulado.....	13
2.3) A PASTEURIZAÇÃO DE OVOS.....	13
2.4) TIPOS DE INCRUSTAÇÃO.....	17
2.4.1) Cristalização.....	18
2.4.2) Sedimentação.....	19
2.4.3) Reação química.....	19
2.4.4) Corrosão.....	19
2.4.5) Biológica.....	19
2.5) MECANISMOS DE FORMAÇÃO DA INCRUSTAÇÃO.....	19
2.5.1) Iniciação.....	20
2.5.2) Transporte de massa.....	20
2.5.3) Ligação ou formação do depósito.....	21
2.5.4) Remoção.....	21
2.5.5) Envelhecimento.....	21
2.6) CONDIÇÕES QUE INFLUENCIAM A INCRUSTAÇÃO.....	22
2.6.1) Parâmetros de operação.....	22
2.6.1.1) Velocidade do fluido (tempo de residência).....	22
2.6.1.2) Temperatura do fluido.....	23

2.6.1.3) Temperatura da superfície.....	23
2.6.2) <i>Parâmetros do trocador de calor</i>	24
2.6.2.1) Material da superfície.....	24
2.6.2.2) Estrutura da superfície.....	24
2.6.2.3) Configuração do trocador de calor.....	24
2.6.3) <i>Propriedades dos fluidos</i>	25
2.6.3.1) pH.....	26
2.6.3.2) Força iônica (% Na Cl).....	27
2.6.3.3) Concentração de proteínas.....	28
2.7) CONSEQUÊNCIAS DA INCRUSTAÇÃO NA PASTEURIZAÇÃO DE OVOS.....	28
2.7.1) <i>Adicional consumo de energia</i>	28
2.7.2) <i>Maior custo para realização das limpezas</i>	29
2.7.3) <i>Maior frequência de manutenção nos trocadores</i>	29
2.7.4) <i>Super dimensionamento ou duplicidade de trocadores de calor</i>	30
2.7.5) <i>Aumento da potência das bombas</i>	30
2.7.6) <i>Deposição de fluidos biológicos</i>	30
2.7.7) <i>Perda da Qualidade dos produtos</i>	31
2.8) TAXAS DE RESISTÊNCIA TÉRMICA (R_F) CAUSADA PELA INCRUSTAÇÃO.....	31
2.8.1) <i>Taxa linear</i>	32
2.8.2) <i>Taxa decrescente</i>	32
2.8.3) <i>Taxa assintótica</i>	32
2.8.4) <i>Incrustação de dente de serra</i>	32
3) MATERIAIS E MÉTODOS.....	34
3.1) FLUXOGRAMA DO EXPERIMENTO.....	34
3.1.1) <i>Recebimento dos “ovos in natura”</i>	35
3.1.2) <i>Alimentação e Lavagem dos ovos</i>	36
3.1.3) <i>Ovoscopia</i>	38
3.1.4) <i>Sanitização</i>	38
3.1.5) <i>Quebra e separação</i>	39
3.1.6) <i>Filtragem</i>	42
3.1.7) <i>Padronização</i>	43
3.1.7.1) <i>Análise de pH</i>	45
3.1.7.2) <i>Determinação da % sólidos</i>	45
3.1.8) <i>Pasteurização e Coletas de dados on line (AIMAX®)</i>	46
3.1.9) <i>Determinação da Resistência Térmica causada pela Incrustação R_f</i>	56
3.1.10) <i>Análise Estatística</i>	61

4) RESULTADOS E DISCUSSÃO	62
4.1) CLARA DE OVO	62
4.2) CLARA DE OVO ADITIVADA	66
4.3) OVO INTEGRAL.....	71
4.4) OVO FORMULADO	75
5) CONCLUSÃO	79
6) SUGESTÕES PARA FUTUROS TRABALHOS.....	82
7) REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	83
8) APÊNDICES.....	91

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 - Composição da clara, gema e integral.	5
TABELA 2 – Classificação dos ovos com base na Unidade Haugh	8
TABELA 3 - Padrão Microbiológico para produtos de ovos pasteurizados	15
TABELA 4 –Tempo e Temperatura de pasteurização recomendada pelo USDA e SIPOA	16
TABELA 5 – Performance dos vários tipos de trocadores de calor	25
TABELA 6 – Características Físico-Químicas dos produtos padronizados.....	44
TABELA 7 – Dimensão das placas e tubos do pasteurizador APV	48
TABELA 8 – Parâmetros de operação do pasteurizador APV	49
TABELA 9 - Identificação dos instrumentos do pasteurizador APV	56

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 - Formação do ovo de galinha.....	4
FIGURA 2 – Tipos de incrustação encontrados em trocadores de calor.....	18
FIGURA 3 - Taxas de resistência térmica causada pela incrustação.....	31
FIGURA 4 – Fluxograma do experimento	34
FIGURA 5 – Análise da Unidade Haugh.....	35
FIGURA 6 – Alimentadora de ovos (SL60/60) e Lavadora (SW80) SANOVO.....	36
FIGURA 7 – Lavagem dos ovos.....	37
FIGURA 8 – Ovoscopia.....	38
FIGURA 9 - Máquinas Quebradoras (mod. 3000 e 2000) SANOVO.....	39
FIGURA 10 – Máquina Quebradora (mod. 3000) SANOVO.....	40
FIGURA 11 - Separação da Clara, Gema e Casca de Ovo.....	41
FIGURA 12 – Filtros de linha duplos.....	42
FIGURA 13 – Tanques de padronização dos produtos de ovos	43
FIGURA 14 – Padronização (agitação) dos produtos de ovo.....	44
FIGURA 15 – Pasteurizador APV modelo R – 51.	47
FIGURA 16 – Placa do Pasteurizador APV	48
FIGURA 17 - Tela do software supervisorio AIMAX® 3.5	53
FIGURA 18 – Malhas de controle da pasteurização	54
FIGURA 19 - Software AIMAX ® 3.5 uma interface homem máquina.....	55
FIGURA 20 – Pressão durante a pasteurização da clara de ovo.....	63
FIGURA 21 – Coeficiente Global de Transferência de calor durante a pasteurização da Clara de Ovo.....	64
FIGURA 22 – Resistência térmica causada pela incrustação durante a pasteurização da clara de ovo.....	65
FIGURA 23 – Pressão durante a pasteurização da clara de ovo aditivada.....	67
FIGURA 24 – Coeficiente Global de Transferência de calor durante a pasteurização da clara de ovo aditivada.....	68

FIGURA 25 – Resistência térmica causada pela incrustação durante a pasteurização da clara de ovo aditivada.....	69
FIGURA 26 – Pressão durante a pasteurização de ovo integral.....	71
FIGURA 27 – Coeficiente Global de Transferência de calor durante a pasteurização do ovo integral.....	72
FIGURA 28 – Resistência térmica causada pela incrustação durante a pasteurização de ovo integral.....	73
FIGURA 29 – Pressão durante a pasteurização de ovo formulado.....	75
FIGURA 30 – Coeficiente Global de Transferência de calor durante a pasteurização do ovo formulado.....	76
FIGURA 31 – Resistência térmica causada pela incrustação durante a pasteurização de ovo formulado.....	77

NOMENCLATURA

A	Área de transferência de calor (m^2)
c_p	Calor específico a pressão constante ($\text{J} / \text{kg} \cdot \text{K}$)
h	Coeficiente de transferência convectiva de calor ($\text{W} / \text{m}^2 \cdot \text{K}$)
$\dot{M}$	Vazão mássica (kg / s)
P	Pressão (Pa)
$\dot{Q}$	Taxa de transferência de calor (W)
R_f	Resistência térmica causada pela incrustação ($\text{m}^2 \text{K} / \text{W}$)
t	Tempo de corrida do experimento (s)
T	Temperatura ($^{\circ}\text{C}$)
T	Temperatura termodinâmica (K)
ΔT_{lmd}	Diferença de temperatura média logarítmica (trocador contra corrente)
U	Coeficiente global de transferência de calor ($\text{W} / \text{m}^2 \cdot \text{K}$)
δ	Diferença de temperatura (K)
PI	Ponto Isoelétrico

Índices Inferiores

i	Inicial / Interno
f	Final
o	Externo
e	Entrada

<i>s</i>	Saída
<i>a</i>	Água
<i>p</i>	Produtos de ovos
<i>w</i>	Parede
<i>c</i>	Fluido frio
<i>h</i>	Fluido quente
<i>r</i>	Regeneração

RESUMO

Título: Incrustação na Pasteurização de Ovo Líquido

Autor: Cecília Dantas Vicente

Departamento de Engenharia de Alimentos – FEA / UNICAMP 2003

A incrustação durante a pasteurização de ovos ocorre principalmente devido à deposição de algumas proteínas que se coagulam quando aquecidas. O estudo de métodos que reduzam a formação de depósitos no pasteurizador é importante porque a incrustação representa um custo adicional para as indústrias. A incrustação causa uma diminuição da transferência de calor e a formação de sedimentos na embalagem ou no vaso de armazenamento. A incrustação traz como consequência a necessidade de um superdimensionamento dos pasteurizadores, desligamento periódico do pasteurizador para realização de limpeza, redução do tempo disponível para a produção, e o acúmulo de microrganismos que se protegem nas pequenas rugosidades do depósito comprometendo a qualidade microbiológica do produto final. O processo de incrustação foi estudado durante a pasteurização da clara de ovo, clara de ovo aditivada, ovo integral e ovo formulado. A incrustação foi influenciada pelos parâmetros de operação (tempo e temperatura de pasteurização) e pelas propriedades de cada produto (% de sólidos e pH) e foi avaliada através da variação de pressão do pasteurizador, do Coeficiente Global de transferência de Calor e da Resistência Térmica causada pela incrustação na seção de aquecimento. Durante as pasteurizações da clara de ovo aditivada e clara de ovo não ocorreram incrustações na seção de aquecimento. No entanto, ocorreram incrustações nas pasteurizações de ovo integral e ovo formulado, e foi possível a determinação de modelos lineares do Coeficiente Global de transferência de Calor e da Resistência Térmica causada pela incrustação, na seção de aquecimento, que predizem como o trocador de calor se comporta. A taxa de incrustação durante a pasteurização do ovo formulado foi maior que a do ovo integral, porque o ovo formulado contém maior teor de clara que o ovo integral. Estabeleceu-se o tempo máximo de operação do pasteurizador em 83 minutos para ovo integral, e 50 minutos para o ovo formulado a fim de obter uma redução de no máximo 30% do

Coeficiente Global de Transferência de Calor. Durante a pasteurização de todos os produtos foi observado o aumento da pressão.

Palavras Chave: ovos, pasteurização, incrustação, trocadores de calor e transferência de calor.

SUMARY

Title: Fouling in Liquid Egg Pasteurization

Author: Cecília Dantas Vicente

Departamento de Engenharia de Alimentos – FEA / UNICAMP 2003

Fouling during egg pasteurization occurs mainly due to the deposition of some proteins that coagulate when heated. The study of methods that reduce the formation of deposits in pasteurizer it's important because fouling represents an additional cost to industries. Fouling causes a decrease of heat transfer and formation of sediments at package or at storage tank. Fouling brings as a consequence the need of excess of surface area of pasteurizer, periodically switching off the pasteurizer to cleaning it, decrease of available time to production, and accumulation of microorganisms that protect themselves in roughness of the deposit, committing microbiological quality of final product. Fouling process has been studied during pasteurizations of egg white, added egg white, and whole egg and formulated egg. Fouling was influenced by operation parameters (pasteurization time and temperature), and each product proprieties (solids % and pH), and it was evaluated through pasteurizer's pressure variance, through Heat Transfer Global Coefficient and Thermal Resistance caused by fouling at heating section. During added egg white and egg white's pasteurization, fouling didn't occur at heating section. However, in whole egg and formulated egg pasteurization occurred fouling, and it was possible to determinate linear models to Heat Transfer Global Coefficient and Thermal Resistance caused by fouling, in heating section, that predict how the heat exchange behaves. Fouling rate during formulated egg pasteurization was bigger than during whole egg, because formulated egg has got greater amount of white egg than the other. The maximum time to operation of pasteurizer was established as 83 minutes to whole egg, and 50 minutes to formulated egg, so that it would be obtained a reduction of Heat Transfer Global Coefficient no bigger than 30%. During pasteurization of all products it was observed pressure increase.

Key Words: eggs, pasteurization, fouling, heat exchangers and heat transfer.

1) INTRODUÇÃO

O maior problema encontrado quando alguns fluidos biológicos são aquecidos, é a deposição de alguns de seus componentes na superfície de troca térmica, assim pode-se definir incrustação (LING; LUND, 1978a).

A incrustação representa um custo adicional para as indústrias, pois causa muitos problemas como a redução da transferência de calor, exigindo um maior consumo de energia para atingir os níveis de temperatura requeridos. São necessárias paradas freqüentes para limpeza dos trocadores de calor, etapa com custo muito elevado pela utilização de produtos de limpeza para a remoção do material incrustado. Devido às altas concentrações de produtos de limpeza utilizados, os trocadores de calor sofrem maior desgaste e são necessárias paradas adicionais para realização das manutenções. Nas indústrias os pasteurizadores são super dimensionados ou existem em duplicidade, principalmente, em processos contínuos devido à necessidade de interrupção do pasteurizador para a realização da limpeza e manutenção. A incrustação causa um aumento da pressão devido à deposição de materiais na superfície de troca térmica e diminuição da área de passagem do produto, portanto, são requeridas potências maiores da bomba de deslocamento positivo no decorrer da pasteurização. No material depositado ocorre o acúmulo e crescimento de microrganismos que podem se proteger nas incrustações formadas nas pequenas rugosidades da superfície do equipamento. O material incrustado pode ser removido pelo próprio escoamento e pode se sedimentar após o fluido permanecer em repouso, resultando na perda de qualidade do produto final (GARRET-PRICE et al., 1985).

As proteínas equivalem a 92,73% da matéria seca da clara, 31,36% da matéria seca da gema ou 50,78% da matéria seca do ovo integral. A incrustação durante a pasteurização do ovo líquido ocorre principalmente devido à coagulação

pelo calor das proteínas. HERMANSSON (1979) descreveu a coagulação como uma agregação aleatória de moléculas de proteínas já coaguladas. O coagulo é sempre turvo e a formação do coagulo é normalmente termicamente irreversível (SHIMADA; MATSUSHITA, 1981).

Considerando que a incrustação na pasteurização de ovos é responsável por elevar o custo do processo e diminuir a qualidade final dos produtos, justifica-se assim, o interesse pelo seu estudo, principalmente devido à carência de literatura relacionada ao assunto.

Os objetivos deste trabalho são:

- Determinar quais são os produtos de ovos (clara de ovo, clara de ovo aditivada, ovo integral e ovo formulado) mais susceptíveis à incrustação durante a pasteurização.
- Determinar a variação da Resistência Térmica causada pela incrustação durante a pasteurização de cada produto.
- Determinar a variação do Coeficiente Global de Transferência de Calor durante a pasteurização de cada produto.
- Estabelecer o tempo máximo de operação contínua do equipamento nas pasteurizações de cada produto.

2) REVISÃO DE LITERATURA

2.1) As Indústrias Processadoras de Ovos no Brasil

As principais indústrias processadoras de ovos no Brasil são: Fama Ovos Ltda., Sohovos Industrial Ltda, Dinapro Distribuidora Nacional de Produtos Alimentícios, Saltos Alimentos Ltda, Mizumoto Alimentos Ltda, Kaiatonas Ltda. e Avícola Santo Antônio Ltda.. As indústrias processadoras de ovos são fornecedoras de matéria-prima para empresas do setor de alimentos como: indústrias fabricantes de maionese, massas, chocolates, doceiras, padarias, cozinhas industriais, redes de restaurante e hotéis, além de exportarem para Europa, Japão e outros países da América do Sul.

Os produtos das indústrias de ovos são:

- Clara pasteurizada resfriada ou congelada;
- Clara pasteurizada aditivada resfriada ou congelada;
- Gema pasteurizada resfriada ou congelada;
- Gema com sal ou açúcar pasteurizada congelada;
- Ovo integral pasteurizado resfriado ou congelado – mistura da gema e clara na mesma proporção do ovo “in natura”;
- Produtos formulados pasteurizados – mistura de gema e clara em porcentagens diferentes do ovo “in natura” que ainda pode ser adicionado de sal ou açúcar;
- Ovo integral pasteurizado desidratado;
- Gema pasteurizada desidratada;
- Clara desidratada
- Casca de ovo seco

2.2) Estrutura e composição dos ovos e seus produtos

Os ovos não férteis de galinha classificadas como *Gallus domesticus* são usados quase que exclusivamente para o consumo humano. O ovo é um corpo unicelular formado no ovário e composto de protoplasma, vesículas germinativas e envoltórios (Figura 1).

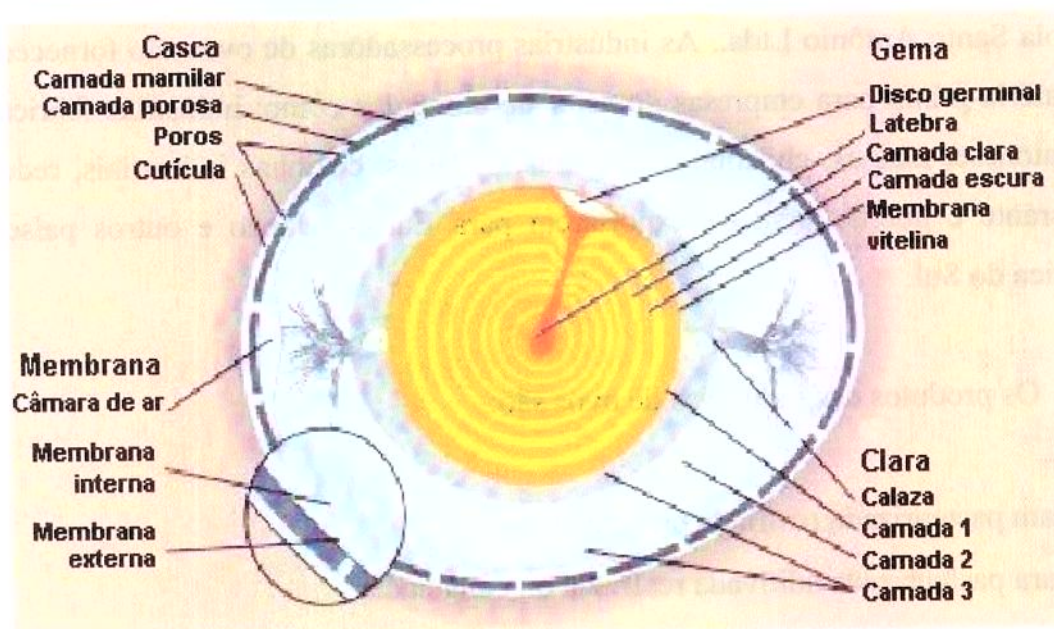


FIGURA 1 - Formação do ovo de galinha

A gema é formada pela latebra e camadas alternativas de cor amarelo claro e escuro cercadas pela membrana vitelina. Possui um pequeno disco germinal (blastoderme ou gema branca), onde se inicia o desenvolvimento do embrião. A calaza é uma continuação da membrana vitelina, uma estrutura fibrosa que mantém a gema centralizada no interior do ovo. A gema é constituída por ovovitellina e contém pigmentos como xantofila, carotenos, cujas concentrações dependem da alimentação recebida pela ave. A gema pode ser descrita como um sistema complexo contendo uma variedade de partículas suspensas em uma solução de

proteínas (vitelinas). Os principais constituintes dos sólidos da gema são as proteínas e lipídeos.

A clara do ovo é elástica, viscosa, possui materiais heterogêneos e constitui 60% do ovo. Possui quatro camadas distintas que são: camada calazífera (1), camada espessa (2), camada interna e externa (3). A proporção das camadas é definida pela espécie da ave, pelas condições ambientais e pelo tamanho do ovo (ROMANOFF; ROMANOFF, 1949). A composição dos componentes do ovo apresentada na Tabela 1 indica que as proteínas são o maior constituinte dos sólidos da clara de ovo. A idade da ave é altamente significativa afetando as proteínas contidas na clara (CUNNINGHAM; COOTERRIL; FUNK, 1960). A clara deve ser estimada como sendo um sistema de proteínas constituídas de fibras de ovomucina em uma solução aquosa de numerosas proteínas globulares.

A composição da clara, gema e integral é mostrada na Tabela 1:

TABELA 1 - Composição da clara, gema e integral.

Componentes do ovo	% Proteína	% Lipídeos	% Carboidratos	% Cinzas
Clara	9,7 – 10,6	0,03	0,4 – 0,9	0,5 – 0,6
Gema	15,7 – 16,6	31,8 – 35,3	0,2 – 1,0	1,1
Ovo integral	12,8 – 13,4	10,5 – 11,8	0,3 – 1,0	0,8 – 1,0

Fonte: STALDELMAN; COTTERILL, 1985.

A composição química e as propriedades físico-químicas da clara e gema "in natura" podem ser usadas para comparar o que ocorre durante a estocagem na casca, a pasteurização, a secagem e o congelamento. As alterações nos componentes do ovo são refletidas na perda da funcionalidade da clara (poder de formar clara em neve) e gema (poder emulsificante).

A casca tem aspecto granuloso e poroso para permitir a respiração do embrião, sendo seu principal componente o cálcio. Normalmente, é branca ou

marrom dependendo da raça da galinha. A casca é formada pela cutícula, camada porosa e mamilar. Entre a membrana interna e externa da casca existe uma câmara de ar, o seu tamanho varia conforme o tempo de armazenamento dos ovos após a postura. Ou seja, existem trocas gasosas pela casca de forma que ocorre perda de água ao longo do tempo de armazenamento, então quanto maior o tamanho da câmara de ar, indica um maior tempo de armazenamento do ovo após a sua postura. A cutícula sela parcialmente os poros da casca dos ovos, que permitem a perda de dióxido de carbono e umidade dos ovos. Os poros também permitem a penetração de bactérias tanto quanto as membranas da casca.

O ovo pode variar de tamanho, conforme a raça da galinha e principalmente a idade da ave. Segundo CIPOA (1991) os ovos de galinha podem ter a seguinte classificação: Tipo 1 - Jumbo (acima de 66g); Tipo 2 - Extra (60 a 65g); Tipo 3 - Grande (55 a 60g); Tipo 4 - Médio (50 a 55g); Tipo 5 - Pequeno (45 a 50g) e Tipo 6 - Industrial (abaixo de 45g). A média do peso dos ovos produzidos de raças selecionados é aproximadamente de 60g. Os ovos consistem em 10,0 a 11,0 % de casca, 2% de clara retida na casca, 55,0% de clara e 32,0 % de gema (COTTERILL; GEIGER, 1977). O total de sólidos da clara, gema e integral são aproximadamente cerca de 12%, 52% e 24%, respectivamente.

2.2.1) Clara de ovo

A clara é um ingrediente chave em muitos produtos alimentícios, pela habilidade de coagular quando aquecida, formar espuma quando batidas em neve, conferir flavor característico e aumentar o valor nutricional dos alimentos (STALDEMAN; COTTERILL, 1994).

Os sólidos contidos na clara líquida são normalmente próximos de 12%. Há apenas um caminho para mudar este valor, o tempo de estocagem até a quebra, a

variação deve ser de $\pm 1\%$. Os ovos que apresentam uma perda considerável de umidade (exemplo, aqueles que têm uma câmara de ar grande) ou ovos de frangas pequenas com alta qualidade interior, podem ter um teor alto de sólidos. Ovos frescos de aves velhas têm teor de sólidos baixo. Elevadas temperaturas ambientes e doenças respiratórias podem também diminuir os sólidos da clara.

O pH da clara pode variar de 7,6 a 9,3. Este aumento é estritamente em função da perda de dióxido de carbono dos ovos. A maioria das claras comerciais tem um pH de 8,5 a 9,8. A perda de dióxido de carbono depende da temperatura dos ovos, da quantidade de dióxido de carbono do ambiente, e do grau de selagem da casca do ovo (cutícula).

A medida mais usada para a qualidade da clara dos ovos em casca é chamada de Unidade Haugh, proposta por Raymond Haugh em 1937. O princípio deste método baseia-se na perda de água pelos poros da casca do ovo ao longo do tempo. Este método consiste em medir a altura da clara próxima a gema e a relaciona com o peso do ovo, conforme a fórmula abaixo:

$$\text{Unidade Haugh} = 100 \log \left[\frac{H - (\sqrt{G (30 W^{0.37} - 100)} + 1.9)}{100} \right]$$

Onde, H = altura da clara (milímetros), G = 32.2 e W = peso do ovo (gramas).

Conforme United States Department of Agriculture (USDA) a classificação dos ovos com base na Unidade Haugh é demonstrada na Tabela 2:

TABELA 2 – Classificação dos ovos com base na Unidade Haugh

CLASSE	CARACTERÍSTICA	UH
TIPO AA	Fresquíssimo de 1 a 2 dias de postura	≥ 72
TIPO A	Fresco de 3 a 7 dias de postura	60 a 71
TIPO B	Regular de 7 a 10 dias de postura	30 a 60
TIPO C	Não fresco acima de 10 dias de postura	0 a 30

Fonte: USDA, 1984

FEENEY (1964) listou as proteínas em porcentagem de sólidos de clara de ovo como segue: ovoalbumina, 54; conalbumina (ovotransferrina), 12; ovomucóide, 11; ovomucina, 3,5; lisozima, 3,4; G₂ globulina, 4,0; G₃ globulina, 4,0; ovoinibidor, 1,5; ovoglicoproteína, 1,0; ovoflavoproteína, 0,8; ovomacroglobulina, 0,5; cistatina, 0,05 e avidina, 0,05. Destas, ovomucóide e ovomucina não coagulam pelo calor (PARKINSON, 1966; JOHNSON; ZABIK, 1981a, b). Conalbumina é especialmente sensível ao calor a menos que esteja complexada com um íon metal, tal como Ferro e Alumínio (AZARI; FEENEY, 1958). As temperaturas de desnaturação da conalbumina, ovoalbumina, globulinas e lisozima são 57,3°C, 71,5°C, 72,0°C e 81,5°C, respectivamente. A clara de ovo coagula quando aquecida, principalmente devido às proteínas ovoalbumina e conalbumina que constituem cerca de 70% de todas as proteínas (PARKINSON, 1966). A coagulação da clara começa a temperatura de 62°C, e a coagulação cessa quando a temperatura atinge 65°C. A 70°C o coagulo é completamente firme, mas começa a ficar muito firme a altas temperaturas (ROMANOFF; ROMANOFF, 1949; BEVERIDGE et al. 1980). A reação de coagulação é endotérmica; o calor é absorvido. Então, alimentos com uma alta quantidade de ovos devem permanecer a mesma temperatura durante o período de tempo em que a coagulação ocorrer (GRISWOLD, 1962).

Durante o armazenamento a ovalbumina, o principal constituinte da clara de ovo, muda para uma forma mais estável ao calor a s-ovalbumina. Assim, o frescor dos ovos “in natura” influenciam a coagulação (ALLEONI, 1997).

2.2.2) Clara de ovo aditivada

As alterações provocadas pelo aquecimento são as principais causas para a reprovação da clara pasteurizada pelos consumidores. Os produtos finais são checados por testes laboratoriais para verificar as pequenas alterações. Quando a clara é aquecida, a primeira alteração notável é a mudança no poder de formação da espuma (batimento em neve). A taxa de batimento, estabilidade de merengues, e bolos de anjo são testes clássicos para a clara de ovo.

A clara batida é um colóide constituído de bolhas de ar, cercada de albumina, que passou por uma desnaturação da superfície líquida – ar. Essa desnaturação, que ocorre devido à desidratação e ao estiramento da albumina durante o batimento, torna parte dessa proteína insolúvel, endurecendo e estabilizando a espuma.

Para melhorar a propriedade funcional de formação de espuma da clara de ovo líquida é permitido o uso de alguns aditivos como: Ácido Cítrico (0,35% máximo); Citrato de Trietila (0,03% máximo); Lauril-sulfato de sódio (0,03% máximo) e Triacetina (0,03% máximo). O aumento da estabilidade da clara ao tratamento térmico foi mostrado por SLOSBERG et al. (1948) quando o pH foi ajustado para 6,5 com a utilização de acidulantes (ácido cítrico). CUNNINGHAM; LINEWEAVER (1965) recomendaram que o pH da clara fosse ajustado para 7,0 antes da pasteurização, para proteger a ovoalbumina e lisozima contra os danos causados pelo calor. O Citrato de Trietila age em detrimento aos efeitos da gema na formação de espuma da clara de ovo. Ele diminui o tempo requerido para batimento da clara livre de gema e da clara contaminada com gema (COTTERILL; CUNNINGHAM; FUNK, 1963). A adição de Citrato de Trietila a ovos pasteurizados foi recomendada por CUNNINGHAM; LINEWEAVER (1965); GARIBALDI et al. (1968) para restaurar as propriedades dos ovos pasteurizados. A melhoria das propriedades de batimento da clara pasteurizada foi

atribuída por CUNNINGHAM (1963) pelo aumento da insolubilização das proteínas na interface ar - líquido da espuma. GARIBALDI et al. (1968) sugeriram que o Citrato de Trietila deve alterar a viscosidade superficial da clara de ovo, diminuindo então a susceptibilidade aos danos mecânicos na espuma. O Lauril-sulfato de sódio forma um complexo com a lisozima; este diminui a tensão superficial do sistema clara de ovo. A triacetina reduz o tempo de batimento para merengues e também a quantidade de calda utilizada.

SEIDEMAN; COTTERILL; FUNK (1963); CUNNINGHAM; LINEWEAVER (1965) determinaram que a estabilidade da conalbumina ao calor foi mínima com pH 6,0. Em contraste, a estabilidade ao calor da ovoalbumina foi maior a pH neutro (LEWIS, 1926). Proteínas tendem a se agregar quando aquecidas em seu ponto isoeletrico (PI), formando uma rede com grandes poros, baixa força do gel e mínimas ligações com água. Os PI das proteínas da clara de ovo são: ovoalbumina, 4,5; conalbumina (ovotransferrina), 6,1; ovomucóide, 4,1; ovomucina, 4,5 – 5,0; lisozima, 10,7; G₂ globulina, 5,5; G₃ globulina, 4,8; ovoinibidor, 5,1; ovoglicoproteína, 3,9; ovoflavoproteína, 4,0; ovomacroglobulina, 4,5; cistatina, 5,1 e avidina, 10,0.

2.2.3) *Gema de ovo*

Os sólidos contidos na gema pura de ovos frescos são cerca de $51,9 \pm 1\%$. Este valor é muito constante. A idade dos ovos e a quantidade de água que migrou da clara são os principais fatores que afetam a porcentagem inicial de sólidos (STALDEMAN; COTTERILL, 1994). O nível de sólidos da gema de ovo, produzidos pela quebra em máquinas, pode ser afetado por muitos fatores (o equipamento, a idade dos ovos, tamanho dos ovos, etc.). Normalmente este nível de sólidos varia de 44 a 48%, dependendo da quantidade de clara aderida a gema.

Contudo, a gema de ovo comercial (sem a adição de nenhum ingrediente) é padronizada pela adição de clara de ovo para um nível de sólidos de 43 a 44%.

O pH da gema pura é 6,0 e pode ser alterado durante a estocagem na casca do ovo, o pH aumenta gradualmente para 6,4 e 6,9 (SHARP; POWEL, 1931; BROOKS; TAYLOR, 1955). A gema pura contém muito pouco de dióxido de carbono. Desde que a gema comercial contém clara, o seu pH é maior que 6,0.

Em contraste com a clara, a gema de ovo contém proporções consideráveis de componentes não protéicos. Expressos em porcentagem de sólidos de gema, eles são os seguintes: proteínas (livetinas), 4-10; fosfoproteínas, 4-15; lipoproteínas, 16-18; lipídeos, 46; carboidratos, 2; minerais, 2; e algumas vitaminas (PARKINSON, 1966). Embora a maioria das proteínas da gema serem propensas a coagulação pelo calor, a fosfovitina e algumas livetinas não são (MECHAN; OLCOTT, 1949; TSUTSUI; OBARA, 1980). As γ – livetinas são mais afetadas a 61°C, comparadas as β – livetinas e α – livetinas que começam a ser afetadas pelo tratamento térmico à temperatura de 69°C (DIXON; COTTERILL, 1981).

Muitos produtos são comercializados congelados, principalmente, produtos destinados à exportação. Porém, o congelamento causa mudanças na textura da gema de ovo; quando a temperatura da gema atinge -6°C, a viscosidade aumenta e ocorre a gelatinização. Assim, o produto geleificado não pode ser processado como o produto líquido, em alguns casos ele pode causar uma dificuldade de mistura com outros ingredientes e ter uma aparência indesejável. Geralmente, esta gelatinização tem sido considerada irreversível, até que PALMER et al. (1970) observou que aquecendo a gema crua de 45 a 55°C por uma hora a geleificação é parcialmente revertida.

A geleificação é facilmente controlada com a adição de sal (Na Cl) e açúcar. Normalmente, são utilizados cerca de 2% de sal ou 8% de açúcar, ambos são igualmente efetivos, ou pode-se usar um nível de 10% para ambos os ingredientes. Há apenas uma desvantagem no uso destes ingredientes, pois no futuro o seu uso deve ser restrito para produtos alimentícios específicos.

Os tempos e temperaturas de pasteurização recomendados pelo USDA são de 61,1°C por 1,75 minutos para gema comum e 63,3°C por 1,75 minutos para gema com 10% de açúcar e 10% de sal. Porém, DIXON; COTTERILL (1981) mostraram que o açúcar e o sal a um nível de 10% têm um efeito protetor contra o calor, permitindo respectivamente 3°C e 6°C de aumento da temperatura antes que ocorra algum dano pelo calor. Então, para gema com sal ser pasteurizada a 63,3°C e 68°C não há diferença, pois não causam danos significativos.

2.2.4) Ovo Integral

O ovo integral é uma mistura de clara e gema nas mesmas proporções que os ovos “in natura”. Os sólidos do ovo integral podem variar de 23 a 25%, ainda que, sem adição de clara, níveis de sólidos mais baixos sejam possíveis. Conforme o USDA, o ovo integral líquido deve ter o nível de sólidos de 24,2%. Geralmente, isto requer a adição de mais gema que a proporção natural presente no líquido da casca do ovo.

O pH do ovo integral pode variar de 7,0 a 7,6, normalmente 7,2, depende do histórico dos ovos (frescor, cutícula da casca, temperatura de estocagem, etc.). Como a clara, o pH do ovo integral tem uma variação, esta é função da quantidade de dióxido de carbono na casca dos ovos no momento da quebra.

2.2.5) Ovo formulado

Produtos formulados são misturas de gema e clara em diferentes proporções, adicionadas ou não de sal ou açúcar.

WOODARD; COTTERILL (1983) estudaram o efeito do tratamento térmico sobre as proteínas do ovo integral, ovo integral com 10% de sal e ovo integral com 10% de açúcar utilizando eletroforese em disco gel de poliacrilamida e cromatografia de troca iônica com dietilaminoetil-Sephacel. Eletroforetogramas dos produtos aquecidos de 57 a 87°C por 3,5 minutos mostram uma grande faixa de estabilidade das proteínas. Livetinas e algumas globulinas são mais sensíveis ao calor, enquanto que a conalbumina e ovoalbumina são mais estáveis. O sal e o açúcar aumentam a estabilidade das proteínas ao calor de 1,6 e 7,9°C, respectivamente. As proteínas sensíveis ao calor foram mais estáveis com a adição de açúcar e sal. Aquecendo o ovo integral e o ovo integral com açúcar ocorreram mudanças substanciais nos cromatogramas, enquanto que aquecendo o ovo integral com sal poucas mudanças ocorreram.

2.3) A Pasteurização de Ovos

A pasteurização de ovos nos Estados Unidos começou obrigatoriamente em 1 de junho de 1966. Os regulamentos foram divulgados e o USDA inspecionava as plantas. O objetivo desta medida era garantir a ausência de qualquer bactéria patogênica nos produtos de ovos. O ato de Inspeção dos produtos de ovos de 1970 do Food Drug and Administration (FDA, 1971) encaminhou regulamentação requerendo que todos os produtos de ovos fossem comercializados livres de *Salmonella* pela aplicação apropriada do processo de pasteurização.

A pasteurização do Ovo integral líquido e Gema líquida foi feita, industrialmente pela primeira vez, em 1930. As primeiras operações eram em pequena escala e utilizavam pasteurizadores do tipo batelada, operando a temperatura de 60°C. Mais tarde foi descoberto o pasteurizador do tipo High Temperature and Short Time (HSTS) utilizado em laticínios, que podia ser empregado para produtos de ovos, se a temperatura fosse cuidadosamente controlada. Na Europa em 1965 o ovo integral líquido foi pasteurizado com sucesso em uma instalação industrial em processo contínuo. A unidade consistia em um trocador de calor a placas com suficientes tubos de residência para manter a temperatura de 61°C por no mínimo 3 minutos (STALDEMAN; COTTERILL, 1994).

No Brasil a pasteurização de ovos iniciou-se no início da década de 70 e apenas em 1990 foram publicadas as “Normas Gerais de Inspeção de ovos de Derivados”, que definiam que as pasteurizações dos produtos de ovos deviam ser sob condições e requisitos definidos de tempo e temperatura ajustados às características de cada produto a ser processado, garantindo desta forma a eficiência completa dos procedimentos de pasteurização (SECRETARIA DE INSPEÇÃO DE PRODUTO ANIMAL, 1990).

O principal objetivo da pasteurização de ovos é a eliminação da *Salmonella*, um dos microrganismos mais importantes que provoca gastroenterites de origem alimentar, apresenta como sintomas náusea, vômito, dores abdominais, dor de cabeça, calafrios e diarreia (KNABEL, 1995). A pasteurização é a utilização de um tratamento térmico (binômio tempo e temperatura) recomendado sem, contudo, modificar significativamente as propriedades funcionais dos produtos de ovos, que são utilizados como ingredientes em alimentos tais como: maioneses, bolos, doces e massas. As principais propriedades funcionais dos produtos de ovos são:

coagulação, formação de espuma (“neve”), emulsificação e incorporação de nutrientes.

Em 1991 a Resolução 05/91 da Coordenação Geral de Inspeção Federal de Produtos de Origem Animal (CIPOA, 1991) baixou o Padrão de Identidade e Qualidade para Ovos Pasteurizados definindo que devem estar ausentes de *Salmonella* em 25g, chegando ao seguinte padrão de qualidade microbiológico conforme Tabela 3:

TABELA 3 - Padrão Microbiológico para produtos de ovos pasteurizados

ANÁLISE MICROBIOLÓGICA	PADRÃO
Contagem padrão	$5 \cdot 10^4$ UFC/g
Coliformes fecais	Ausência/1g
<i>Staphylococcus aureus</i>	Ausência/1g
<i>Salmonella</i>	Ausência/25 g

Fonte: CIPOA, 1991.

Além do padrão microbiológico, os produtos devem ter uma performance satisfatória com relação às suas propriedades funcionais, por isto, os testes serão realizados com binômio tempo e temperatura, mas de forma que se mantenha o padrão microbiológico e as propriedades funcionais dos produtos. Quando a clara de ovo é aquecida, a primeira mudança notável é o poder de formar espuma (“clara em neve”). A taxa de batimento (“wipping” = densidade da espuma), a estabilidade da clara em neve e o volume de bolo de anjo são testes clássicos para a clara de ovo. O ovo integral tem uma avaliação similar ao da clara, utilizando bolos ao invés de bolos de anjo observando a espuma e as propriedades de coagulação. A estabilidade de maionese e molhos de salada (salad dressing) é uma indicação do poder de emulsificação da gema e ovo integral, refletindo na habilidade de coagulação (STALDEMAN; COTTERILL, 1994).

A Tabela 4 mostra o binômio tempo de residência e temperatura de pasteurização indicada pelo USDA e pela Secretaria de Inspeção de Produto Animal (SIPA, 1990):

TABELA 4 – Tempo e Temperatura de pasteurização recomendada pelo USDA e SIPA

Produtos	USDA ¹		SIPA	
	Temperatura (°C)	Tempo (minutos)	Temperatura (°C)	Tempo (minutos)
Clara (sem uso de aditivos)	56,7	1,75	56,7	3,5
	55,6	3,1	55,5	6,2
Ovo Integral	60,0	1,75	60,0	3,5
Misturas de Ovo Integral (com menos de 2% de outros ingredientes)	61,1	1,75	61,0	3,5
	60,0	3,1		
Misturas de Ovo Integral (24 a 38% de sólidos do ovo e 2 a 12% de outros ingredientes)	62,2	1,75	62,0	3,5
	61,1	3,1	61,0	6,2
Ovo integral com sal (com 2% ou mais de sal)	63,3	1,75	63,5	3,5
	62,2	3,1		
Ovo Integral com açúcar (2 a 12% de adição de açúcar)	61,1	1,75	61,0	3,5
	60,0	3,1		
Gema de ovo	61,1	1,75	61,0	3,5
	60,0	3,1	60,0	6,2
Gema com açúcar (2% ou mais de açúcar)	63,3	1,75	63,5	3,5
	62,2	3,1	62,0	6,2
Gema com sal (2 a 12% de sal)	63,3	1,75	63,5	3,5
	62,2	3,1	62,0	6,2

Fonte: STALDELMAN & COTERRIL, 1994; SIPA, 1990.

¹ Poultry Division, MAS, USDA, May 1, 1991.

2.4) Tipos de Incrustação

Incrustação, relacionada à transferência de calor, é qualquer tipo de depósito indesejável em superfícies e equipamentos de troca térmica (Figura 2), que aumenta a resistência à transmissão de calor, sendo ainda um dos maiores problemas não resolvidos da indústria (TABOREK et al, 1972; BELMAR-BEINY et al., 1993).

Durante o processo de pasteurização ocorre a desnaturação de algumas proteínas e a performance dos produtos de ovos diminui sendo uma função do tempo e temperatura de processamento. A desnaturação das proteínas é definida como uma reação química que causa a alteração da conformação em todas as partes de sua molécula, acarretando a perda de sua atividade biológica e funcionalidade. A desnaturação não envolve alteração em sua estrutura primária, mas de todas as outras (secundária, terciária e quaternária) (ARAÚJO, 1999).

As proteínas apresentam uma estrutura inicialmente primária, termo usado para designar a estrutura do esqueleto covalente das proteínas e sua seqüência de aminoácidos. Isto é claramente demonstrada por uma propriedade muito conhecida. Quando uma solução de proteína, como a albumina do ovo, é aquecida lentamente até 60 ou 70°C, a mesma torna-se gradualmente leitosa e logo forma um coágulo. A clara de ovo que contém a albumina coagula pelo aquecimento em um sólido branco. Depois que o calor coagulou a clara, ela não sofre redissolução pelo resfriamento nem forma outra vez a solução límpida como a original. Portanto, o aquecimento transformou a ovoalbumina e, aparentemente, de forma irreversível. Este efeito do aquecimento ocorre virtualmente com todas as proteínas globulares, não importando sua função biológica, embora a temperatura exata para provocá-lo possa variar. A mudança provocada pelo calor em uma proteína é conhecida por desnaturação. Uma proteína no seu estado natural é chamada de proteína nativa;

depois da reação ou transformação é chamada proteína desnaturada (LEHNINGER, 1993).

A desnaturação altera várias propriedades do ponto de vista tecnológico, normalmente a proteína se torna menos solúvel ou até mesmo insolúvel, aumentando a viscosidade do alimento.



FIGURA 2 – Tipos de incrustação encontrados em trocadores de calor

De acordo com os mecanismos de geração de depósitos, a incrustação tem sido classificada como: cristalização, sedimentação, reação química, corrosão e biológica.

2.4.1) Cristalização

É resultado da presença de sais inorgânicos dissolvidos que se tornam supersaturados sob as condições do processo. Problemas típicos são: carbonatos, sulfato de cálcio e depósitos de sílica.

2.4.2) Sedimentação

É o acúmulo de partículas sólidas suspensas e na superfície de transferência de calor. As partículas suspensas podem ser poluentes do ambiente (areia, sujeira, lama), ferrugem, ou produtos resultantes de reações químicas do próprio fluido.

2.4.3) Reação química

São depósitos formados como resultado de reações químicas na superfície de troca térmica. O material da superfície do trocador de calor não reage. Este tipo de incrustação é um tipo de problema comum na indústria de processos químicos, refinarias de óleo e laticínios.

2.4.4) Corrosão

Ocorre quando o material do trocador de calor reage com o fluido e forma produtos corrosivos na superfície de troca térmica.

2.4.5) Biológica

É o desenvolvimento de filmes orgânicos consistindo de microrganismos e seus produtos. Geralmente esses microrganismos propiciam o aparecimento de um biofilme que recobre a superfície (GARRET-PRICE et al, 1985).

2.5) Mecanismos de Formação da Incrustação

Para todos os tipos de incrustação são cinco as etapas consecutivas que mais comumente ocorrem (EPSTEIN, 1981):

2.5.1) Iniciação

A iniciação está associada a um período de indução sobre a superfície de transferência de calor inicialmente limpa. Durante o período de indução a superfície é condicionada para a adsorção da deposição. O fenômeno é usualmente observado na cristalização ou precipitação da incrustação e algumas vezes em outros tipos de incrustação. O processo acontece em algumas horas. Depois deste período de indução tem sido observado que a resistência a deposição do material incrustante aumenta com o tempo. Para todos os tipos de incrustações muitos pesquisadores têm reportado que o período de indução diminui quando a superfície é rugosa. Esta rugosidade proporciona um lugar adicional para a nucleação e adsorção. Em caso de bio-incrustação, a etapa implica na adsorção sobre a superfície de polímeros e glicoproteínas, com a ação da superfície promovendo a criação de uma película na qual os microrganismos aproveitam para aderirem às paredes.

2.5.2) Transporte de massa

De todas as etapas conhecidas o transporte de matéria até a superfície é o mais estudado e o melhor compreendido no fenômeno da incrustação. Para formar o depósito pelo menos um componente chave tem que ser transportado para a superfície de troca térmica, da região central do escoamento em direção à parede. O transporte resulta de uma variedade de processos que inclui difusão, eletroforese, sedimentação, reação química, termoforese e impacto inercial. Na maioria dos casos ocorre por difusão, e sendo de caráter difusional, a transferência de massa é descrita pela lei de Fick e esta pode ser utilizada nas diferentes formulações disponíveis na literatura.

2.5.3) Ligação ou formação do depósito

Após o componente incrustante ter sido transportado para a superfície de troca térmica, ele deve aderir, ligar-se ou reagir para formar a substância depositada na parede da superfície. As diferentes forças que atuam sobre as partículas e sua aproximação desempenham um papel decisivo na ligação da espécie incrustante, são importantes todas as propriedades do sistema, incluídas aqui as condições e natureza da superfície de troca térmica.

2.5.4) Remoção

A Remoção depende da força do depósito, e ocorre quando o próprio escoamento atua sobre o depósito propiciando sua remoção por dissolução, quebra ou erosão. A remoção depende do tipo particular de depósito, o qual pode variar com o tempo. Assim, o processo de remoção poderá variar durante o período no qual está ocorrendo a incrustação. A remoção do depósito por dissolução pode ser relacionada à solubilidade do material do depósito. A taxa de remoção é diretamente proporcional à quantidade de massa depositada e a tensão de cisalhamento sobre a superfície de transferência de calor. A contínua coexistência de remoção e deposição (especialmente com a deposição particulada) é mais facilmente encontrada nos escoamentos turbulentos.

2.5.5) Envelhecimento

O envelhecimento inicia-se imediatamente após o material ser depositado sobre a superfície de transferência de calor. Este processo inclui mudanças de estrutura química e física do material depositado, podendo aumentar a sua força por polimerização, recristalização ou desidratação. Tais mudanças ocorrem a um fluxo de calor constante, pois, este efeito gera maior solidez do depósito com relação ao

tempo. Depósitos biológicos diminuem com o tempo devido a contaminação de microrganismos. Esta etapa de envelhecimento ainda é pouco conhecida.

FRYER; SLATER (1984) estudaram a incrustação de leite desnatado e clara de ovo em superfícies aquecidas, pela medida de transferência de calor e observações fotográficas. Três fases de incrustação puderam ser identificadas: inicialmente uma fase de indução com nenhuma incrustação; um período de taxa constante de incrustação, seguido de uma fase com nenhuma incrustação; e um período com a taxa constante incrustação, seguido por um período de queda da taxa de incrustação. A incrustação não foi total, ocorrendo em pontos de acúmulo e regiões de linhas com pouco fluxo ou ao lado de depósitos incrustados; a taxa de incrustação e o tempo de indução dependem da natureza da superfície e velocidade do fluido.

2.6) Condições que Influenciam a Incrustação

2.6.1) Parâmetros de operação

2.6.1.1) Velocidade do fluido (tempo de residência)

Muitos fatores afetam a incrustação, a velocidade do fluido (vazão do fluido) determina as características da transferência de calor e massa do sistema e conseqüentemente a taxa de incrustação (KERN; SEATON, 1959; MORGAN et al., 1959; KERN, 1966; HANSSON et al., 1968; GONIONSKY; GOLUB; ROZEN., 1970; LUND; BIXBY, 1975). O aumento da velocidade do fluido diminui a taxa de incrustação, principalmente porque a taxa de remoção é maior que a taxa de deposição. No caso de incrustação biológica, os microrganismos aderem mais a superfície quando a velocidade do fluido é menor, porém em contrapartida, em

velocidades mais altas a difusão de oxigênio e nutrientes no fluido é maior. No caso da pasteurização de ovos em trocadores de calor a placas, a velocidade é um parâmetro fundamental, pois está diretamente relacionado com o tempo de residência. Quanto maior a velocidade, menor é o tempo de residência, no caso de ovos o tempo utilizado varia de 3,5 a 6,2 minutos conforme SIPA (Tabela 4).

2.6.1.2) Temperatura do fluido

A temperatura do fluido afeta a taxa de polimerização, a taxa de reação química e a taxa de cristalização. A taxa de desenvolvimento da incrustação, geralmente, aumenta com a temperatura do fluido. Na pasteurização de ovos o aumento da temperatura aumenta a incrustação, porém, é um fator de fundamental importância para eliminação de microrganismos patogênicos.

2.6.1.3) Temperatura da superfície

A temperatura da superfície pode aumentar, diminuir ou não ter impacto sobre o material depositado na superfície. A taxa de reação química e cristalização ao inverso da solubilidade dos sais é fortemente dependente da temperatura da superfície. Contudo o efeito da temperatura da superfície no processo de remoção não tem sido diretamente relacionado. Este efeito na adicional promoção de depósito de materiais na cristalização sugere que deva haver um impacto indireto. A temperatura da superfície influencia o grau de um sítio de cristalização que deve afetar a força do depósito, assim como indiretamente afetando o processo de remoção.

2.6.2) Parâmetros do trocador de calor

2.6.2.1) Material da superfície

O tipo de material da superfície é o principal fator na incrustação por corrosão. A incrustação biológica é potencializada dependendo dos íons da superfície. Nenhum outro tipo de incrustação é afetado pelo material da superfície.

2.6.2.2) Estrutura da superfície

Para todos os tipos de incrustação os depósitos diminuem com a diminuição da rugosidade na superfície de troca térmica. A projeção das rugas promove a nucleação, adsorção, ou atividade química da superfície. A superfície promove regiões de retardo favoráveis à deposição porque elas diminuem a velocidade do fluido. Superfícies pouco rugosas devem promover redemoinhos na difusão da deposição pela diminuição da espessura da sub - camada viscosa. Isto deve também promover a remoção.

2.6.2.3) Configuração do trocador de calor

Os trocadores de calor são projetados com um excesso de área superficial de transferência de calor que pode ser de 10 a 500% (35% em média), a fim de compensar a incrustação. Contudo, isto não previne da incrustação no trocador de calor. Na verdade, isto aumenta o tempo de operação entre os ciclos de limpeza. Em muitas situações, isto pode promover a incrustação. A deposição de resíduo na superfície de troca térmica pode ser bem reduzida pela própria configuração e seleção de trocadores de calor (UNIVERSITY OF SURREY, 1999). A Tabela 5 mostra uma comparação de vários tipos de trocadores de calor:

TABELA 5 – Performance dos vários tipos de trocadores de calor²

Características	Tipo de Trocador (1 = Mais Adequado)					
	Casco -tubo	Compactos a placas	Tubos coaxiais	Cartucho	Espiral	Superfície raspada
Compacto	2	1	4	2	2	2
Minimiza a incrustação	2	3	2	1	2	1
Fácil abertura para limpeza	3	1	1	1	2	1
Fácil remoção de depósitos	3	3	2	1	4	2
Custo para troca de gaxetas	2	4	1	1	2	1
Tempo de manutenção / ou custo	2	4	1	1	2	3
Resultado da limpeza CIP	2	4	1	1	2	1
Proporção entre manutenção e custo	2	4	1	1	2	1
Preço para adquirir	3	1	4	3	3	5

Fonte: UNIVERSITY OF SURREY, 1999

Muitos tipos de equipamentos têm sido desenvolvidos para o estudo da incrustação (FISCHER; SUITOR; RITTER, 1975). A maioria dos casos estudada é do tipo trocador casco tubo, com equações que predizem os fatores de transferência de calor e atrito. No Brasil a maioria das indústrias processadora de ovos utiliza trocadores de calor a placas, com uma tubulação de residência para manter o produto a temperatura de pasteurização pelo tempo de residência.

2.6.3) *Propriedades dos fluidos*

Segundo LOPEZ del MAR (1996), as proteínas, sendo macromoléculas, têm papéis importantes na funcionalidade dos alimentos, assim como em sistemas biológicos. Sobre todas as propriedades funcionais das proteínas, a solubilidade é de

² MARGITTAI, T., TBM Technologies, 788 Cornwall Drive, State College, PA 16801, US.

fundamental importância devido à sua enorme influência sobre outras propriedades funcionais. Em geral, as proteínas devem ter alta solubilidade para prover boa emulsão, gelatinização, aeração e, no presente caso a incrustação em superfícies de troca térmica.

As proteínas têm duas importantes propriedades que são responsáveis por várias propriedades funcionais: solubilidade e propriedades hidrodinâmica. Solubilidade é o resultado das propriedades de ação da superfície das proteínas, assim como propriedades de emulsificação, aeração, gordura e mistura. As propriedades hidrodinâmicas das proteínas influenciam a viscosidade e a gelatinização. A solubilidade das proteínas está relacionada às interações da superfície hidrofóbica (proteína - proteína) e hidrofílica (proteína - solvente) com água.

A solubilidade da proteína é afetada por muitos fatores ambientais além das propriedades intrínsecas da própria proteína. Os principais fatores são: pH, força iônica, concentração das proteínas, presença de outros componentes e temperatura (comentado anteriormente no item 2.6.1.2).

2.6.3.1) *pH*

Sabe-se que a solubilidade de uma proteína depende do pH da solução. No ponto isoelétrico a proteína tem menor solubilidade. No ponto isoelétrico (PI), os grupos carregados não estão disponíveis para interagir com as moléculas de água. Portanto, a quantidade de água ligada é mínima e a molécula de proteína exibe, nesta situação, pequena hidratação, pouco inchamento e baixa solubilidade. Para valores de pH elevados ou menores que o PI, a proteína apresenta cargas elétricas positivas e negativas, respectivamente, e as moléculas de água podem interagir com estas cargas, contribuindo para a sua solubilidade (ARAÚJO, 1999). A desnaturação

ocorre em valores extremos de pH, porque a proteína pode se desdobrar, expondo mais grupos hidrofóbicos. O desdobramento (desnaturação) ocorre devido à diminuição das ligações eletrostáticas. Algumas vezes a proteína depois de desnaturada, sofre agregação e precipitação.

2.6.3.2) Força iônica (% NaCl)

A força iônica mede a concentração de cargas em soluções. A natureza do sal é muito importante. Os sais considerados ótimos são aqueles capazes de promover a hidratação da região polar e a desidratação das regiões hidrofóbicas da proteína. Somente a carga líquida do íon é utilizada para cálculo da força iônica. Assim, compostos não – ionizados ou espécie contendo um número igual de cargas (+) e (-) não contribuem para a força iônica da solução.

As proteínas não são solúveis em água pura, entretanto, *in vitro*, algumas proteínas (albuminas) são. Na maior parte dos sistemas biológicos, a força iônica é aproximadamente equivalente a 0,15M NaCl.

Para globulinas, e algumas albuminas, a solubilidade da proteína cresce a medida que aumenta a concentração de sais neutros, porém, a solubilidade irá alcançar um máximo, se a concentração de sal for aumentada a solubilidade decai. A fase onde a solubilidade cresce chama-se “salting-in” e onde decresce “salting-out”. Sais neutros a uma concentração da ordem de 0,1 a 1M podem aumentar a solubilidade da proteína dependendo da proteína, pH e temperatura.

Açúcar e sal aumentam a estabilidade ao calor das proteínas de 1,6 e 7,9°C, respectivamente, quando adicionados no ovo integral em uma concentração de 10% (p/p) equivalente a 1,89M (NaCl) e 0,31M (açúcar).

2.6.3.3) *Concentração de proteínas*

Solubilidade é também uma função da concentração de proteína. A maioria das proteínas tem alguma solubilidade em soluções aquosas em determinada condição. A uma concentração maior, quando a solubilidade constante do produto é excedida, algumas das proteínas serão insolúveis e sedimentarão por centrifugação. Usualmente para testes de solubilidade de proteína, a concentração de proteína deve estar entre 1 a 20 mg/ml.

Segundo STALDEMAN; COTTERILL (1994), o total de sólidos da clara, gema e integral são aproximadamente cerca de 12%, 52% e 24%, respectivamente. Além disso, sabemos que as porcentagens de proteína nestes produtos são de 9,7 – 10,6%; 15,7 – 16,6% e 12,8 – 13,4%, respectivamente. Para qualquer outra formulação a partir destes três produtos conseguimos calcular a % de proteínas presente.

2.7) **Conseqüências da Incrustação na Pasteurização de Ovos**

A presença da incrustação na pasteurização de ovos representa um adicional custo para a indústria, pois causa os seguintes problemas (GARRET-PRICE et al., 1985; UNIVERSITY OF SURREY, 1999):

2.7.1) *Adicional consumo de energia*

A incrustação contribui para o aumento da resistência à transferência de calor, reduzindo sua efetividade. Normalmente a resistência causada pela incrustação R_f é incluída na equação do coeficiente global de transferência de calor, como segue:

$$1 / U A = 1 / U_c A_c = 1 / U_h A_h = 1 / h_c A_c + R_{f,c} + R_w + R_{f,h} + 1 / h_h A_h$$

Onde, c e h referem-se aos fluidos frio e quente, respectivamente. Observe-se que no cálculo do produto UA não se precisa fazer a designação do lado quente ou do lado frio (pois $U_c A_c = U_h A_h$). No entanto, o cálculo do coeficiente global depende do lado, pois uma vez que $U_c \neq U_h$ se tem que $A_c \neq A_h$. A resistência à condução é representada por R_w . Os fatores $1 / h_c A_c$ e $1 / h_h A_h$ referem-se a resistência à convecção dos fluidos quente e frio. Os fatores de incrustação causados pelos fluidos frio e quente são $R_{f,c}$ e $R_{f,h}$, respectivamente. O coeficiente global de transferência de calor está relacionado à resistência térmica total (INCROPERA; DEWITT, 1992).

Desde que a incrustação reduz a transferência de calor, há um maior consumo de energia para atingir os níveis de temperatura requeridos .

2.7.2) Maior custo para realização das limpezas

A incrustação em indústrias de alimentos é crítica, comparada com as indústrias petroquímicas que têm parado para limpeza apenas uma vez por ano ou menos, diferente da maioria das plantas alimentícias que têm necessidade de paradas para limpezas diárias (FRYER; ROBBINS, 1996). Existe um custo muito elevado com a utilização de produtos de limpeza para a remoção da incrustação, pois são utilizadas altas concentrações, que danificam e desgastam os equipamentos de pasteurização, exigindo em consequência o tratamento de maiores quantidades de efluentes, muitas vezes difíceis e com elevado custo para serem tratados.

2.7.3) Maior frequência de manutenção nos trocadores

A incrustação exige paradas adicionais para a realização da manutenção e da limpeza nos trocadores de calor. A manutenção inclui troca das placas ou

tubulações que ficam desgastadas formando “furos” e rachaduras. Além, da troca das juntas das placas e anéis de vedação das tubulações que ficam desgastados e rachadas devido aos produtos de limpeza utilizados para remoção da incrustação.

2.7.4) Super dimensionamento ou duplicidade de trocadores de calor

Muitas indústrias têm a necessidade de manter dois trocadores de calor, principalmente em processos contínuos. A duplicidade ocorre devido à necessidade de interrupção do processo para a realização das limpezas, para remoção de produto incrustado. Quando isto ocorre, o outro trocador é colocado em operação para que o processo de produção não seja interrompido. Além disso, normalmente, se dimensiona um trocador de calor com uma área cerca de 10 a 500% maior do que o necessário, a fim de compensar o aumento da resistência térmica a transferência de calor, que aumenta com o grau de incrustação.

2.7.5) Aumento da potência das bombas

A pressão do trocador de calor aumenta com a incrustação, sendo necessário um dimensionamento de maiores espessuras das superfícies de troca térmica e adicional potência das bombas (positivas) de operação.

2.7.6) Deposição de fluidos biológicos

Os fluidos biológicos são fontes de nutrientes e a incrustação nas pequenas rugosidades do equipamento pode formar uma camada protetora para o acúmulo e crescimento de microrganismos na superfície de troca térmica. A deposição de fluidos biológicos é um fator de extrema importância quando se trata de produtos alimentícios.

2.7.7) Perda da Qualidade dos produtos

A incrustação pode ser removida pelo próprio escoamento, dependendo da velocidade do fluido. Na pasteurização de ovos a incrustação pode ser arrastada pelo escoamento e sedimentar após o fluido permanecer em repouso, sendo um ponto negativo para o aspecto visual da qualidade final dos produtos.

As propriedades funcionais são atributos que os produtos de ovos devem ter para serem ingredientes úteis na fabricação de maioneses, massas, bolos e doces. As principais propriedades funcionais são: coagulação, capacidade de formar espuma, emulsificação e manutenção dos nutrientes. O material incrustado perde uma parte das suas propriedades funcionais, de forma que contribui para diminuir a qualidade do produto final.

2.8) Taxas de Resistência Térmica (R_f) causada pela Incrustação

Dependendo dos parâmetros do processo e do mecanismo dominante de incrustação, a taxa de resistência térmica causada pela incrustação pode ser constante ou diminuir com o tempo conforme a Figura 3 (UNIVERSITY OF SURREY, 1999):

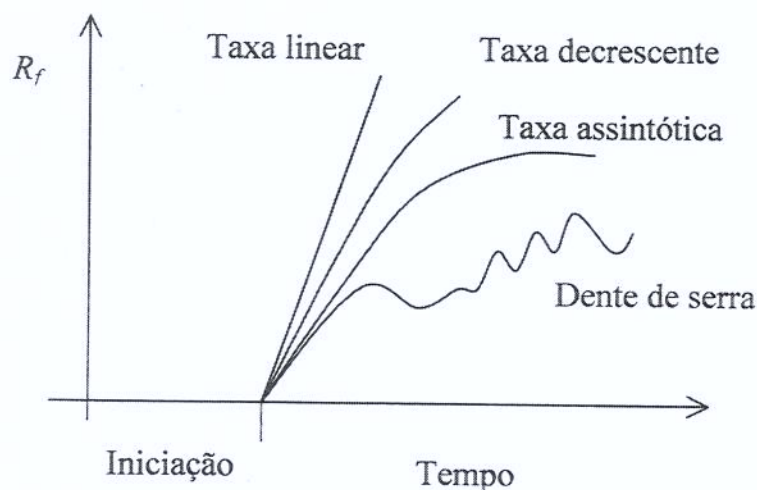


FIGURA 3 - Taxas de resistência térmica causada pela incrustação

2.8.1) *Taxa linear*

R_f aumenta com o tempo ou a taxa de crescimento do depósito é constante. Este é o resultado de um depósito duro e aderente onde a remoção e envelhecimento podem ser ignorados. Como a resistência à incrustação aumenta como uma função linear de tempo, o trocador pode ser operado com apenas um limite de tempo antes de ser necessária uma limpeza.

2.8.2) *Taxa decrescente*

R_f aumenta com o tempo, mas com uma progressiva diminuição da taxa ou um aumento da taxa de remoção com o tempo.

2.8.3) *Taxa assintótica*

A taxa assintótica é o caso ideal, porque depois de um período de tempo, R_f atinge um valor constante ou o crescimento da taxa de deposição aproxima-se de zero. Este é o modo típico de incrustação no resfriamento de água industrial.

2.8.4) *Incrustação de dente de serra*

Onde parte do depósito é desprendida depois de um tempo de residência crítico ou uma vez que uma fina camada tenha sido atingida. A camada de incrustação se constrói e se quebra novamente.

Os objetivos deste trabalho são:

- Determinar quais são os produtos de ovos (clara de ovo, clara de ovo aditivada, ovo integral e ovo formulado) mais susceptíveis à incrustação durante a pasteurização.
- Determinar a variação da Resistência térmica causada pela incrustação durante a pasteurização de cada produto.
- Determinar a variação do Coeficiente Global de Transferência de Calor durante a pasteurização de cada produto.
- Estabelecer o tempo máximo de operação contínua do equipamento nas pasteurizações de cada produto.

3) MATERIAIS E MÉTODOS

Os experimentos foram realizados na indústria processadora de ovos Fama Ovos Ltda. (antiga Ito Ovos), situada à Av. Casa grande nº 650 – Diadema – São Paulo.

3.1) Fluxograma do experimento



FIGURA 4 – Fluxograma do experimento

3.1.1) Recebimento dos “ovos in natura”

Toda matéria prima (ovos “in natura”) utilizada foi analisada quanto ao seu frescor (Unidade Haugh) no recebimento. A matéria-prima utilizada foi proveniente da granja própria (ITO) e de granjas de terceiros.

Foram coletados 10 ovos de cada lote de matéria-prima. Os ovos foram pesados, em uma balança semi - analítica, quebrados e colocados numa superfície plana (de vidro) para medir a altura da clara espessa (próxima da gema) com o auxílio de uma régua (Figura 5). Através do peso e altura da clara dos ovos fez-se o cálculo da Unidade Haugh que foi maior que 68 (5 dias de postura):

$$\text{Unidade Haugh} = 100 \log \left[\frac{H - \left(\frac{\sqrt{G}(30 W^{0.37} - 100)}{100} \right) + 1.9}{100} \right]$$

Onde:

H = altura da clara (milímetros)

G = 32.2 (constante gravitacional)

W = peso do ovo (gramas)

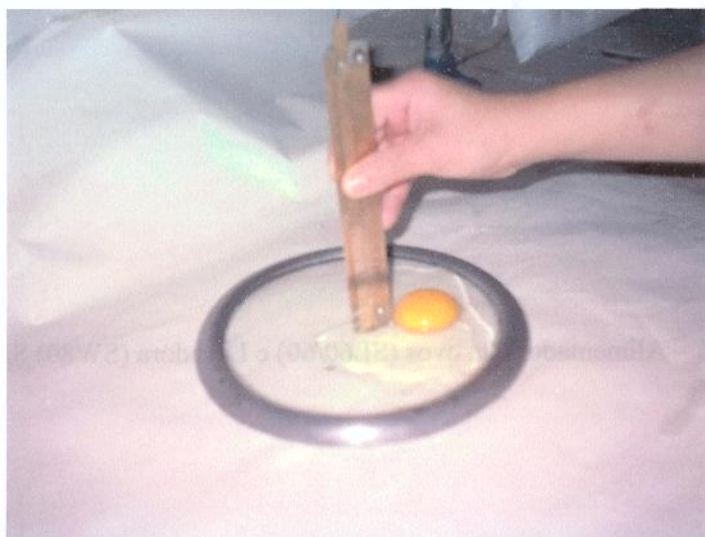


FIGURA 5 – Análise da Unidade Haugh

3.1.2) Alimentação e Lavagem dos ovos

As bandejas de ovos (cada bandeja continha 30 ovos) foram colocadas manualmente nas 4 Alimentadoras de ovos **SANOVO®** (2 modelo SL 60/60 e outras 2 modelo SL 30/30) dotadas de esteiras. Os pegadores de ovos com ventosas, succionavam os ovos retirando-os das bandejas e levando-os para uma segunda esteira em forma de roletes (Figura 6).

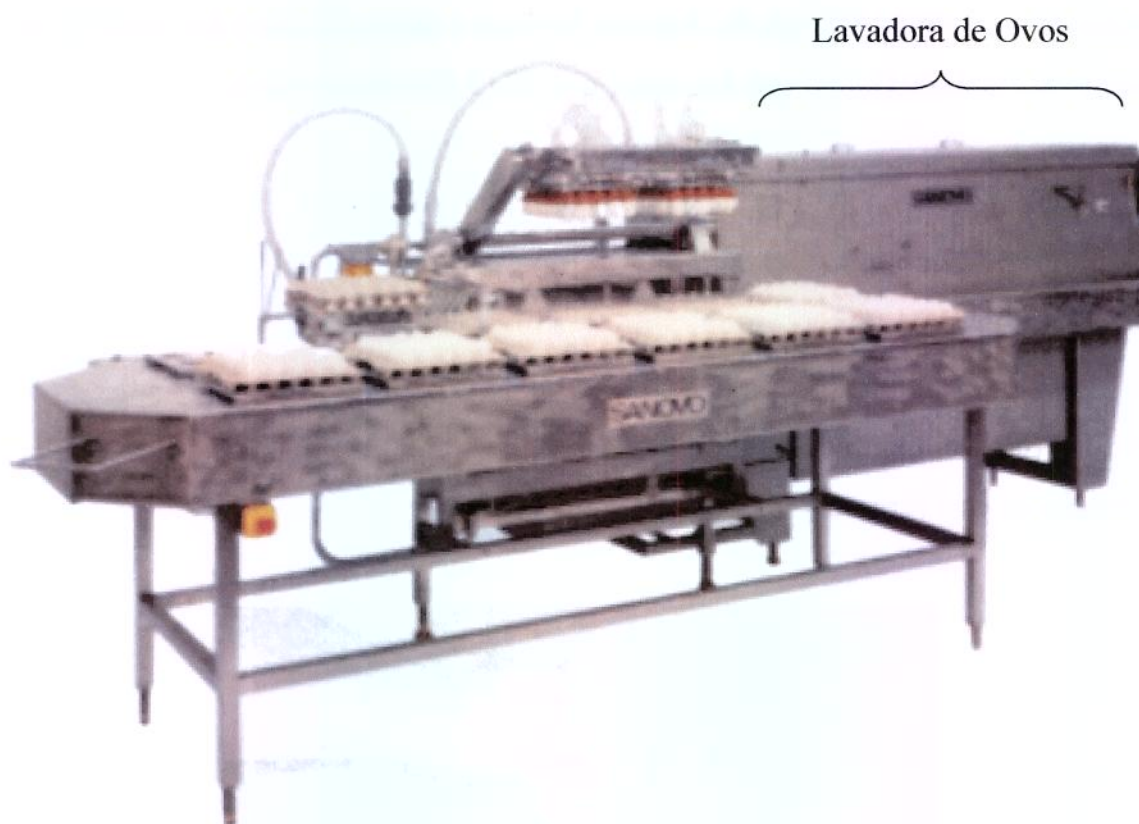


FIGURA 6 – Alimentadora de ovos (SL60/60) e Lavadora (SW80) SANOVO

Após a alimentação, os ovos foram levados por esteiras para 4 Lavadoras de ovos **SANOVO®** acopladas às alimentadoras (2 modelos SW 80 e 2 modelos SW 70). O objetivo da lavagem foi evitar a contaminação da parte interna dos ovos por microrganismos presentes na casca dos mesmos (Figura 7). A lavagem foi feita com auxílio escovas, que tiveram sua altura cuidadosamente regulada para não danificarem os ovos, e detergente alcalino a temperatura que variava de 30 a 40°C, dependendo da temperatura interna dos ovos.

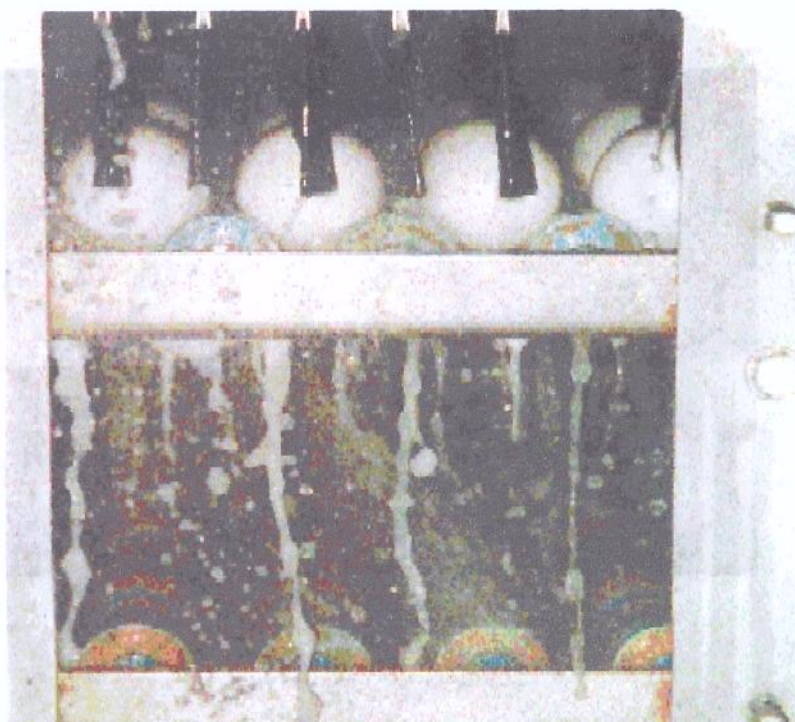


FIGURA 7 – Lavagem dos ovos

3.1.3) Ovoscopia

Após a lavagem, os ovos foram selecionados na ovoscopia, conforme a Figura 8. Esse processo permitiu que fosse verificada a qualidade da parte interna dos ovos através da passagem de luz. Os ovos que apresentaram manchas de sangue foram retirados e descartados. Durante essa etapa, também, foram retirados os ovos que apresentaram suas cascas sujas, manchadas e/ou trincadas.



FIGURA 8 – Ovoscopia

3.1.4) Sanitização

Após a ovoscopia os ovos foram sanitizados com solução clorada (100 a 200 p.p. m.), através de uma ducha.

3.1.5) Quebra e separação

Os ovos foram levados através das esteiras (roletes) para as 4 máquinas Quebradoras de ovos **SANOVO®** (2 modelo 3000 e outras duas modelo 2000) que situavam-se em uma sala separada da sala de Alimentação, Lavagem e Seleção de ovos (Figuras 9 e 10).



FIGURA 9 - Máquinas Quebradoras (mod. 3000 e 2000) SANOVO.

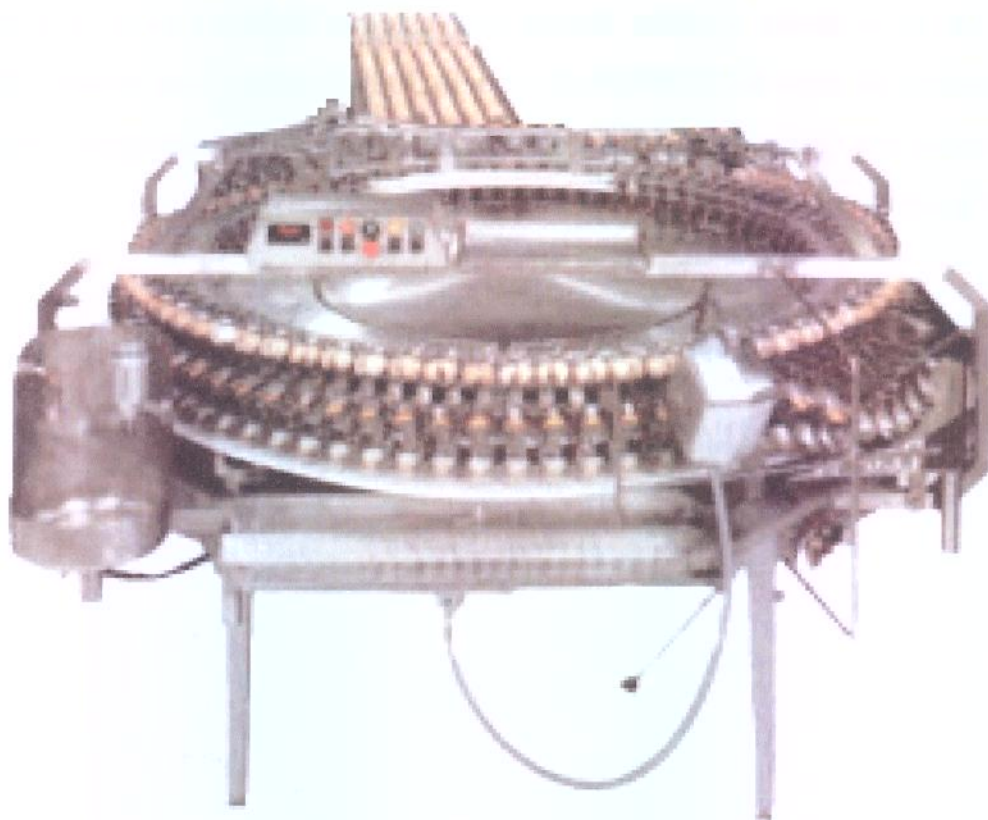


FIGURA 10 – Máquina Quebradora (mod. 3000) SANOVO.

Através das máquinas quebradoras de ovos obteve-se a separação da gema, clara, ovo integral e cascas de ovos (Figura 11). As operadoras das máquinas quebradoras observaram todos os ovos quebrados com a finalidade de selecioná-los. Os ovos que se apresentaram impróprios para o consumo foram descartados através do acionamento (para cima) da alavanca do conjunto de canecos. As gemas que se romperam tiveram a alavanca acionada (para baixo) e o conjunto de canecos descartaram as gemas e claras na mesma tubulação (ovo integral). Os ovos próprios para o consumo, com as gemas íntegras, tinham as gemas e claras separadas através do seu conjunto de canecos que descartavam-nas separadamente, em suas respectivas tubulações. As cascas dos ovos foram descartadas através de um sopro

de ar comprimido e levadas por uma rosca sem fim para o setor de secagem de cascas de ovos.

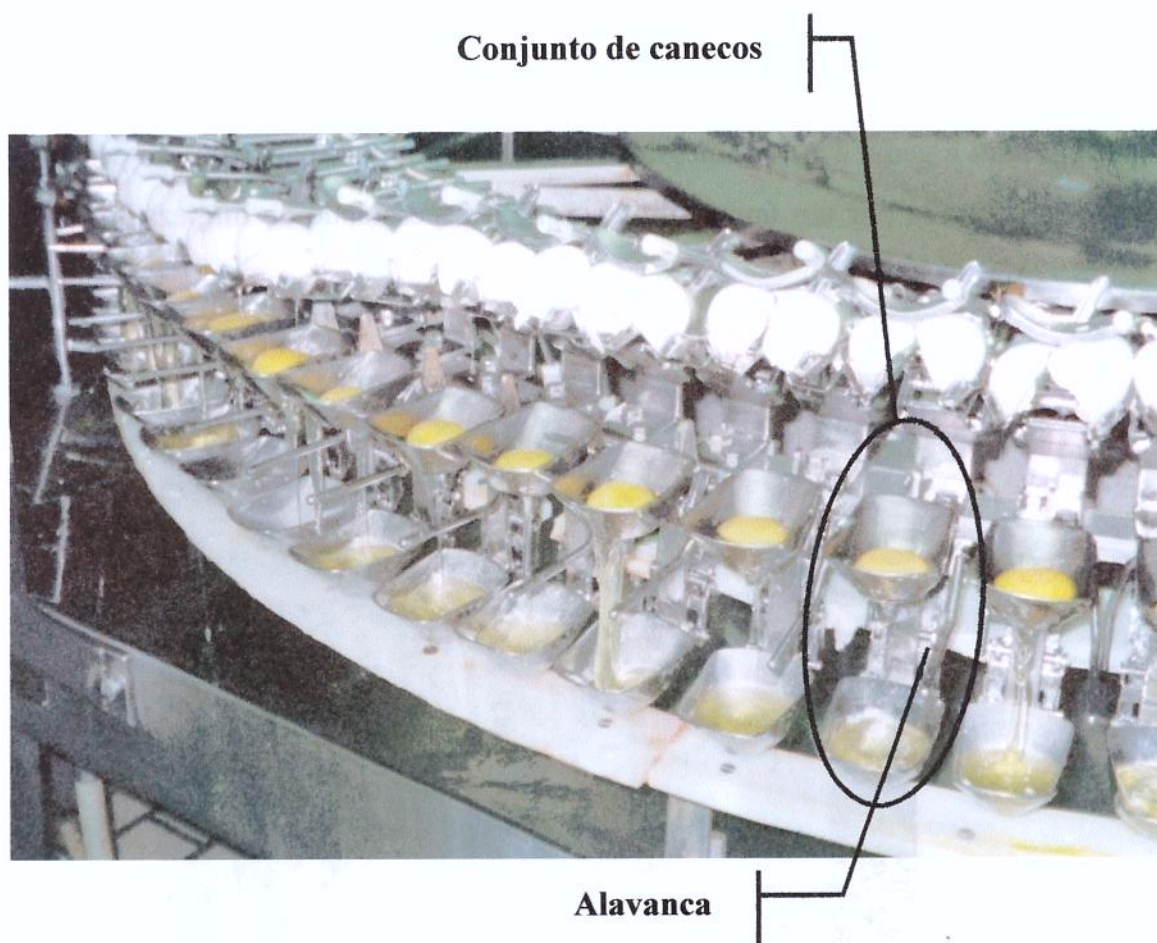


FIGURA 11 - Separação da Clara, Gema e Casca de Ovo.

3.1.6) Filtragem

Após a quebra e separação, a clara, gema e integral foram filtrados separadamente para a remoção das calazas, membranas e pedaços de casca, utilizando-se filtros mesh 18. Os filtros utilizados são duplos fabricados pela **INOXIL**, para a gema e o ovo integral, com desvio de fluxo para limpeza periódica. A clara foi filtrada por um único filtro porque a necessidade de limpeza foi menor (Figura 12).



FIGURA 12 – Filtros de linha duplos

3.1.7) Padronização

A padronização do produto foi feita através da mistura dos produtos gema, clara e ovo integral provenientes das máquinas Quebradoras. Foram utilizados 8 tanques refrigerados com agitação (capacidade de 6 e 8 toneladas cada tanque) para armazenar os produtos durante a padronização, até o momento da pasteurização (Figura 13). Nesta etapa os produtos foram padronizados quanto a % de sólidos, ou seja, neste etapa foi feita a mistura da gema, clara e integral para obtenção do produto desejado (Figura 14).



FIGURA 13 – Tanques de padronização dos produtos de ovos

Foram padronizados a claras de ovo, clara de ovo aditivada, ovo integral e ovo formulado com as seguintes características Físico-químicas:

TABELA 6 – Características Físico-Químicas dos produtos padronizados

Produtos	pH (valor médio)	% sólidos (valor médio)
Clara de ovo	9,4	12,6
Clara de ovo aditivada	6,34	13,0
Ovo integral	6,78	24,1
Ovo formulado	8,0	20,4



FIGURA 14 – Padronização (agitação) dos produtos de ovo

Após a mistura da gema, clara ou integral na proporção ideal, fez-se a adição de sal, açúcar ou aditivos. Foram coletadas amostras do produto antes da pasteurização e foram realizadas as análises de pH e % sólidos conforme metodologia descrita:

3.1.7.1) *Análise de pH*

A determinação do pH dos produtos de ovos foi baseada no método desenvolvido pelo USDA (1984).

Foi ajustada a temperatura do aparelho (pH metro **MICRONAL** B-343) e feita a calibração com solução padrão pH = 4,0, pH = 7,0 e pH = 9,0. Após a calibração foi feita a leitura do pH diretamente no aparelho.

3.1.7.2) *Determinação da % sólidos*

A determinação da % sólidos foi baseada no método desenvolvido por CAHN; EPSTEIN (1936); TRIEBOLD (1946) que utiliza o refratômetro (**ABBE**). A leitura da % sólidos foi realizada diretamente através de refratômetro para a clara de ovo e os produtos adicionados de sal. Para produtos sem sal foi necessária a utilização de uma solução salina (buffer) para facilitar a leitura. Isto pode ser explicado pois determinadas quantidades de sal ajudam a solubilizar as proteínas, facilitando a leitura. Durante a padronização dos produtos adicionados de sal foi analisada a % de sólidos do produto antes (% sólido do ovo) e depois (% sólido totais) da adição de sal.

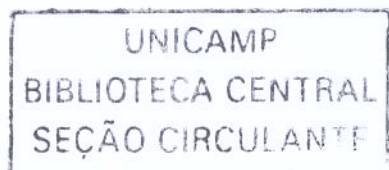
a) Preparação da solução salina (buffer)

Foram dissolvidos 100 g de NaCl em 335ml de água destilada.

A leitura da solução no refratômetro deve ser: 26,1 a 26,2.

b) Utilização da solução salina

Foram dissolvidos 10ml de ovo líquido com 0,5ml da solução salina e adicionar pequena alíquota no refratômetro para leitura.



c) Resultados

Após a leitura dos °Brix foi feita a conversão dos resultados a fim de eliminar o aumento da % de sólidos totais causado pela adição da solução salina.

3.1.8) Pasteurização e Coletas de dados on line (AIMAX®)

Os produtos de ovos foram submetidos ao processo de pasteurização para assegurar a sua qualidade microbiológica, este processo teve início logo após a padronização. A eficiência da pasteurização depende, antes de tudo, da qualidade da matéria-prima utilizada. A pasteurização dos ovos foi feita em um trocador de calor a placas, sendo similar ao empregado no processo de pasteurização de leite, diferindo apenas na temperatura e no tempo de residência utilizado. A temperatura de pasteurização da clara de ovo e clara de ovo aditivada foi de 58,5°C, do ovo integral foi de 64,3°C e do ovo formulado foi de 62,3°C, todos por um tempo de aproximadamente 3,5 minutos.

A limpeza CIP foi controlada, através da temperatura das soluções, tempo de limpeza de cada etapa da limpeza, vazão das soluções e concentração dos produtos de limpeza, para garantir que o equipamento não apresentasse nenhum resíduo de produto incrustado (observação visual para estabelecer o procedimento de limpeza CIP). Antes de cada pasteurização foi feita limpeza CIP (clean in place). Inicialmente, foi feita a circulação com solução de 2% de hidróxido de sódio a temperatura de 80°C por 40 minutos e utilizando a bomba centrífuga com 12000 L/h. Depois, foi feito a circulação com ácido nítrico a 2% a temperatura de 70°C por 20 minutos. Com a finalidade de sanitizar o equipamento, foi feito a circulação de ácido peracético a 0,5% a temperatura ambiente por 15 minutos. Finalmente foi feito o enxágüe com água para eliminar todo o resíduo de ácido peracético, até pH neutro.

O pasteurizador utilizado foi fabricado pela **APV** modelo R-51 (Figura 15):



FIGURA 15 – Pasteurizador APV modelo R – 51.

Onde,

A - Trocador de calor a placas

B – Tubulação de residência (retenção)

C – Bomba positiva

D – Bomba CIP

E – Tanque de equilíbrio

O trocador de calor tem três seções: regeneração, aquecimento e resfriamento (Figura 17). As características de cada seção do trocador de calor e da tubulação de residência estão na Tabela 7:

TABELA 7 – Dimensão das placas e tubos do pasteurizador APV

Dimensões	Regeneração	Aquecimento	Resfriamento	Tubos de residência
n.º placas / tubos	64	33	21	25
n.º passes	5	3	1	24
Espessura da placa/ tubo (m)	10^{-3}	10^{-3}	10^{-3}	2×10^{-3}
A = Total comprimento (m)	1,56	1,56	1,56	150
B = Total largura (m)	0,42	0,42	0,42	---
E = C + 2 x D = Efetivo comprimento (m)	$1,56 + 2 \times 0,12 = 1,80$	1,80	1,80	150
F = Efetiva largura (m)	0,38	0,38	0,38	---
Espaço entre as placas / diâmetro do tubo (m)	0,06	0,06	0,06	0,06346
G = Área efetiva de cada placa / tubo (m ²)	$= [(C \times F) + 2 \times (F \times D)/2] = 0,6384$			$= \pi \times D = 0,1994$
Área de transferência de calor (m ²)	= n.º placas * G = 40,85	= n.º placas * G = 21,06	= n.º placas * G = 13,40	= A * G = 29,90

As áreas de troca de calor foram calculadas através do número de placas, efetivo comprimento e efetiva largura das placas e do número de tubos, efetiva área interna de cada tubo, conforme descrição da Tabela 7 e Figura 16:

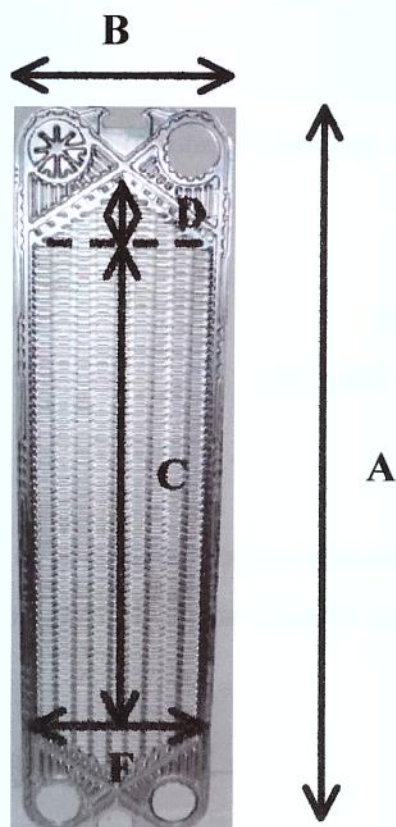


FIGURA 16 – Placa do Pasteurizador APV

O trocador de calor APV tem os seguintes parâmetros de operação, conforme Tabela 8:

TABELA 8 – Parâmetros de operação do pasteurizador APV

Produtos	Clara comum \ aditivada	Ovo integral	Formulados
Vazão mássica do produto (kg/s) ou Vazão volumétrica (L/h) – FICQ-44	1,65 5750	1,65 5750	1,65 5750
Vazão mássica da água de aquecimento (kg/s) ou Vazão volumétrica (L/h)	5,55 20000	5,55 20000	5,55 20000
Vazão mássica da água de resfriamento (kg/s) ou Vazão volumétrica (L/h)	3,33 12000	5,55 20000	5,55 20000
Regeneração			
Regeneração (%)	80	80	80
Temperatura do produto na entrada do pasteurizador (°C) – TI-38	6,0 – 20,0	6,0 – 20,0	6,0 – 20,0
Temperatura de entrada do produto pasteurizado após tubulação de residência (°C) – TI-39	58,0	63,5	61,8
A = Temperatura de saída do produto não pasteurizado (°C)	47,6 – 50,4	52,0 – 63,5	50,64 – 53,44
B = Temperatura de saída do produto past. (°C)	16,4 – 27,6	17,5 – 20,0	17,16 – 28,36
Aquecimento			
A = Temperatura entrada do produto não pasteurizado (°C)	47,6 – 50,4	52,0 – 63,5	51,0 – 53,9
Temperatura de saída do produto da seção de aquecimento e controle da pasteurização – TIC-37	58,5	64,3	62,3
Temperatura de entrada água de aquecimento (°C) – TI-41	58,7 – 59,7	64,5 – 65,5	62,7 – 63,7
Temperatura de saída da água de aquecimento (°C)	56,4 – 56,6	64,3 – 62,2	60,4 – 60,7
Resfriamento			
B = Temperatura entrada do produto (°C)	16,4 – 27,6	17,5 – 20,0	17,16 – 28,36
Temperatura de saída do produto após a pasteurização TI-40	3,0 – 5,0	3,0 – 5,0	3,0 – 5,0
Temperatura de entrada da água de resfriamento (°C)	-5,0	-5,0	-5,0
Temperatura de saída da água de resfriamento (°C)	-0,5	-0,5	-0,5

Fonte: Fama Ovos Ltda.

O processo de pasteurização pode ser entendido se for observada a tela do software supervisorio **AIMAX® 3.5 (TA ENGINEERING)** de registro e controle da pasteurização (Figura 17).

O produto foi padronizado e bombeado do tanque de padronização (armazenamento) para o tanque de equilíbrio do pasteurizador através da bomba de deslocamento positivo **B1** (modelo PR60 **TRICLOVER**). Neste percurso o produto foi filtrado (mesh 20) e havia um transmissor de temperatura (todos os transmissores de temperatura estavam conectado a uma termoresistência PT 100) **TI-38** (modelo TT-301 **SMAR**) que media a temperatura do produto antes de ser pasteurizado.

O produto de forma contínua foi bombeado do tanque de equilíbrio do pasteurizador para o trocador de calor a placas pela bomba de deslocamento positivo **B2** (modelo 60U2 **WAUKESHA**). A bomba **B4** (bomba centrífuga para CIP – CLEN IN PLACE) foi utilizada apenas para realização de limpeza do equipamento; durante a pasteurização dos produtos ela se encontrava desconectada à linha. Antes da entrada do produto no trocador existia um transmissor de pressão **PI-42** (conectado a um selo remoto) (modelo LD-301 **SMAR**), para monitoramento da pressão do produto antes de entrar no pasteurizador. A pressão do sistema aumentava conforme aumentava o grau de incrustação, esta medida foi importante para verificação da necessidade de parada para realização do CIP (Clean in place).

O produto entrou na seção de regeneração onde ocorreu a transferência de calor do produto pasteurizado para o produto não pasteurizado. Após a seção de regeneração o produto entrou na seção de aquecimento onde ocorreu a transferência de calor da água aquecida para o produto. Ao deixar a seção de aquecimento o produto estava à temperatura de pasteurização. Esta temperatura foi estabelecida no set point do controlador (modelo CD-600 **SMAR**). O controlador recebe um sinal do transmissor de temperatura **TIC-37** (modelo TT-301 **SMAR**) que estava instalado

na tubulação de produto, após a seção de aquecimento. O sensor de temperatura **TIC-37** informava ao controlador a temperatura do produto, e o controlador enviava um sinal para a válvula **VV3** (Válvula moduladora de vapor acionada pelo Posicionador Eletropneumático modelo 602IP **ENGISTREL ENGEMATIC**) que abria ou fechava conforme a quantidade de vapor necessária ao sistema de aquecimento de água.

Logo após a seção de aquecimento, o produto entrou na tubulação de residência, que tinha a função de mantê-lo à temperatura de pasteurização pelo tempo de residência. A tubulação de residência era formada por 25 tubos, conectados por curvas de 180°, tendo cada tubo 6 metros cada de comprimento linear, a tubulação era totalmente isolada a fim de manter a temperatura de pasteurização. Após a saída do produto da tubulação de residência, havia um segundo transmissor de temperatura **TIC-39** e uma válvula **VV1** de 3 vias (Válvula de desvio de fluxo **ZEFIR**). Se a diferença de temperatura entre o **TI-37** e o **TIC-39** fosse maior que 1°C, o produto retornava para o tanque de equilíbrio pela válvula **VV1**, para repasteurização. Se não, o produto retornava para a seção de regeneração, onde ocorria a transferência de calor do produto já pasteurizado para o não pasteurizado.

Após a seção de regeneração o produto passava finalmente pela seção de resfriamento. Nesta seção o produto transferia calor para a água de resfriamento, saindo do trocador de calor à temperatura de refrigeração, medida pelo transmissor de temperatura **TI-40**. Após a pasteurização existia um Medidor de Vazão **FICQ-44** (modelo Mag 1100 food **DANFOSS**), que media a velocidade do produto em Litros/hora. O medidor de vazão informava ao controlador a vazão do produto, e o controlador enviava um sinal para a o inversor de frequência que alterava a velocidade da bomba positiva **B2**. A bomba **B2** sofria aceleração ou desaceleração

para manter a vazão do produto constante, e conseqüentemente o tempo de residência necessário à pasteurização (3,5 minutos).

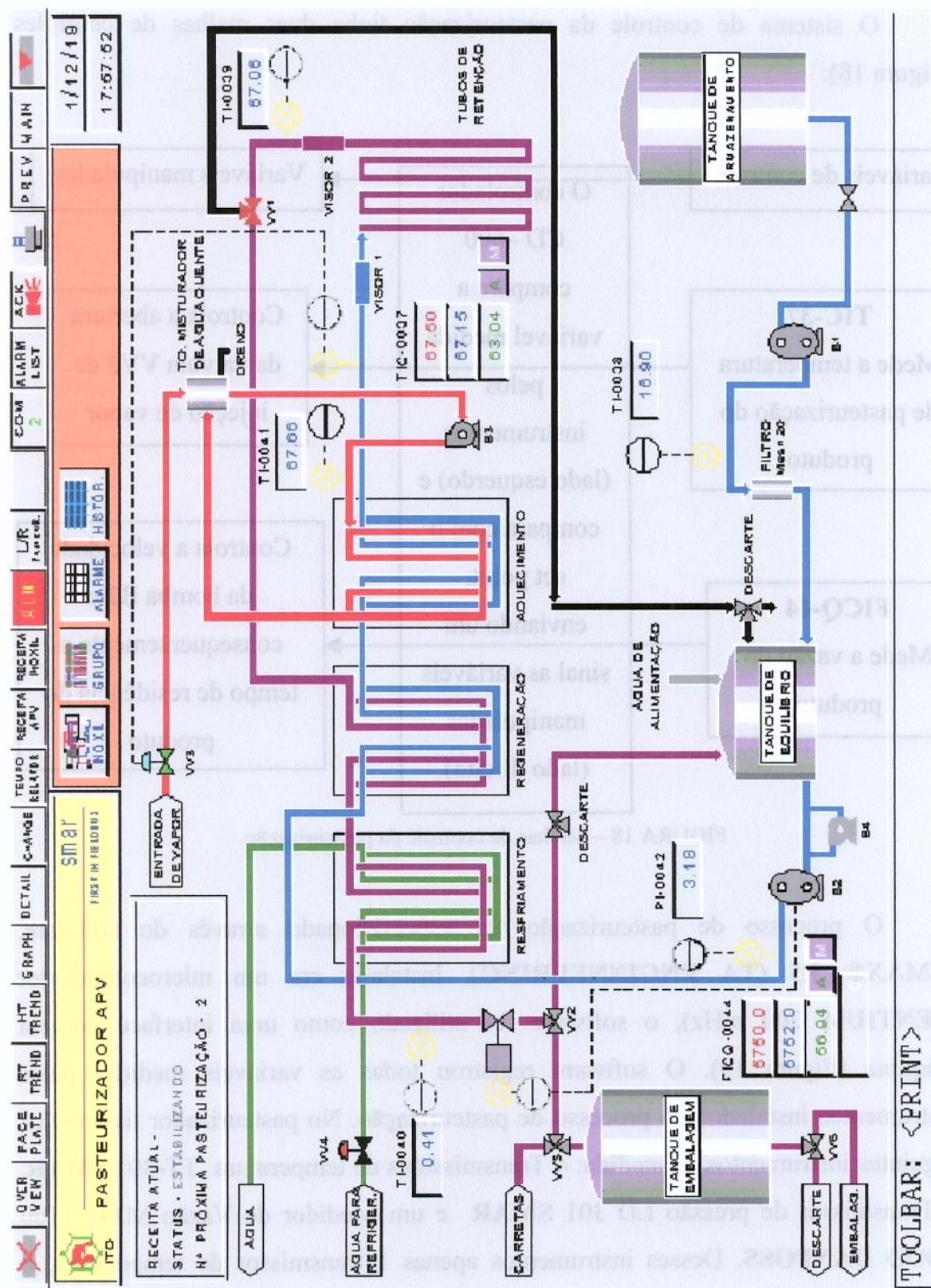


FIGURA 17 - Tela do software supervisório AIMAX® 3.5

O sistema de controle da pasteurização tinha duas malhas de controles (Figura 18):

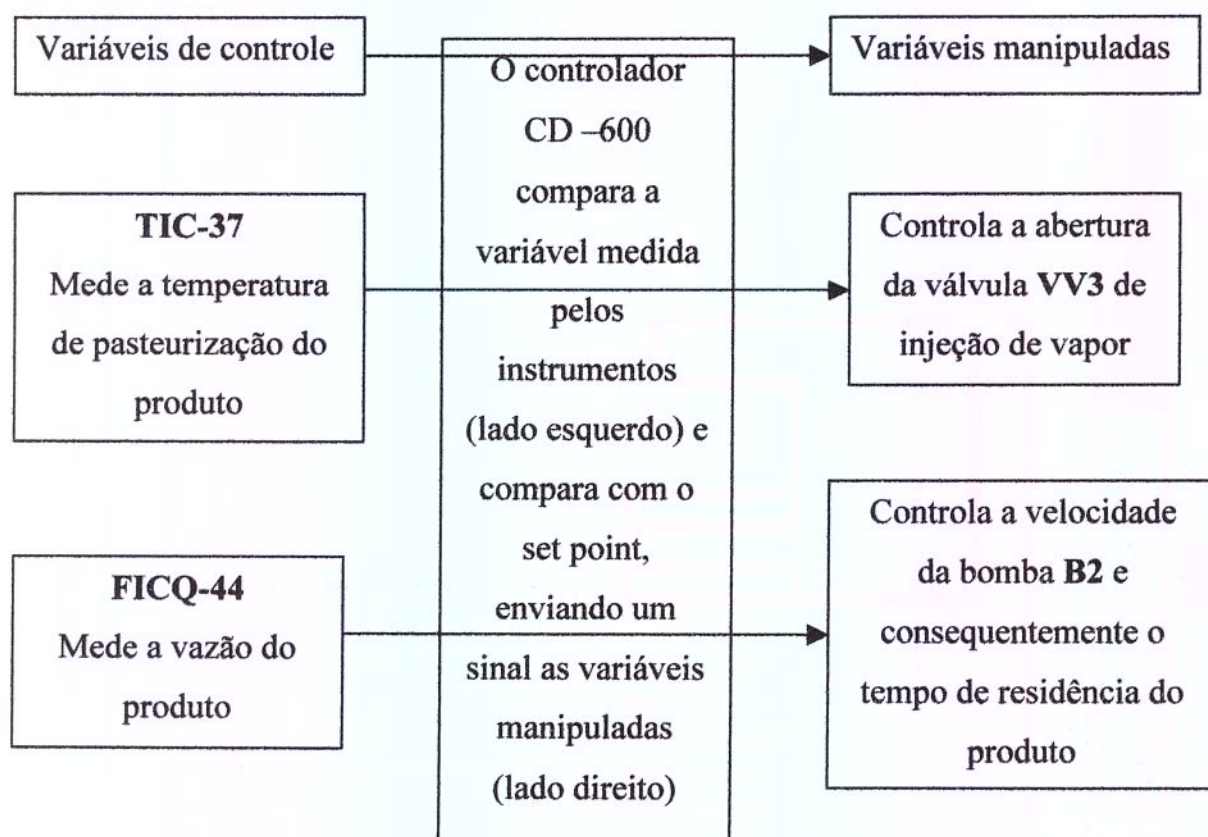


FIGURA 18 – Malhas de controle da pasteurização

O processo de pasteurização foi supervisionado através do software, AIMAX® 3.5 (TA ENGINEERING), instalado em um microcomputador (PENTIUM 200 mHz), o software foi utilizado como uma interface homem máquina (Figura 19). O software registrou todas as variáveis medidas pelos instrumentos instalados no processo de pasteurização. No pasteurizador tivemos os seguintes instrumentos de medida: 4 Transmissores de temperatura TT-301 SMAR, 1 Transmissor de pressão LD 301 SMAR e um Medidor de Vazão MAG 1100 FOOD DANFOSS. Desses instrumentos apenas 1 transmissor de temperatura, o TIC-37, e 1 medidor de vazão, o FICQ-44, tinham a função de controle, os demais apenas mediam as variáveis do processo.

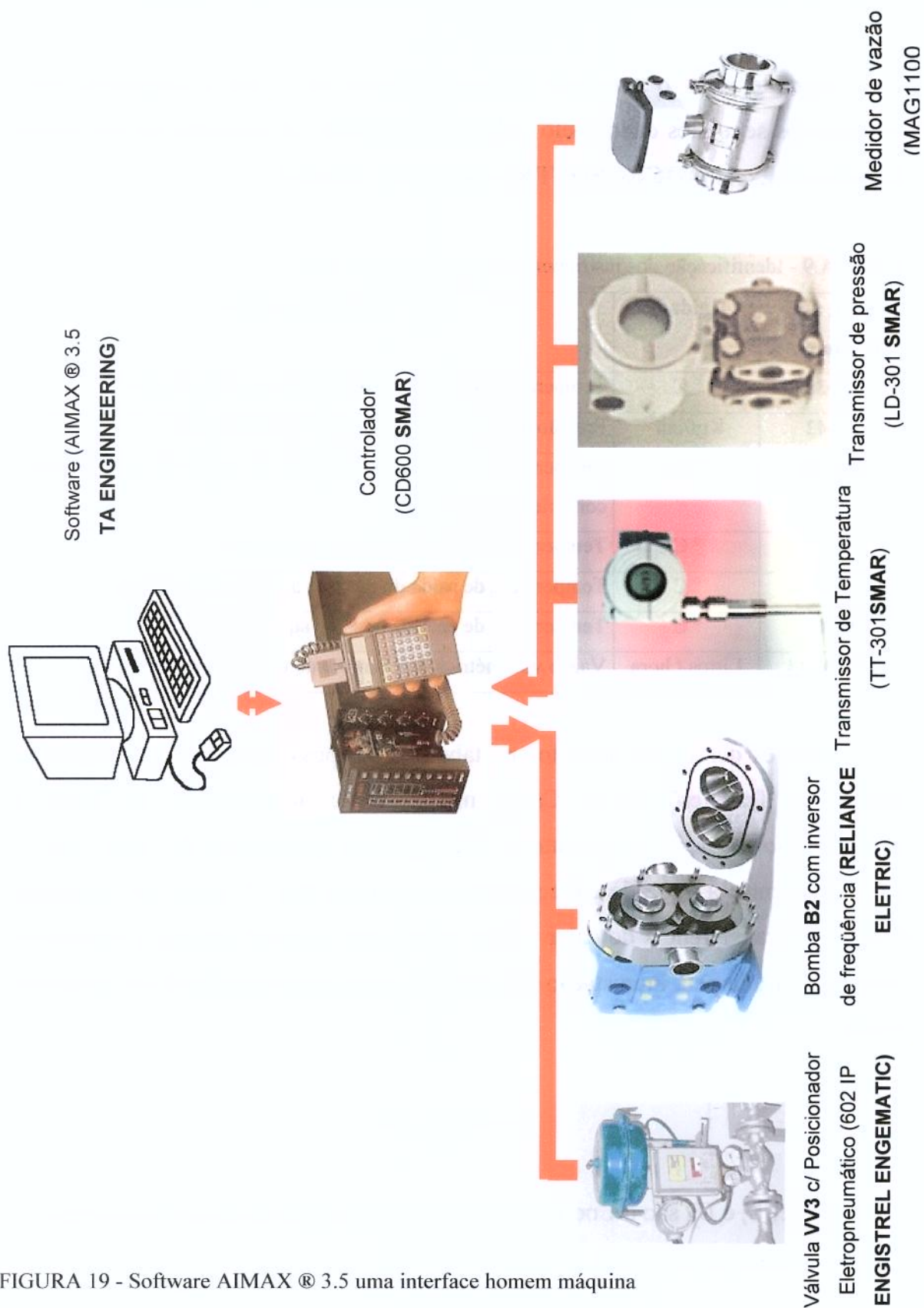


FIGURA 19 - Software AIMAX ® 3.5 uma interface homem máquina

3.1.9) Determinação da Resistência Térmica causada pela Incrustação R_f

Durante todo o processo de pasteurização de 5 em 5 segundos, foram coletados os seguintes dados pelo software AIMAX® 3.5 gravados em um arquivo do software Excel (MICROSOFT®), conforme a Tabela 9:

TABELA 9 - Identificação dos instrumentos do pasteurizador APV

Tag do instrumento	Unidade	Variável medida
TI-38	° C	Temperatura do produto na entrada do pasteurizador
PI-42	Kgf/cm ²	Pressão do produto na entrada do pasteurizador
TIC-37	° C	Temperatura de Saída do produto da seção de aquecimento e controle da pasteurização
TI-39	° C	Temperatura após tubulação de residência
TI-40	° C	Temperatura de saída do produto após a pasteurização
TI-41	° C	Temperatura de entrada água de aquecimento
FICQ-44	Litros / hora	Vazão volumétrica de Controle do tempo de residência

Através dos dados descritos na tabela 9, foi possível calcular o Coeficiente Global de Transferência de Calor, na seção de aquecimento, ao longo da pasteurização de todo o produto e determinar a quantidade de calor que foi transferida entre a água de aquecimento e o produto frio. A partir do Coeficiente Global de Transferência de calor inicial e final, foi possível calcular a Resistência Térmica causada pela incrustação (R_f) definida como (UNIVERSITY OF SURREY, 1999):

$$R_f = 1/U_f - 1/U_i$$

Onde, U_i e U_f são o Coeficiente global de transferência de calor no tempo $t = 0$ e $t = t$, respectivamente.

U foi obtido de:

$$U = \dot{Q} / A \cdot \Delta T_{lmd}$$

Onde, $\dot{Q}$ é a taxa de transferência de calor da seção de aquecimento para os produtos de ovos (“fluido frio”); A é a área de transferência de calor na seção de aquecimento; e ΔT_{lmd} é a diferença de temperatura média logarítmica da seção de aquecimento (fluxo em contra corrente) (BANSAL et al., 2000).

A taxa de transferência de calor foi obtida:

$$\dot{Q} = \dot{M} c_p (T_{ps} - T_{pe})$$

Onde, $\dot{M}$ é a vazão mássica, c_p é o calor específico dos produtos de ovos, e T_{ps} e T_{pe} são as temperaturas de saída e entrada dos produtos de ovos da seção de aquecimento delimitada no pasteurizador.

O calor específico indica a quantidade de calor requerida para mudar a temperatura de um material. O calor específico para produtos de ovos foi definido por STALDEMAN; COTTERILL (1994) como:

$$c_p = \frac{[\% \text{ de água} + (0,5 \times \% \text{ sólidos})] \times 4184,10}{100}$$

Ex: integral 24,0 % sólidos ($c_p = 3682,01 \text{ J / kg .K}$)

A diferença de temperatura média logarítmica foi medida:

$$\Delta T_{lmtd} = \frac{\Delta T_2 - \Delta T_1}{\ln (\Delta T_2 / \Delta T_1)}$$

Onde, T_a é a temperatura da água e T_p é a temperatura dos produtos de ovos, e é o símbolo de entrada e s de saída da seção de aquecimento respectivamente.

$$\Delta T_1 = T_{ae} - T_{os}$$

$$\Delta T_2 = T_{as} - T_{pe}$$

A temperatura de entrada dos produtos de ovos na seção de aquecimento foi calculada através da seção de regeneração do pasteurizador APV. A Temperatura de entrada dos produtos de ovos na seção de aquecimento (T_{pe}) pode ser calculada através da temperatura de entrada do produto (TI-38) e da temperatura de controle da pasteurização (TI-39) é possível estabelecer a temperatura do produto na entrada da seção de aquecimento (T_{pe}), conforme os seguintes cálculos:

$$(TI-39) - (TI-38) = \Delta T$$

Através da diferença de temperaturas conhecemos ΔT , a partir daí calculamos a diferença de temperatura ΔT_r obtida durante a regeneração:

$$\Delta T_r = \Delta T \times \% \text{ de regeneração}$$

Onde, % regeneração foi definida para cada produto na Tabela 7.

A partir de ΔT_r foi possível estabelecer a temperatura do produto após a seção de regeneração T_{pe} (Temperatura do produto de entrada na seção de aquecimento):

$$T_{pe} = (TI-38) + \Delta T_r$$

$$T_{pe} = (TI-38) + [(TI-39) - (TI-38)] * (\% \text{ de regeneração})$$

Desta forma, calculamos ΔT_1 e ΔT_2 :

$$\Delta T_1 = T_{ae} - T_{ps} = (TI-41) - (TIC-37)$$

$$\Delta T_2 = T_{as} - T_{pe} =$$

$$T_{as} = T_{ae} - \delta = [(TI-41) - \delta]$$

$$T_{pe} = [(TI-38) + ((TI-39) - (TI-38)) * (\% \text{ de regeneração})]$$

O δ (diferença de temperatura) foi calculado através da taxa total de transferência de calor entre os fluidos frio e quente, considerando que as transferências de calor entre o trocador e as vizinhanças são desprezíveis, também a energia potencial e cinética, a aplicação de um balanço de energia:

$$\dot{Q} = \dot{M}_p c_{p,p} (T_{ps} - T_{pe}) = \dot{M}_a c_{p,a} (T_{as} - T_{ae})$$

$$\delta = T_{as} - T_{ae}$$

$$\dot{Q} = \dot{M}_p c_{p,p} (T_{ps} - T_{pe}) = \dot{M}_a c_{p,a} \delta$$

Determinando $\dot{Q}$, pode-se calcular δ e a T_{as} :

$$T_{as} = \delta + T_{ae}$$

Assim, através das medidas de vazão mássica e temperaturas de entrada e saída dos produtos de ovos e água de aquecimento, a resistência térmica causada pela incrustação (R_f) foi determinada na seção de aquecimento do pasteurizador APV.

3.1.10) *Análise Estatística*

Para cada um dos produtos pasteurizados (Clara de Ovo, Clara de Ovo Aditivada, Ovo Integral e Ovo Formulado) foram realizados experimentos em triplicata. A partir dos dados coletados em cada pasteurização foram calculados a resistência térmica causada pela incrustação (R_f) e o coeficiente global de transferência de calor (U). Foram feitas as médias aritméticas dos valores de Pressão, R_f e U para cada produto e seus respectivos gráficos.

Foram ajustados modelos empíricos, por regressão linear, para as variáveis que apresentavam uma correlação. Utilizando o software STATISTICA foi feita a Análise de Variância para avaliar a qualidade dos modelos ajustados. Para avaliar a significância estatística da regressão foi utilizado o teste F para regressão linear simples.

4) RESULTADOS E DISCUSSÃO

A incrustação foi avaliada durante a pasteurização da Clara de ovo, Clara de ovo aditivada, Ovo integral e Ovo formulado, conforme os parâmetros de operação descritos na Tabela 7.

4.1) Clara de ovo

A incrustação durante a pasteurização da Clara de ovo foi determinada utilizando-se os seguintes parâmetros de operação e propriedades da clara: vazão (FICQ-44) = 1,66kg/s, temperatura (TIC-37) = 58,3°C, % sólidos = 12,6 e pH = 9,4. Estes são os valores médios dos experimentos realizados em triplicata.

Uma das principais consequências da incrustação durante a pasteurização da clara de ovo foi o aumento da pressão do pasteurizador em função do tempo (Figura 20). A pressão do sistema (seções de regeneração, aquecimento, retenção e resfriamento) aumentou $0,46 \times 10^5 \text{ N/m}^2$ durante os 66 minutos de pasteurização, devido ao processo de incrustação e ao aumento da potência da bomba positiva a fim de manter a vazão constante.

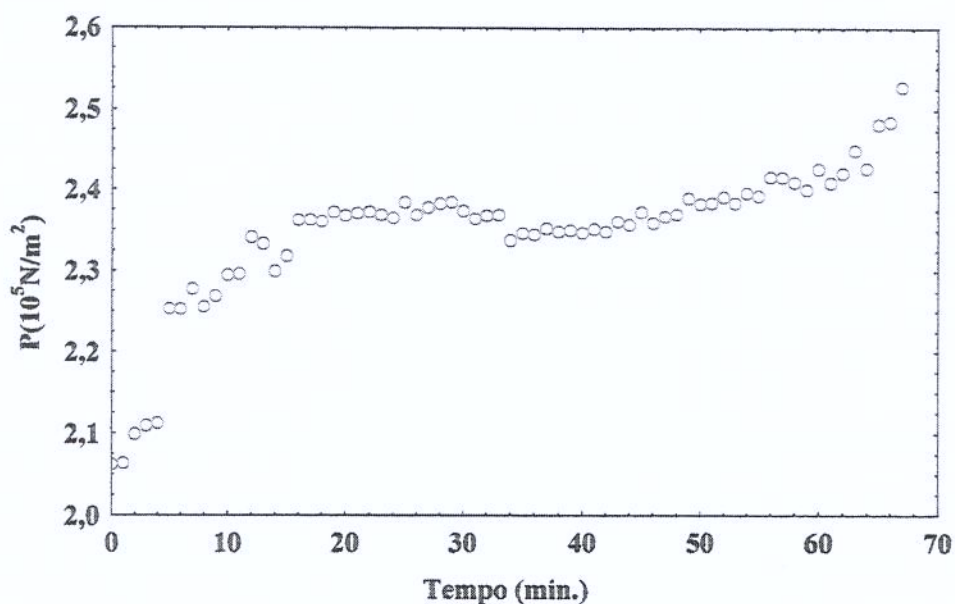


FIGURA 20 - Pressão durante a pasteurização da clara de ovo

Durante os primeiros 20 minutos de pasteurização ocorreu um aumento da pressão do sistema devido a uma rápida formação de depósitos, e conclui-se que o processo de iniciação ocorreu de maneira imediata e concomitantemente com o processo de transporte e ligação ou formação de depósito. A pressão manteve-se constante de 20 a 50 minutos de pasteurização, podendo ser associada à etapa de remoção, onde a taxa de remoção é diretamente proporcional a taxa de deposição do material incrustante. Após 50 minutos de pasteurização a pressão do sistema aumentou novamente e pode ser associada às etapas de transporte e ligação.

A identificação das fases da incrustação, descritas anteriormente, confirma os resultados de FRYER; SLATER (1984), exceto pela indução, onde três fases da incrustação puderam ser identificadas: inicialmente uma fase de indução sem nenhuma incrustação, um período de taxa constante de incrustação, seguido de uma fase sem nenhuma incrustação, e por fim um período de queda da taxa de incrustação.

Se a clara de ovo tivesse sido bombeada com uma bomba centrífuga, ao invés de uma bomba de deslocamento positivo, o aumento da pressão teria resultado numa redução da vazão do produto. Esta redução de vazão, provavelmente, causaria um aumento da taxa de incrustação do produto. Entretanto, a vazão foi uma variável controlada, o que garantiu uma vazão constante durante a pasteurização mesmo com o aumento de pressão do sistema .

O coeficiente global de transferência de calor (U) manteve-se constante nos primeiros 50 minutos de pasteurização. Nos últimos 6 minutos U começou a diminuir. O valor médio coeficiente global de transferência de calor foi de $1577,80 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$ (Figura 21).

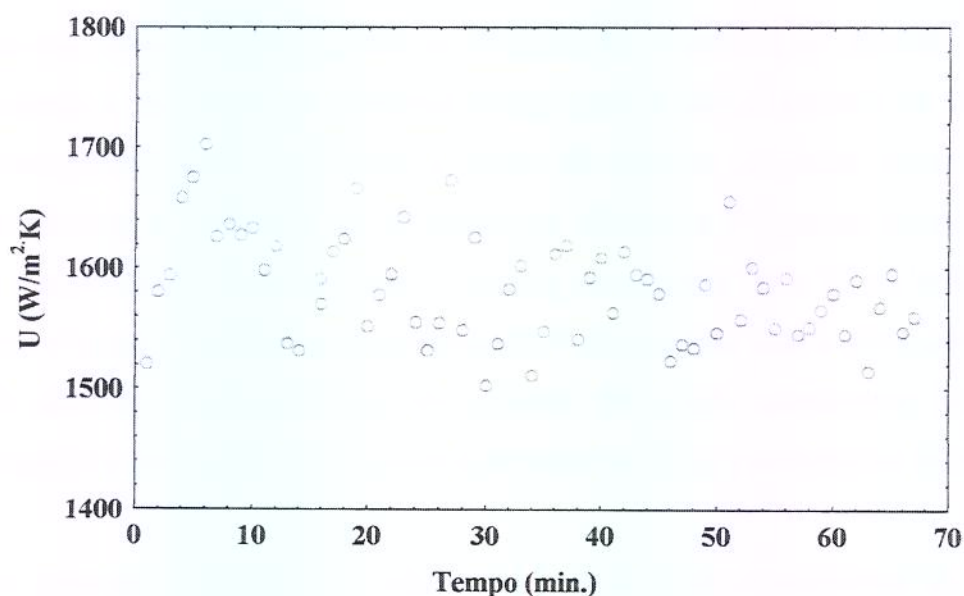


FIGURA 21 – Coeficiente Global de Transferência de calor durante a pasteurização da Clara de Ovo

A resistência térmica causada pela incrustação (R_f) não aumentou significativamente em função do tempo na seção de aquecimento durante os primeiros 50 minutos de pasteurização. Após 50 minutos de pasteurização R_f

começou aumentar e esta fase pode ser associada à etapa de transporte e ligação (Figura 22), descrita anteriormente através das observações dos dados de pressão (Figura 20). A resistência térmica média durante a pasteurização da clara de ovo foi de $0,000062 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$.

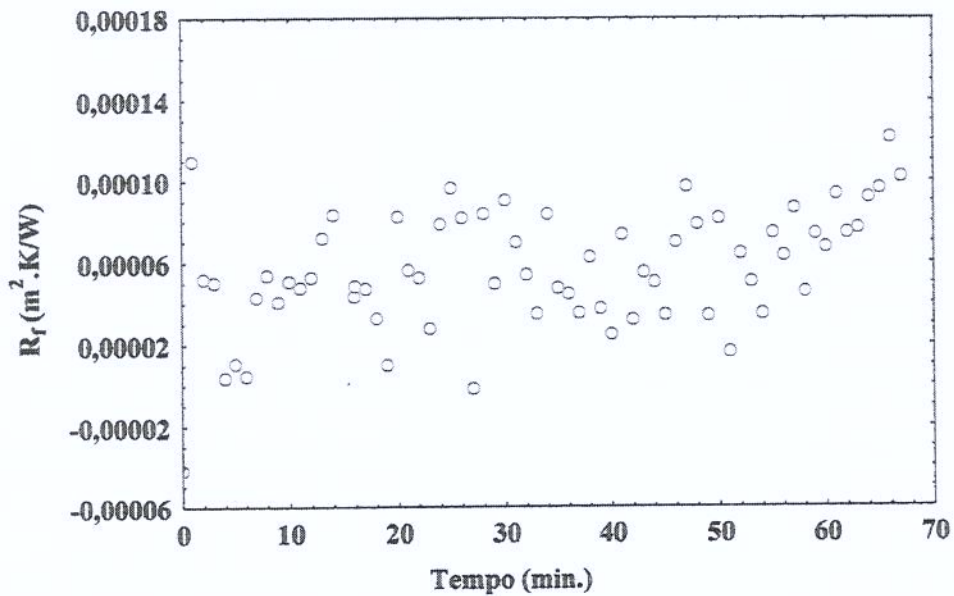


FIGURA 22 – Resistência térmica causada pela incrustação durante a pasteurização da Clara de Ovo

Não houve incrustação na seção de aquecimento nos primeiros 60 minutos de pasteurização porque a temperatura de pasteurização foi de $58,3^\circ\text{C}$ e a clara começa a coagular a temperatura de 62°C , cessando a 65°C . A 70°C o coágulo é completamente firme, mas começa a ficar muito firme a altas temperaturas (ROMANOFF; ROMANOFF, 1949; BEVERIDGE; ARNTFIELD; CHUNG, 1980).

O aumento da pressão mostrou que ocorreu incrustação no sistema (Figura 20), porém os resultados de R_f indicaram que a incrustação não ocorreu na seção de aquecimento. Conclui-se que a incrustação ocorreu em outra seção. A seção mais provável de ter ocorrido a incrustação é a seção das tubulações de residência, e esta hipótese é reforçada devido ao fato da clara permanecer aquecida a $58,3^\circ\text{C}$ pelo

tempo de 3,5 minutos nesta seção. O depósito formado nas tubulações de residência pode ser removido pelo próprio escoamento por quebra ou erosão, e se acumular entre as placas da seção de regeneração, resultando num aumento da pressão.

A principal consequência da incrustação durante a pasteurização da clara de ovo foi o aumento de potência requerida pela bomba positiva B2.

4.2) Clara de ovo aditivada

A incrustação durante a pasteurização da clara de ovo aditivada foi determinada utilizando-se os seguintes parâmetros de operação e propriedades da clara: vazão (FICQ-44) = 1,65kg/s, temperatura (TIC-37) = 58,4°C, % sólidos = 13,0 e pH = 6,34. Estes são os valores médios dos experimentos realizados em triplicata.

O pH da clara de ovo aditivada é menor do pH da clara de ovo devido à adição dos seguintes ingredientes: 0,035% de ácido cítrico e 0,03% de citrato de trietila. Estes ingredientes têm a função de diminuir as perdas das propriedades funcionais das proteínas da clara de ovo durante o processo de pasteurização. As proteínas da clara de ovo são responsáveis pela formação da interface com o ar na formação da espuma da clara em neve.

A pressão do pasteurizador aumentou em função do tempo (Figura 23). A pressão do sistema (seções de regeneração, aquecimento, retenção e resfriamento) aumentou $0,29 \times 10^5 \text{ N/m}^2$ após 68 minutos de pasteurização devido ao processo de incrustação.

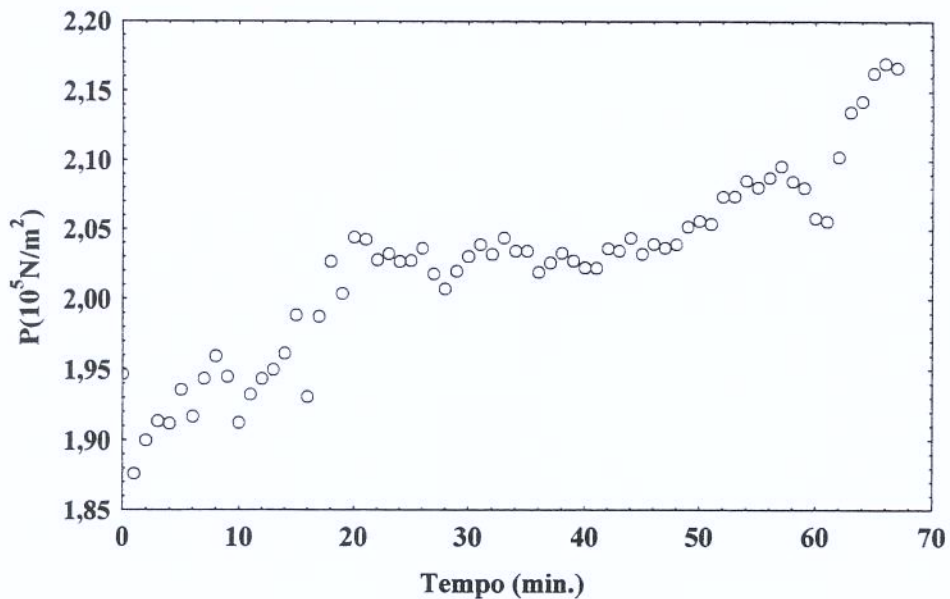


FIGURA 23 – Pressão durante a pasteurização da clara de ovo aditivada

A variação da pressão durante a pasteurização da clara de ovo aditivada seguiu a mesma tendência que a da clara de ovo. Durante os primeiros 20 minutos ocorreu aumento da pressão do pasteurizador, associado ao processo de transporte e ligação. De 20 a 50 minutos a pressão manteve-se constante e pode ser associada à etapa de remoção. De 50 a 68 minutos a pressão aumentou novamente e pode ser associada ao processo de transporte e ligação.

O coeficiente global de transferência de calor não diminuiu significativamente em função do tempo e apresentou um valor médio de $1814,90 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$ (Figura 24).

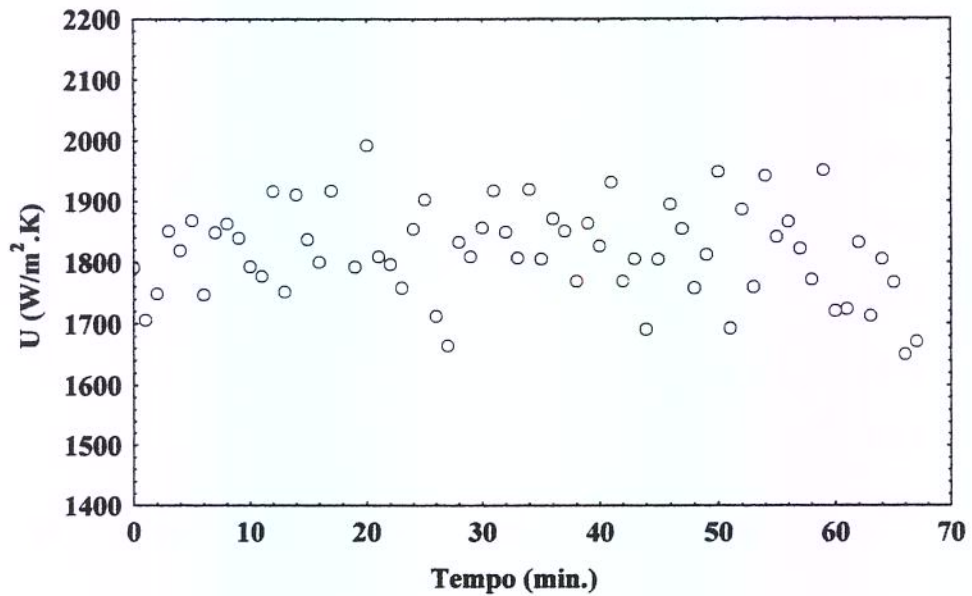


FIGURA 24 – Coeficiente Global de Transferência de calor durante a pasteurização da clara de ovo aditivada

A resistência térmica causada pela incrustação não aumentou significativamente em função do tempo (Figura 25). A resistência térmica média durante 68 minutos da pasteurização da clara de ovo aditivada foi de $0,000085\text{m}^2.\text{K}/\text{W}$.

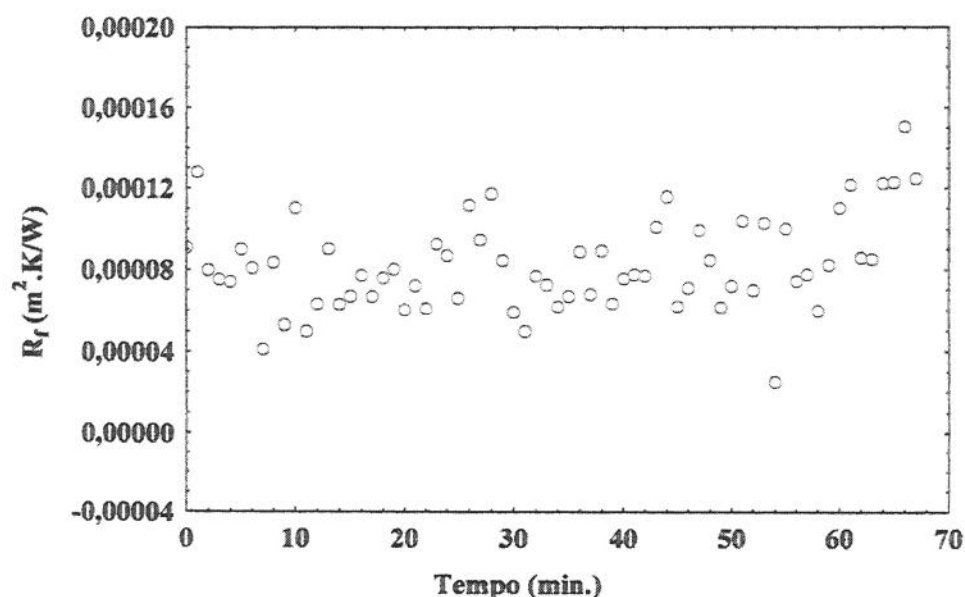


FIGURA 25 – Resistência térmica causada pela incrustação durante a pasteurização da clara de ovo aditivada

A resistência térmica causada pela incrustação durante a pasteurização da clara de ovo aditivada foi maior que a da clara de ovo, porque o pH da clara de ovo aditivada era mais próximo do ponto isoelétrico (PI) das suas proteínas que o pH da clara de ovo. As proteínas tendem a se agregar ao serem aquecidas, quando seu pH está próximo a seu ponto isoelétrico (PI), formando uma rede com grandes poros, baixa força do gel e mínimas ligações com água. Os PI das proteínas da clara de ovo são: ovoalbumina, 4,5; conalbumina (ovotransferrina), 6,1; ovomucóide, 4,1; ovomucina, 4,5 – 5,0; lisozima, 10,7; G2 globulina, 5,5; G3 globulina, 4,8; ovoinibidor, 5,1; ovoglicoproteína, 3,9; ovo flavoproteína, 4,0; ovomacroglobulina, 4,5; cistatina, 5,1 e avidina, 10,0 (SEIDEMAN; COTTERILL; FUNK, 1963; CUNNINGHAM; LINEWEAVER, 1965). O pH da Clara de ovo aditivada era 6,34 e o da clara de ovo 9,4, portanto a clara de ovo aditivada tinha maior tendência a coagular e conseqüentemente incrustar do que a Clara de ovo, considerando que ambas sofreram os mesmos tratamentos térmicos.

As mesmas observações feitas para a clara de ovo podem ser feitas para a clara de ovo aditivada sobre a não ocorrência de incrustação na seção de aquecimento. Os resultados constantes de U e R_f indicam que a incrustação não ocorreu na seção de aquecimento, mas os resultados de pressão indicam que ocorreu incrustação no sistema. Então, conclui-se que a incrustação ocorreu em outra seção, e a mais provável é a seção das tubulações de residência. Esta hipótese é reforçada devido ao fato da clara permanecer aquecida a $58,3^{\circ}\text{C}$ pelo tempo de 3,5 minutos nesta seção. O depósito formado nas tubulações de residência pode ser removido pelo próprio escoamento por quebra ou erosão, e retido e acumulado entre as placas da seção de regeneração, resultando num aumento da pressão.

A principal consequência da incrustação durante 68 minutos de pasteurização da clara de ovo aditivada é a mesma da clara de ovo: aumento da potência requerida pela bomba positiva B2.

4.3) Ovo integral

A incrustação durante a pasteurização do Ovo Integral foi influenciada pelos seguintes parâmetros de operação e propriedades do ovo integral: vazão (FICQ-44) = 1,65kg/s, temperatura (TIC-37) = 64,01°C, % sólidos = 24,1 e pH = 6,78. Estes são os valores médios dos experimentos realizados em triplicata.

A pressão do pasteurizador aumentou linearmente em função do tempo (Figura 26). Através do ajuste do modelo linear $y = 2,047 + 0,003 \cdot x$ foi possível prever a pressão do sistema em função do tempo. Neste caso, a pressão máxima foi definida como sendo a pressão máxima de trabalho da bomba de deslocamento positivo B2 (modelo 60U2 WAUKESHA) de $5,88 \times 10^5 \text{ N/m}^2$ que seria alcançada em 21,29 horas de pasteurização.

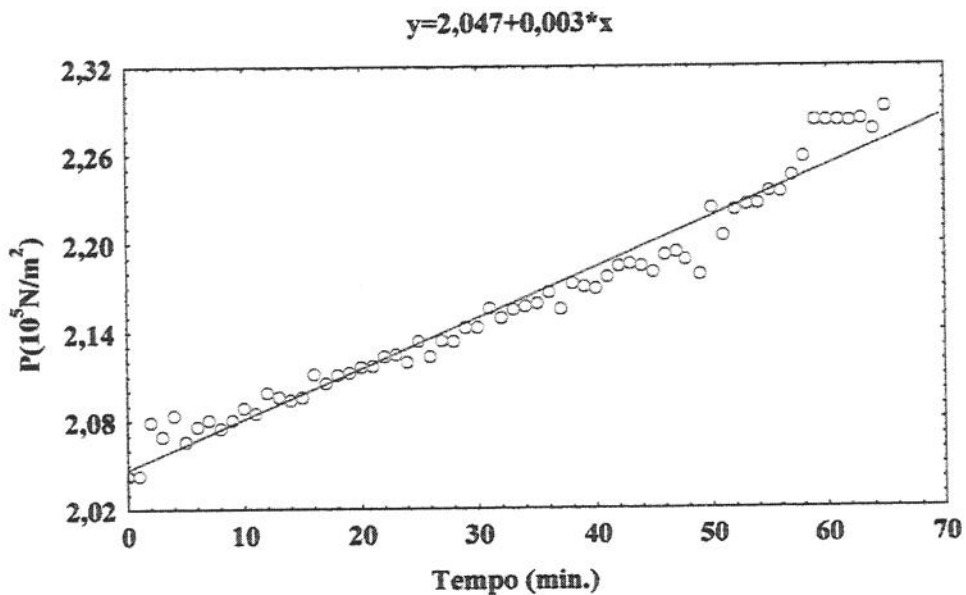


FIGURA 26 – Pressão durante a pasteurização de ovo integral

O coeficiente global de transferência de calor diminuiu linearmente em função do tempo, devido a presença do material incrustante diminuir a transferência de calor e, também, da reação de coagulação ser uma reação endotérmica, onde o calor é absorvido. O coeficiente global de transferência de calor apresentou um valor médio de $1551,77 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$ (Figura 27).

Através do ajuste do modelo linear $y = 1759,432 - 6,389 \cdot x$ pode-se prever o coeficiente global de transferência de calor em função do tempo. Após 68 minutos de pasteurização o coeficiente global de transferência de calor foi reduzido em 21,94% do seu valor inicial.

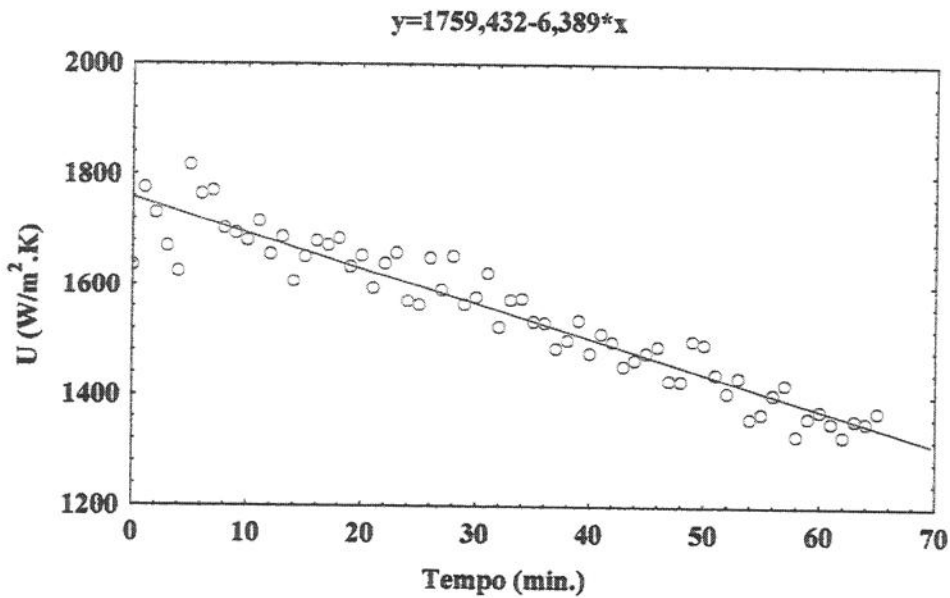


FIGURA 27 – Coeficiente global de transferência de calor durante a pasteurização do ovo integral

Este é o resultado de um depósito duro e aderente, onde a remoção e o envelhecimento são ignorados. Devido ao fato do coeficiente global de transferência de calor diminuir linearmente em função do tempo, foi estabelecido que o pasteurizador deve ser operado com uma redução de U de no máximo 30% do

seu valor inicial, resultando num limite de tempo de 83 minutos para uma parada para limpeza.

A resistência térmica causada pela incrustação aumentou linearmente em função do tempo (Figura 28). A resistência térmica média durante 68 minutos de pasteurização do ovo integral foi de $0,0001550 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$.

Através do ajuste do modelo linear $y = 6,623\text{e-}5 + 2,73\text{e-}6 \cdot x$ pode-se prever a resistência térmica causada pela incrustação em função do tempo. Após 68 minutos de pasteurização a resistência térmica causada pela incrustação aumentou 236,63% do seu valor inicial.

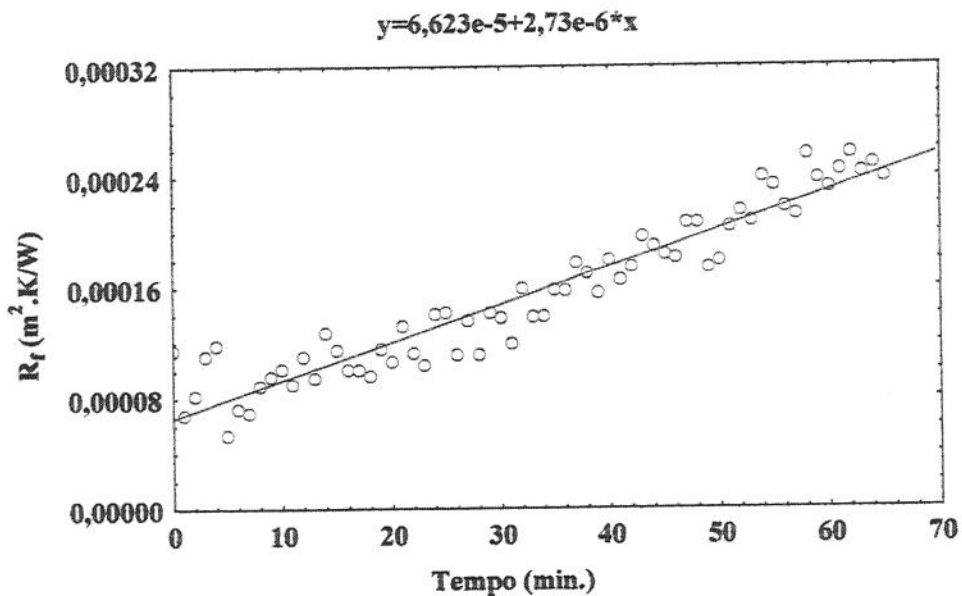


FIGURA 28 – Resistência térmica causada pela incrustação durante a pasteurização de ovo integral

A incrustação durante a pasteurização do ovo integral ocorreu porque a clara inicia o processo de coagulação a 62°C e cessa a 65°C e a temperatura de pasteurização utilizada foi de $64,01^\circ\text{C}$. Em contraste com a clara de ovo, a gema contém considerável porção não protéica: 0,66 a 1,65% proteínas livetinas, 0,66 a

2,47% fosfoproteínas, 2,64 a 2,97% lipoproteína, 7,59% lipídeo, 0,33% carboidrato, 0,33% minerais e algumas vitaminas (PARKINSON, 1966). Contudo a maioria das proteínas da gema é propensa a coagulação pelo calor, exceto a fosvitina e algumas livetinas (MECHAM; OLCOTT, 1949; TSUTSUI; OBARA., 1980). As lipoproteínas de baixa densidade (LDL) são as principais proteínas da gema de ovo que formam géis muito estáveis em pH entre 4 e 9. Abaixo dessas condições os géis de LDL são mais estáveis que os de albumina (NAKAMURA; FUKANO; TANIGUCHI, 1982).

Conforme STALDEMAN; COTTERILL (1994), a desnaturação do ovo integral é indicada com a mudança da viscosidade, e ocorre na faixa de temperatura de 56 a 66°C. Acima desta faixa ocorre a precipitação de parte das proteínas e a coagulação ocorre rapidamente acima de 73°C.

As principais consequências da incrustação durante 68 minutos de pasteurização do ovo integral foram: adicional consumo de energia; super dimensionamento do trocador devido à queda de 21,94% no coeficiente global de transferência de calor; aumento da potência requerida da bomba positiva B2 devido ao aumento de $0,25 \times 10^5 \text{ N/m}^2$ na pressão do sistema e maior frequência de parada para limpeza a cada 83 minutos.

4.4) Ovo formulado

A incrustação durante a pasteurização do ovo formulado foi influenciada pelos seguintes parâmetros de operação e propriedades do ovo: vazão (FICQ-44) = 1,66kg/s, temperatura (TIC-37)= 62,42°C, % sólidos = 20,4% e pH = 8,0. Estes são os valores médios dos experimentos realizados em triplicata.

A pressão do pasteurizador aumentou linearmente em função do tempo (Figura 29).

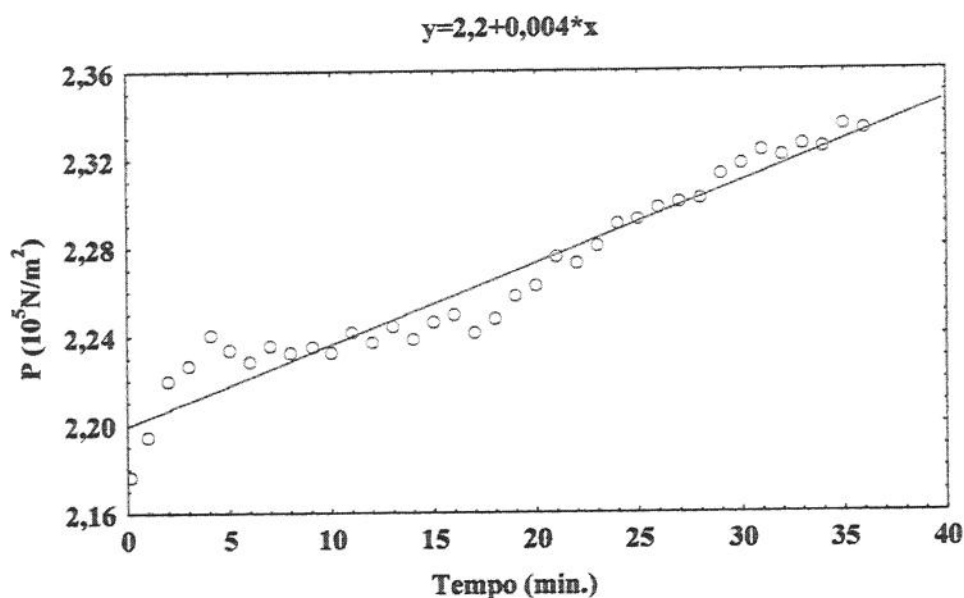


FIGURA 29 – Pressão durante a pasteurização de ovo formulado

Através do ajuste do modelo linear $y = 2,2 + 0,004 * x$ foi possível prever o tempo necessário para a parada da pasteurização, em função da pressão máxima permitida para o sistema. Neste caso, a pressão máxima possível foi definida como a pressão máxima de trabalho da bomba de deslocamento positivo B2 (modelo 60U2 WAUKESHA) de $5,88 \times 10^5 \text{ N/m}^2$ alcançada em 15,33 horas de pasteurização.

A taxa de aumento da pressão causada pela incrustação na pasteurização do ovo formulado é maior do que a pasteurização ovo integral. Portanto, conclui-se que o processo de incrustação ocorre numa taxa maior na pasteurização do ovo formulado do que na pasteurização do ovo integral.

O coeficiente global de transferência de calor diminuiu linearmente em função do tempo. Através do ajuste do modelo linear $y = 1394,813 - 8,343 \cdot x$ foi possível prever o coeficiente global de transferência de calor em função do tempo. O coeficiente global de transferência de calor do ovo formulado apresentou um valor médio de $1300,00 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$ (Figura 30). Após 37 minutos de pasteurização o coeficiente global de transferência de calor foi reduzido em 20,30% do seu valor inicial.

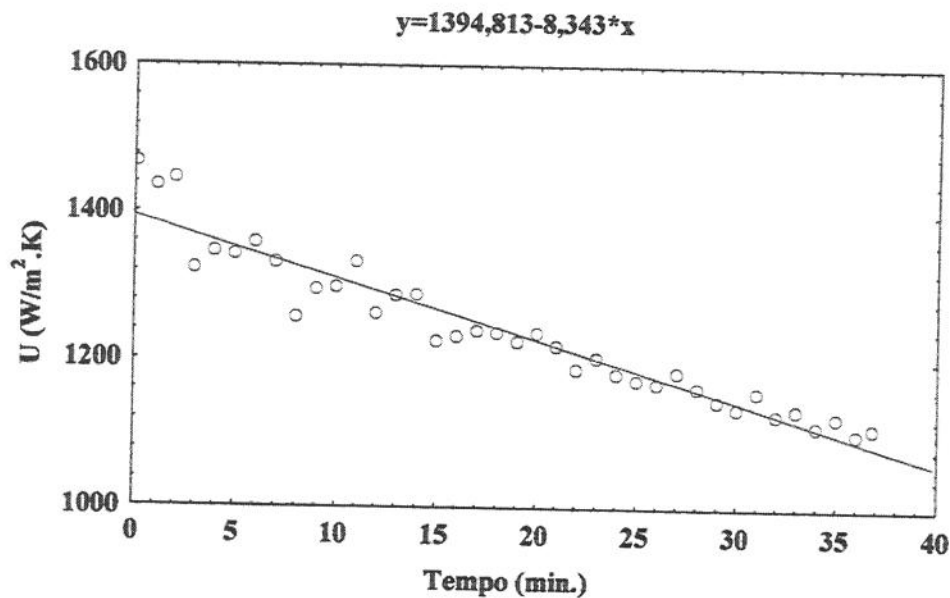


FIGURA 30 – Coeficiente global de transferência de calor durante a pasteurização do ovo formulado

Assim como o ovo integral, o depósito formado durante a pasteurização do ovo formulado é duro e aderente, e a remoção e o envelhecimento são ignorados. Foi estabelecido um limite para a redução de U , para a parada para limpeza do pasteurizador, em 30% do seu valor inicial, o que equivalente a um tempo de 50 minutos de operação.

A resistência térmica causada pela incrustação aumentou linearmente em função do tempo (Figura 31). Através do ajuste do modelo linear $y = 8,392e-5 + 5,557e-6 \cdot x$ foi possível prever a resistência térmica causada pela incrustação em função do tempo. A resistência térmica média durante 37 minutos de pasteurização do ovo formulado aumentou 248,3 % do seu valor inicial.

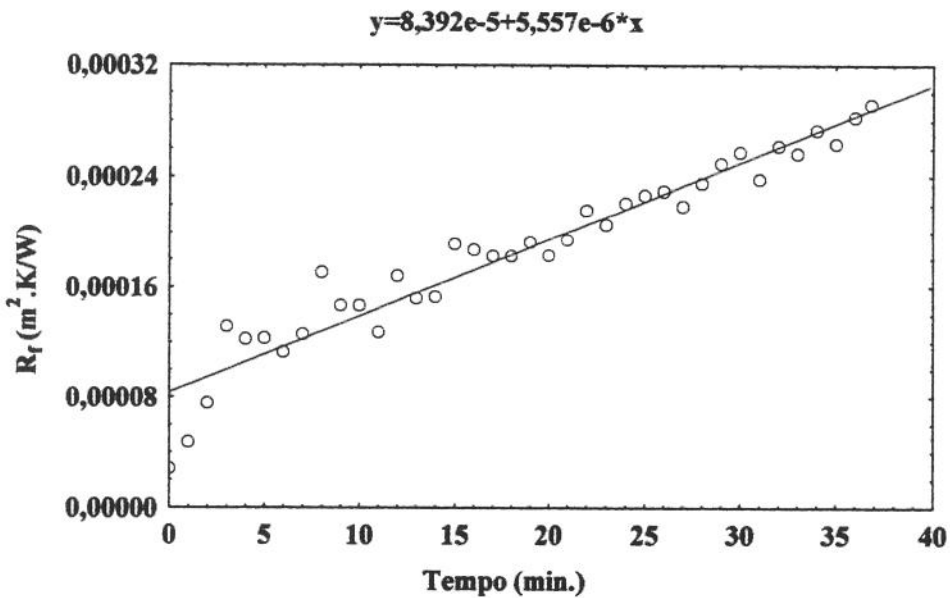


FIGURA 31 – Resistência térmica causada pela incrustação durante a pasteurização de ovo formulado

As taxas de aumento da resistência térmica e da pressão causadas pela incrustação do ovo formulado foram maiores que a do ovo integral; e a taxa de diminuição do coeficiente global de transferência de calor do ovo formulado foi menor que a do ovo integral, confirmando a hipótese de que a clara de ovo é a

principal substância iniciadora do processo de coagulação, pois inicia a coagulação a temperatura de 63,5°C e cessa a 65°C, e a temperatura média da pasteurização foi de 62,42°C.

As principais conseqüências da incrustação durante os primeiros 37 minutos de pasteurização do ovo formulado foram: adicional consumo de energia; super dimensionamento do trocador devido à queda de 20,30 % no coeficiente global de transferência de calor; aumento da potência das bombas devido ao aumento de $0,14 \times 10^5 \text{ N/m}^2$ na pressão e maior frequência de parada para limpeza a cada 50 minutos.

5) CONCLUSÃO

Durante as pasteurizações da clara de ovo e clara de ovo aditivada houve um aumento da pressão do sistema com uma variação característica. Durante os primeiros 20 minutos ocorreu um aumento rápido, de 20 a 50 minutos a pressão manteve-se constante e após 50 minutos a pressão voltou a aumentar.

O coeficiente global de transferência de calor (U) manteve-se constante durante as pasteurizações da clara de ovo e clara e ovo aditivada na seção de aquecimento, resultando em valores médios de $1577,70 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$ e $1814,90 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$, respectivamente.

A resistência térmica causada pela incrustação (R_f) da clara de ovo e clara de ovo aditivada não aumentou na seção de aquecimento durante o período de pasteurização, resultando em valores médios de $0,000062 \text{ m}^2\cdot\text{K/W}$ e $0,000085 \text{ m}^2\cdot\text{K/W}$.

Conclui-se que ocorreu incrustação no sistema durante as pasteurizações da clara de ovo e clara de ovo aditivada, devido ao aumento de pressão do sistema. Porém, a incrustação não ocorreu na seção de aquecimento visto que U não diminuiu e R_f não aumentou nesta seção. Portanto, sugere-se que a incrustação ocorreu na seção das tubulações de residência e foi removida pelo próprio escoamento ficando retida na seção subsequente de regeneração.

A principal consequência da incrustação durante as pasteurizações da clara de ovo e clara de ovo aditivada é o aumento da potência requerida pela bomba positiva B2.

Durante as pasteurizações do ovo integral e ovo formulado a pressão do pasteurizador aumentou linearmente em função do tempo. Através do ajuste de modelos lineares, $y = 2,047 + 0,003 \cdot x$ para ovo integral e $y = 2,2 + 0,004 \cdot x$ para ovo formulado, onde y = Pressão e x = tempo, foi possível prever a pressão do sistema em função do tempo de pasteurização. A pressão máxima definida para trabalho foi a pressão máxima da bomba de deslocamento positivo B2 (modelo 60U2 WAUKESHA) de $5,88 \times 10^5 \text{ N/m}^2$ alcançado em 21,29 horas e 15,33 horas de pasteurização, respectivamente.

Foram ajustados os modelos lineares $y = 1759,432 - 6,389 \cdot x$, para ovo integral, e $y = 1394,813 - 8,343 \cdot x$, para o ovo formulado, onde $y = U$ e x = tempo, a fim de prever o coeficiente global de transferência de calor em função do tempo. Após 68 e 37 minutos de pasteurização o coeficiente global de transferência de calor foi reduzido em 21,94% e 20,30% do seu valor inicial para o ovo integral e ovo formulado, respectivamente.

O tempo determinado para a parada do pasteurizador para realização da limpeza foi de 83 minutos para o ovo integral e 50 minutos para o ovo formulado, a fim de se obter uma redução de no máximo 30% do coeficiente global de transferência de calor.

A resistência térmica causada pela incrustação (R_f) do ovo integral e ovo formulado aumentou na seção de aquecimento durante o período de pasteurização. Através do ajuste dos modelos lineares, $y = 8,392e-5 + 5,557e-6 \cdot x$, para o ovo formulado, e $y = 6,623e-5 + 2,73e-6 \cdot x$, para o ovo integral, onde $y = R_f$ e x = tempo, foi possível prever a resistência térmica causada pela incrustação em função do tempo. A incrustação durante a pasteurização do ovo formulado foi maior que a do ovo integral, visto que as taxas de aumento da pressão e da resistência

térmica causada pela incrustação e a taxa de diminuição do coeficiente global de transferência de calor foram maiores para o ovo formulado que para o ovo integral. Fato este justificado pelo maior teor de clara presente no ovo formulado. Confirmando a hipótese de que a clara de ovo é a principal substância iniciadora do processo de coagulação, pois inicia a coagulação a temperatura de 63,5°C e cessa a 65°C, e a temperatura média da pasteurização foi de 62,42°C.

As principais consequências da incrustação durante a pasteurização do ovo integral e ovo formulado foram: consumo de energia adicional; super dimensionamento do trocador devido à queda de 30% no coeficiente global de transferência de calor no período de 83 minutos para o ovo integral e 50 minutos para o ovo formulado; aumento da potência das bombas devido ao aumento em 236,63% e 248,30% do valor inicial de R_f durante a pasteurização do ovo integral e ovo formulado, respectivamente, e maior frequência de parada para limpeza.

Os modelos criados foram baseados nos princípios de transferência de calor e podem ser usados para prever como a planta real se comporta.

6) SUGESTÕES PARA FUTUROS TRABALHOS

Neste trabalho não foi possível fazer experimentos com a gema de ovo, porque para a pasteurização da gema era necessário diminuir o número de tubulações de residência e adicionar uma bomba positiva antes da entrada da gema nas tubulações de residência (booster), devido à alta viscosidade.

Sugere-se, também, realizar experimentos com um tempo maior nas pasteurizações, principalmente para a clara de ovo e clara de ovo aditivada, para determinar o início da incrustação e do processo de envelhecimento.

No trabalho realizado foi determinado o tempo em que a fase incrustante é inicialmente formada na superfície aquecida. Para a análise da reação da incrustação em um dado sistema sugere-se:

1. Identificar os compostos que reagem para formar a incrustação e seus precursores;
2. Determinar a cinética da reação que forma o material incrustante (WATKINSON; WILSON, 1997).

Podem ser realizados trabalhos futuros com trocadores de calor tubulares para comparação com o trocador de calor a placas.

7) REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ALLEONI, A. C. C. **Efeito da temperatura de armazenamento na qualidade do ovo, nos teores de s-ovalbumina e nas propriedades funcionais das proteínas da clara do ovo: Qualidade do albúmem.** Campinas, 1997. 104 f. Dissertação (Mestrado em Ciência da Nutrição) – Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas.
2. ARAÚJO, J. M. A. **Química de alimentos.** 2. ed. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 1999. 416p.
3. AZARI, P. R.; FEENEY, R. E. Resistance of metal complexes of conalbumin and transferrin to protolysis and thermal denaturation. **Journal Biology Chemistry**, [S.l.], n. 232, p.293–302, 1958.
4. BANSAL, B.; MÜLLER-STEINHAGEN, H.; CHEN, X. D. Performance of plate heat exchangers during calcium sulphate fouling – investigation with an in-line filter. **Chemical Engineering and Processing**, [S.l.], v. 39, p.507-519, 2000.
5. BELMAR-BEINY, M. T.; GOTHAM, S. M.; PETERSON, W. R.; FRYER, P. J. The effect of Reynolds number and fluid temperature in whey protein fouling. **Journal of Food Engineering**, [S.l.], v.19, p.119-139, 1993.
6. BEVERIDGE, T.; ARNTFIELD, S.; KO, S.; CHUNG, J. K. L. Firmness of heat induced albumen coagulum. **Poultry Science**, [S.l.], n.59, p.1229-1236, 1980.
7. BROOKS, J.; TAYLOR, D. J. **Eggs and egg products.** G. Br., Dep. Science Ind. Res., Food Invest. Board, Spec. Rep. 60, 1955.

8. CAHN, F. J.; EPSTEIN, A. K. **Methods of analysis**. U.S. Patent 2,065,114. 1936.
9. CIPOA - COORDENAÇÃO GERAL DE INSPEÇÃO DE PRODUTOS DE ORIGEM ANIMAL . Resolução 005 de 05 de julho de 1991. Estabelece os padrões de identidade e qualidade para diversos produtos de origem animal. **Ofício Circular CIPOA n. 011/91**, Brasília, 20 nov. 1991.
10. COTTERILL, O. J.; CUNNINGHAM, F. E.; FUNK, E. M. Effect of chemical additives on yolk-contaminated liquid egg white. **Poultry Science**, [S.l.], n.42, p.1049-1057, 1963.
11. COTTERILL, O. J.; GEIGER, G. S. Egg product yield trends from shell eggs. **Poultry Science**, [S.l.], n.56, 1027-1031, 1977.
12. CUNNINGHAM, F. E. **Factors affecting the insolubilization of egg white proteins**. Columbia, 1963. PhD Dissertation, University of Missouri.
13. CUNNINGHAM, F. E.; COTTERILL, O. J.; FUNK, E. M. The effect os season and age of bird: On the chemical composition of egg white. **Poultry Science**, [S.l.], n.39, p. 300-308, 1960.
14. CUNNINGHAM, F. E.; LINEWEAVER, H. Stabilization of egg-white proteins to pasteurizing temperature above 60°C. **Food Technology**, [S.l.], n.19, p.1142-1447, 1965.
15. DELPLACE, F.; LEULIET, J. C.; TISSIER, J. P. Fouling experiments of a plate heat exchanger by whey proteins solutions. **Institution of Chemical Engineers**, [S.l.], v.72, p.163-169, 1994.

16. DIXON, D. K.; COTTERILL, O. J. Electrophoretic and chromatographic changes in egg yolk proteins due to heat. **Journal of food Science**, [S.l.], v.46, n.4, p.981-983, 1981.
17. EPSTEIN, N. Fouling in heat transfer. In: SOMERCALES E. F.; KNUDSEN, E. G. **Fouling Heat Transfer**. USA: Hemisphere Publishing, 1981. p.701-743.
18. FDA - FOOD DRUG AND ADMINISTRATION. **The egg products inspection act**. Federal Register 36, 9814, 1971.
19. FEENEY, R. E. **Egg protein**. In: Symposium on Foods: Protein and their reaction. 1964, [S.l.]. Westport, CT: H. W. Schultz and A. F. Anglemier, AVI Publishing Co..
20. FISHER, P.; SUITOR, J. W.; RITTER, R. B. Fouling measurement techniques. **Chem. Engr. Prog.**, 71(7):66, 1975.
21. FRYER, P. J.; ROBBINS, P. T.; SCHREIER, P. J. R. Statistical model for fouling of a plate heat exchanger by whey protein solution at UHT conditions. **Institution of Chemical Engineers**, [S.l.], v. 74, p. 189-199, 1996.
22. FRYER, P. J.; SLATER, N. K. H. Reaction fouling from food fluids. **American Society of Mechanical Engineers**, United States of America, n. 65-71, 1984.
23. GARIBALDI, J. A.; DONOVAN, J. W.; DAVIS, J. G.; CIMINO, S. L. Heat denaturation of ovomucin-lysozyme electrostatic complex: A source of damage to the whipping properties of pasteurized egg white. **Journal Food Science**, [S.l.], n. 33, p.514-524, 1968.

24. GARRET-PRICE, B. A.; SMITH, S. A.; WATTS, R. L.; KNUDSEN, J. G.; MALNER, W. J.; SUITOR, J. W. **Fouling of heat exchangers: characteristics, costs, prevention, control, and removal.** New Jersey: Noyes Publications, 1985.
25. GONIONSKY, V. T. S.; GOLUB, S. I.; ROZEN, A. M. Calculation of heat transfer coefficients during scale formation. **Heat Trans. Soviet. Res.**, 3:116, 1970.
26. GRISWOLD, R. M. **The experimental study of foods.** Boston: Houghton Mifflin Co., 1962.
27. HANSSON, D.; AVREL, M.; RESNICK, W.; ROZENMAN, T.; WINDREICH, S. **Mechanism of calcium carbonate scale deposition on heat-transfer surface.** *Ind. Chem. Fund.*, 7(1):59, 1968.
28. HERMANSSON, A. M. Aggregation and denaturation involved in gel formation. In: ACS Symposium n. 92, 1979, [S.l.]. **Functionality and protein structure.** Washington D.C.: E. A. Pour, American Soc., [ca 1979], p.81-103.
29. INCROPERA, F. P.; DEWITT, D. P. Trocadores de calor. In: _____. **Fundamentos de transferência de calor e de massa.** 3. ed. Tradução de: H. Macedo. Rio de Janeiro: LTC, Cap. 11, p.296-300, 1992.
30. JONHSON, T. M.; ZABIK, M. E. Egg albumen proteins interactions in na angel food cake system. **Journal Food Science**, [S.l.], n.46, p.1321-1236, 1981a .
31. JONHSON, T. M.; ZABIK, M. E. Gelation properties of albumen proteins, singly and in combination. **Poultry Science**, [S.l.], n.60, p.2071-283, 1981b.

32. KERN, D. O. **Heat exchanger design for fouling service.** Chem. Engr. Prog., [S.l.], n.7, p.51, 1966.
33. KERN, D. O.; SEATON, R. E. **A theoretical analysis of thermal surface fouling.** Brit. Chem. Engr., [S.l.], n.4, p.258, 1959.
34. KNABEL, S. J. Food borne illness: Role of home food handling practices. **Food and technology.** [S.l.], 49 (4), p.119-131, 1995.
35. LEHNINGER, A. L. **Princípios da bioquímica.** Trad. LODI, W. R. AND SIMÕES A. A. 8ed. São Paulo: Sarvier, 1993. 725p.
36. LEWIS, P. C. The kinetics of protein denaturation. Part II. The effect of variation in the hydrogen ion concentration on the velocity of the heat denaturation of egg-albumen; the critical increment of the process. **Biochemistry Journal**, [S.l.], n.20, 978-922, 1926.
37. LING, A. C. **Fouling of heat transfer surfaces by solutions egg albumin.** Journal of Food Protection, [S.l.], v.41, p.187-194, 1978.
38. LING, A. C.; LUND D. B. Fouling of heat transfer surfaces by solutions egg albumin. **Journal of Food Protection**, [S.l.], v.41, p.187-194, 1978a.
39. LING, A. C.; LUND, D. B. Apparatus for studying fouling of heated surfaces by biological fluids. **Journal of Food Science**, [S.l.], v.43 (2), 390-393, 1978b.
40. LING, A.; LUND, D. B. Investigation on the mechanism of fouling of heat exchange surfaces by soluble proteins. IN: INTERNATIONAL CONGRESS OF FOOD SCIENCE & TECHNOLOGY, 5., s.d., [S.l.]. ... **Abstracts.** [S.l.]:[s.n.], 1978. p.119.

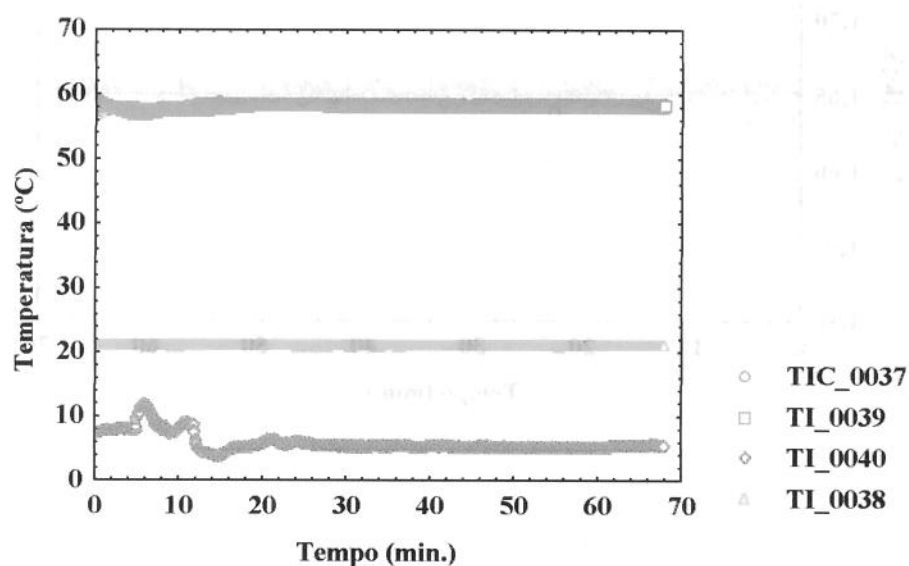
41. LOPEZ del MAR, J. **Simulação de incrustação de proteínas do processamento animal, no interior de tubos.** Campinas, 1996. Dissertação (mestrado em Engenharia de Alimentos – Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas).
42. LUND, D. B.; BIXBY, D. **Fouling of heat exchanger surface by milk.** *Process Biochemist.*, [S.l.], 10(9):52, 1975.
43. MECHAM, D. K.; OLCOTT, H. S. Phosvitin, the principal phosphoprotein of egg yolk. **Journal American Chemistry Society**, [S.l.], n.71, p.3670-3679, 1949.
44. MORGAN, A. I. J.; WASSERMAN, T.; BROWN, A. H.; SMITH, G. S. Commercial-scale evaporation of tomato products in flash evaporators. **Food techno.**, [S.l.], 13:22, 1959
45. NAKAMURA, R.; FUKAN, T.; TANIGUCHI, M. Heat-induced gelation of hen's egg yolk low-density lipoprotein (LDL) dispersion. **Journal Food Science**, n. 47, p.1449-1453, 1982.
46. PALMER, H. H.; IJICHI, K.; ROFF, H. Partial thermal reversal of gelations in thawed egg yolk products. **Journal Food Science**, [S.l.], n. ° 35, p.403-406, 1970.
47. PARKINSON, T. L. **Journal Science and Food Agriculture.**, [S.l.], 17, 101, 1966.
48. POWRIE, W. D.; NAKAI, S. **Characteristics of edible and fluids of animal origin: egg.** New York: Fennema, 1985. p.829.
49. ROMANOFF A. L.; ROMANOFF, A. J. **The avian egg.** John Wiley and Sons Co., New York, 1949.

50. SCHREIER, P. J. R.; GREEN, C.; PRITCHARD, A. M.; FRYER, P. J. **Heat exchanger fouling by whey protein solutions**. In: FOULING AND CLEANING IN FOOD CONGRESS, 1994, Cambridge: University of Cambridge, 1994.
51. SECRETARIA DE INSPEÇÃO DE PRODUTO ANIMAL (SIPA). Normas Gerais de Inspeção de Ovos e Derivados. Portaria SIPA n. 001 de 21 fev. 1990. **Diário Oficial da União** n. 44, Seção I, p. 4321, 06 mar. 1990.
52. SEIDEMAN, W. E.; COTTERILL, O. J.; FUNK, E. M. Factors affecting heat coagulation of egg white. **Poultry Science**, [S.l.], n.42, p.406-417, 1963.
53. SHARP, P. F.; POWELL, C. K. Increase the pH of the white and yolk of hen's eggs. **Ind. Eng. Chem**, [S.l.], n. 23, p. 196-199, 1931.
54. SHIMADA, K.; MATSUSHITA, S. Effects of salts and denaturants on thermo coagulation of protein. **Journal Agricultural Food Chemical**, [S.l.], n.29, p. 15-20, 1981.
55. SILVA, J. A. **Tópicos da tecnologia dos alimentos. Conservação dos alimentos pelo calor**. São Paulo: Varela Editora e Livraria Ltda., 2000. 27p.
56. SLOSBERG, J. M.; HANSON, H. L.; STEWART, G. F.; LOWE, B. Factors influencing the effects of heat treatment on the leavening power of egg white. **Poultry Science**, [S.l.], n. °27, p.294-301, 1948.
57. STALDEMAN, W. J; COTTERILL, O. J. **Egg Science and technology**. New York: The Haworth Press, 1994. 579p.
58. TABOREK, J.; AOKI, T.; RITTER, R. B.; PALEN, J. W.; KNUDSEN, J. G. **Fouling: the major unresolved problem in heat transfer**. Chem. Eng. Prog. 68 (2), 59-67, 1972.

59. TRIEBOLD, H. O. **Quantitative Analysis of Agricultural and Food Products**. Van Nostrand-Reinhold, NJ, 1946.
60. TSUI, T.; OBARA, T. Studies of changes in egg yolk components during heating. **Journal Japan Society Technology**, [S.l.], n.27, p.7-13, 1980.
61. UNIVERSITY OF SURREY. Department of Chemical & Process Engineering. **The Process Heat Transfer and Multiphase Operations Group: Heat Transfer Fouling**. Disponível na Internet:<http://www.cpe.surey.ac.uk/dptri/hms/fouling.htm>. Arquivo capturado em 25 agosto 1999.
62. USDA - UNITED STATE DEPARTAMENT OF AGRICULTURE . **Laboratory Methods for Egg Products**. U. S. Department of Agricultural Marketing Service, Poultry Division, Grading Branch, Washington, D.C., 1984.
63. WATKINSON, A. P.; WILSON, D. I. Chemical Reaction Fouling: A review. **Experimental Thermal and Fluid Science**, New York, n. 14, p.361-374, 1997.
64. WOODWARD, S. A.; COTTERILL O. J. Electrophoresis and chromatography of heat-treated plain, sugared and salted whole egg. **Journal of food Science**, [S.l.], v.48, p.501-506, 1983.

8) APÊNDICES

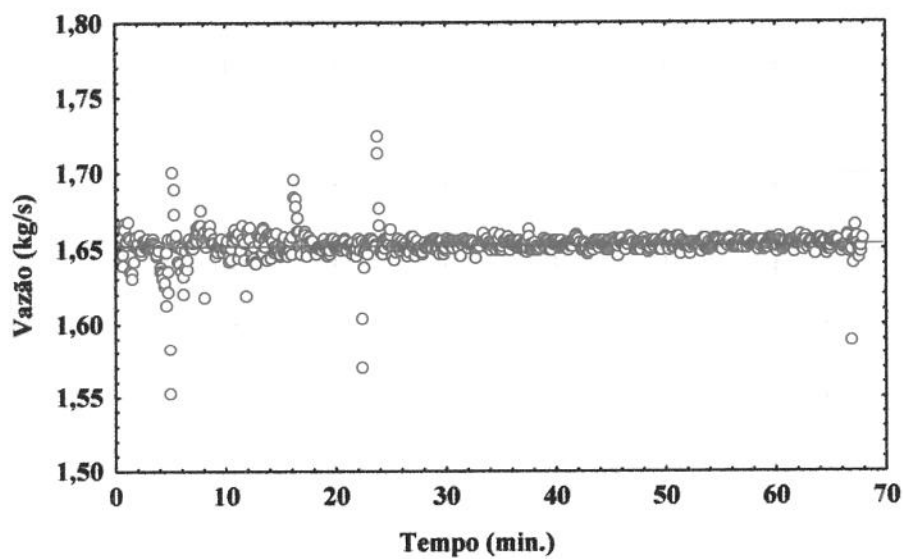
Apêndice I – Temperaturas durante a pasteurização da Clara de Ovo (*Lote 1110322)



	Nº	Média	Mínimo	Máximo	Desvio Padrão
TIC_0037	816	58,38	56,86	58,73	0,3077
TI_0039	816	58,00	56,76	58,92	0,3387
TI_0040	816	5,98	3,88	11,91	1,3817
TI_0038	816	20,99	20,91	21,15	0,0348

* Foi selecionada uma pasteurização da triplicata para visualização de todas as temperaturas registradas.

Apêndice 2 – Vazão durante a pasteurização da Clara de Ovo (* Lote 1110322)



	N	Média	Mínimo	Máximo	Desvio Padrão
VAZÃO	816	1,652663	1,553075	1,725000	0,009443

* Foi selecionada uma pasteurização da triplicata para visualização da vazão registrada.

Apêndice 3 – Cálculos da Resistência térmica e Coeficiente Global de Transferência de Calor de cada pasteurização da Clara de Ovo

Produto: Clara de Ovo Líquida
Lote de produção: 1120610
Análises Físico-Químicas: % sól = 12,7

Produto de Ovos - Clara de Ovo	
J/kg K	4184,1
% sólidos	12,7
% regeneração	0,8
K = °C +	273,15
densidade (kg/L)	1,035

Água	
m (kg/s)	5,55
(J / kg .	3690,38

Density (kg/L) 1,035																		
0	Tempo (min)	Rt (m2 . K / w)	1 / U1	1 / Uf	U (w / m2 . K)	q (W)	A (m2)	Atimtd	m (kg/s)	cp (J / kg . K)	At= Tps- Tpe	At1	At2	tae (K)	tps (K)	tas (K)	tpe (K)	d = tae-tas
0	0,00	6,16E-05	5,49E-04	6,11E-04	1636,63	49070,0	21,06	1,42	1,65	3918,41	7,57	0,14	5,32	331,83	331,69	329,43	324,12	2,40
1	0,08	7,17E-05	5,49E-04	6,21E-04	1610,03	49172,8	21,06	1,45	1,66	3918,41	7,58	0,15	5,33	331,86	331,71	329,46	324,13	2,40
2	0,17	1,04E-04	5,49E-04	6,53E-04	1530,35	49142,4	21,06	1,52	1,66	3918,41	7,57	0,18	5,35	331,86	331,68	329,46	324,11	2,40
3	0,25	5,94E-05	5,49E-04	6,09E-04	1642,65	49402,0	21,06	1,43	1,66	3918,41	7,61	0,14	5,34	331,86	331,72	329,45	324,11	2,41
4	0,33	6,13E-05	5,49E-04	6,11E-04	1637,85	49320,8	21,06	1,43	1,65	3918,41	7,62	0,14	5,35	331,85	331,71	329,44	324,09	2,41
5	0,42	9,66E-05	5,49E-04	6,46E-04	1548,07	49032,3	21,06	1,50	1,65	3918,41	7,58	0,17	5,36	331,87	331,70	329,48	324,12	2,39
6	0,50	1,07E-04	5,49E-04	6,56E-04	1524,38	48845,7	21,06	1,52	1,65	3918,41	7,54	0,18	5,34	331,87	331,69	329,49	324,15	2,38
7	0,58	1,14E-04	5,49E-04	6,64E-04	1506,81	48837,6	21,06	1,54	1,66	3918,41	7,51	0,19	5,32	331,85	331,66	329,47	324,15	2,38
8	0,67	9,47E-05	5,49E-04	6,44E-04	1552,68	49009,9	21,06	1,50	1,65	3918,41	7,56	0,17	5,34	331,86	331,69	329,47	324,13	2,39
9	0,75	8,71E-05	5,49E-04	6,37E-04	1571,04	48912,3	21,06	1,48	1,65	3918,41	7,58	0,16	5,35	331,86	331,70	329,47	324,12	2,39
10	0,83	9,73E-05	5,49E-04	6,47E-04	1546,36	48808,1	21,06	1,50	1,65	3918,41	7,55	0,17	5,33	331,85	331,68	329,47	324,13	2,38
11	0,92	1,27E-04	5,49E-04	6,76E-04	1478,69	48906,4	21,06	1,57	1,65	3918,41	7,55	0,20	5,37	331,87	331,67	329,48	324,12	2,39
12	1,00	7,49E-05	5,49E-04	6,24E-04	1601,81	49252,3	21,06	1,46	1,65	3918,41	7,63	0,15	5,38	331,88	331,73	329,48	324,10	2,40
24	2,00	1,25E-04	5,49E-04	6,75E-04	1482,45	49182,2	21,06	1,58	1,65	3918,41	7,59	0,20	5,39	331,93	331,73	329,53	324,14	2,40
36	3,00	1,50E-04	5,49E-04	6,99E-04	1430,83	48874,1	21,06	1,62	1,65	3918,41	7,58	0,22	5,42	331,91	331,69	329,52	324,11	2,39
48	4,00	8,65E-05	5,49E-04	6,36E-04	1572,64	49093,1	21,06	1,48	1,65	3918,41	7,60	0,16	5,37	331,88	331,72	329,48	324,12	2,40
60	5,00	6,71E-05	5,49E-04	6,16E-04	1522,13	48332,2	21,06	1,41	1,65	3918,41	7,49	0,14	5,27	331,82	331,68	329,46	324,19	2,36
72	6,00	8,21E-05	5,49E-04	6,31E-04	1583,70	49258,9	21,06	1,48	1,66	3918,41	7,59	0,16	5,34	331,85	331,69	329,48	324,10	2,41
84	7,00	6,02E-05	5,49E-04	6,10E-04	1640,57	49168,3	21,06	1,42	1,66	3918,41	7,58	0,14	5,32	331,78	331,64	329,38	324,06	2,40
96	8,00	8,66E-05	5,49E-04	6,36E-04	1572,37	48789,3	21,06	1,47	1,65	3918,41	7,54	0,16	5,32	331,78	331,62	329,40	324,08	2,38
108	9,00	1,90E-04	5,49E-04	7,39E-04	1352,29	47971,1	21,06	1,68	1,65	3918,41	7,44	0,26	5,36	331,78	331,52	329,44	324,08	2,34
120	10,00	1,57E-04	5,49E-04	7,06E-04	1415,61	48565,3	21,06	1,63	1,65	3918,41	7,50	0,23	5,36	331,82	331,59	329,45	324,09	2,37
132	11,00	6,26E-05	5,49E-04	6,12E-04	1634,11	49334,1	21,06	1,43	1,65	3918,41	7,64	0,14	5,37	331,84	331,70	329,43	324,06	2,41
144	12,00	2,38E-05	5,49E-04	5,73E-04	1744,62	49743,5	21,06	1,35	1,65	3918,41	7,69	0,11	5,38	331,82	331,71	329,39	324,02	2,43
156	13,00	1,45E-04	5,49E-04	6,95E-04	1439,30	49022,6	21,06	1,62	1,65	3918,41	7,57	0,22	5,39	331,82	331,60	329,43	324,03	2,39
168	14,00	1,25E-04	5,49E-04	6,74E-04	1483,02	49095,3	21,06	1,57	1,66	3918,41	7,57	0,20	5,37	331,81	331,61	329,43	324,04	2,40
180	15,00	1,16E-04	5,49E-04	6,65E-04	1503,11	48909,7	21,06	1,55	1,65	3918,41	7,54	0,19	5,35	331,75	331,56	329,36	324,02	2,39
192	16,00	1,06E-04	5,49E-04	6,56E-04	1524,85	48867,2	21,06	1,52	1,65	3918,41	7,54	0,18	5,34	331,78	331,60	329,39	324,06	2,39
204	17,00	1,31E-04	5,49E-04	6,81E-04	1469,24	49665,7	21,06	1,61	1,66	3918,41	7,65	0,21	5,43	331,88	331,67	329,46	324,02	2,42
216	18,00	1,32E-04	5,49E-04	6,82E-04	1466,74	49410,3	21,06	1,60	1,66	3918,41	7,61	0,21	5,41	331,85	331,64	329,44	324,03	2,41
228	19,00	1,14E-04	5,49E-04	6,63E-04	1508,41	49263,3	21,06	1,55	1,66	3918,41	7,59	0,19	5,37	331,81	331,62	329,40	324,03	2,41
240	20,00	1,73E-04	5,49E-04	7,22E-04	1386,10	49282,1	21,06	1,66	1,65	3918,41	7,62	0,26	5,46	331,93	331,68	329,52	324,06	2,41
252	21,00	9,08E-05	5,49E-04	6,40E-04	1561,96	49639,5	21,06	1,51	1,66	3918,41	7,64	0,17	5,38	331,88	331,71	329,46	324,07	2,42
264	22,00	1,13E-04	5,49E-04	6,63E-04	1506,74	49423,8	21,06	1,56	1,66	3918,41	7,62	0,19	5,39	331,84	331,65	329,43	324,03	2,41
276	23,00	3,50E-05	5,49E-04	5,84E-04	1711,33	49713,6	21,06	1,38	1,65	3918,41	7,67	0,12	5,36	331,82	331,70	329,39	324,03	2,43
288	24,00	1,37E-04	5,49E-04	6,86E-04	1457,30	49170,3	21,06	1,60	1,65	3918,41	7,61	0,21	5,42	331,85	331,64	329,45	324,03	2,40
300	25,00	1,98E-04	5,49E-04	7,47E-04	1337,95	48925,7	21,06	1,74	1,66	3918,41	7,54	0,28	5,43	331,88	331,60	329,49	324,06	2,39
312	26,00	1,70E-04	5,49E-04	7,19E-04	1390,99	49371,3	21,06	1,69	1,66	3918,41	7,60	0,25	5,44	331,94	331,69	329,53	324,09	2,41
324	27,00	9,12E-05	5,49E-04	6,41E-04	1561,01	49596,4	21,06	1,51	1,66	3918,41	7,63	0,17	5,38	331,86	331,69	329,44	324,06	2,42
336	28,00	1,02E-04	5,49E-04	6,51E-04	1535,44	49183,2	21,06	1,52	1,66	3918,41	7,56	0,18	5,33	331,80	331,62	329,40	324,06	2,42
348	29,00	1,48E-04	5,49E-04	6,98E-04	1432,94	48968,5	21,06	1,62	1,65	3918,41	7,59	0,22	5,42	331,85	331,63	329,46	324,04	2,39
360	30,00	1,13E-04	5,49E-04	6,62E-04	1509,70	49223,6	21,06	1,55	1,66	3918,41	7,57	0,19	5,36	331,82	331,63	329,42	324,06	2,40
372	31,00	1,64E-04	5,49E-04	7,14E-04	1401,21	49035,9	21,06	1,66	1,65	3918,41	7,57	0,24	5,42	331,87	331,63	329,48	324,06	2,39
384	32,00	8,42E-05	5,49E-04	6,34E-04	1578,45	49126,3	21,06	1,48	1,65	3918,41	7,58	0,16	5,35	331,80	331,64	329,40	324,06	2,40
396	33,00	1,04E-04	5,49E-04	6,54E-04	1530,00	49450,2	21,06	1,53	1,65	3918,41	7,63	0,18	5,40	331,83	331,65	329,42	324,02	2,41
408	34,00	1,75E-04	5,49E-04	7,24E-04	1381,05	47182,8	21,06	1,62	1,58	3918,41	7,60	0,21	5,51	331,87	331,66	329,57	324,06	2,39
420	35,00	1,64E-04	5,49E-04	7,13E-04	1402,04	49013,2	21,06	1,66	1,65	3918,41	7,57	0,24	5,41	331,87	331,63	329,48	324,06	2,39
432	36,00	1,47E-04	5,49E-04	6,97E-04	1435,26	48736,5	21,06	1,61	1,65	3918,41	7,53	0,22	5,37	331,84	331,62	329,46	324,09	2,38
444	37,00	6,94E-05	5,49E-04	6,19E-04	1616,20	49396,4	21,06	1,45	1,66	3918,41	7,59	0,15	5,33	331,80	331,65	329,39	324,06	2,41
456	38,00	1,38E-04	5,49E-04	6,88E-04	1454,11	48778,1	21,06	1,59	1,65	3918,41	7,55	0,21	5,37	331,82	331,61	329,44	324,06	2,38
468	39,00	4,99E-05	5,49E-04	5,99E-04	1668,63	49329,6	21,06	1,40	1,65	3918,41	7,63	0,13	5,35	331,82	331,69	329,41	324,06	2,41
480	40,00	8,38E-05	5,49E-04	6,33E-04	1579,28	49217,0	21,06	1,48	1,65	3918,41	7,60	0,16	5,36	331,83	331,67	329,43	324,07	2,40
492	41,00	1,56E-04	5,49E-04	7,05E-04	1418,45	48919,4	21,06	1,64	1,65	3918,41	7,56	0,23	5,40	331,85	331,62	329,46	324,06	2,39
504	42,00	5,02E-05	5,49E-04	6,00E-04	1667,78	49269,3	21,06	1,40	1,65	3918,41	7,62							

836	53.00	1.05E-04	5.49E-04	6.54E-04	1529.23	49298.9	21.06	1.53	1.65	3918.41	7.61	0.18	5.38	331.82	331.64	329.41	324.03	2.41
848	54.00	1.24E-04	5.49E-04	6.73E-04	1485.53	49289.6	21.06	1.58	1.66	3918.41	7.60	0.20	5.39	331.82	331.62	329.41	324.02	2.41
860	55.00	1.26E-04	5.49E-04	6.75E-04	1481.06	49238.9	21.06	1.58	1.65	3918.41	7.61	0.20	5.40	331.84	331.64	329.44	324.03	2.40
872	56.00	9.19E-05	5.49E-04	6.41E-04	1559.44	49579.3	21.06	1.51	1.66	3918.41	7.64	0.17	5.39	331.84	331.67	329.42	324.03	2.42
884	57.00	2.17E-04	5.49E-04	7.66E-04	1304.87	48871.6	21.06	1.78	1.65	3918.41	7.55	0.30	5.46	331.91	331.61	329.52	324.06	2.39
896	58.00	1.89E-04	5.49E-04	7.38E-04	1355.05	49233.6	21.06	1.73	1.66	3918.41	7.59	0.27	5.46	331.94	331.67	329.54	324.06	2.40
908	59.00	1.15E-04	5.49E-04	6.65E-04	1504.55	49381.3	21.06	1.56	1.65	3918.41	7.63	0.19	5.41	331.86	331.67	329.45	324.04	2.41
920	60.00	7.92E-05	5.49E-04	6.29E-04	1590.94	50482.4	21.06	1.51	1.68	3918.41	7.67	0.17	5.37	331.87	331.70	329.41	324.03	2.46
932	61.00	1.58E-04	5.49E-04	7.07E-04	1414.28	48670.2	21.06	1.63	1.66	3918.41	7.53	0.23	5.38	331.79	331.56	329.41	324.03	2.38
944	62.00	1.06E-04	5.49E-04	6.55E-04	1525.65	48957.9	21.06	1.52	1.65	3918.41	7.56	0.18	5.35	331.81	331.63	329.42	324.07	2.39
956	63.00	1.40E-04	5.49E-04	6.97E-04	1434.08	48778.1	21.06	1.62	1.65	3918.41	7.55	0.22	5.38	331.83	331.61	329.45	324.06	2.38
968	64.00	1.64E-04	5.49E-04	7.14E-04	1401.29	49187.3	21.06	1.67	1.65	3918.41	7.60	0.24	5.44	331.90	331.66	329.50	324.06	2.40
980	65.00	1.23E-04	5.49E-04	6.73E-04	1486.21	50188.4	21.06	1.60	1.67	3918.41	7.66	0.21	5.42	331.93	331.72	329.48	324.06	2.45
992	66.00	1.50E-04	5.49E-04	7.00E-04	1429.40	49474.7	21.06	1.64	1.66	3918.41	7.61	0.23	5.42	331.88	331.65	329.46	324.04	2.42
804	67.00	1.18E-04	5.49E-04	6.67E-04	1469.15	49955.1	21.06	1.58	1.66	3918.41	7.66	0.20	5.42	331.90	331.70	329.46	324.04	2.44

APÊNDICE

Produto: Clara de Ovo Líquida

Lote de produção: 1110322

Análises Físico-Químicas: % sól = 12,2

Produto de Ovos - Clara de Ovo água

J/kg.K	4184,1	m (kg/s)	5,55
% sól =	12,2	cp	3690,38
% regeneração =	0,8		
K =	°C +	273,15	
At (°C)	3		
densidade (kg/L)	1,035		

																		densidade (kg / L)		1,035	
0	Tempo (min)	Rf (m2.K / w)	1 / Ui	1 / Uf	U (w / m2.K)	q (W)	A (m2)	AtImtd	m (kg/s)	cp (J / kg . K)	At= Tps-Tpe	At1	At2	tae (K)	tps (K)	tas (K)	tpe (K)	d = tae-tas			
0	0.00	-2.74E-04	6.45E-04	3.71E-04	2697.27	35994.16	21.06	0.63	1.66	3928.87	5.52	0.01	3.77	330.04	330.03	328.28	324.51	1.76			
1	0.08	-2.25E-04	6.45E-04	4.20E-04	2381.98	36316.42	21.06	0.72	1.66	3928.87	5.58	0.02	3.82	330.06	330.04	328.29	324.46	1.77			
2	0.17	-1.35E-04	6.45E-04	5.10E-04	1960.26	36086.18	21.06	0.87	1.65	3928.87	5.66	0.05	3.85	330.06	330.01	328.30	324.45	1.76			
3	0.25	0.00E+00	6.45E-04	6.45E-04	1550.69	36818.51	21.06	1.13	1.66	3928.87	5.66	0.13	3.99	330.16	330.03	328.36	324.37	1.80			
4	0.33	2.50E-05	6.45E-04	6.70E-04	1492.71	37045.69	21.06	1.18	1.66	3928.87	5.69	0.15	4.03	330.17	330.02	328.36	324.33	1.81			
5	0.42	8.27E-06	6.45E-04	5.53E-04	1531.06	37481.89	21.06	1.16	1.66	3928.87	5.74	0.14	4.06	330.18	330.04	328.35	324.30	1.83			
6	0.50	3.60E-05	6.45E-04	6.81E-04	1468.80	37430.10	21.06	1.21	1.66	3928.87	5.75	0.16	4.08	330.21	330.05	328.38	324.30	1.83			
7	0.58	5.88E-05	6.45E-04	7.04E-04	1421.06	38350.41	21.06	1.28	1.65	3928.87	5.92	0.18	4.22	330.31	330.13	328.44	324.21	1.87			
8	0.67	1.01E-04	6.45E-04	7.45E-04	1341.54	39182.70	21.06	1.39	1.65	3928.87	6.06	0.22	4.36	330.44	330.22	328.53	324.16	1.91			
9	0.75	8.00E-05	6.45E-04	7.25E-04	1379.53	39557.76	21.06	1.36	1.64	3928.87	6.14	0.20	4.41	330.46	330.26	328.53	324.12	1.93			
10	0.83	1.14E-04	6.45E-04	7.59E-04	1317.33	40539.13	21.06	1.46	1.67	3928.87	6.19	0.25	4.46	330.52	330.27	328.54	324.08	1.98			
11	0.92	1.12E-04	6.45E-04	7.56E-04	1322.01	41239.48	21.06	1.48	1.66	3928.87	6.31	0.25	4.56	330.62	330.37	328.61	324.06	2.01			
12	1.00	1.34E-04	6.45E-04	7.79E-04	1283.28	41431.75	21.06	1.53	1.65	3928.87	6.36	0.27	4.63	330.66	330.39	328.64	324.01	2.02			
24	2.00	-1.28E-05	6.45E-04	6.32E-04	1581.99	48143.61	21.06	1.38	1.65	3928.87	7.11	0.15	5.01	330.97	330.82	328.72	323.71	2.25			
36	3.00	-4.73E-05	6.45E-04	5.98E-04	1673.52	49374.86	21.06	1.40	1.65	3928.87	7.61	0.13	5.33	331.16	331.03	328.75	323.71	2.25			
48	4.00	-1.08E-04	6.45E-04	5.37E-04	1861.59	52545.50	21.06	1.34	1.65	3928.87	8.11	0.09	5.63	331.29	331.20	328.72	323.09	2.57			
72	6.00	-1.04E-04	6.45E-04	5.41E-04	1847.27	50555.68	21.06	1.30	1.65	3928.87	7.80	0.09	5.42	330.81	330.72	328.34	322.92	2.47			
84	7.00	-4.82E-05	6.45E-04	6.40E-04	1562.36	50131.33	21.06	1.52	1.65	3928.87	7.73	0.17	5.45	331.02	330.85	328.67	323.12	2.45			
96	8.00	-4.29E-05	6.45E-04	6.02E-04	1661.32	50563.02	21.06	1.45	1.66	3928.87	7.75	0.14	5.43	331.22	331.08	328.75	323.33	2.42			
108	9.00	-1.06E-04	6.45E-04	5.39E-04	1855.11	50990.39	21.06	1.31	1.65	3928.87	7.84	0.09	5.44	331.30	331.21	328.81	323.37	2.49			
120	10.00	-9.20E-05	6.45E-04	5.53E-04	1808.66	51618.60	21.06	1.36	1.65	3928.87	7.96	0.10	5.54	331.34	331.24	328.82	323.28	2.52			
132	11.00	2.97E-05	6.45E-04	6.75E-04	1482.40	53000.35	21.06	1.70	1.66	3928.87	8.13	0.22	5.78	331.55	331.33	328.96	323.20	2.69			
144	12.00	5.25E-05	6.45E-04	6.97E-04	1433.94	53886.73	21.06	1.78	1.66	3928.87	8.27	0.25	5.89	331.79	331.54	329.16	323.27	2.63			
156	13.00	2.33E-05	6.45E-04	6.68E-04	1496.70	54628.47	21.06	1.73	1.66	3928.87	8.38	0.22	5.93	331.94	331.72	329.27	323.34	2.67			
168	14.00	5.19E-05	6.45E-04	6.97E-04	1435.27	53894.27	21.06	1.78	1.66	3928.87	8.26	0.25	5.88	332.03	331.78	329.40	323.52	2.63			
180	15.00	4.12E-05	6.45E-04	6.86E-04	1457.54	53776.84	21.06	1.75	1.65	3928.87	8.32	0.23	5.92	332.08	331.85	329.45	323.63	2.63			
192	16.00	1.77E-05	6.45E-04	6.63E-04	1509.33	52514.54	21.06	1.66	1.65	3928.87	8.13	0.20	5.76	331.97	331.77	329.40	323.64	2.57			
204	17.00	-5.55E-05	6.45E-04	5.89E-04	1696.60	51583.51	21.06	1.44	1.65	3928.87	7.94	0.13	5.65	331.84	331.71	329.32	323.77	2.52			
216	18.00	-6.75E-05	6.45E-04	5.77E-04	1731.93	51351.08	21.06	1.41	1.66	3928.87	7.89	0.12	5.51	331.90	331.78	329.39	323.89	2.51			
228	19.00	-9.37E-05	6.45E-04	5.51E-04	1814.47	51300.41	21.06	1.34	1.66	3928.87	7.88	0.10	5.47	331.89	331.79	329.39	323.91	2.50			
240	20.00	-1.76E-05	6.45E-04	6.27E-04	1594.08	50327.10	21.06	1.50	1.65	3928.87	7.75	0.16	5.45	331.88	331.72	329.42	323.97	2.46			
252	21.00	2.41E-05	6.45E-04	6.69E-04	1494.93	50356.69	21.06	1.60	1.65	3928.87	7.76	0.20	5.50	331.89	331.69	329.43	323.93	2.46			
264	22.00	-1.98E-05	6.45E-04	6.25E-04	1599.81	50545.03	21.06	1.50	1.66	3928.87	7.76	0.16	5.45	331.84	331.68	329.37	323.92	2.47			
276	23.00	3.58E-06	6.45E-04	6.48E-04	1542.12	50378.76	21.06	1.55	1.65	3928.87	7.76	0.18	5.48	331.84	331.66	329.38	323.90	2.46			
288	24.00	7.53E-06	6.45E-04	6.52E-04	1532.80	50589.85	21.06	1.57	1.67	3928.87	7.73	0.19	5.45	331.83	331.64	329.36	323.91	2.47			
300	25.00	-1.28E-05	6.45E-04	6.32E-04	1582.08	50672.94	21.06	1.53	1.66	3928.87	7.78	0.17	5.47	331.85	331.68	329.37	323.90	2.48			
312	26.00	-1.88E-05	6.45E-04	6.26E-04	1597.23	50587.37	21.06	1.50	1.65	3928.87	7.78	0.16	5.47	331.83	331.67	329.38	323.89	2.47			
324	27.00	-9.19E-05	6.45E-04	5.53E-04	1808.41	50566.81	21.06	1.33	1.66	3928.87	7.76	0.10	5.40	331.76	331.66	329.29	323.90	2.47			
336	28.00	5.56E-06	6.45E-04	6.50E-04	1537.44	50325.04	21.06	1.55	1.65	3928.87	7.77	0.18	5.49	331.82	331.64	329.36	323.87	2.48			
348	29.00	-5.41E-05	6.45E-04	5.91E-04	1692.82	50701.32	21.06	1.42	1.66	3928.87	7.79	0.13	5.44	331.78	331.65	329.30	323.88	2.48			
360	30.00	5.42E-05	6.45E-04	6.99E-04	1430.37	50191.29	21.06	1.67	1.65	3928.87	7.75	0.23	5.53	331.85	331.62	329.40	323.87	2.45			
372	31.00	3.39E-05	6.45E-04	6.79E-04	1473.31	50214.18	21.06	1.62	1.65	3928.87	7.73	0.21	5.49	331.82	331.61	329.37	323.88	2.45			
384	32.00	2.48E-05	6.45E-04	6.70E-04	1493.34	50235.39	21.06	1.60	1.65	3928.87	7.74	0.20	5.49	331.83	331.63	329.38	323.89	2.45			
396	33.00	-1.96E-05	6.45E-04	6.26E-04	1599.38	50937.84	21.06	1.51	1.65	3928.87	7.84	0.16	5.51	331.84	331.68	329.35	323.84	2.49			
408	34.00	3.28E-05	6.45E-04	6.78E-04	1475.74	50650.55	21.06	1.63	1.65	3928.87	7.81	0.21	5.55	331.86	331.65	329.39	323.84	2.47			
420	35.00	-5.96E-06	6.45E-04	6.39E-04	1564.92	50592.95	21.06	1.54	1.65	3928.87	7.81	0.17	5.51	331.81	331.64	329.34	323.83	2.47			
432	36.00	-6.53E-05	6.45E-04	5.80E-04	1725.36	51006.30	21.06	1.40	1.65	3928.87	7.86	0.12	5.49	331.82	331.70	329.33	323.84	2.49			
444	37.00	-6.55E-06	6.45E-04	6.38E-04	1566.61	50654.18	21.06	1.54	1.65	3928.87	7.81	0.17	5.51	331.82	331.65	329.35	323.84	2.47			
456	38.00	2.48E-05	6.45E-04	6.70E-04	1493.25	50131.80	21.06	1.59	1.65	3928.87	7.72	0.20	5.48	331.81	331.61	329.36	323.89	2.45			
468	39.00	5.32E-05	6.45E-04	6.98E-04	1432.44	50136.04	21.06	1.66	1.65	3928.87	7.73	0.23	5.51	331.83	331.60	329.38	323.87	2.45			
480	40.00	-8.37E-06	6.45E-04	6.37E-04	1571.09	50505.44	21.06	1.53	1.66	3928.87	7.76	0.17	5.47	331.80	331.63	329.33	323.87	2.47			
492	41.00	-1.79E-05	6.45E-04	6.27E-04	1594.94	50357.60	21.06	1.50	1.65	3928.87	7.75	0.16	5.45	331.81	331.65	329.35	323.90	2.46			
504	42.00	2.24E-05	6.45E-04	6.67E-04	1498.73	50453.10	21.06	1.60	1.65	3928.87	7.76	0.20	5.50	331.82	331.62	329.36	323.86	2.46			
516	43.00	-1.46E-05	6																		

636	53.00	-1.84E-05	6.45E-04	6.26E-04	1596.17	50737.75	21.06	1.51	1.65	3928.87	7.82	0.16	5.50	331.84	331.68	329.36	323.86	2.48
648	54.00	-1.66E-05	6.45E-04	6.28E-04	1591.76	50601.77	21.06	1.51	1.65	3928.87	7.81	0.16	5.50	331.84	331.68	329.37	323.87	2.47
660	55.00	2.40E-05	6.45E-04	6.69E-04	1495.01	50460.11	21.06	1.60	1.65	3928.87	7.78	0.20	5.52	331.84	331.64	329.38	323.86	2.46
672	56.00	4.37E-06	6.45E-04	6.49E-04	1540.26	50261.60	21.06	1.55	1.65	3928.87	7.74	0.18	5.47	331.80	331.62	329.35	323.88	2.45
684	57.00	-4.07E-05	6.45E-04	6.04E-04	1655.22	50716.45	21.06	1.45	1.65	3928.87	7.81	0.14	5.47	331.84	331.70	329.36	323.89	2.48
696	58.00	-2.86E-05	6.45E-04	6.16E-04	1622.71	50603.30	21.06	1.48	1.65	3928.87	7.80	0.15	5.48	331.82	331.67	329.35	323.87	2.47
708	59.00	1.45E-05	6.45E-04	6.59E-04	1516.52	50369.31	21.06	1.58	1.65	3928.87	7.77	0.19	5.50	331.81	331.62	329.35	323.85	2.46
720	60.00	3.52E-05	6.45E-04	6.80E-04	1470.36	50146.52	21.06	1.62	1.65	3928.87	7.74	0.21	5.50	331.85	331.64	329.40	323.90	2.49
732	61.00	1.91E-06	6.45E-04	6.47E-04	1546.12	51039.77	21.06	1.57	1.65	3928.87	7.87	0.18	5.56	331.89	331.71	329.40	323.84	2.49
744	62.00	-7.30E-06	6.45E-04	6.38E-04	1568.45	50534.61	21.06	1.53	1.65	3928.87	7.78	0.17	5.48	331.85	331.66	329.36	323.86	2.47
756	63.00	5.28E-05	6.45E-04	6.98E-04	1433.24	50267.26	21.06	1.67	1.65	3928.87	7.75	0.23	5.53	331.85	331.62	329.39	323.87	2.46
768	64.00	-2.99E-05	6.45E-04	6.15E-04	1626.14	50859.32	21.06	1.49	1.65	3928.87	7.83	0.15	5.50	331.87	331.72	329.39	323.89	2.48
780	65.00	-2.92E-05	6.45E-04	6.16E-04	1624.22	50741.90	21.06	1.48	1.65	3928.87	7.82	0.15	5.49	331.85	331.70	329.37	323.88	2.48
792	66.00	5.28E-06	6.45E-04	6.50E-04	1538.10	50239.27	21.06	1.55	1.65	3928.87	7.75	0.18	5.48	331.80	331.62	329.35	323.87	2.45
804	67.00	1.98E-05	6.45E-04	6.65E-04	1504.55	50160.75	21.06	1.58	1.64	3928.87	7.78	0.19	5.52	331.84	331.65	329.39	323.87	2.45

APÊNDICE

Produto: Clara de Ovo Líquida

Lote de produção: 1110127

Análises Físico-Químicas: % sol = 12,9

Prosuto de Ovos - Clara de Ovo

J/kg K	4184,1	m (kg/s)	5,55
% sol =	12,9	(J/kg.K)	3690,4
% regeneração =	0,8		
K =	°C +	273,15	
Al (°C)	3		
densidade (kg/L)	1,035		

densidade (kg/L) 1.035																		
0	Tempo (min)	Rf (m2.K/w)	1 / Ui	1 / Uf	U (w/m2.K)	q (W)	A (m2)	Atimtd	m(kg/s)	cp (J / kg . K)	AT	At1	At2	tae (K)	tps (K)	tas (K)	tpe (K)	A = tae-tas
0	0.00	0.00009	0.00051	0.00060	1677.49	69455.92	21.06	1.97	1.65	3914.23	10.73	0.18	7.52	330.75	330.57	327.36	319.84	3.39
1	0.08	0.00008	0.00051	0.00059	1688.12	68889.00	21.06	1.94	1.64	3914.23	10.70	0.17	7.51	330.74	330.57	327.38	319.87	3.36
2	0.17	0.00015	0.00051	0.00065	1531.40	68887.34	21.06	2.13	1.64	3914.23	10.71	0.24	7.60	330.83	330.59	327.48	319.88	3.35
3	0.25	0.00011	0.00051	0.00062	1607.58	69355.62	21.06	2.05	1.65	3914.23	10.72	0.21	7.55	330.87	330.66	327.48	319.94	3.39
4	0.33	0.00012	0.00051	0.00063	1586.56	69568.29	21.06	2.08	1.65	3914.23	10.77	0.22	7.59	330.94	330.72	327.54	319.95	3.40
5	0.42	0.00011	0.00051	0.00062	1624.06	69552.53	21.06	2.03	1.65	3914.23	10.79	0.20	7.60	330.96	330.76	327.56	319.97	3.40
6	0.50	0.00012	0.00051	0.00062	1601.06	70292.24	21.06	2.08	1.66	3914.23	10.82	0.22	7.61	331.02	330.80	327.59	319.98	3.43
7	0.58	0.00013	0.00051	0.00063	1576.72	70252.97	21.06	2.12	1.66	3914.23	10.84	0.23	7.64	331.07	330.84	327.64	320.00	3.43
8	0.67	0.00010	0.00051	0.00061	1648.07	70569.38	21.06	2.03	1.66	3914.23	10.84	0.20	7.59	331.05	330.85	327.60	320.01	3.45
9	0.75	0.00009	0.00051	0.00059	1685.94	70498.49	21.06	1.99	1.66	3914.23	10.88	0.18	7.62	331.07	330.89	327.63	320.01	3.44
10	0.83	0.00014	0.00051	0.00065	1533.77	70138.81	21.06	2.17	1.65	3914.23	10.86	0.25	7.59	331.15	330.90	327.73	320.04	3.42
11	0.92	0.00011	0.00051	0.00062	1608.73	70402.03	21.06	2.08	1.65	3914.23	10.92	0.21	7.69	331.16	330.95	327.72	320.03	3.44
12	1.00	0.00012	0.00051	0.00063	1590.31	70594.29	21.06	2.11	1.65	3914.23	10.95	0.22	7.72	331.19	330.97	327.74	320.02	3.45
24	2.00	0.00004	0.00051	0.00055	1809.64	73339.68	21.06	1.92	1.65	3914.23	11.34	0.14	7.90	331.41	331.27	327.83	319.93	3.58
36	3.00	0.00005	0.00051	0.00056	1792.29	75602.63	21.06	2.00	1.65	3914.23	11.69	0.15	8.15	331.55	331.40	327.86	319.71	3.69
48	4.00	0.00003	0.00051	0.00054	1847.89	75057.62	21.06	1.93	1.65	3914.23	11.63	0.13	8.10	331.62	331.49	327.96	319.86	3.66
60	5.00	0.00011	0.00051	0.00061	1631.09	73857.58	21.06	2.15	1.65	3914.23	11.45	0.21	8.05	331.76	331.57	328.17	320.12	3.61
72	6.00	0.00004	0.00051	0.00054	1838.21	72602.23	21.06	1.88	1.65	3914.23	11.23	0.13	7.81	331.84	331.71	328.30	320.48	3.54
84	7.00	0.00008	0.00051	0.00058	1715.95	71812.32	21.06	1.99	1.65	3914.23	11.10	0.17	7.76	332.01	331.84	328.50	320.74	3.51
96	8.00	0.00012	0.00051	0.00063	1595.81	70674.32	21.06	2.10	1.65	3914.23	10.93	0.22	7.70	332.05	331.83	328.60	320.90	3.46
108	9.00	0.00004	0.00051	0.00055	1828.46	70788.87	21.06	1.84	1.65	3914.23	10.94	0.13	7.81	332.04	331.91	328.58	320.97	3.48
120	10.00	0.00009	0.00051	0.00060	1676.59	69581.75	21.06	1.97	1.65	3914.23	10.75	0.18	7.54	332.00	331.82	328.60	321.07	3.40
132	11.00	0.00005	0.00051	0.00056	1785.34	68868.31	21.06	1.83	1.65	3914.23	10.63	0.14	7.41	331.93	331.79	328.57	321.16	3.36
144	12.00	0.00008	0.00051	0.00059	1693.14	68374.64	21.06	1.92	1.65	3914.23	10.58	0.17	7.41	331.95	331.78	328.61	321.20	3.34
156	13.00	0.00005	0.00051	0.00056	1799.64	67738.24	21.06	1.79	1.65	3914.23	10.52	0.13	7.34	331.93	331.80	328.62	321.28	3.31
168	14.00	0.00007	0.00051	0.00058	1718.67	67758.54	21.06	1.87	1.65	3914.23	10.46	0.16	7.32	331.92	331.75	328.61	321.30	3.31
180	15.00	0.00005	0.00051	0.00056	1801.84	67296.95	21.06	1.77	1.65	3914.23	10.42	0.13	7.27	331.85	331.72	328.56	321.30	3.29
192	16.00	0.00002	0.00051	0.00053	1886.76	67946.20	21.06	1.71	1.66	3914.23	10.49	0.11	7.28	331.84	331.73	328.52	321.24	3.32
204	17.00	0.00007	0.00051	0.00058	1736.90	67415.51	21.06	1.84	1.65	3914.23	10.44	0.15	7.30	331.82	331.67	328.53	321.23	3.29
216	18.00	0.00003	0.00051	0.00054	1843.67	67630.62	21.06	1.74	1.65	3914.23	10.45	0.12	7.27	331.82	331.70	328.52	321.25	3.30
228	19.00	0.00001	0.00051	0.00052	1928.34	67723.49	21.06	1.67	1.66	3914.23	10.45	0.10	7.24	331.78	331.68	328.47	321.23	3.31
240	20.00	0.00009	0.00051	0.00060	1665.06	67657.68	21.06	1.93	1.65	3914.23	10.46	0.18	7.33	331.84	331.66	328.54	321.20	3.30
252	21.00	0.00005	0.00051	0.00056	1777.40	67225.66	21.06	1.80	1.66	3914.23	10.36	0.14	7.22	331.76	331.62	328.48	321.26	3.28
264	22.00	0.00007	0.00051	0.00057	1745.95	67229.55	21.06	1.83	1.66	3914.23	10.37	0.15	7.24	331.77	331.62	328.49	321.25	3.28
276	23.00	0.00005	0.00051	0.00055	1806.96	67582.41	21.06	1.78	1.65	3914.23	10.45	0.13	7.28	331.81	331.66	328.51	321.23	3.30
288	24.00	0.00009	0.00051	0.00060	1665.74	67522.21	21.06	1.92	1.65	3914.23	10.43	0.18	7.31	331.84	331.66	328.54	321.23	3.30
300	25.00	0.00011	0.00051	0.00061	1631.38	68915.71	21.06	1.95	1.65	3914.23	10.37	0.19	7.29	331.81	331.62	328.54	321.25	3.27
312	26.00	0.00010	0.00051	0.00060	1658.75	67694.24	21.06	1.94	1.65	3914.23	10.50	0.18	7.37	331.84	331.66	328.53	321.16	3.31
324	27.00	-0.00001	0.00051	0.00049	2024.99	68311.04	21.06	1.60	1.65	3914.23	10.57	0.08	7.31	331.78	331.70	328.44	321.13	3.34
336	28.00	0.00010	0.00051	0.00061	1650.55	68366.15	21.06	1.97	1.66	3914.23	10.54	0.19	7.39	331.83	331.64	328.49	321.10	3.34
348	29.00	0.00009	0.00051	0.00060	1666.45	68135.42	21.06	1.94	1.65	3914.23	10.53	0.18	7.38	331.82	331.64	328.49	321.11	3.33
360	30.00	0.00005	0.00051	0.00056	1780.17	68170.98	21.06	1.82	1.65	3914.23	10.53	0.14	7.34	331.81	331.67	328.48	321.14	3.33
372	31.00	0.00004	0.00051	0.00055	1816.97	68210.44	21.06	1.78	1.66	3914.23	10.51	0.13	7.31	331.82	331.69	328.49	321.18	3.33
384	32.00	0.00005	0.00051	0.00056	1779.01	68201.21	21.06	1.82	1.65	3914.23	10.54	0.14	7.35	331.85	331.71	328.52	321.17	3.33
396	33.00	0.00002	0.00051	0.00053	1890.18	68583.32	21.06	1.72	1.65	3914.23	10.59	0.11	7.35	331.85	331.74	328.50	321.15	3.35
408	34.00	0.00004	0.00051	0.00055	1811.56	68504.97	21.06	1.80	1.65	3914.23	10.60	0.13	7.38	331.85	331.72	328.51	321.12	3.34
420	35.00	-0.00001	0.00051	0.00049	2028.82	68411.36	21.06	1.60	1.65	3914.23	10.58	0.08	7.32	331.81	331.73	328.47	321.15	3.34
432	36.00	0.00005	0.00051	0.00056	1783.52	68477.54	21.06	1.82	1.66	3914.23	10.57	0.14	7.36	331.87	331.73	328.53	321.16	3.34
444	37.00	0.00004	0.00051	0.00055	1812.25	68344.64	21.06	1.79	1.65	3914.23	10.56	0.13	7.36	331.90	331.77	328.56	321.21	3.34
456	38.00	0.00003	0.00051	0.00053	1876.64	67911.36	21.06	1.72	1.65	3914.23	10.53	0.11	7.32	331.86	331.75	328.54	321.22	3.32
468	39.00	0.00001	0.00051	0.00052	1931.71	68413.82	21.06	1.68	1.66	3914.23	10.56	0.10	7.32	331.85	331.75	328.51	321.19	3.34
480	40.00	0.00000	0.00051	0.00051	1971.72	68090.19	21.06	1.64	1.65	3914.23	10.53							

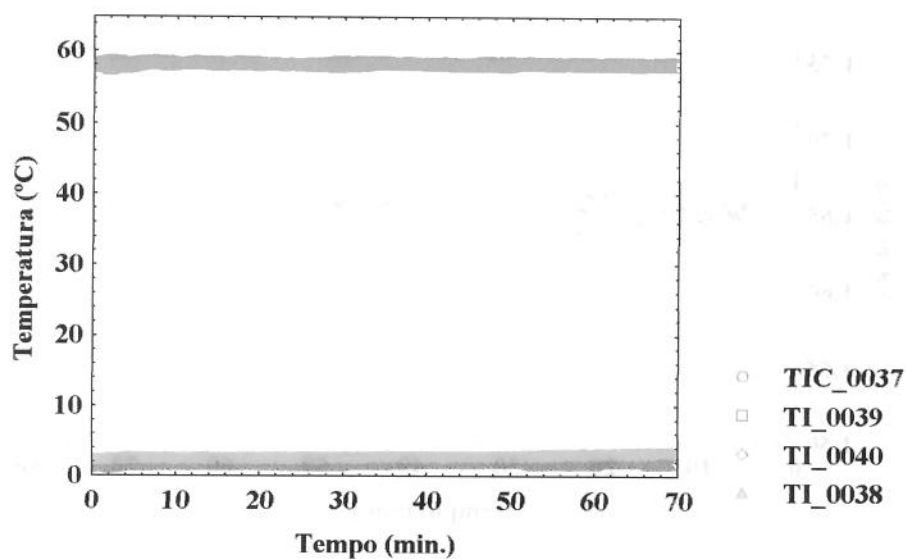
612	51.00	0.00002	0.00051	0.00053	1879.48	67784.36	21.06	1.71	1.65	3914.23	10.49	0.11	7.29	331.72	331.61	328.41	321.12	3.31
624	52.00	0.00005	0.00051	0.00056	1783.62	67707.43	21.06	1.80	1.66	3914.23	10.42	0.14	7.26	331.72	331.58	328.41	321.16	3.31
636	53.00	0.00007	0.00051	0.00057	1741.81	67404.91	21.06	1.84	1.65	3914.23	10.43	0.15	7.29	331.78	331.63	328.49	321.20	3.29
648	54.00	0.00000	0.00051	0.00051	1974.79	68205.12	21.06	1.65	1.65	3914.23	10.65	0.09	7.38	331.85	331.76	328.49	321.11	3.36
660	55.00	0.00007	0.00051	0.00058	1719.05	68521.85	21.06	1.89	1.65	3914.23	10.61	0.16	7.42	331.87	331.71	328.52	321.10	3.35
672	56.00	0.00009	0.00051	0.00060	1692.39	67389.55	21.06	1.92	1.65	3914.23	10.42	0.18	7.31	331.78	331.60	328.49	321.18	3.29
684	57.00	0.00008	0.00051	0.00059	1690.53	66990.79	21.06	1.88	1.66	3914.23	10.33	0.17	7.23	331.74	331.57	328.47	321.24	3.27
696	58.00	-0.00002	0.00051	0.00049	2059.54	65765.76	21.06	1.52	1.65	3914.23	10.21	0.07	7.07	331.71	331.64	328.50	321.43	3.21
708	59.00	0.00009	0.00051	0.00060	1686.58	63665.80	21.06	1.81	1.66	3914.23	9.82	0.17	6.85	331.80	331.63	328.69	321.81	3.11
720	60.00	0.00009	0.00051	0.00060	1677.74	61639.48	21.06	1.74	1.65	3914.23	9.52	0.16	6.67	331.87	331.71	328.86	322.19	3.01
732	61.00	0.00012	0.00051	0.00063	1589.40	60391.07	21.06	1.80	1.65	3914.23	9.35	0.19	6.59	331.96	331.77	329.01	322.42	2.95
744	62.00	0.00012	0.00051	0.00063	1581.44	54882.17	21.06	1.65	1.66	3914.23	8.44	0.18	5.94	332.03	331.85	329.35	323.41	2.68
756	63.00	0.00003	0.00051	0.00054	1860.53	53610.32	21.06	1.37	1.65	3914.23	8.31	0.09	5.79	331.83	331.74	329.21	323.43	2.62
768	64.00	0.00014	0.00051	0.00065	1538.68	52981.38	21.06	1.63	1.66	3914.23	8.17	0.19	5.77	331.83	331.64	329.24	323.47	2.59
780	65.00	0.00020	0.00051	0.00070	1422.04	53808.16	21.06	1.80	1.65	3914.23	8.32	0.25	5.94	332.02	331.77	329.39	323.45	2.63
792	66.00	0.00021	0.00051	0.00072	1394.27	54131.46	21.06	1.84	1.66	3914.23	8.35	0.27	5.98	332.11	331.84	329.47	323.49	2.54
804	67.00	0.00017	0.00051	0.00068	1477.79	54188.83	21.06	1.74	1.65	3914.23	8.39	0.22	5.97	332.19	331.97	329.54	323.58	2.65

Apêndice 4 – Cálculo dos valores médios da Resistência térmica e Coeficiente Global de transferência de Calor das pasteurizações da Clara de ovo

	1120610			1110322			1110127				1120610			1110322			1110127		
Tempo (min)	1/Uf médio	1/Uf	Rf	1/Uf	Rf	1/Uf	Rf	Rf médio	desvpa d Rf médio	U	U	U	U médio	desv pad U médio					
0,00	5,7E-04	6,1E-04	4,4E-05	3,7E-04	-2,0E-04	6,0E-04	2,9E-05	-4,1E-05	1,3E-04	1,6E-03	2,7E+03	1,7E+03	2003,79	600,9					
0,08	5,7E-04	6,2E-04	5,4E-05	4,2E-04	-1,5E-04	5,9E-04	2,5E-05	-2,3E-05	1,1E-04	1,6E+03	2,4E+03	1,7E+03	1889,83	427,5					
0,17	5,7E-04	6,5E-04	8,6E-05	5,1E-04	-5,7E-05	6,5E-04	8,6E-05	3,8E-05	8,3E-05	1,5E+03	2,0E+03	1,7E+03	1722,70	218,5					
0,25	5,7E-04	6,1E-04	4,1E-05	6,4E-04	7,8E-05	6,2E-04	5,5E-05	5,8E-05	1,8E-05	1,6E+03	1,6E+03	1,7E+03	1623,61	65,5					
0,33	5,7E-04	6,1E-04	4,3E-05	6,7E-04	1,0E-04	6,3E-04	6,3E-05	7,0E-05	3,0E-05	1,6E+03	1,5E+03	1,7E+03	1602,62	97,2					
0,42	5,7E-04	6,5E-04	7,9E-05	6,5E-04	8,6E-05	6,2E-04	4,8E-05	7,1E-05	2,0E-05	1,5E+03	1,5E+03	1,7E+03	1585,54	80,1					
0,50	5,7E-04	6,5E-04	8,9E-05	6,8E-04	1,1E-04	6,2E-04	5,7E-05	8,6E-05	2,8E-05	1,5E+03	1,5E+03	1,7E+03	1556,89	103,1					
0,58	5,7E-04	6,6E-04	9,6E-05	7,0E-04	1,4E-04	6,3E-04	6,7E-05	1,0E-04	3,5E-05	1,5E+03	1,4E+03	1,7E+03	1535,12	130,5					
0,67	5,7E-04	6,4E-04	7,7E-05	7,5E-04	1,8E-04	6,1E-04	3,9E-05	9,8E-05	7,2E-05	1,6E+03	1,3E+03	1,7E+03	1523,90	169,8					
0,75	5,7E-04	6,4E-04	6,9E-05	7,2E-04	1,6E-04	5,9E-04	2,6E-05	8,4E-05	6,7E-05	1,6E+03	1,4E+03	1,7E+03	1542,68	151,0					
0,83	5,7E-04	6,5E-04	7,9E-05	7,6E-04	1,9E-04	6,5E-04	8,5E-05	1,2E-04	6,3E-05	1,5E+03	1,3E+03	1,7E+03	1513,73	182,3					
0,92	5,7E-04	6,5E-04	1,1E-04	7,6E-04	1,9E-04	6,2E-04	5,4E-05	1,2E-04	6,8E-05	1,5E+03	1,3E+03	1,7E+03	1492,73	178,2					
1,00	5,7E-04	6,2E-04	5,7E-05	7,8E-04	2,1E-04	6,3E-04	6,1E-05	1,1E-04	8,8E-05	1,6E+03	1,3E+03	1,7E+03	1520,86	209,2					
2,00	5,7E-04	6,7E-04	1,1E-04	6,3E-04	6,5E-05	5,5E-04	-1,5E-05	5,2E-05	6,2E-05	1,5E+03	1,6E+03	1,7E+03	1580,64	97,5					
3,00	5,7E-04	7,0E-04	1,3E-04	6,0E-04	3,0E-05	5,6E-04	-9,4E-06	5,1E-05	7,3E-05	1,4E+03	1,7E+03	1,7E+03	1593,95	141,3					
4,00	5,7E-04	8,4E-04	6,9E-05	5,4E-04	-3,0E-05	5,4E-04	-2,6E-05	4,1E-06	5,6E-05	1,6E+03	1,7E+03	1,7E+03	1658,93	78,7					
5,00	5,7E-04	6,2E-04	4,9E-05	5,1E-04	-6,2E-05	6,1E-04	4,6E-05	1,1E-05	6,3E-05	1,6E+03	1,7E+03	1,7E+03	1675,43	52,3					
6,00	5,7E-04	6,3E-04	6,4E-05	5,4E-04	-2,6E-05	5,4E-04	-2,3E-05	4,9E-06	5,1E-05	1,6E+03	1,8E+03	1,7E+03	1702,82	133,6					
7,00	5,7E-04	6,1E-04	4,2E-05	6,4E-04	7,3E-05	5,8E-04	1,5E-05	4,3E-05	2,9E-06	1,6E+03	1,6E+03	1,7E+03	1626,81	58,8					
8,00	5,7E-04	6,4E-04	6,9E-05	6,0E-04	3,5E-05	6,3E-04	5,9E-05	5,4E-05	1,8E-05	1,6E+03	1,7E+03	1,7E+03	1637,06	56,6					
9,00	5,7E-04	7,4E-04	1,7E-04	5,4E-04	-2,8E-05	5,5E-04	-2,0E-05	4,1E-06	1,1E-04	1,4E+03	1,9E+03	1,7E+03	1628,29	255,0					
10,00	5,7E-04	7,1E-04	1,4E-04	5,5E-04	-1,4E-05	6,0E-04	2,9E-05	5,1E-05	7,9E-05	1,4E+03	1,8E+03	1,7E+03	1633,98	200,2					
11,00	5,7E-04	6,1E-04	4,5E-05	6,7E-04	1,1E-04	5,9E-04	-7,2E-06	4,8E-05	5,7E-05	1,6E+03	1,5E+03	1,7E+03	1599,00	102,4					
12,00	5,7E-04	5,7E-04	5,9E-06	7,0E-04	1,3E-04	5,9E-04	2,3E-05	5,3E-05	6,7E-05	1,7E+03	1,4E+03	1,7E+03	1618,88	163,5					
13,00	5,7E-04	6,9E-04	1,3E-04	6,7E-04	1,0E-04	5,6E-04	-1,2E-05	7,2E-05	7,4E-05	1,4E+03	1,5E+03	1,7E+03	1537,83	124,3					
14,00	5,7E-04	6,7E-04	1,1E-04	7,0E-04	1,3E-04	5,8E-04	1,5E-05	8,4E-05	6,1E-05	1,5E+03	1,4E+03	1,7E+03	1531,92	128,3					
15,00	5,7E-04	6,7E-04	9,8E-05	6,9E-04	1,2E-04	5,6E-04	-1,2E-05	6,8E-05	7,0E-05	1,5E+03	1,5E+03	1,7E+03	1546,04	116,1					
16,00	5,7E-04	6,6E-04	8,8E-05	6,6E-04	9,5E-05	5,3E-04	-3,7E-05	4,9E-05	7,5E-05	1,5E+03	1,5E+03	1,7E+03	1570,56	92,9					
17,00	5,7E-04	6,3E-04	1,1E-04	5,9E-04	2,2E-05	5,8E-04	7,7E-06	4,8E-05	5,7E-05	1,5E+03	1,7E+03	1,7E+03	1614,44	126,1					
18,00	5,7E-04	6,8E-04	1,1E-04	5,8E-04	1,0E-05	5,4E-04	-2,5E-05	3,3E-05	7,3E-05	1,5E+03	1,7E+03	1,7E+03	1623,38	140,1					
19,00	5,7E-04	6,6E-04	9,6E-05	5,5E-04	-1,6E-05	5,2E-04	-4,9E-05	1,0E-05	7,6E-05	1,5E+03	1,8E+03	1,7E+03	1668,79	153,3					
20,00	5,7E-04	7,2E-04	1,5E-04	6,3E-04	6,0E-05	6,0E-04	3,3E-05	8,3E-05	8,4E-05	1,4E+03	1,6E+03	1,7E+03	1552,22	150,6					
21,00	5,7E-04	6,4E-04	7,3E-05	6,7E-04	1,0E-04	5,6E-04	-4,7E-06	5,7E-05	5,5E-05	1,6E+03	1,5E+03	1,7E+03	1578,13	92,3					
22,00	5,7E-04	6,6E-04	9,5E-05	6,3E-04	5,6E-05	5,7E-04	5,4E-06	5,3E-05	4,5E-05	1,5E+03	1,6E+03	1,7E+03	1593,35	84,5					
23,00	5,7E-04	5,8E-04	1,7E-05	6,5E-04	8,1E-05	5,5E-04	-1,4E-05	2,8E-05	4,8E-05	1,7E+03	1,5E+03	1,7E+03	1643,65	89,5					
24,00	5,7E-04	6,9E-04	1,2E-04	6,5E-04	8,5E-05	6,0E-04	3,3E-05	7,9E-05	4,3E-05	1,5E+03	1,5E+03	1,7E+03	1555,86	111,9					
25,00	5,7E-04	7,5E-04	1,8E-04	6,3E-04	6,5E-05	6,1E-04	4,6E-05	9,7E-05	7,3E-05	1,3E+03	1,6E+03	1,7E+03	1532,51	175,1					
26,00	5,7E-04	7,2E-04	1,5E-04	6,3E-04	5,9E-05	6,0E-04	3,9E-05	8,2E-05	6,1E-05	1,4E+03	1,6E+03	1,7E+03	1555,24	147,8					
27,00	5,7E-04	6,5E-04	8,4E-05	5,5E-04	-1,4E-05	4,9E-04	-7,3E-05	-1,3E-06	8,0E-05	1,5E+03	1,8E+03	1,7E+03	1673,78	136,5					
28,00	5,7E-04	7,0E-04	1,3E-04	6,5E-04	8,3E-05	6,1E-04	3,9E-05	8,4E-05	4,6E-05	1,4E+03	1,5E+03	1,7E+03	1549,29	122,7					
29,00	5,7E-04	6,6E-04	9,5E-05	5,9E-04	2,3E-05	6,0E-04	3,2E-05	5,0E-05	3,9E-05	1,5E+03	1,7E+03	1,7E+03	1626,67	101,6					
30,00	5,7E-04	7,1E-04	1,5E-04	7,0E-04	1,3E-04	5,6E-04	-5,6E-06	9,1E-06	8,4E-05	1,4E+03	1,4E+03	1,7E+03	1503,02	151,8					
31,00	5,7E-04	5,8E-04	1,2E-04	6,8E-04	1,1E-04	5,5E-04	-1,7E-05	7,0E-05	7,5E-05	1,5E+03	1,5E+03	1,7E+03	1538,13	120,8					
32,00	5,7E-04	6,3E-04	6,6E-05	6,7E-04	1,0E-04	5,6E-04	-5,2E-06	5,4E-05	5,5E-05	1,6E+03	1,5E+03	1,7E+03	1583,09	92,2					
33,00	5,7E-04	6,5E-04	8,6E-05	6,3E-04	5,8E-05	5,3E-04	-3,8E-05	3,5E-05	6,5E-05	1,5E+03	1,8E+03	1,7E+03	1602,29	73,8					
34,00	5,7E-04	7,2E-04	1,6E-04	6,8E-04	1,1E-04	5,5E-04	-1,5E-05	8,4E-05	8,9E-05	1,4E+03	1,5E+03	1,7E+03	1511,42	151,4					
35,00	5,7E-04	7,1E-04	1,5E-04	6,4E-04	7,2E-05	4,9E-04	-7,4E-05	4,8E-05	1,1E-04	1,4E+03	1,6E+03	1,7E+03	1548,15	138,5					
36,00	5,7E-04	7,0E-04	1,3E-04	5,8E-04	1,2E-05	5,6E-04	-6,6E-06	4,5E-05	7,4E-05	1,4E+03	1,7E+03	1,7E+03	1612,70	155,5					
37,00	5,7E-04	6,2E-04	5,1E-05	6,4E-04	7,1E-05	5,5E-04	-1,6E-05	3,6E-05	4,5E-05	1,6E+03	1,6E+03	1,7E+03	1620,10	55,5					
38,00	5,7E-04	6,9E-04	1,2E-04	6,7E-04	1,0E-04	5,3E-04	-3,4E-05	6,3E-05	8,5E-05	1,5E+03	1,5E+03	1,7E+03	1541,62	119,3					
39,00	5,7E-04	6,0E-04	3,2E-05	7,0E-04	1,3E-04	5,2E-04	-5,0E-05	3,5E-05	9,0E-05	1,7E+03	1,4E+03	1,7E+03	1592,85	139,0					
40,00	5,7E-04	6,3E-04	6,6E-05	6,4E-04	6,9E-05	5,1E-04	-6,0E-05	2,5E-05	7,4E-05	1,6E+03	1,6E+03	1,7E+03	1609,28	59,2					
41,00	5,7E-04	7,0E-04	1,4E-04	6,3E-04	6,0E-05	5,9E-04	2,4E-05	7,4E-05	5,8E-05	1,4E+03	1,5E+03	1,7E+03	1563,63	132,3					
42,00	5,7E-04	6,0E-04	3,2E-05	6,7E-04	1,0E-04	5,3E-04	-3,5E-05	3,2E-05	6,8E-05	1,7E+03	1,5E+03	1,7E+03	1614,67	100,6					
43,00	5,7E-04	6,6E-04	9,0E-05	6,3E-04	6,3E-05	5,8E-04	1,4E-05	5,6E-05	3,9E-05	1,5E+03	1,6E+03	1,7E+03	1595,26	78,2					
44,00	5,7E-04	6,4E-04	7,6E-05	6,5E-04	8,0E-05	5,6E-04	-4,5E-06	5,1E-05	4,8E-05	1,6E+03	1,5E+03	1,7E+03	1591,81	74,4					
45,00	5,7E-04	6,9E-04	1,3E-04	6,2E-04	5,1E-05	5,0E-04	-7,2E-05	3,5E-05	1,0E-04	1,4E+03	1,6E+03	1,7E+03	1579,59	121,3					
46,00	5,7E-04	6,9E-04	1,2E-04	7,0E-04	1,3E-04	5,3E-04	-3,3E-05	7,0E-05	9,3E-05	1,5E+03	1,4E+03	1,7E+03	1523,66	133,7					
47,00	5,7E-04	7,5E-04	1,8E-04	6,2E-04	5,7E-05	6,2E-04	5,2E-05	9,8E-05	7,4E-05	1,3E+03	1,6E+03	1,7E+03	1537,40	181,8					
48,00	5,7E-04	7,0E-04	1,3E-04	6,7E-04	1,0E-04	5,7E-04	3,4E-06	7,9E-05	6,7E-05	1,4E+03	1,5E+03	1,7E+03	1534,56	128,9					
49,00	5,7E-04	6,2E-04	5,6E-05	6,8E-04	1,1E-04	5,1E-04	-6,1E-05	3,4E-05	8,7E-05	1,6E+03	1,5E+03	1,7E+03	1557,24	99,2					
50,00	5,7E-04	7,5E-04	1,8E-04	6,1E-04	4,5E-05	5,8E-04	1,6E-05	8,2E-05	9,0E-05	1,3E+03	1,6E+03	1,7E+03	1547,17	189,6					
51,00	5,7E-04	5,7E-04	5,5E-06	6,5E-04	7,9E-05	5,3E-04	-3,5E-05	1,7E-05	5,8E-05	1,7E+03	1,5E+03	1,7E+03	1656,54	101,2					
52,00	5,7E-04	6,6E-04	8,8E-05	6,8E-04	1,1E-04	5,6E-04	-6,7E-06	6,5E-05	6,3E-05	1,5E+03	1,5E+03	1,7E+03	1568,34	106,8					
53,00	5,7E-04	6,5E-04	8,7E-05	6,3E-04	5,9E-05	5,7E-04	6,8E-06	5,1E-05	4,1E-05	1,5E+03	1,6E+03	1,7E+03	1600,96	74,2					
54,00	5,7E-04	6,7E-04	1,1E-04	6,3E-04	6,1E-05	5,1E-04	-6,1E-05	3,5E-05	8,6E-05	1,5E+03	1,6E+03	1,7E+03							

	N	Média	Mínimo	Máximo	Desvio Padrão
RF	68	0,00005689	-0,00004137	0,0001217	0,0000293
U	68	1590,14	1503,02	2003,79	67,03

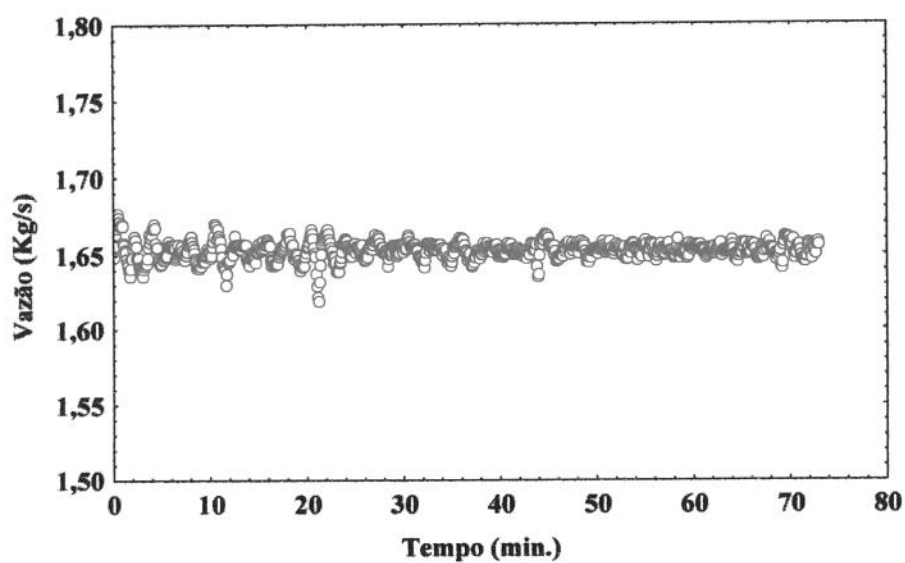
Apêndice 5 – Temperatura durante a pasteurização da Clara de Ovo Aditivada (*Lote 1120201)



	N	Média	Mínimo	Máximo	Desvio Padrão
TIC_0037	876	58,49	58,22	58,75	0,096487
TI_0039	876	58,09	57,39	58,32	0,138535
TI_0040	876	1,79	1,22	2,14	0,177766
TI_0038	876	2,87	2,40	3,54	0,291132

* Foi selecionada uma pasteurização da triplicata para visualização de todas as temperaturas registradas.

Apêndice 6 – Vazão durante a pasteurização da Clara de Ovo Aditivada (*Lote 1120201)



	N	Média	Mínimo	Máximo	Desvio Padrão
VAZÃO	876	1,65	1,61	1,67	0,005861

* Foi selecionada uma pasteurização da triplicata para visualização da vazão registrada.

Apêndice 7 – Cálculos da Resistência térmica e Coeficiente Global de Transferência de Calor de cada pasteurização da Clara de Ovo Aditivada

Produto: Clara de Ovo Líquida Aditivada

Lote de produção: 1120201

Análises Físico-Químicas: % sol = 13,0 e pH = 6,34

Produto de ovos - clara de ovo aditivada		água	
J/kg K	4184.1	m (kg/s)	5.55
% sol =	13.00	cp (J/kg K)	3650.38
% regeneração =	0.8		
K =	°C +		
At (°C)	273.15		
densidade	(kg / L)		
	1.035		

densidade (kg/L) 1.035																	
Tempo (min)	Rf(m2.K/w)	1 / Ui	1 / Uf	U(w/m2.K)	q (W)	A (m2)	Atimtd	m (kg/s)	cp(J/kg.K)	At= Tps-Tpe	At1	At2	tae (K)	tps (K)	tas (K)	tpe (K)	A = tae-tas
0.00	0.00011	0.00047	0.00056	1726.31	74411.61	21.06	2.05	1.65	3912.13	11.53	0.17	8.07	331.57	331.40	327.94	319.67	3.63
0.08	0.00007	0.00047	0.00055	1822.43	74787.73	21.06	1.95	1.66	3912.13	11.54	0.14	8.03	331.56	331.44	327.93	319.90	3.65
0.17	0.00009	0.00047	0.00056	1775.04	75268.46	21.06	2.01	1.66	3912.13	11.56	0.16	8.05	331.60	331.44	327.93	319.88	3.67
0.25	0.00009	0.00047	0.00056	1782.33	75945.29	21.06	2.02	1.67	3912.13	11.59	0.16	8.06	331.63	331.47	327.94	319.86	3.69
0.33	0.00009	0.00047	0.00056	1786.33	75750.53	21.06	2.01	1.67	3912.13	11.59	0.16	8.05	331.63	331.47	327.93	319.88	3.70
0.42	0.00006	0.00047	0.00054	1855.82	76142.32	21.06	1.95	1.68	3912.13	11.61	0.14	8.03	331.63	331.49	327.91	319.88	3.72
0.50	0.00009	0.00047	0.00057	1766.57	76260.62	21.06	2.05	1.57	3912.13	11.84	0.17	8.09	331.68	331.51	327.96	319.87	3.72
0.58	0.00009	0.00047	0.00057	1793.19	76195.13	21.06	2.05	1.67	3912.13	11.65	0.17	8.10	331.68	331.51	327.96	319.86	3.72
0.67	0.00007	0.00047	0.00054	1848.31	76429.93	21.06	1.95	1.67	3912.13	11.70	0.14	8.11	331.70	331.56	327.97	319.86	3.73
0.75	0.00011	0.00047	0.00058	1712.38	76430.02	21.06	2.12	1.67	3912.13	11.70	0.19	8.16	331.73	331.54	328.00	319.84	3.73
0.83	0.00008	0.00047	0.00055	1819.46	76534.87	21.06	2.00	1.67	3912.13	11.71	0.15	8.12	331.73	331.58	327.99	319.87	3.74
0.92	0.00015	0.00047	0.00062	1607.86	76325.43	21.06	2.25	1.67	3912.13	11.69	0.24	8.20	331.80	331.56	328.07	319.87	3.73
1.00	0.00013	0.00047	0.00060	1653.94	76150.18	21.06	2.19	1.66	3912.13	11.74	0.21	8.23	331.82	331.61	328.10	319.87	3.72
2.00	0.00005	0.00047	0.00052	1916.56	79839.12	21.06	1.98	1.66	3912.13	12.33	0.12	8.55	332.01	331.89	328.11	319.56	3.90
3.00	0.00001	0.00047	0.00049	2048.66	76017.47	21.06	1.76	1.64	3912.13	11.87	0.08	8.24	331.63	331.75	328.12	319.88	3.71
4.00	0.00008	0.00047	0.00055	1814.56	76350.82	21.06	2.00	1.67	3912.13	11.70	0.15	8.13	331.68	331.53	327.95	319.83	3.75
5.00	0.00009	0.00047	0.00056	1783.18	74811.45	21.06	1.99	1.65	3912.13	11.60	0.15	8.10	331.79	331.64	328.14	320.04	3.65
6.00	0.00008	0.00047	0.00056	1791.48	74593.32	21.06	1.98	1.66	3912.13	11.51	0.15	8.02	331.91	331.76	328.27	320.25	3.64
7.00	0.00006	0.00047	0.00053	1889.92	74469.89	21.06	1.87	1.66	3912.13	11.50	0.12	7.98	331.93	331.81	328.29	320.31	3.64
8.00	0.00001	0.00047	0.00048	2082.45	75268.45	21.06	1.72	1.66	3912.13	11.57	0.08	7.98	331.86	331.78	328.19	320.21	3.67
9.00	0.00001	0.00047	0.00049	2052.46	74871.93	21.06	1.73	1.64	3912.13	11.65	0.08	8.07	331.81	331.73	328.15	320.08	3.66
10.00	0.00003	0.00047	0.00050	1999.22	73366.67	21.06	1.74	1.65	3912.13	11.58	0.09	7.88	331.68	331.59	328.10	320.21	3.58
11.00	0.00010	0.00047	0.00058	1731.59	73372.73	21.06	2.01	1.66	3912.13	11.30	0.17	7.89	331.72	331.55	328.14	320.25	3.58
12.00	0.00003	0.00047	0.00050	2001.18	74024.36	21.06	1.76	1.65	3912.13	11.49	0.09	7.96	331.85	331.76	328.24	320.27	3.61
13.00	0.00011	0.00047	0.00059	1706.85	73828.31	21.06	2.05	1.66	3912.13	11.39	0.18	7.96	331.82	331.64	328.22	320.25	3.60
14.00	0.00004	0.00047	0.00051	1949.39	73972.13	21.06	1.80	1.64	3912.13	11.51	0.10	7.99	331.77	331.67	328.16	320.16	3.61
15.00	0.00007	0.00047	0.00055	1822.07	74489.54	21.06	1.94	1.66	3912.13	11.49	0.14	7.99	331.75	331.61	328.11	320.12	3.64
16.00	0.00006	0.00047	0.00055	1817.39	73763.49	21.06	1.93	1.66	3912.13	11.38	0.14	7.92	331.73	331.59	328.13	320.21	3.60
17.00	0.00006	0.00047	0.00053	1880.99	74450.57	21.06	1.88	1.65	3912.13	11.53	0.12	8.02	331.88	331.74	328.23	320.21	3.63
18.00	0.00004	0.00047	0.00052	1935.72	74474.94	21.06	1.83	1.66	3912.13	11.45	0.11	7.92	331.73	331.62	328.09	320.17	3.64
19.00	0.00010	0.00047	0.00057	1751.69	73985.75	21.06	2.01	1.65	3912.13	11.46	0.16	8.01	331.79	331.63	328.18	320.17	3.61
20.00	0.00000	0.00047	0.00047	2126.73	74450.93	21.06	1.66	1.66	3912.13	11.50	0.07	7.93	331.70	331.63	328.06	320.13	3.64
21.00	0.00007	0.00047	0.00054	1841.69	72190.66	21.06	1.86	1.63	3912.13	11.32	0.12	7.92	331.63	331.51	328.11	320.19	3.52
22.00	-0.00004	0.00047	0.00044	2283.85	73302.79	21.06	1.52	1.66	3912.13	11.26	0.05	7.73	331.53	331.48	327.95	320.22	3.58
23.00	0.00010	0.00047	0.00058	1729.96	72405.54	21.06	1.99	1.64	3912.13	11.29	0.16	7.91	331.60	331.44	328.06	320.15	3.54
24.00	0.00002	0.00047	0.00050	2014.03	73265.33	21.06	1.73	1.66	3912.13	11.28	0.09	7.80	331.54	331.45	327.96	320.17	3.58
25.00	0.00006	0.00047	0.00053	1875.33	73197.25	21.06	1.85	1.65	3912.13	11.33	0.12	7.87	331.57	331.46	328.00	320.12	3.67
26.00	0.00011	0.00047	0.00059	1698.36	73805.08	21.06	2.06	1.65	3912.13	11.44	0.18	8.01	331.65	331.47	328.05	320.03	3.60
27.00	0.00011	0.00047	0.00058	1718.85	74708.91	21.06	2.06	1.66	3912.13	11.48	0.18	8.01	331.68	331.50	328.03	320.02	3.65
28.00	0.00007	0.00047	0.00054	1850.49	74954.82	21.06	1.92	1.65	3912.13	11.60	0.13	8.07	331.76	331.63	328.10	320.03	3.66
29.00	0.00002	0.00047	0.00049	2024.23	76172.71	21.06	1.79	1.65	3912.13	11.77	0.09	8.14	331.85	331.76	328.13	319.99	3.72
30.00	0.00004	0.00047	0.00052	1936.09	75811.94	21.06	1.86	1.66	3912.13	11.70	0.11	8.10	331.85	331.74	328.15	320.04	3.70
31.00	0.00005	0.00047	0.00053	1892.90	75473.84	21.06	1.89	1.65	3912.13	11.66	0.12	8.09	331.84	331.72	328.16	320.06	3.68
32.00	0.00011	0.00047	0.00058	1726.28	74913.20	21.06	2.05	1.65	3912.13	11.63	0.17	8.14	331.93	331.76	328.27	320.13	3.66
33.00	0.00007	0.00047	0.00054	1852.28	74411.99	21.06	1.91	1.66	3912.13	11.49	0.13	7.98	331.89	331.76	328.26	320.27	3.63
34.00	0.00000	0.00047	0.00047	2117.75	74308.44	21.06	1.67	1.65	3912.13	11.51	0.07	7.96	331.63	331.76	328.20	320.25	3.63
35.00	0.00004	0.00047	0.00051	1958.40	74127.74	21.06	1.80	1.65	3912.13	11.49	0.10	7.97	331.86	331.76	328.24	320.27	3.62
36.00	0.00008	0.00047	0.00055	1820.57	73539.98	21.06	1.92	1.66	3912.13	11.32	0.14	7.87	331.74	331.80	328.15	320.28	3.59
37.00	0.00004	0.00047	0.00051	1945.18	73457.82	21.06	1.79	1.64	3912.13	11.43	0.10	7.95	331.82	331.72	328.23	320.29	3.59
38.00	0.00009	0.00047	0.00056	1776.24	73353.04	21.06	1.96	1.65	3912.13	11.36	0.15	7.93	331.75	331.60	328.17	320.24	3.58
39.00	0.00011	0.00047	0.00058	1723.93	72753.79	21.06	2.00	1.66	3912.13	11.23	0.17	7.85	331.70	331.53	328.15	320.30	3.55
40.00	0.00012	0.00047	0.00059	1696.02	73249.60	21.06	2.05	1.65	3912.13	11.34	0.18	7.95	331.73	331.55	328.15	320.21	3.58
41.00	0.00009	0.00047	0.00056	1782.41	73700.47	21.06	1.96	1.65	3912.13	11.39	0.15	7.94	331.75	331.60	328.15	320.21	3.60
42.00	0.00011	0.00047	0.00058	1720.63	73288.65	21.06	2.02	1.65	3912.13	11.35	0.17	7.85	331.75	331.58	328.17	320.23	3.58
43.00	0.00011	0.00047	0.00058	1721.70	73469.37	21.06	2.03	1.65	3912.13	11.38	0.17	7.96	331.72	331.55	328.13	320.17	3.59
44.00	0.00014	0.00047	0.00062	1626.00	72853.16	21.06	2.13	1.65	3912.13	11.30	0.21	7.95	331.71	331.50	328.15	320.20	3.56
45.00	0.00010	0.00047	0.00057	1754.45	73219.43	21.06	1.98	1.66	3912.13	11.30	0.16	7.88	331.70	331.54	328.13	320.24	3.57
46.00	0.00010	0.00047	0.00057	1752.07	74334.11												

APÊNDICE

52.00	0,00007	0,00047	0,00054	1852.21	74217.47	21.06	1.90	1.66	3912.13	11.45	0.13	7.95	331.87	331.74	328.25	320.29	3.62
53.00	0,00010	0,00047	0,00057	1749.12	73611.37	21.06	2.00	1.65	3912.13	11.40	0.16	7.97	331.86	331.70	328.27	320.30	3.59
54.00	0,00002	0,00047	0,00050	2006.56	73597.39	21.06	1.74	1.65	3912.13	11.38	0.09	7.88	331.77	331.68	328.18	320.30	3.56
55.00	0,00007	0,00047	0,00054	1852.02	73593.21	21.06	1.89	1.66	3912.13	11.34	0.13	7.87	331.74	331.61	328.15	320.27	3.56
56.00	0,00005	0,00047	0,00052	1908.53	72889.04	21.06	1.81	1.65	3912.13	11.30	0.11	7.85	331.74	331.63	328.18	320.33	3.56
57.00	0,00005	0,00047	0,00052	1913.04	73327.08	21.06	1.82	1.65	3912.13	11.36	0.11	7.89	331.80	331.69	328.22	320.33	3.58
58.00	0,00008	0,00047	0,00055	1805.44	73458.86	21.06	1.93	1.65	3912.13	11.39	0.14	7.94	331.83	331.69	328.24	320.30	3.59
59.00	0,00008	0,00047	0,00055	1809.65	73520.21	21.06	1.83	1.65	3912.13	11.38	0.14	7.93	331.81	331.67	328.22	320.29	3.58
60.00	0,00011	0,00047	0,00059	1700.03	73117.29	21.06	2.04	1.65	3912.13	11.29	0.18	7.90	331.75	331.57	328.18	320.28	3.57
61.00	0,00009	0,00047	0,00056	1774.44	72939.46	21.06	1.95	1.65	3912.13	11.29	0.15	7.88	331.74	331.59	328.18	320.30	3.56
62.00	0,00010	0,00047	0,00057	1749.13	73222.93	21.06	1.99	1.65	3912.13	11.33	0.16	7.91	331.83	331.67	328.25	320.34	3.58
63.00	0,00006	0,00047	0,00053	1875.77	73209.98	21.06	1.85	1.65	3912.13	11.33	0.12	7.87	331.78	331.66	328.21	320.33	3.57
64.00	0,00011	0,00047	0,00059	1702.70	73349.51	21.06	2.05	1.66	3912.13	11.32	0.18	7.92	331.81	331.63	328.23	320.31	3.58
65.00	0,00012	0,00047	0,00059	1681.45	73503.94	21.06	2.08	1.66	3912.13	11.34	0.19	7.94	331.80	331.61	328.21	320.27	3.59
66.00	0,00015	0,00047	0,00063	1591.27	72832.15	21.06	2.17	1.66	3912.13	11.25	0.23	7.92	331.79	331.56	328.23	320.31	3.56
67.00	0,00011	0,00047	0,00058	1725.36	73208.15	21.06	2.01	1.65	3912.13	11.31	0.17	7.91	331.83	331.66	328.26	320.35	3.57

APÊNDICE

Produto: Clara Aditivada
 Lote de produção: 1110717
 Análises Físico-Químicas: 13,50

Produto de ovos - clara de ovo aditivada			água
J/kg K	4184.1	m/kg/s	5.55
% sól =	13.50000	cp/J/kg	3690.4
% regeneração =	0.8		
K =	°C +	273.15	
At (°C)		3	
Densidade	(kg/L)	1.035	

densidade (kg/L)																	035	
Tempo (min)	Rf (m2/Kw)	1/Ui	1/Uf	U (w/m2K)	q (W)	A (m2)	Altitud	m (kg/s)	cp (J/kg.K)	AT	At1	At2	tae (K)	tps (K)	tas (K)	tpa (K)	A =tae-tas	
0.00	0.00008	0.00043	0.00051	1973.34	66506.42	21.06	1.60	1.67	3901.67	10.25	0.09	7.09	331.05	330.96	327.80	320.71	3.25	
0.08	0.00008	0.00043	0.00048	2084.46	66490.98	21.06	1.51	1.67	3901.67	10.23	0.07	7.06	331.04	330.97	327.79	320.74	3.25	
0.17	0.00010	0.00043	0.00053	1889.07	66396.21	21.06	1.67	1.67	3901.67	10.19	0.11	7.05	331.04	330.93	327.80	320.74	3.24	
0.25	0.00000	0.00043	0.00043	2345.39	66630.86	21.06	1.35	1.67	3901.67	10.22	0.04	7.01	331.02	330.98	327.77	320.76	3.25	
0.33	0.00006	0.00043	0.00049	2050.47	66503.11	21.06	1.54	1.68	3901.67	10.12	0.08	6.96	330.98	330.90	327.73	320.78	3.25	
0.42	0.00005	0.00043	0.00047	2112.28	66673.91	21.06	1.50	1.68	3901.67	10.15	0.07	6.96	330.99	330.92	327.73	320.77	3.26	
0.50	0.00009	0.00043	0.00051	1942.68	66467.25	21.06	1.62	1.68	3901.67	10.15	0.10	7.00	331.02	330.92	327.77	320.77	3.25	
0.58	0.00011	0.00043	0.00054	1861.21	66396.53	21.06	1.69	1.68	3901.67	10.13	0.12	7.01	331.03	330.91	327.79	320.78	3.24	
0.67	0.00010	0.00043	0.00053	1899.67	66562.33	21.06	1.66	1.68	3901.67	10.17	0.11	7.03	331.04	330.93	327.79	320.76	3.25	
0.75	0.00011	0.00043	0.00054	1855.73	66539.44	21.06	1.71	1.67	3901.67	10.20	0.12	7.07	331.06	330.94	327.81	320.74	3.25	
0.83	0.00015	0.00043	0.00058	1729.52	66722.82	21.06	1.83	1.68	3901.67	10.21	0.16	7.11	331.12	330.96	327.86	320.75	3.26	
0.92	0.00015	0.00043	0.00058	1730.56	67122.71	21.06	1.64	1.67	3901.67	10.28	0.16	7.16	331.16	331.00	327.86	320.72	3.28	
1.00	0.00013	0.00043	0.00056	1788.17	67346.44	21.06	1.79	1.67	3901.67	10.33	0.14	7.18	331.16	331.02	327.87	320.69	3.29	
2.00	0.00015	0.00043	0.00057	1739.95	71763.61	21.06	1.96	1.66	3901.67	11.11	0.16	7.77	331.56	331.40	328.06	320.29	3.50	
3.00	0.00016	0.00043	0.00059	1697.52	71886.39	21.06	2.01	1.66	3901.67	11.07	0.18	7.74	331.64	331.46	328.13	320.39	3.51	
4.00	0.00011	0.00043	0.00054	1854.37	73295.34	21.06	1.88	1.64	3901.67	11.46	0.12	8.00	331.90	331.78	328.32	320.32	3.58	
5.00	0.00001	0.00043	0.00044	2278.08	74146.66	21.06	1.55	1.66	3901.67	11.44	0.05	7.87	331.72	331.67	328.10	320.23	3.62	
6.00	0.00012	0.00043	0.00056	1820.96	71652.90	21.06	1.87	1.65	3901.67	11.14	0.13	7.77	331.73	331.60	328.23	320.46	3.50	
7.00	#NUM!	0.00043	#NUM!	#NUM!	69361.61	21.06	#####	1.66	3901.67	10.70	-0.10	7.21	331.21	331.31	327.82	320.61	3.39	
8.00	0.00035	0.00043	0.00077	1292.51	63247.55	21.06	2.32	1.59	3901.67	10.20	0.35	7.46	331.30	330.95	328.21	320.75	3.09	
9.00	0.00011	0.00043	0.00053	1873.33	71078.52	21.06	1.80	1.72	3901.67	10.58	0.14	7.25	331.61	331.47	328.14	320.89	3.47	
10.00	0.00022	0.00043	0.00054	1553.70	72605.25	21.06	2.22	1.62	3901.67	11.46	0.23	8.15	332.44	332.21	328.90	320.75	3.54	
11.00	-0.00001	0.00043	0.00042	2375.39	75182.29	21.06	1.50	1.66	3901.67	11.63	0.04	8.00	332.39	332.35	328.72	320.72	3.67	
12.00	0.00008	0.00043	0.00051	1966.48	75786.37	21.06	1.83	1.65	3901.67	11.75	0.10	8.15	332.06	331.96	328.36	320.21	3.70	
13.00	0.00011	0.00043	0.00054	1857.99	71974.46	21.06	1.84	1.65	3901.67	11.19	0.12	7.80	331.91	331.79	328.40	320.60	3.51	
14.00	0.00008	0.00043	0.00050	1987.28	70553.93	21.06	1.69	1.66	3901.67	10.91	0.09	7.56	331.87	331.78	328.43	320.87	3.44	
15.00	0.00008	0.00043	0.00051	1975.03	68390.50	21.06	1.64	1.66	3901.67	10.57	0.09	7.32	331.88	331.79	328.54	321.22	3.34	
16.00	0.00013	0.00043	0.00056	1784.51	69784.64	21.06	1.86	1.65	3901.67	10.81	0.14	7.54	331.95	331.81	328.54	321.00	3.41	
17.00	0.00008	0.00043	0.00050	1987.72	70174.24	21.06	1.68	1.62	3901.67	11.09	0.08	7.75	332.01	331.93	328.58	320.84	3.43	
18.00	#NUM!	0.00043	#NUM!	#NUM!	68817.47	21.06	#####	1.66	3901.67	10.64	-0.03	7.25	331.42	331.45	328.06	320.81	3.36	
19.00	0.00013	0.00043	0.00056	1785.66	65527.58	21.06	1.74	1.65	3901.67	10.17	0.13	7.10	331.12	330.99	327.92	320.82	3.20	
20.00	0.00009	0.00043	0.00052	1925.54	65475.73	21.06	1.61	1.64	3901.67	10.26	0.09	7.16	331.21	331.12	328.01	320.86	3.20	
21.00	0.00009	0.00043	0.00052	1924.44	65985.90	21.06	1.63	1.67	3901.67	10.14	0.10	7.02	331.16	331.06	327.94	320.92	3.22	
22.00	0.00015	0.00043	0.00058	1720.22	68933.42	21.06	1.90	1.65	3901.67	10.68	0.16	7.47	331.44	331.28	328.07	320.60	3.37	
23.00	0.00013	0.00043	0.00056	1800.78	72132.50	21.06	1.90	1.66	3901.67	11.16	0.14	7.78	331.62	331.48	328.10	320.32	3.52	
24.00	0.00015	0.00043	0.00057	1745.51	72753.08	21.06	1.98	1.66	3901.67	11.26	0.16	7.87	331.75	331.59	328.20	320.33	3.55	
25.00	0.00003	0.00043	0.00046	2170.30	73453.71	21.06	1.61	1.65	3901.67	11.43	0.06	7.90	331.82	331.76	328.23	320.33	3.59	
26.00	0.00013	0.00043	0.00055	1809.92	72669.42	21.06	1.91	1.66	3901.67	11.21	0.14	7.81	331.80	331.66	328.25	320.45	3.56	
27.00	0.00019	0.00043	0.00062	1619.64	71863.74	21.06	2.11	1.65	3901.67	11.13	0.21	7.84	331.96	331.75	328.45	320.62	3.51	
28.00	0.00019	0.00043	0.00061	1625.39	72922.02	21.06	2.13	1.65	3901.67	11.30	0.21	7.95	332.17	331.96	328.61	320.66	3.56	
29.00	0.00014	0.00043	0.00057	1756.60	71796.95	21.06	1.94	1.65	3901.67	11.18	0.15	7.82	332.11	331.96	328.60	320.78	3.51	
30.00	0.00006	0.00043	0.00051	1967.85	70634.39	21.06	1.70	1.64	3901.67	11.02	0.09	7.67	331.86	331.77	328.41	320.75	3.45	
31.00	0.00005	0.00043	0.00048	2083.31	65582.89	21.06	1.56	1.65	3901.67	10.62	0.07	7.34	331.52	331.45	328.17	320.83	3.35	
32.00	0.00007	0.00043	0.00050	2007.82	66816.23	21.06	1.58	1.65	3901.67	10.37	0.08	7.19	331.44	331.36	328.18	320.99	3.26	
33.00	0.00013	0.00043	0.00056	1792.78	67714.64	21.06	1.79	1.65	3901.67	10.55	0.13	7.37	331.64	331.51	328.33	320.96	3.31	
34.00	0.00014	0.00043	0.00057	1753.90	69049.38	21.06	1.87	1.66	3901.67	10.67	0.15	7.45	331.67	331.52	328.30	320.85	3.37	
35.00	0.00018	0.00043	0.00061	1650.44	70178.24	21.06	2.02	1.65	3901.67	10.89	0.19	7.65	331.72	331.53	328.29	320.64	3.43	
36.00	0.00014	0.00043	0.00057	1769.28	71512.61	21.06	1.92	1.66	3901.67	11.07	0.15	7.73	331.78	331.63	328.28	320.56	3.50	
37.00	0.00012	0.00043	0.00055	1828.12	71044.63	21.06	1.85	1.66	3901.67	10.99	0.13	7.65	331.73	331.60	328.26	320.61	3.47	
38.00	0.00015	0.00043	0.00058	1721.45	70589.11	21.06	1.95	1.65	3901.67	10.99	0.16	7.70	331.80	331.64	328.35	320.65	3.45	
39.00	0.00008	0.00043	0.00050	1994.13	71209.21	21.06	1.70	1.66	3901.67	11.00	0.09	7.62	331.79	331.70	328.31	320.70	3.48	
40.00	0.00011	0.00043	0.00054	1855.73	70614.09	21.06	1.81	1.65	3901.67	10.95	0.12	7.62	331.80	331.68	328.35	320.73	3.45	
41.00	0.00006	0.00043	0.00049	2042.83	71279.62	21.06	1.66	1.66	3901.67	11.03	0.08	7.63	331.84	331.76	328.36	320.73	3.48	
42.00	0.00010	0.00043	0.00053	1898.00	70894.39	21.06	1.77	1.65	3901.67	10.98	0.11	7.63	331.86	331.75	328.40	320.77	3.46	
43.00	0.00012	0.00043	0.00055	1817.75	70280.04	21.06	1.84	1.65	3901.67	10.90	0.13	7.60	331.81	331.68	328.38	320.78	3.43	
44.00	0.00015	0.00043	0.00058	1726.35	70276.64	21.06	1.93	1.65	3901.67	10.89	0.16	7.62	331.82	331.66	328.39	320.77	3.43	
45.00	0.00010	0.00043	0.00053	1887.81	70207.97	21.06	1.77	1.65	3901.67	10.90								

53.00	0.00015	0.00043	0.00057	1749.27	69952.49	21.06	1.90	1.65	3901.67	10.87	0.15	7.60	331.80	331.65	328.38	320.78	3.42
54.00	0.00005	0.00043	0.00048	2081.58	69943.60	21.06	1.60	1.65	3901.67	10.88	0.07	7.54	331.71	331.64	328.30	320.76	3.41
55.00	0.00016	0.00043	0.00059	1701.31	69582.54	21.06	1.94	1.65	3901.67	10.76	0.17	7.53	331.70	331.53	328.30	320.77	3.40
56.00	0.00008	0.00043	0.00051	1974.75	69989.07	21.06	1.68	1.65	3901.67	10.87	0.09	7.54	331.74	331.66	328.32	320.78	3.42
57.00	0.00010	0.00043	0.00053	1894.60	69998.78	21.06	1.75	1.66	3901.67	10.83	0.11	7.52	331.72	331.61	328.30	320.78	3.42
58.00	0.00012	0.00043	0.00055	1822.22	70100.64	21.06	1.83	1.66	3901.67	10.84	0.13	7.55	331.75	331.62	328.33	320.78	3.42
59.00	0.00008	0.00043	0.00050	1935.19	71074.63	21.06	1.70	1.66	3901.67	11.01	0.09	7.63	331.83	331.74	328.36	320.73	3.47
60.00	0.00013	0.00043	0.00056	1797.33	70792.25	21.06	1.87	1.66	3901.67	10.93	0.14	7.61	331.82	331.68	328.36	320.75	3.46
61.00	0.00015	0.00043	0.00058	1721.66	69886.05	21.06	1.93	1.65	3901.67	10.95	0.16	7.60	331.77	331.61	328.36	320.76	3.41
62.00	0.00004	0.00043	0.00046	2162.78	70313.29	21.06	1.54	1.65	3901.67	10.89	0.06	7.52	331.70	331.64	328.27	320.75	3.43
63.00	0.00017	0.00043	0.00059	1683.77	69877.64	21.06	1.97	1.66	3901.67	10.77	0.18	7.54	331.71	331.53	328.30	320.76	3.41
64.00	0.00011	0.00043	0.00054	1856.09	70613.47	21.06	1.81	1.65	3901.67	10.95	0.12	7.62	331.82	331.70	328.37	320.75	3.45
65.00	0.00005	0.00043	0.00048	2085.37	70547.91	21.06	1.61	1.65	3901.67	10.97	0.07	7.60	331.81	331.74	328.37	320.77	3.44
66.00	0.00009	0.00043	0.00052	1941.69	70421.07	21.06	1.72	1.66	3901.67	10.88	0.10	7.55	331.75	331.65	328.31	320.77	3.44
67.00	0.00010	0.00043	0.00053	1898.09	70319.01	21.06	1.76	1.66	3901.67	10.87	0.11	7.55	331.71	331.60	328.28	320.73	3.43

Produto: Clara de Ovo Líquida
 Lote de produção: 1110127
 Análises Físico-Químicas: % sol = 12,9

Produto de ovos - clara de ovo aditivada		água
J/kg K	4184,1	m(kg/s) 5,55
% sol =	12,9	cp(J/kg)
% regeneração =	0,8	
K =	°C +	273,15
At (°C)		3
densidade	(kg/L)	1,035

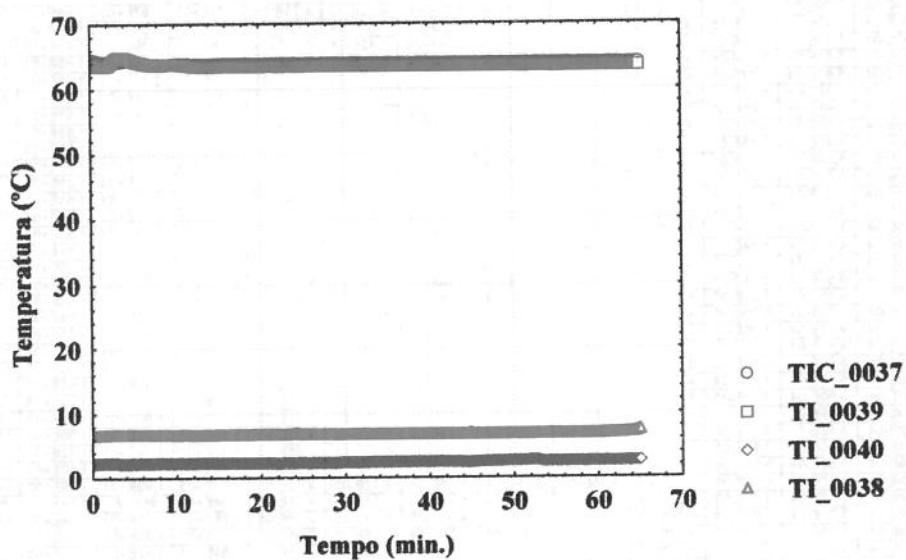
Tempo (min)	Rf (m2/Kw)	1 / Uf	1 / Uf	Uf(m2.K)	q (W)	A (m2)	Atimtd	m (kg/s)	cp (J / kg. K)	AT	At1	At2	tae (K)	tps (K)	tas (K)	tpe (K)	A =tae-tas
0	0.00009	0.00051	0.00060	1677,49	69453,92	21,06	1,97	1,65	3914,23	10,73	0,18	7,52	330,75	330,57	327,36	319,84	3,39
0	0.00008	0.00051	0.00059	1688,12	68889,00	21,06	1,94	1,64	3914,23	10,70	0,17	7,51	330,74	330,57	327,38	319,87	3,36
0	0.00015	0.00051	0.00065	1531,40	68687,34	21,06	2,13	1,64	3914,23	10,71	0,24	7,60	330,83	330,59	327,48	319,88	3,35
0	0.00011	0.00051	0.00062	1607,58	69355,62	21,06	2,05	1,65	3914,23	10,72	0,21	7,55	330,87	330,66	327,48	319,94	3,39
0	0.00012	0.00051	0.00063	1586,59	69568,29	21,06	2,08	1,65	3914,23	10,77	0,22	7,59	330,94	330,72	327,54	319,95	3,40
0	0.00014	0.00051	0.00062	1624,06	69552,53	21,06	2,03	1,65	3914,23	10,79	0,20	7,60	330,96	330,76	327,56	319,97	3,40
1	0.00012	0.00051	0.00062	1601,09	70292,24	21,06	2,08	1,66	3914,23	10,82	0,22	7,61	331,02	330,80	327,59	319,98	3,43
1	0.00013	0.00051	0.00063	1576,72	70252,97	21,06	2,12	1,66	3914,23	10,84	0,23	7,64	331,07	330,84	327,64	320,00	3,45
1	0.00010	0.00051	0.00061	1648,07	70569,38	21,06	2,03	1,66	3914,23	10,84	0,20	7,59	331,05	330,85	327,60	320,01	3,43
1	0.00009	0.00051	0.00059	1685,94	70498,49	21,06	1,99	1,66	3914,23	10,88	0,18	7,62	331,07	330,89	327,63	320,01	3,44
1	0.00014	0.00051	0.00065	1533,77	70138,81	21,06	2,17	1,65	3914,23	10,86	0,25	7,69	331,15	330,90	327,73	320,04	3,42
1	0.00011	0.00051	0.00062	1608,73	70402,03	21,06	2,08	1,65	3914,23	10,92	0,21	7,69	331,16	330,96	327,72	320,03	3,44
1	0.00012	0.00051	0.00063	1590,31	70594,29	21,06	2,11	1,65	3914,23	10,95	0,22	7,72	331,19	330,97	327,74	320,02	3,45
2	0.00004	0.00051	0.00055	1809,64	73339,68	21,06	1,92	1,65	3914,23	11,34	0,14	7,90	331,41	331,27	327,83	319,93	3,48
3	0.00005	0.00051	0.00056	1792,29	75602,63	21,06	2,00	1,65	3914,23	11,69	0,15	8,15	331,55	331,40	327,86	319,71	3,69
4	0.00003	0.00051	0.00054	1847,89	75057,62	21,06	1,93	1,65	3914,23	11,63	0,13	8,10	331,62	331,49	327,96	319,86	3,66
5	0.00011	0.00051	0.00061	1631,09	73857,58	21,06	2,15	1,65	3914,23	11,45	0,21	8,05	331,78	331,57	328,17	320,12	3,61
6	0.00004	0.00051	0.00054	1838,21	72602,23	21,06	1,86	1,65	3914,23	11,23	0,13	7,81	331,84	331,71	328,30	320,48	3,64
7	0.00006	0.00051	0.00058	1715,96	71812,32	21,06	1,99	1,65	3914,23	11,10	0,17	7,76	332,01	331,84	328,50	320,74	3,61
8	0.00012	0.00051	0.00063	1595,81	70674,32	21,06	2,10	1,65	3914,23	10,93	0,22	7,70	332,05	331,83	328,60	320,90	3,46
9	0.00004	0.00051	0.00055	1828,46	70788,87	21,06	1,84	1,65	3914,23	10,94	0,13	7,61	332,04	331,91	328,58	320,97	3,45
10	0.00005	0.00051	0.00060	1676,59	69561,75	21,06	1,97	1,65	3914,23	10,75	0,18	7,54	332,00	331,82	328,60	321,07	3,40
11	0.00005	0.00051	0.00056	1735,34	68868,31	21,06	1,83	1,65	3914,23	10,63	0,14	7,41	331,93	331,79	328,67	321,16	3,36
12	0.00008	0.00051	0.00059	1693,14	68374,64	21,06	1,92	1,65	3914,23	10,58	0,17	7,41	331,95	331,78	328,61	321,20	3,34
13	0.00005	0.00051	0.00056	1799,64	67738,24	21,06	1,79	1,65	3914,23	10,52	0,13	7,34	331,93	331,80	328,62	321,28	3,31
14	0.00007	0.00051	0.00058	1718,67	67756,54	21,06	1,87	1,65	3914,23	10,46	0,16	7,32	331,92	331,76	328,61	321,30	3,31
15	0.00005	0.00051	0.00056	1801,64	67296,95	21,06	1,77	1,65	3914,23	10,42	0,13	7,27	331,85	331,72	328,56	321,30	3,29
16	0.00002	0.00051	0.00053	1886,78	67946,20	21,06	1,71	1,66	3914,23	10,49	0,11	7,28	331,84	331,73	328,52	321,24	3,32
17	0.00007	0.00051	0.00058	1738,90	67415,51	21,06	1,84	1,65	3914,23	10,44	0,15	7,30	331,82	331,67	328,53	321,23	3,29
18	0.00003	0.00051	0.00054	1843,67	67630,62	21,06	1,74	1,65	3914,23	10,45	0,12	7,27	331,82	331,70	328,52	321,25	3,30
19	0.00001	0.00051	0.00052	1928,34	67723,49	21,06	1,67	1,66	3914,23	10,45	0,10	7,24	331,78	331,68	328,47	321,23	3,31
20	0.00009	0.00051	0.00060	1665,06	67657,68	21,06	1,93	1,65	3914,23	10,46	0,18	7,33	331,84	331,66	328,54	321,20	3,30
21	0.00005	0.00051	0.00056	1777,40	67225,66	21,06	1,80	1,66	3914,23	10,38	0,14	7,22	331,76	331,62	328,48	321,26	3,28
22	0.00007	0.00051	0.00057	1745,95	67229,55	21,06	1,83	1,66	3914,23	10,37	0,15	7,24	331,77	331,62	328,49	321,25	3,28
23	0.00005	0.00051	0.00055	1806,96	67582,41	21,06	1,78	1,65	3914,23	10,45	0,13	7,28	331,81	331,68	328,51	321,23	3,30
24	0.00009	0.00051	0.00060	1665,74	67522,21	21,06	1,92	1,65	3914,23	10,43	0,18	7,31	331,84	331,66	328,54	321,23	3,30
25	0.00011	0.00051	0.00061	1631,38	68915,71	21,06	1,95	1,65	3914,23	10,37	0,19	7,29	331,81	331,67	328,54	321,25	3,27
26	0.00010	0.00051	0.00060	1658,75	67694,24	21,06	1,94	1,65	3914,23	10,50	0,18	7,37	331,84	331,66	328,53	321,16	3,31
27	-0.00001	0.00051	0.00049	2024,99	68311,04	21,06	1,60	1,65	3914,23	10,57	0,08	7,31	331,78	331,70	328,44	321,13	3,34
28	0.00010	0.00051	0.00061	1650,55	68366,15	21,06	1,97	1,66	3914,23	10,54	0,19	7,39	331,83	331,64	328,49	321,10	3,34
29	0.00009	0.00051	0.00060	1668,45	68135,42	21,06	1,94	1,65	3914,23	10,53	0,18	7,38	331,82	331,64	328,49	321,11	3,33
30	0.00005	0.00051	0.00056	1780,17	68170,98	21,06	1,82	1,65	3914,23	10,53	0,14	7,34	331,81	331,67	328,48	321,14	3,33
31	0.00004	0.00051	0.00055	1816,97	68210,44	21,06	1,78	1,66	3914,23	10,51	0,13	7,31	331,82	331,69	328,49	321,18	3,33
32	0.00005	0.00051	0.00056	1779,01	68201,21	21,06	1,82	1,66	3914,23	10,54	0,14	7,35	331,85	331,71	328,52	321,17	3,33
33	0.00002	0.00051	0.00053	1890,18	68583,32	21,06	1,72	1,65	3914,23	10,59	0,11	7,35	331,85	331,74	328,50	321,15	3,35
34	0.00004	0.00051	0.00055	1811,56	68504,97	21,06	1,80	1,65	3914,23	10,60	0,13	7,38	331,85	331,72	328,51	321,12	3,34
35	-0.00001	0.00051	0.00049	2026,82	68411,38	21,06	1,60	1,65	3914,23	10,58	0,08	7,32	331,81	331,73	328,47	321,15	3,34
36	0.00005	0.00051	0.00056	1783,52	68477,54	21,06	1,82	1,66	3914,23	10,57	0,14	7,36	331,87	331,73	328,53	321,16	3,34
37	0.00004	0.00051	0.00055	1812,25	68344,64	21,06	1,79	1,65	3914,23	10,56	0,13	7,36	331,90	331,77	328,56	321,21	3,34
38	0.00003	0.00051	0.00053	1876,64	67911,36	21,06	1,72	1,65	3914,23	10,53	0,11	7,32	331,86	331,75	328,54	321,22	3,32
39	0.00001	0.00051	0.00052	1931,71	68413,82	21,06	1,68	1,66	3914,23	10,56	0,10	7,32	331,85	331,75	328,51	321,19	3,34
40	0.00000	0.00051	0.00051	1971,72	68090,19	21,06	1,64	1,65	3914,23	10,53	0,09	7,30	331,82	331,73	328,50	321,20	3,32
41	0.00008	0.00051	0.00059	1691,98	67995,27	21,06	1,91	1,65	3914,23	10,51	0,17	7,36	331,88	331,71	328,56	321,20	3,32
42	0.00002	0.00051	0.00053	1879,90	67848,97	21,06	1,71	1,65	3914,23	10,50	0,11	7,30	331,83	331,72	328,52	321,22	3,31
43	0.00007	0.00051	0.00058	1720,68	67815,41	21,06	1,87	1,66	3914,23	10,46	0,16	7,31	331,82	331,66	328,51	321,20	3,31
44	0.00006	0.00051	0.00056	1776,65	67733,00	21,06	1,81	1,65	3914,23	10,46	0,14	7,30	331,79	331,65	328,48	321,19	3,31
45	-0.00001	0.00051	0.00050	2018,83	67736,03	21,06	1,59	1,65	3914,23	10,49	0,08	7,26	331,75	331,67	328,44	321,18	3,31
46	0.00002	0.00051	0.00053	1887,87	68114,68	21,06	1,71	1,66	3914,23	10,51	0,11	7,30	331,78	331,67	328,45	321,16	3,33
47	0.00011	0.00051	0.00062	1613,44	67268,73	21,06	1,98	1,65	3914,23	10,41	0,20	7,33	331,79	331,59	328,51	321,18	3,28
48	0.00006	0.00051	0.00057	1752,00	68309,08	21,06	1,85	1,66	3914,23	10,54	0,15	7,36	331,78	331,63	328,44	321,09	3,34
49	0.00000	0.00051	0.00051	1975,07	67948,51	21,06	1,63	1,65	3914,23	10,49	0,09	7,26	331,69	331,60	328,37	321,11	3,32

53	0,00007	0,00051	0,00057	1741,81	67404,91	21,06	1,84	1,65	3914,23	10,43	0,15	7,29	331,78	331,63	328,49	321,20	3,29
54	0,00000	0,00051	0,00051	1974,79	68805,12	21,06	1,65	1,65	3914,23	10,65	0,09	7,38	331,85	331,76	328,49	321,11	3,36
55	0,00007	0,00051	0,00058	1719,05	68521,85	21,06	1,89	1,65	3914,23	10,61	0,16	7,42	331,87	331,71	328,52	321,10	3,35
56	0,00009	0,00051	0,00060	1662,39	67389,55	21,06	1,92	1,65	3914,23	10,42	0,18	7,31	331,78	331,60	328,49	321,18	3,29
57	0,00008	0,00051	0,00059	1690,53	66990,79	21,06	1,88	1,66	3914,23	10,33	0,17	7,23	331,74	331,57	328,47	321,24	3,27
58	0,00002	0,00051	0,00049	2059,54	65765,76	21,06	1,52	1,65	3914,23	10,21	0,07	7,07	331,71	331,64	328,50	321,43	3,21
59	0,00009	0,00051	0,00060	1666,58	63665,80	21,06	1,81	1,66	3914,23	9,82	0,17	6,88	331,80	331,63	328,69	321,81	3,11
60	0,00009	0,00051	0,00060	1677,74	61639,48	21,06	1,74	1,65	3914,23	9,52	0,16	6,67	331,87	331,71	328,66	322,19	3,01
61	0,00012	0,00051	0,00063	1589,40	60391,07	21,06	1,80	1,65	3914,23	9,35	0,19	6,59	331,96	331,77	329,01	322,42	2,95
62	0,00012	0,00051	0,00063	1581,44	54882,17	21,06	1,65	1,66	3914,23	8,44	0,18	5,94	332,03	331,85	329,35	323,41	2,68
63	0,00003	0,00051	0,00054	1860,53	53610,32	21,06	1,37	1,65	3914,23	8,31	0,09	5,79	331,83	331,74	329,21	323,43	2,62
64	0,00014	0,00051	0,00065	1538,68	52381,38	21,06	1,63	1,66	3914,23	8,17	0,19	5,77	331,83	331,64	329,24	323,47	2,59
65	0,00020	0,00051	0,00070	1422,04	53808,16	21,06	1,80	1,65	3914,23	8,32	0,25	5,94	332,02	331,77	329,39	323,45	2,63
66	0,00021	0,00051	0,00072	1394,27	54131,46	21,06	1,84	1,66	3914,23	8,35	0,27	5,98	332,11	331,84	329,47	323,49	2,64
67	0,00017	0,00051	0,00068	1477,79	54168,83	21,06	1,74	1,65	3914,23	8,39	0,22	5,97	332,19	331,97	329,54	323,58	2,65

Apêndice 8 – Cálculo dos valores médios da Resistência térmica e Coeficiente Global de transferência de Calor das pasteurizações da Clara de ovo Aditivada

	1120201			1110717			1110127			1120610			1110322	1110127	
tempo (min)	1/U1 médio	1/U1	Rf	1/U1	Rf	1/U1	Rf	Rf médio	Desvio pad Rf médio	U	U	U	U médio	Desvio pad U médio	
0,00	4,69E-04	5,79E-04	1,10E-04	5,07E-04	3,73E-05	5,99E-04	1,27E-04	9,13E-05	4,75E-05	1,73E+03	1,97E+03	1,68E+03	1792,38	158,609	
0,06	4,69E-04	5,49E-04	7,93E-05	4,80E-04	1,03E-05	5,92E-04	1,23E-04	7,08E-05	5,88E-05	1,82E+03	2,08E+03	1,68E+03	1881,46	206,277	
0,17	4,69E-04	5,53E-04	9,39E-05	5,29E-04	5,99E-05	6,53E-04	1,84E-04	1,12E-04	6,39E-05	1,78E+03	1,89E+03	1,68E+03	1780,53	105,898	
0,25	4,69E-04	5,61E-04	9,16E-05	4,26E-04	-4,31E-05	6,22E-04	1,53E-04	6,70E-05	1,00E-04	1,78E+03	2,35E+03	1,68E+03	1935,07	359,194	
0,33	4,69E-04	5,60E-04	9,04E-05	4,88E-04	1,82E-05	6,30E-04	1,61E-04	8,98E-05	7,13E-05	1,79E+03	2,05E+03	1,68E+03	1838,10	191,803	
0,42	4,69E-04	5,39E-04	6,94E-05	4,73E-04	3,98E-06	6,16E-04	1,46E-04	7,32E-05	7,12E-05	1,86E+03	2,11E+03	1,68E+03	1881,86	218,582	
0,50	4,69E-04	5,66E-04	9,66E-05	5,15E-04	4,53E-05	6,25E-04	1,55E-04	9,90E-05	5,49E-05	1,77E+03	1,94E+03	1,68E+03	1795,58	134,956	
0,58	4,69E-04	5,67E-04	9,77E-05	5,37E-04	6,78E-05	6,34E-04	1,65E-04	1,10E-04	4,96E-05	1,76E+03	1,86E+03	1,68E+03	1767,30	91,931	
0,67	4,69E-04	5,41E-04	7,16E-05	5,26E-04	5,70E-05	6,07E-04	1,37E-04	8,86E-05	4,28E-05	1,85E+03	1,90E+03	1,68E+03	1808,49	116,319	
0,75	4,69E-04	5,84E-04	1,15E-04	5,39E-04	6,94E-05	5,93E-04	1,24E-04	1,03E-04	2,91E-05	1,71E+03	1,86E+03	1,68E+03	1748,53	94,4625	
0,83	4,69E-04	5,50E-04	8,02E-05	5,78E-04	1,09E-04	6,52E-04	1,83E-04	1,24E-04	5,28E-05	1,82E+03	1,73E+03	1,68E+03	1742,15	71,8232	
0,92	4,69E-04	6,22E-04	1,52E-04	5,78E-04	1,08E-04	6,22E-04	1,52E-04	1,38E-04	2,54E-05	1,81E+03	1,73E+03	1,68E+03	1671,97	61,5331	
1,00	4,69E-04	6,05E-04	1,35E-04	5,59E-04	8,98E-05	6,29E-04	1,59E-04	1,28E-04	3,53E-05	1,65E+03	1,79E+03	1,68E+03	1706,53	71,6766	
2,00	4,69E-04	5,21E-04	5,18E-05	5,75E-04	1,05E-04	5,53E-04	8,32E-05	8,01E-05	2,69E-05	1,92E+03	1,74E+03	1,59E+03	1749,61	164,339	
3,00	4,69E-04	4,88E-04	1,84E-05	5,89E-04	1,20E-04	5,58E-04	8,85E-05	7,55E-05	5,18E-05	2,05E+03	1,70E+03	1,81E+03	1827,27	179,901	
4,00	4,69E-04	5,51E-04	8,17E-05	5,39E-04	8,98E-05	5,41E-04	7,17E-05	7,44E-05	6,36E-06	1,81E+03	1,85E+03	1,79E+03	1820,41	31,4495	
5,00	4,69E-04	5,61E-04	9,14E-05	5,05E-04	3,56E-05	6,13E-04	1,44E-04	9,02E-05	5,41E-05	1,78E+03	1,98E+03	1,85E+03	1889,07	98,2137	
6,00	4,69E-04	5,58E-04	8,88E-05	5,49E-04	7,97E-05	5,44E-04	7,46E-05	8,10E-05	7,18E-06	1,79E+03	1,82E+03	1,63E+03	1747,84	102,181	
7,00	4,69E-04	5,29E-04	6,00E-05	4,58E-04	-1,12E-05	5,45E-04	7,53E-05	4,14E-05	4,82E-05	1,89E+03	1,82E+03	1,84E+03	1849,37	35,3254	
8,00	4,69E-04	4,88E-04	1,88E-05	5,77E-04	1,08E-04	5,94E-04	1,29E-04	8,37E-05	5,70E-05	2,00E+03	1,88E+03	1,72E+03	1863,72	142,253	
9,00	4,69E-04	4,87E-04	1,78E-05	5,34E-04	6,44E-05	5,47E-04	7,75E-05	5,32E-05	3,14E-05	2,05E+03	1,87E+03	1,60E+03	1840,53	230,087	
10,00	4,69E-04	5,00E-04	3,08E-05	6,44E-04	1,74E-04	5,96E-04	1,27E-04	1,11E-04	7,31E-05	2,00E+03	1,55E+03	1,83E+03	1793,80	224,773	
11,00	4,69E-04	5,76E-04	1,08E-04	4,21E-04	-4,85E-05	5,80E-04	9,07E-05	5,01E-05	8,68E-05	1,73E+03	1,83E+03	1,68E+03	1778,22	131,301	
12,00	4,69E-04	5,00E-04	3,03E-05	5,09E-04	3,91E-05	5,91E-04	1,21E-04	6,35E-05	5,01E-05	2,00E+03	1,97E+03	1,79E+03	1917,67	115,901	
13,00	4,69E-04	5,86E-04	1,16E-04	5,38E-04	6,88E-05	5,56E-04	8,62E-05	9,05E-05	2,41E-05	1,71E+03	1,86E+03	1,69E+03	1752,86	91,4743	
14,00	4,69E-04	5,13E-04	4,35E-05	5,03E-04	3,36E-05	5,82E-04	1,12E-04	6,32E-05	4,29E-05	1,95E+03	1,99E+03	1,80E+03	1912,10	99,2223	
15,00	4,69E-04	5,49E-04	7,94E-05	5,06E-04	3,89E-05	5,55E-04	8,56E-05	6,73E-05	2,65E-05	1,82E+03	1,98E+03	1,72E+03	1838,59	128,978	
16,00	4,69E-04	5,50E-04	8,08E-05	5,80E-04	9,09E-05	5,30E-04	6,08E-05	7,74E-05	1,55E-05	1,82E+03	1,78E+03	1,80E+03	1801,18	16,4424	
17,00	4,69E-04	5,32E-04	6,22E-05	5,03E-04	3,36E-05	5,75E-04	1,08E-04	6,72E-05	3,62E-05	1,88E+03	1,99E+03	1,89E+03	1918,49	80,0225	
18,00	4,69E-04	5,17E-04	4,72E-05	5,20E-04	5,07E-05	6,00E-04	1,31E-04	7,81E-05	4,71E-05	1,94E+03	#NUM!	1,74E+03	#NUM!	#NUM!	
19,00	4,69E-04	5,71E-04	1,01E-04	5,80E-04	9,08E-05	5,19E-04	4,91E-05	8,04E-05	2,78E-05	1,75E+03	1,79E+03	1,84E+03	1793,67	46,5109	
20,00	4,69E-04	4,70E-04	7,80E-07	5,19E-04	4,99E-05	6,01E-04	1,31E-04	6,06E-05	6,58E-05	2,13E+03	1,93E+03	1,93E+03	1993,54	115,358	
21,00	4,69E-04	5,43E-04	7,35E-05	5,20E-04	5,02E-05	5,63E-04	9,32E-05	7,23E-05	2,15E-05	1,84E+03	1,92E+03	1,87E+03	1810,40	132,485	
22,00	4,69E-04	4,38E-04	-3,16E-05	5,81E-04	1,12E-04	5,73E-04	1,03E-04	6,12E-05	8,05E-05	1,90E+03	1,72E+03	1,78E+03	1797,80	89,2158	
23,00	4,69E-04	5,78E-04	1,09E-04	5,55E-04	8,59E-05	5,53E-04	8,40E-05	9,28E-05	1,37E-05	1,73E+03	1,80E+03	1,75E+03	1758,90	37,1424	
24,00	4,69E-04	4,97E-04	2,71E-05	5,73E-04	1,03E-04	6,00E-04	1,31E-04	8,71E-05	5,38E-05	2,01E+03	1,75E+03	1,81E+03	1855,50	140,687	
25,00	4,69E-04	5,33E-04	6,38E-05	4,61E-04	-8,68E-06	6,13E-04	1,44E-04	6,62E-05	7,81E-05	1,88E+03	2,17E+03	1,67E+03	1903,79	253,483	
26,00	4,69E-04	5,89E-04	1,19E-04	5,53E-04	8,31E-05	6,03E-04	1,33E-04	1,12E-04	2,60E-05	1,70E+03	1,81E+03	1,83E+03	1713,22	90,1989	
27,00	4,69E-04	5,82E-04	1,12E-04	6,17E-04	1,48E-04	4,94E-04	2,44E-05	9,49E-06	6,36E-05	1,72E+03	1,82E+03	1,86E+03	1865,75	49,9773	
28,00	4,69E-04	5,40E-04	7,10E-05	6,15E-04	1,45E-04	6,08E-04	1,36E-04	1,18E-04	4,07E-05	1,85E+03	1,83E+03	2,02E+03	1833,93	199,858	
29,00	4,69E-04	4,94E-04	2,48E-05	5,89E-04	9,98E-05	5,99E-04	1,30E-04	8,48E-05	5,43E-05	2,02E+03	1,76E+03	1,65E+03	1810,46	192,574	
30,00	4,69E-04	5,17E-04	4,71E-05	5,08E-04	3,87E-05	5,82E-04	9,23E-05	5,94E-05	2,88E-05	1,94E+03	1,97E+03	1,67E+03	1857,47	184,461	
31,00	4,69E-04	5,28E-04	5,88E-05	4,80E-04	1,06E-05	5,82E-04	9,27E-05	7,70E-05	4,28E-05	1,73E+03	2,01E+03	1,82E+03	1850,36	143,705	
32,00	4,69E-04	5,79E-04	1,10E-04	4,98E-04	2,88E-05	5,82E-04	9,27E-05	7,70E-05	4,28E-05	1,73E+03	2,01E+03	1,82E+03	1850,36	143,705	
33,00	4,69E-04	5,40E-04	7,04E-05	5,58E-04	8,83E-05	5,29E-04	5,96E-05	7,28E-05	1,45E-05	1,85E+03	1,79E+03	1,78E+03	1806,02	38,9403	
34,00	4,69E-04	4,72E-04	2,75E-06	5,70E-04	1,01E-04	5,52E-04	8,26E-05	6,20E-05	5,21E-05	2,12E+03	1,75E+03	1,69E+03	1820,61	183,827	
35,00	4,69E-04	5,11E-04	4,12E-05	6,08E-04	1,36E-04	4,93E-04	2,38E-05	6,72E-05	6,06E-05	1,96E+03	1,65E+03	1,81E+03	1806,80	154,032	
36,00	4,69E-04	5,49E-04	7,98E-05	5,65E-04	9,58E-05	5,61E-04	9,12E-05	8,89E-05	6,21E-06	1,82E+03	1,77E+03	2,03E+03	1872,22	136,32	
37,00	4,69E-04	5,14E-04	4,46E-05	5,47E-04	7,76E-05	5,52E-04	8,24E-05	6,82E-05	2,05E-05	1,95E+03	1,83E+03	1,78E+03	1852,27	83,492	
38,00	4,69E-04	5,63E-04	9,35E-05	5,81E-04	1,11E-04	5,33E-04	6,34E-05	8,95E-05	2,43E-05	1,78E+03	1,72E+03	1,81E+03	1769,96	45,7269	
39,00	4,69E-04	5,80E-04	1,11E-04	5,01E-04	3,20E-05	5,18E-04	4,82E-05	6,36E-06	4,15E-06	1,72E+03	1,99E+03	1,88E+03	1864,90	135,481	
40,00	4,69E-04	5,90E-04	1,20E-04	5,39E-04	6,94E-05	5,07E-04	3,77E-05	7,58E-05	4,16E-05	1,70E+03	1,86E+03	1,93E+03	1827,82	120,3	
41,00	4,69E-04	5,61E-04	9,16E-05	4,90E-04	2,01E-05	5,91E-04	1,22E-04	7,77E-05	5,22E-05	1,78E+03	2,04E+03	1,97E+03	1932,32	134,61	
42,00	4,69E-04	5,81E-04	1,12E-04	5,27E-04	5,74E-05	5,32E-04	6,25E-05	7,72E-05	3,00E-05	1,72E+03	1,90E+03	1,89E+03	1770,20	111,597	
43,00	4,69E-04	5,81E-04	1,11E-04	5,50E-04	8,07E-05	5,81E-04	1,12E-04	1,01E-04	1,78E-05	1,72E+03	1,82E+03	1,88E+03	1806,45	79,7016	
44,00	4,69E-04	6,15E-04	1,46E-04	5,79E-04	1,09E-04	5,63E-04	9,34E-05	1,16E-04	2,67E-05	1,83E+03	1,73E+03	1,72E+03	1891,68	57,0052	
45,00	4,69E-04	5,70E-04	1,01E-04	5,30E-04	6,03E-05	4,95E-04	2,59E-05	6,22E-05	3,74E-05	1,75E+03	1,89E+03	1,78E+03	1806,30	71,4574	
46,00	4,69E-04	5,71E-04	1,01E-04	5,22E-04	5,22E-05	6,30E-04	6,03E-05	7,12E-05	2,63E-05	1,75E+03	1,82E+03	1,89E+03	1895,99	134,624	
47,00	4,69E-04	5,38E-04	6,88E-05	5,49E-04	7,98E-05	6,20E-04	1,50E-04	9,88E-05	4,43E-05	1,86E+03	1,82E+03	1,89E+03	1855,74	33,7181	
48,00	4,69E-04	5,39E-04	6,98E-05	5,53E-04	8,33E-05	5,71E-04	1,01E-04	8,48E-05	1,58E-05	1,85E+03	1,81E+03	1,81E+03	1758,99	128,045	
49,00	4,69E-04	5,70E-04	1,01E-04	5,17E-04	4,75E-05	5,06E-04	3,89E-05	6,16E-05	3,41E-05	1,75E+03	1,93E+03	1,75E+03	1813,57	104,524	
50,00	4,69E-04	4,71E-04	1,25E-06	5,71E-04	1,02E-04	5,83									

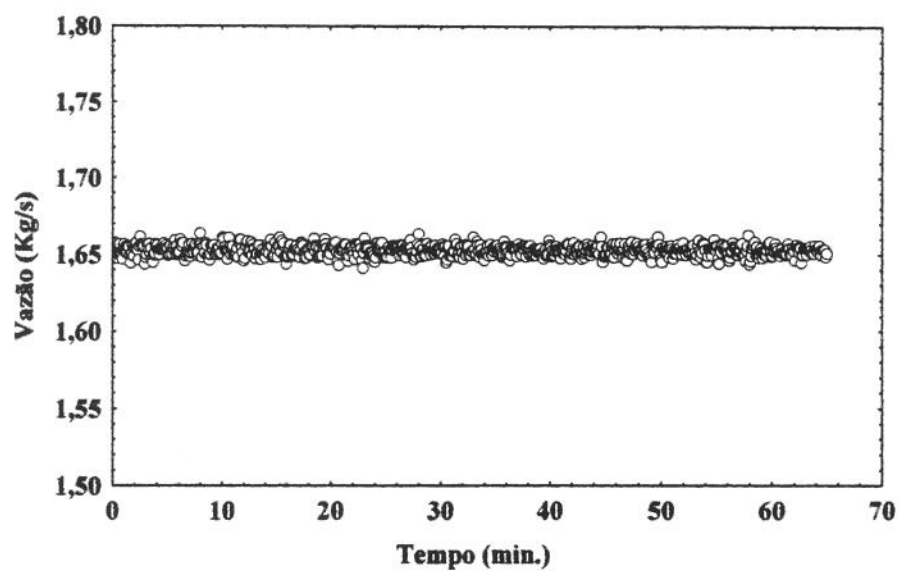
Apêndice 9 – Temperatura durante a pasteurização do Ovo Integral (*Lote 1110926)



	N	Média	Mínimo	Máximo	Desvio Padrão
TIC_0037	781	64,01	63,83	64,71	0,111925
TI_0039	781	63,59	63,37	64,95	0,267128
TI_0040	781	2,47	2,28	2,78	0,109679
TI_0038	781	6,89	6,77	7,55	0,085484

* Foi selecionada uma pasteurização da triplicata para visualização de todas as temperaturas registradas.

Apêndice 10 – Vazão durante a pasteurização do Ovo Integral (*Lote 1110926)



	N	Média	Mínimo	Máximo	Desvio Padrão
VAZÃO	781	1,65	1,64	1,66	0,003447

* Foi selecionada uma pasteurização da triplicata para visualização da vazão registrada.

Apêndice 11 – Cálculos da Resistência térmica e Coeficiente Global de Transferência de Calor de cada pasteurização do ovo Integral

Produto: Ovo Integral Líquido
 Lote de produção: 1110424
 Análises Físico-Químicas: % sol = 23,6

Ovo Integral	água
cp = J/kg.K	4184,1
% sol =	23,6
% regeneração	0,8
K =	273,15
At (°C)	3,5
densidade	1,035

Tempo (min)	Rf (m2.K / w)	1 / Ui	1 / Uf	U (w / m2.K)	q (W)	A (m2)	Atentd	m (kg/s)	cp(J/kg.K)	Ab-Tpa-Tpe	At1	At2	tac (K)	tps (K)	tac (K)	tps (K)	A = tpe-tac
0,00	0,00011	0,00048	0,00057	1758,77	80347,83	21,06	2,17	1,65	3690,38	13,21	0,13	9,42	337,40	337,27	333,48	324,08	3,92
0,08	0,00007	0,00048	0,00053	1871,86	80474,42	21,06	2,04	1,65	3690,38	13,20	0,10	9,37	337,39	337,29	333,48	324,09	3,93
0,17	0,00006	0,00048	0,00052	1915,83	80730,49	21,06	2,00	1,65	3690,38	13,24	0,08	9,39	337,40	337,31	333,48	324,07	3,94
0,25	0,00006	0,00048	0,00052	1910,32	80466,45	21,06	2,00	1,65	3690,38	13,22	0,08	9,38	337,39	337,30	333,48	324,08	3,93
0,33	0,00007	0,00048	0,00053	1869,67	80654,66	21,06	2,05	1,65	3690,38	13,25	0,10	9,41	337,40	337,30	333,46	324,05	3,94
0,42	0,00007	0,00048	0,00053	1869,99	80501,89	21,06	2,04	1,65	3690,38	13,21	0,10	9,38	337,40	337,30	333,47	324,09	3,93
0,50	0,00000	0,00048	0,00048	2162,47	80886,85	21,06	1,78	1,66	3690,38	13,24	0,05	9,34	337,40	337,35	333,45	324,11	3,95
0,58	0,00014	0,00048	0,00080	1657,82	80413,88	21,06	2,30	1,65	3690,38	13,17	0,17	9,42	337,44	337,27	333,51	324,10	3,93
0,67	0,00014	0,00048	0,00080	1663,79	80612,80	21,06	2,30	1,66	3690,38	13,17	0,17	9,40	337,44	337,27	333,50	324,10	3,94
0,75	0,00014	0,00048	0,00081	1651,61	79917,04	21,06	2,30	1,65	3690,38	13,12	0,17	9,39	337,43	337,28	333,53	324,14	3,90
0,83	0,00009	0,00048	0,00058	1800,32	80310,77	21,06	2,12	1,66	3690,38	13,15	0,12	9,34	337,41	337,29	333,49	324,14	3,92
0,92	0,00008	0,00048	0,00054	1835,48	80237,46	21,06	2,08	1,66	3690,38	13,13	0,11	9,33	337,40	337,29	333,48	324,16	3,92
1,00	0,00005	0,00048	0,00051	1856,75	80042,23	21,06	1,94	1,65	3690,38	13,15	0,08	9,32	337,38	337,30	333,47	324,15	3,91
2,00	0,00007	0,00048	0,00053	1877,49	79916,50	21,06	2,02	1,66	3690,38	13,05	0,10	9,25	337,37	337,27	333,47	324,22	3,80
3,00	0,00004	0,00048	0,00050	2003,09	78924,84	21,06	1,87	1,65	3690,38	12,98	0,07	9,20	337,37	337,30	333,52	324,32	3,85
4,00	0,00011	0,00048	0,00057	1750,69	77730,54	21,06	2,11	1,95	3690,38	12,75	0,13	9,08	337,37	337,24	333,57	324,49	3,80
5,00	0,00008	0,00048	0,00055	1829,45	78117,87	21,06	2,03	1,66	3690,38	12,76	0,11	9,05	337,39	337,28	333,58	324,52	3,81
6,00	0,00009	0,00048	0,00055	1814,32	77367,90	21,06	2,02	1,65	3690,38	12,70	0,11	9,04	337,38	337,25	333,58	324,55	3,78
7,00	0,00005	0,00048	0,00051	1944,28	77273,01	21,06	1,89	1,65	3690,38	12,68	0,08	8,99	337,32	337,24	333,55	324,58	3,77
8,00	0,00011	0,00048	0,00057	1744,89	78812,42	21,06	2,09	1,65	3690,38	12,60	0,13	8,98	337,29	337,16	333,54	324,56	3,75
9,00	0,00009	0,00048	0,00055	1821,47	77068,78	21,06	2,01	1,66	3690,38	12,60	0,11	8,95	337,28	337,15	333,50	324,55	3,78
10,00	0,00008	0,00048	0,00054	1880,27	77164,32	21,06	1,97	1,66	3690,38	12,62	0,10	8,95	337,28	337,18	333,51	324,56	3,77
11,00	0,00012	0,00048	0,00059	1707,80	78345,52	21,06	2,12	1,65	3690,38	12,58	0,14	8,97	337,26	337,12	333,53	324,56	3,73
12,00	0,00014	0,00048	0,00080	1669,90	77193,39	21,06	2,19	1,66	3690,38	12,62	0,16	9,01	337,28	337,12	333,51	324,50	3,77
13,00	0,00011	0,00048	0,00057	1743,41	78974,45	21,06	2,10	1,65	3690,38	12,65	0,13	9,02	337,26	337,13	333,50	324,48	3,78
14,00	0,00013	0,00048	0,00059	1690,91	77222,07	21,06	2,17	1,65	3690,38	12,68	0,15	9,04	337,28	337,11	333,49	324,45	3,77
15,00	0,00008	0,00048	0,00055	1830,10	78035,75	21,06	2,02	1,66	3690,38	12,74	0,11	9,04	337,27	337,18	333,48	324,42	3,81
16,00	0,00007	0,00048	0,00054	1883,65	77872,31	21,06	1,98	1,66	3690,38	12,74	0,10	9,04	337,28	337,16	333,46	324,42	3,80
17,00	0,00011	0,00048	0,00057	1752,89	77223,10	21,06	2,09	1,66	3690,38	12,63	0,13	8,99	337,23	337,10	333,46	324,47	3,77
18,00	0,00010	0,00048	0,00056	1779,78	77585,80	21,06	2,07	1,65	3690,38	12,74	0,12	8,97	337,26	337,14	333,47	324,40	3,79
19,00	0,00012	0,00048	0,00058	1710,37	77141,42	21,06	2,14	1,65	3690,38	12,70	0,14	9,07	337,28	337,12	333,49	324,42	3,77
20,00	0,00012	0,00048	0,00058	1722,80	77463,91	21,06	2,14	1,66	3690,38	12,68	0,14	9,04	337,25	337,11	333,47	324,43	3,78
21,00	0,00012	0,00048	0,00058	1722,68	77379,58	21,06	2,13	1,66	3690,38	12,66	0,14	9,03	337,24	337,10	333,46	324,44	3,78
22,00	0,00011	0,00048	0,00057	1752,51	77629,86	21,06	2,10	1,65	3690,38	12,72	0,13	9,05	337,25	337,12	333,46	324,40	3,79
23,00	0,00012	0,00048	0,00058	1723,23	77549,42	21,06	2,14	1,66	3690,38	12,69	0,14	9,05	337,26	337,12	333,47	324,43	3,79
24,00	0,00015	0,00048	0,00061	1639,77	77435,30	21,06	2,24	1,65	3690,38	12,70	0,17	9,09	337,29	337,12	333,51	324,42	3,78
25,00	0,00016	0,00048	0,00063	1585,82	77677,79	21,06	2,31	1,65	3690,38	12,75	0,19	9,14	337,34	337,15	333,55	324,40	3,79
26,00	0,00011	0,00048	0,00058	1738,41	77347,67	21,06	2,11	1,64	3690,38	12,75	0,13	9,11	337,29	337,16	333,51	324,41	3,78
27,00	0,00011	0,00048	0,00057	1757,31	77791,40	21,06	2,11	1,66	3690,38	12,75	0,13	9,08	337,27	337,14	333,46	324,39	3,81
28,00	0,00008	0,00048	0,00054	1858,99	77859,20	21,06	1,99	1,65	3690,38	12,76	0,10	9,08	337,28	337,18	333,48	324,42	3,80
29,00	0,00015	0,00048	0,00062	1620,82	77595,78	21,06	2,27	1,65	3690,38	12,71	0,18	9,10	337,29	337,11	333,50	324,40	3,79
30,00	0,00012	0,00048	0,00058	1711,40	77335,79	21,06	2,15	1,65	3690,38	12,73	0,14	9,10	337,31	337,17	333,53	324,44	3,78
31,00	0,00011	0,00048	0,00057	1750,80	77874,18	21,06	2,11	1,65	3690,38	12,78	0,13	9,10	337,32	337,19	333,52	324,41	3,80
32,00	0,00015	0,00048	0,00061	1638,65	77454,48	21,06	2,24	1,65	3690,38	12,72	0,17	9,10	337,31	337,14	333,53	324,42	3,78
33,00	0,00014	0,00048	0,00060	1666,35	77846,50	21,06	2,21	1,65	3690,38	12,73	0,16	9,10	337,31	337,15	333,52	324,42	3,79
34,00	0,00017	0,00048	0,00063	1579,47	77840,07	21,06	2,34	1,65	3690,38	12,75	0,20	9,15	337,35	337,15	333,55	324,40	3,80
35,00	0,00014	0,00048	0,00060	1670,61	77807,29	21,06	2,21	1,66	3690,38	12,73	0,16	9,10	337,33	337,17	333,53	324,44	3,80
36,00	0,00017	0,00048	0,00063	1586,25	77029,48	21,06	2,31	1,65	3690,38	12,69	0,19	9,12	337,32	337,13	333,56	324,44	3,78
37,00	0,00022	0,00048	0,00069	1457,91	77347,75	21,06	2,52	1,66	3690,38	12,65	0,27	9,14	337,35	337,08	333,57	324,43	3,78
38,00	0,00019	0,00048	0,00066	1522,99	77505,49	21,06	2,42	1,66	3690,38	12,68	0,23	9,12	337,33	337,10	333,55	324,42	3,78
39,00	0,00016	0,00048	0,00062	1613,49	77112,13	21,06	2,27	1,65	3690,38	12,66	0,18	9,08	337,31	337,13	333,55	324,47	3,76
40,00	0,00019	0,00048	0,00065	1538,32	77541,84	21,06	2,39	1,65	3690,38	12,71	0,22	9,14	337,34	337,12	333,55	324,41	3,79
41,00	0,00018	0,00048	0,00065	1547,18	77675,18	21,06	2,38	1,66	3690,38	12,66	0,22	9,09	337,34	337,12	333,55	324,46	3,79
42,00	0,00014	0,00048	0,00060	1669,47	77467,59	21,06	2,20	1,66	3690,38	12,67	0,16	9,05	337,29	337,13	333,51	324,46	3,78
43,00	0,00019	0,00048	0,00065	1540,30	77490,80	21,06	2,39	1,66	3690,38	12,68	0,22	9,12	337,34	337,12	333,56	324,44	3,78
44,00	0,00017	0,00048	0,00063	1675,72	77288,78	21,06	2,33	1,65	3690,38	12,66	0,20	9,09	337,31	337,11	333,54	324,45	3,77
45,00	0,00020	0,00048	0,00														

55.00	0.00023	0.00046	0.00070	1436.16	74694.54	21.06	2.47	1.65	3690.38	12.28	0.27	8.90	337.46	337.19	333.81	324.91	3.65
56.00	0.00020	0.00046	0.00066	1510.18	75337.04	21.06	2.37	1.66	3690.38	12.33	0.23	8.89	337.47	337.24	333.79	324.91	3.68
57.00	0.00016	0.00046	0.00062	1619.25	75992.83	21.06	2.23	1.66	3690.38	12.39	0.18	8.86	337.43	337.25	333.72	324.85	3.71
58.00	0.00024	0.00046	0.00070	1421.94	74599.73	21.06	2.49	1.65	3690.38	12.26	0.28	8.90	337.43	337.15	333.79	324.89	3.64
59.00	0.00023	0.00046	0.00069	1443.89	74790.40	21.06	2.46	1.66	3690.38	12.24	0.27	8.85	337.35	337.08	333.70	324.84	3.65
60.00	0.00023	0.00046	0.00069	1452.04	74217.70	21.06	2.43	1.65	3690.38	12.17	0.26	8.81	337.32	337.06	333.70	324.89	3.62
61.00	0.00022	0.00046	0.00069	1455.34	74154.08	21.06	2.42	1.66	3690.38	12.13	0.26	8.77	337.41	337.15	333.79	325.02	3.62
62.00	0.00025	0.00046	0.00072	1395.00	74277.93	21.06	2.53	1.65	3690.38	12.19	0.30	8.86	337.45	337.15	333.82	324.96	3.63
63.00	0.00020	0.00046	0.00066	1506.40	74989.23	21.06	2.36	1.65	3690.38	12.29	0.23	8.86	337.44	337.21	333.78	324.92	3.66
64.00	0.00018	0.00046	0.00064	1565.22	75357.08	21.06	2.29	1.65	3690.38	12.35	0.20	8.87	337.43	337.23	333.75	324.88	3.68
65.00	0.00016	0.00046	0.00063	1594.44	75743.28	21.06	2.26	1.66	3690.38	12.36	0.19	8.86	337.39	337.20	333.69	324.84	3.70

Produto: Ovo Integral Líquido

Lote de produção: 1120501

Análises Físico-Químicas: % sol = 23,6

Ovo integral	água
cp = J/kg K	4184,1
m (kg/s)	5,55
% sol =	23,60
% regeneração	0,8
K =	273,15
densidade	1,035

Tempo (min)	Rf (m ² .K / w)	1 / U _i	1 / U _f	U (w / m ² .K)	q (W)	A (m ²)	Atimtd	m (kg/s)	cp (J/kg.K)	At= Tps-Tpe	At1	At2	tae (K)	tps (K)	tas (K)	tpe (K)	A =tae-tas
0.00	0.00013	0.00054	0.00067	1491.27	74802.61	21.06	2.36	1.66	3690.38	12.24	0.24	8.83	337.29	337.05	333.64	324.81	3.65
0.06	0.00012	0.00054	0.00066	1518.80	74744.93	21.06	2.34	1.65	3690.38	12.28	0.22	8.85	337.33	337.11	333.68	324.83	3.65
0.17	0.00010	0.00054	0.00064	1553.88	75638.33	21.06	2.31	1.66	3690.38	12.32	0.21	8.84	337.37	337.16	333.68	324.84	3.69
0.25	0.00002	0.00054	0.00056	1785.54	75921.85	21.06	2.02	1.66	3690.38	12.38	0.12	8.79	337.37	337.25	333.66	324.87	3.71
0.33	0.00001	0.00054	0.00055	1812.97	75478.47	21.06	1.98	1.66	3690.38	12.34	0.11	8.76	337.34	337.23	333.65	324.89	3.69
0.42	0.00001	0.00054	0.00055	1812.97	75478.47	21.06	1.98	1.66	3690.38	12.34	0.11	8.76	337.34	337.23	333.65	324.89	3.69
0.50	0.00001	0.00054	0.00055	1812.97	75478.47	21.06	1.98	1.66	3690.38	12.34	0.11	8.76	337.34	337.23	333.65	324.89	3.69
0.58	0.00006	0.00054	0.00060	1662.03	75543.89	21.06	2.16	1.66	3690.38	12.34	0.16	8.81	337.40	337.24	333.71	324.90	3.69
0.67	0.00000	0.00054	0.00054	1852.31	75612.12	21.06	1.94	1.66	3690.38	12.36	0.10	8.77	337.38	337.26	333.69	324.92	3.69
0.75	0.00004	0.00054	0.00058	1711.61	75422.58	21.06	2.09	1.66	3690.38	12.35	0.14	8.81	337.40	337.26	333.72	324.91	3.68
0.83	0.00002	0.00054	0.00056	1772.45	75188.78	21.06	2.01	1.65	3690.38	12.31	0.12	8.76	337.38	337.26	333.71	324.95	3.67
0.92	0.00004	0.00054	0.00058	1733.94	75137.11	21.06	2.06	1.65	3690.38	12.34	0.13	8.80	337.41	337.28	333.74	324.94	3.67
1.00	0.00003	0.00054	0.00057	1769.60	75541.87	21.06	2.03	1.65	3690.38	12.40	0.12	8.83	337.41	337.29	333.72	324.89	3.69
2.00	0.00003	0.00054	0.00057	1744.14	74251.09	21.06	2.02	1.63	3690.38	12.31	0.12	8.80	337.33	337.21	333.70	324.90	3.63
3.00	0.00011	0.00054	0.00065	1538.38	72157.84	21.06	2.23	1.64	3690.38	11.89	0.20	8.57	337.35	337.05	333.73	325.16	3.52
4.00	0.00008	0.00054	0.00062	1604.10	75118.18	21.06	2.22	1.65	3690.38	12.33	0.18	8.84	337.30	337.12	333.63	324.79	3.67
5.00	-0.00002	0.00054	0.00052	1938.57	75358.85	21.06	1.85	1.65	3690.38	12.34	0.08	8.74	337.25	337.17	333.57	324.83	3.68
6.00	-0.00002	0.00054	0.00052	1924.91	74233.05	21.06	1.83	1.65	3690.38	12.20	0.08	8.66	337.34	337.26	333.72	325.06	3.62
7.00	0.00003	0.00054	0.00057	1759.20	74362.81	21.06	2.01	1.65	3690.38	12.23	0.12	8.72	337.34	337.22	333.71	324.99	3.63
8.00	0.00003	0.00054	0.00057	1747.95	75280.82	21.06	2.05	1.66	3690.38	12.28	0.13	8.73	337.34	337.21	333.66	324.93	3.68
9.00	0.00003	0.00054	0.00057	1786.44	74210.45	21.06	1.99	1.65	3690.38	12.16	0.12	8.65	337.27	337.15	333.65	324.99	3.62
10.00	0.00005	0.00054	0.00059	1702.14	73977.87	21.06	2.06	1.65	3690.38	12.12	0.14	8.85	337.30	337.16	333.69	325.04	3.61
11.00	-0.00002	0.00054	0.00052	1937.55	74268.68	21.06	1.82	1.65	3690.38	12.14	0.08	8.59	337.27	337.19	333.64	325.05	3.63
12.00	0.00000	0.00054	0.00054	1842.76	73802.52	21.06	1.90	1.66	3690.38	12.07	0.10	8.56	337.25	337.15	333.65	325.08	3.60
13.00	0.00004	0.00054	0.00058	1727.59	73606.81	21.06	2.02	1.65	3690.38	12.08	0.13	8.61	337.24	337.11	333.65	325.03	3.59
14.00	0.00005	0.00054	0.00059	1700.96	73649.46	21.06	2.06	1.65	3690.38	12.06	0.14	8.61	337.26	337.12	333.66	325.06	3.60
15.00	0.00004	0.00054	0.00058	1737.00	73829.21	21.06	2.02	1.66	3690.38	12.06	0.13	8.59	337.23	337.10	333.63	325.04	3.60
16.00	0.00006	0.00054	0.00060	1678.67	74059.39	21.06	2.09	1.66	3690.38	12.11	0.15	8.64	337.29	337.14	333.67	325.03	3.62
17.00	0.00004	0.00054	0.00058	1720.82	73368.96	21.06	2.03	1.65	3690.38	12.08	0.13	8.62	337.26	337.13	333.68	325.05	3.58
18.00	0.00005	0.00054	0.00059	1707.97	74279.62	21.06	2.07	1.66	3690.38	12.14	0.14	8.66	337.30	337.16	333.67	325.02	3.63
19.00	0.00005	0.00054	0.00059	1703.90	74005.51	21.06	2.06	1.66	3690.38	12.12	0.14	8.64	337.29	337.15	333.68	325.03	3.61
20.00	0.00006	0.00054	0.00060	1676.96	74092.31	21.06	2.10	1.66	3690.38	12.13	0.15	8.66	337.33	337.18	333.71	325.05	3.62
21.00	0.00008	0.00054	0.00062	1623.58	73567.39	21.06	2.15	1.66	3690.38	12.04	0.17	8.62	337.30	337.13	333.71	325.09	3.59
22.00	0.00007	0.00054	0.00061	1642.81	73484.90	21.06	2.12	1.65	3690.38	12.06	0.16	8.63	337.28	337.12	333.69	325.08	3.59
23.00	0.00007	0.00054	0.00061	1643.24	73618.35	21.06	2.13	1.65	3690.38	12.08	0.16	8.65	337.34	337.18	333.75	325.10	3.59
24.00	0.00007	0.00054	0.00061	1645.27	73706.85	21.06	2.13	1.65	3690.38	12.09	0.16	8.65	337.34	337.18	333.74	325.09	3.60
25.00	0.00007	0.00054	0.00061	1627.75	73610.92	21.06	2.15	1.66	3690.38	12.02	0.17	8.59	337.31	337.14	333.72	325.12	3.59
26.00	0.00003	0.00054	0.00057	1756.24	73454.97	21.06	1.99	1.65	3690.38	12.07	0.12	8.61	337.28	337.16	333.69	325.09	3.59
27.00	0.00007	0.00054	0.00061	1640.91	73252.19	21.06	2.12	1.65	3690.38	12.02	0.16	8.61	337.28	337.12	333.70	325.10	3.58
28.00	0.00007	0.00054	0.00061	1635.90	72953.76	21.06	2.12	1.65	3690.38	12.00	0.16	8.60	337.28	337.12	333.72	325.12	3.56
29.00	0.00008	0.00054	0.00062	1604.08	73318.68	21.06	2.17	1.66	3690.38	11.96	0.18	8.56	337.25	337.07	333.67	325.11	3.58
30.00	0.00010	0.00054	0.00064	1571.76	73336.88	21.06	2.22	1.65	3690.38	12.04	0.19	8.65	337.31	337.12	333.73	325.08	3.58
31.00	0.00009	0.00054	0.00063	1597.45	73295.91	21.06	2.18	1.65	3690.38	12.00	0.18	8.61	337.29	337.11	333.71	325.11	3.56
32.00	0.00014	0.00054	0.00068	1481.43	73041.81	21.06	2.34	1.66	3690.38	11.95	0.24	8.63	337.31	337.07	333.74	325.12	3.57
33.00	0.00009	0.00054	0.00063	1591.87	73140.88	21.06	2.18	1.65	3690.38	12.01	0.18	8.62	337.29	337.11	333.72	325.10	3.57
34.00	0.00005	0.00054	0.00059	1700.58	73636.67	21.06	2.06	1.65	3690.38	12.06	0.14	8.61	337.28	337.14	333.68	325.08	3.60
35.00	0.00009	0.00054	0.00063	1577.01	73708.34	21.06	2.22	1.65	3690.38	12.08	0.19	8.67	337.35	337.16	333.75	325.08	3.60
36.00	0.00007	0.00054	0.00061	1634.59	74193.60	21.06	2.16	1.65	3690.38	12.09	0.17	8.64	337.33	337.18	333.71	325.07	3.62
37.00	0.00008	0.00054	0.00062	1621.56	73527.37	21.06	2.15	1.65	3690.38	12.04	0.17	8.62	337.31	337.14	333.72	325.10	3.59
38.00	0.00009	0.00054	0.00063	1597.97	73767.83	21.06	2.19	1.65	3690.38	12.10	0.18	8.67	337.36	337.18	333.76	325.08	3.60
39.00	0.00008	0.00054	0.00062	1616.31	73613.16	21.06	2.16	1.65	3690.38	12.10	0.17	8.67	337.34	337.17	333.75	325.07	3.59
40.00	0.00013	0.00054	0.00067	1493.83	73069.42	21.06	2.32	1.65	3690.38	11.99	0.23	8.66	337.34	337.11	333.77	325.12	3.57
41.00	0.00008	0.00054	0.00062	1602.79	73729.09	21.06	2.18	1.66	3690.38	12.05	0.18	8.63	337.35	337.17	333.75	325.12	3.60
42.00	0.00013	0.00054	0.00067	1484.73	73350.36	21.06	2.35	1.66	3690.38	11.99	0.24	8.65	337.35	337.11	333.77	325.12	3.58
43.00	0.00010	0.00054	0.00064	1571.81	73505.55	21.06	2.22	1.65	3690.38	12.07	0.19	8.68	337.36	337.17	333.77	325.10	3.59
44.00	0.00011	0.00054	0.00065	1533.11	73219.51	21.06	2.27	1.65	3690.38	12.00	0.21						

50,00	0,00005	0,00054	0,00056	1702,34	75844,97	21,06	2,12	1,67	3690,38	12,31	0,15	8,75	337,28	337,13	333,58	324,82	3,70
51,00	0,00016	0,00054	0,00070	1419,74	74425,26	21,06	2,49	1,65	3690,38	12,24	0,28	8,89	337,25	336,97	333,62	324,73	3,63
52,00	0,00017	0,00054	0,00071	1409,78	74329,63	21,06	2,50	1,65	3690,38	12,19	0,29	8,85	337,21	336,92	333,58	324,73	3,63
53,00	0,00020	0,00054	0,00074	1353,35	73751,11	21,06	2,59	1,65	3690,38	12,11	0,33	8,84	337,21	336,86	333,61	324,77	3,60
54,00	0,00016	0,00054	0,00070	1427,53	74315,64	21,06	2,47	1,66	3690,38	12,15	0,28	8,80	337,27	336,99	333,64	324,84	3,63
55,00	0,00019	0,00054	0,00073	1373,02	74924,87	21,06	2,59	1,65	3690,38	12,29	0,32	8,95	337,30	336,98	333,64	324,69	3,66
56,00	0,00016	0,00054	0,00070	1431,47	75433,89	21,06	2,50	1,65	3690,38	12,35	0,28	8,95	337,24	336,96	333,56	324,61	3,68
57,00	0,00018	0,00054	0,00072	1394,51	76046,58	21,06	2,59	1,66	3690,38	12,45	0,31	9,06	337,32	337,01	333,61	324,56	3,71
58,00	0,00022	0,00054	0,00075	1310,18	76186,44	21,06	2,76	1,65	3690,38	12,51	0,38	9,17	337,45	337,07	333,73	324,56	3,72
59,00	0,00018	0,00054	0,00072	1385,04	76657,52	21,06	2,63	1,66	3690,38	12,55	0,32	9,13	337,45	337,13	333,71	324,58	3,74
60,00	0,00017	0,00054	0,00071	1409,15	76387,65	21,06	2,57	1,66	3690,38	12,51	0,30	9,08	337,39	337,09	333,66	324,58	3,73
61,00	0,00019	0,00054	0,00073	1379,02	76297,20	21,06	2,63	1,65	3690,38	12,53	0,32	9,12	337,48	337,16	333,75	324,63	3,73
62,00	0,00019	0,00054	0,00073	1386,17	76175,34	21,06	2,65	1,65	3690,38	12,51	0,33	9,12	337,45	337,12	333,73	324,61	3,72
63,00	0,00022	0,00054	0,00075	1324,58	75430,56	21,06	2,70	1,65	3690,38	12,41	0,36	9,09	337,43	337,07	333,75	324,66	3,68
64,00	0,00025	0,00054	0,00079	1261,31	75231,32	21,06	2,83	1,66	3690,38	12,31	0,43	9,06	337,45	337,02	333,78	324,71	3,67
65,00	0,00023	0,00054	0,00077	1294,74	75993,19	21,06	2,79	1,68	3690,38	12,42	0,40	9,11	337,48	337,08	333,77	324,66	3,71

Produto: Ovo Integral Líquido

Lote de produção: 1110926

Análises Físico-Químicas: % sol = 25,2

Ovo Integral	água
J/kg K	4184
m (kg/s)	5,55
cp (J/kg K)	3690,4
% sol =	25,20
% regeneração =	0,8
K =	273,15
densidade	1,035

Tempo (min)	Rf (m2.K / w)	1 / Ui	1 / Uf	U (w / m2.K)	q (W)	A (m2)	Altmed	m (kg/s)	cp (J/kg.K)	Atz Tps-Tpe	At1	At2	tac (K)	tps (K)	tas (K)	tpe (K)	A =tac-tas
0.00	0.00011	0.00049	0.00060	1664.43	74893.46	21.06	2.13	1.656	3656.90	12.33	0.15	8.84	337.99	337.84	334.34	325.51	3.65
0.08	0.00000	0.00049	0.00049	2034.77	74754.06	21.06	1.74	1.656	3656.90	12.34	0.06	8.75	337.92	337.86	334.27	325.52	3.65
0.17	0.00009	0.00049	0.00058	1723.25	74756.60	21.06	2.06	1.657	3656.90	12.34	0.13	8.82	337.94	337.81	334.29	325.47	3.65
0.25	0.00007	0.00049	0.00056	1790.50	74612.81	21.06	1.98	1.658	3656.90	12.31	0.11	8.78	337.89	337.78	334.25	325.47	3.64
0.33	0.00006	0.00049	0.00055	1823.68	74409.13	21.06	1.94	1.654	3656.90	12.30	0.10	8.77	337.87	337.77	334.24	325.47	3.63
0.42	0.00006	0.00049	0.00054	1855.91	74039.40	21.06	1.89	1.648	3656.90	12.29	0.09	8.76	337.84	337.75	334.23	325.46	3.61
0.50	0.00000	0.00049	0.00049	2023.19	74108.22	21.06	1.74	1.651	3656.90	12.28	0.06	8.72	337.80	337.74	334.18	325.46	3.62
0.58	0.00003	0.00049	0.00052	1914.84	74196.06	21.06	1.84	1.656	3656.90	12.25	0.08	8.71	337.77	337.69	334.15	325.44	3.62
0.67	0.00009	0.00049	0.00058	1717.93	73834.79	21.06	2.04	1.657	3656.90	12.19	0.13	8.71	337.76	337.63	334.16	325.44	3.60
0.75	0.00007	0.00049	0.00056	1777.66	73878.08	21.06	1.97	1.650	3656.90	12.24	0.11	8.74	337.75	337.64	334.14	325.40	3.61
0.83	0.00007	0.00049	0.00056	1776.04	73767.08	21.06	1.97	1.649	3656.90	12.23	0.11	8.74	337.72	337.61	334.12	325.38	3.60
0.92	0.00017	0.00049	0.00066	1513.86	73327.67	21.06	2.30	1.647	3656.90	12.17	0.21	8.80	337.75	337.54	334.17	325.37	3.58
1.00	0.00013	0.00049	0.00062	1604.85	73569.43	21.06	2.18	1.653	3656.90	12.17	0.17	8.75	337.71	337.54	334.12	325.37	3.59
2.00	0.00014	0.00049	0.00064	1573.26	71699.33	21.06	2.16	1.655	3656.90	11.85	0.18	8.53	337.51	337.33	334.01	325.48	3.50
3.00	0.00019	0.00049	0.00068	1474.83	66253.15	21.06	2.13	1.649	3656.90	10.99	0.21	7.97	337.55	337.34	334.32	326.35	3.23
4.00	0.00016	0.00049	0.00065	1525.55	67061.58	21.06	2.09	1.66	3656.90	11.08	0.19	7.99	337.69	337.50	334.42	326.42	3.27
5.00	0.00010	0.00049	0.00059	1686.94	68952.69	21.06	1.94	1.65	3656.90	11.40	0.13	8.17	337.59	337.46	334.22	326.06	3.37
6.00	0.00015	0.00049	0.00064	1558.40	59424.42	21.06	2.12	1.65	3656.90	11.49	0.18	8.28	337.45	337.27	334.06	325.78	3.39
7.00	0.00013	0.00049	0.00062	1611.53	69775.27	21.06	2.06	1.65	3656.90	11.52	0.16	8.27	337.26	337.10	333.85	325.58	3.41
8.00	0.00013	0.00049	0.00062	1620.41	69968.43	21.06	2.05	1.66	3656.90	11.50	0.16	8.24	337.19	337.03	333.77	325.53	3.42
9.00	0.00018	0.00049	0.00067	1498.99	69181.82	21.06	2.19	1.66	3656.90	11.42	0.21	8.26	337.25	337.04	333.87	325.62	3.38
10.00	0.00018	0.00049	0.00067	1484.56	69799.51	21.06	2.23	1.66	3656.90	11.52	0.22	8.33	337.32	337.10	333.91	325.58	3.41
11.00	0.00017	0.00049	0.00066	1506.31	70513.98	21.06	2.22	1.66	3656.90	11.65	0.21	8.41	337.34	337.13	333.90	325.48	3.44
12.00	0.00019	0.00049	0.00068	1461.45	70519.29	21.06	2.29	1.65	3656.90	11.71	0.23	8.50	337.29	337.06	333.85	325.35	3.44
13.00	0.00014	0.00049	0.00063	1594.36	71492.94	21.06	2.13	1.65	3656.90	11.82	0.17	8.50	337.24	337.07	333.75	325.25	3.49
14.00	0.00021	0.00049	0.00070	1432.60	70906.88	21.06	2.35	1.65	3656.90	11.76	0.25	8.55	337.29	337.04	333.83	325.26	3.46
15.00	0.00023	0.00049	0.00072	1393.84	71105.58	21.06	2.42	1.65	3656.90	11.75	0.28	8.57	337.32	337.04	333.85	325.28	3.47
16.00	0.00017	0.00049	0.00067	1503.57	71196.91	21.06	2.25	1.65	3656.90	11.81	0.21	8.54	337.34	337.13	333.86	325.32	3.48
17.00	0.00015	0.00049	0.00065	1548.75	71552.75	21.06	2.19	1.65	3656.90	11.83	0.19	8.53	337.32	337.13	333.83	325.30	3.49
18.00	0.00014	0.00049	0.00064	1572.15	71757.94	21.06	2.17	1.65	3656.90	11.87	0.18	8.55	337.31	337.13	333.81	325.26	3.50
19.00	0.00018	0.00049	0.00067	1492.40	71626.00	21.06	2.28	1.65	3656.90	11.84	0.22	8.56	337.36	337.14	333.86	325.30	3.50
20.00	0.00015	0.00049	0.00064	1568.20	71464.91	21.06	2.16	1.65	3656.90	11.84	0.18	8.53	337.32	337.14	333.83	325.30	3.49
21.00	0.00020	0.00049	0.00069	1440.09	71515.78	21.06	2.36	1.65	3656.90	11.83	0.25	8.59	337.36	337.13	333.89	325.30	3.49
22.00	0.00016	0.00049	0.00065	1530.37	71890.11	21.06	2.23	1.65	3656.90	11.90	0.20	8.59	337.39	337.19	333.88	325.29	3.51
23.00	0.00013	0.00049	0.00062	1617.35	71755.52	21.06	2.11	1.65	3656.90	11.88	0.16	8.54	337.34	337.18	333.84	325.30	3.50
24.00	0.00021	0.00049	0.00070	1430.53	70952.02	21.06	2.36	1.65	3656.90	11.79	0.25	8.58	337.39	337.14	333.93	325.35	3.46
25.00	0.00019	0.00049	0.00068	1471.81	71334.12	21.06	2.30	1.65	3656.90	11.80	0.23	8.55	337.37	337.14	333.89	325.34	3.48
26.00	0.00019	0.00049	0.00068	1459.94	71664.73	21.06	2.33	1.66	3656.90	11.83	0.24	8.58	337.40	337.16	333.90	325.33	3.50
27.00	0.00023	0.00049	0.00072	1380.15	71129.77	21.06	2.45	1.65	3656.90	11.75	0.29	8.58	337.40	337.11	333.93	325.35	3.47
28.00	0.00019	0.00049	0.00068	1469.56	72122.34	21.06	2.33	1.66	3656.90	11.85	0.24	8.57	337.43	337.19	333.91	325.34	3.52
29.00	0.00019	0.00049	0.00068	1472.41	71586.79	21.06	2.31	1.65	3656.90	11.85	0.23	8.59	337.40	337.17	333.90	325.32	3.50
30.00	0.00020	0.00049	0.00069	1454.24	71393.17	21.06	2.33	1.65	3656.90	11.82	0.24	8.58	337.41	337.17	333.92	325.35	3.49
31.00	0.00016	0.00049	0.00066	1525.84	71428.31	21.06	2.22	1.65	3656.90	11.83	0.20	8.55	337.37	337.17	333.88	325.34	3.49
32.00	0.00020	0.00049	0.00069	1455.12	71550.19	21.06	2.33	1.65	3656.90	11.85	0.24	8.59	337.42	337.18	333.93	325.33	3.50
33.00	0.00019	0.00049	0.00068	1465.49	71719.11	21.06	2.32	1.66	3656.90	11.80	0.24	8.54	337.43	337.19	333.93	325.39	3.49
34.00	0.00020	0.00049	0.00069	1450.04	71434.78	21.06	2.34	1.65	3656.90	11.85	0.24	8.62	337.43	337.19	333.94	325.33	3.49
35.00	0.00025	0.00049	0.00074	1357.77	71699.32	21.06	2.51	1.65	3656.90	11.85	0.31	8.66	337.46	337.15	333.96	325.30	3.50
36.00	0.00023	0.00049	0.00073	1377.36	71198.30	21.06	2.45	1.65	3656.90	11.80	0.29	8.61	337.44	337.15	333.96	325.35	3.48
37.00	0.00023	0.00049	0.00073	1378.53	71499.18	21.06	2.46	1.65	3656.90	11.85	0.29	8.65	337.47	337.18	333.98	325.33	3.49
38.00	0.00023	0.00049	0.00072	1382.86	71577.62	21.06	2.46	1.65	3656.90	11.83	0.29	8.63	337.44	337.15	333.95	325.32	3.49
39.00	0.00023	0.00049	0.00072	1381.58	71611.72	21.06	2.46	1.65	3656.90	11.85	0.29	8.65	337.46	337.17	333.96	325.32	3.50
40.00	0.00022	0.00049	0.00071	1400.60	71883.46	21.06	2.44	1.66	3656.90	11.87	0.28	8.64	337.46	337.18	333.95	325.31	3.51
41.00	0.00023	0.00049	0.00072	1389.40	71195.83	21.06	2.43	1.65	3656.90	11.81	0.28	8.62	337.41	337.13	333.93	325.32	3.48
42.00	0.00025	0.00049	0.00075	1340.47	71332.43	21.06	2.53	1.65	3656.90	11.81	0.32	8.65	337.46	337.14	333.98	325.33	3.48
43.00	0.00031	0.00049	0.00080	1251.06	71005.51	21.06	2.69	1.65	3656.90	11.77	0.40	8.70	337.51	337.11	334.04	325.34	3.47
44.00	0.00029	0.00049	0.00078	1286.69	71420.68	21.06	2.64	1.65	3656.90	11.81	0.37	8.69	337.51	337.14	334.02	325.33	3.49
45.00	0.00028	0.00049	0.00077	1302.20	71028.												

51.00	0.00030	0.00049	0.00079	1266.11	71408.59	21.06	2.68	1.65	3656.90	11.80	0.39	8.71	337.50	337.11	334.01	325.31	3.49
52.00	0.00028	0.00049	0.00077	1301.46	71630.53	21.06	2.61	1.66	3656.90	11.81	0.36	8.68	337.50	337.14	334.00	325.33	3.50
53.00	0.00029	0.00049	0.00078	1282.33	71450.54	21.06	2.64	1.65	3656.90	11.85	0.37	8.73	337.55	337.18	334.06	325.33	3.49
54.00	0.00031	0.00049	0.00080	1246.68	71528.57	21.06	2.72	1.65	3656.90	11.83	0.41	8.75	337.57	337.16	334.08	325.33	3.49
55.00	0.00028	0.00049	0.00077	1298.05	71745.46	21.06	2.62	1.65	3656.90	11.87	0.36	8.73	337.54	337.18	334.04	325.31	3.50
56.00	0.00030	0.00049	0.00079	1269.94	71834.63	21.06	2.69	1.66	3656.90	11.86	0.39	8.74	337.56	337.17	334.05	325.31	3.51
57.00	0.00031	0.00049	0.00080	1253.82	71512.42	21.06	2.71	1.65	3656.90	11.85	0.40	8.76	337.57	337.17	334.08	325.32	3.49
58.00	0.00030	0.00049	0.00080	1257.69	71250.82	21.06	2.69	1.64	3656.90	11.85	0.39	8.76	337.58	337.19	334.10	325.34	3.48
59.00	0.00030	0.00049	0.00080	1257.57	71650.55	21.06	2.71	1.65	3656.90	11.84	0.40	8.75	337.57	337.17	334.07	325.33	3.50
60.00	0.00030	0.00049	0.00079	1262.34	71390.62	21.06	2.69	1.65	3656.90	11.84	0.39	8.74	337.58	337.19	334.09	325.35	3.49
61.00	0.00032	0.00049	0.00082	1226.31	71369.72	21.06	2.76	1.66	3656.90	11.81	0.43	8.76	337.59	337.16	334.11	325.35	3.48
62.00	0.00032	0.00049	0.00082	1226.35	71261.93	21.06	2.76	1.65	3656.90	11.79	0.43	8.74	337.59	337.16	334.11	325.37	3.48
63.00	0.00031	0.00049	0.00080	1245.01	71106.10	21.06	2.71	1.65	3656.90	11.75	0.41	8.69	337.59	337.18	334.12	325.43	3.47
64.00	0.00032	0.00049	0.00081	1235.64	71142.14	21.06	2.73	1.65	3656.90	11.76	0.42	8.71	337.61	337.19	334.14	325.43	3.47
65.00	0.00032	0.00049	0.00081	1230.91	70620.17	21.06	2.72	1.6514	3656.90	11.69	0.42	8.67	337.63	337.21	334.18	325.52	3.45

Apêndice 12 – Cálculo dos valores médios da Resistência térmica e Coeficiente Global de transferência de Calor das pasteurizações do Ovo Integral

	1110424			1120501			1110926			1110424			1120501	1110926
Tempo (min)	1/Ui médio	1/Ui	Rf	1/Ui	Rf	1/Ui	Rf	Rf médio	desvpad Rf médio	U	U	U	U médio	desvpad U médio
0.00	4.98E-04	5.69E-04	1.06E-04	5.71E-04	1.31E-04	6.01E-04	1.09E-04	1.15E-04	1.33E-05	1.76E+03	1.49E+03	1.66E+03	1638.16	135.67
0.08	4.98E-04	5.34E-04	7.19E-05	5.58E-04	1.19E-04	4.91E-04	0.00E+00	6.35E-05	5.97E-05	1.87E+03	1.52E+03	2.03E+03	1808.41	263.74
0.17	4.98E-04	5.22E-04	5.95E-05	6.44E-04	1.04E-04	5.80E-04	6.88E-05	8.40E-05	2.25E-05	1.92E+03	1.55E+03	1.72E+03	1731.02	181.15
0.25	4.98E-04	5.23E-04	6.10E-05	5.60E-04	2.02E-05	5.59E-04	6.70E-05	4.94E-05	2.55E-05	1.91E+03	1.79E+03	1.79E+03	1828.85	70.77
0.33	4.98E-04	5.35E-04	7.24E-05	5.52E-04	1.17E-05	5.48E-04	5.69E-05	4.70E-05	3.15E-05	1.87E+03	1.81E+03	1.82E+03	1835.44	30.13
0.42	4.98E-04	5.35E-04	7.23E-05	5.52E-04	1.17E-05	5.39E-04	4.74E-05	4.38E-05	3.05E-05	1.87E+03	1.81E+03	1.86E+03	1846.29	29.70
0.50	4.98E-04	4.62E-04	0.00E+00	5.52E-04	1.17E-05	4.94E-04	2.81E-05	8.44E-06	6.12E-06	2.15E+03	1.81E+03	2.02E+03	1999.55	175.95
0.58	4.98E-04	6.03E-04	1.41E-04	6.02E-04	6.18E-05	5.22E-04	3.08E-05	7.78E-05	5.67E-05	1.66E+03	1.66E+03	1.91E+03	1744.90	147.19
0.67	4.98E-04	6.01E-04	1.39E-04	5.40E-04	0.00E+00	5.82E-04	9.08E-05	7.64E-05	7.04E-05	1.66E+03	1.85E+03	1.72E+03	1744.67	97.07
0.75	4.98E-04	6.05E-04	1.43E-04	5.64E-04	4.44E-05	5.63E-04	7.11E-05	8.62E-05	5.10E-05	1.65E+03	1.71E+03	1.78E+03	1713.63	63.05
0.83	4.98E-04	5.55E-04	9.30E-05	5.64E-04	2.43E-05	5.63E-04	7.16E-05	6.30E-05	3.52E-05	1.80E+03	1.77E+03	1.78E+03	1782.94	15.16
0.92	4.98E-04	5.45E-04	8.24E-05	5.77E-04	3.99E-05	6.61E-04	1.69E-04	9.61E-05	6.72E-05	1.84E+03	1.73E+03	1.51E+03	1694.43	164.41
1.00	4.98E-04	5.11E-04	4.86E-05	6.65E-04	2.52E-05	6.23E-04	1.32E-04	6.85E-05	5.59E-05	1.96E+03	1.77E+03	1.60E+03	1777.07	176.07
2.00	4.98E-04	5.33E-04	7.02E-05	5.73E-04	3.35E-05	6.36E-04	1.44E-04	8.26E-05	5.64E-05	1.88E+03	1.74E+03	1.57E+03	1731.63	152.90
3.00	4.98E-04	4.99E-04	3.68E-05	6.50E-04	1.10E-04	6.78E-04	1.87E-04	1.11E-04	7.49E-05	2.00E+03	1.54E+03	1.47E+03	1672.10	288.40
4.00	4.98E-04	5.71E-04	1.09E-04	6.23E-04	6.35E-05	6.56E-04	1.64E-04	1.19E-04	4.12E-05	1.75E+03	1.60E+03	1.53E+03	1625.76	114.27
5.00	4.98E-04	5.47E-04	8.42E-05	5.16E-04	-2.40E-05	5.93E-04	1.01E-04	5.38E-05	6.80E-05	1.83E+03	1.94E+03	1.69E+03	1618.32	126.18
6.00	4.98E-04	5.51E-04	8.87E-05	5.20E-04	-2.04E-05	6.42E-04	1.50E-04	7.29E-05	8.64E-05	1.81E+03	1.92E+03	1.58E+03	1765.88	138.00
7.00	4.98E-04	5.14E-04	5.19E-05	5.68E-04	2.88E-05	6.21E-04	1.29E-04	6.98E-05	5.26E-05	1.94E+03	1.76E+03	1.61E+03	1771.67	166.71
8.00	4.98E-04	5.73E-04	1.11E-04	5.72E-04	3.22E-05	6.17E-04	1.26E-04	8.95E-05	5.02E-05	1.74E+03	1.75E+03	1.62E+03	1704.42	72.77
9.00	4.98E-04	5.49E-04	8.66E-05	5.66E-04	2.62E-05	6.67E-04	1.76E-04	9.62E-05	7.52E-05	1.82E+03	1.77E+03	1.50E+03	1695.63	172.51
10.00	4.98E-04	5.38E-04	7.51E-05	5.87E-04	4.76E-05	6.74E-04	1.82E-04	1.02E-04	7.11E-05	1.86E+03	1.70E+03	1.48E+03	1682.32	188.64
11.00	4.98E-04	5.86E-04	1.23E-04	5.16E-04	-2.38E-05	6.64E-04	1.72E-04	9.08E-05	1.02E-04	1.71E+03	1.94E+03	1.51E+03	1717.22	215.77
12.00	4.98E-04	5.99E-04	1.36E-04	5.43E-04	2.80E-06	6.84E-04	1.93E-04	1.11E-04	9.76E-05	1.67E+03	1.84E+03	1.46E+03	1658.04	190.93
13.00	4.98E-04	5.74E-04	1.11E-04	5.79E-04	3.90E-05	6.27E-04	1.36E-04	9.53E-05	5.03E-05	1.74E+03	1.73E+03	1.59E+03	1688.45	81.87
14.00	4.98E-04	5.91E-04	1.29E-04	5.88E-04	4.80E-05	6.98E-04	2.07E-04	1.28E-04	7.93E-05	1.69E+03	1.70E+03	1.43E+03	1608.15	152.12
15.00	4.98E-04	5.46E-04	8.40E-05	5.76E-04	3.58E-05	7.17E-04	2.26E-04	1.15E-04	9.89E-05	1.83E+03	1.74E+03	1.39E+03	1653.95	229.77
16.00	4.98E-04	5.37E-04	7.41E-05	5.96E-04	5.58E-05	6.65E-04	1.74E-04	1.01E-04	8.34E-05	1.86E+03	1.68E+03	1.50E+03	1681.96	180.06
17.00	4.98E-04	5.71E-04	1.08E-04	5.81E-04	4.13E-05	6.45E-04	1.54E-04	1.01E-04	5.66E-05	1.75E+03	1.72E+03	1.55E+03	1674.42	109.14
18.00	4.98E-04	5.62E-04	9.94E-05	5.85E-04	4.59E-05	6.36E-04	1.45E-04	9.69E-05	4.96E-05	1.78E+03	1.71E+03	1.57E+03	1686.63	105.44
19.00	4.98E-04	5.85E-04	1.22E-04	5.87E-04	4.70E-05	6.70E-04	1.79E-04	1.16E-04	6.60E-05	1.71E+03	1.70E+03	1.49E+03	1635.55	124.02
20.00	4.98E-04	5.80E-04	1.18E-04	5.96E-04	5.65E-05	6.38E-04	1.46E-04	1.07E-04	4.59E-05	1.72E+03	1.68E+03	1.57E+03	1655.99	79.41
21.00	4.98E-04	5.80E-04	1.18E-04	6.18E-04	7.61E-05	6.94E-04	2.03E-04	1.32E-04	4.46E-05	1.72E+03	1.62E+03	1.44E+03	1595.45	143.38
22.00	4.98E-04	5.71E-04	1.08E-04	6.09E-04	6.88E-05	6.53E-04	1.62E-04	1.13E-04	4.68E-05	1.75E+03	1.64E+03	1.53E+03	1641.89	111.08
23.00	4.98E-04	5.80E-04	1.18E-04	6.09E-04	6.87E-05	6.18E-04	1.27E-04	1.04E-04	3.13E-05	1.72E+03	1.64E+03	1.62E+03	1661.28	55.20
24.00	4.98E-04	6.10E-04	1.47E-04	6.08E-04	6.79E-05	6.99E-04	2.08E-04	1.41E-04	7.00E-05	1.64E+03	1.65E+03	1.43E+03	1571.86	122.42
25.00	4.98E-04	6.27E-04	1.64E-04	6.14E-04	7.45E-05	6.79E-04	1.88E-04	1.42E-04	5.99E-05	1.60E+03	1.63E+03	1.47E+03	1565.13	82.38
26.00	4.98E-04	5.75E-04	1.13E-04	5.69E-04	2.95E-05	6.85E-04	1.94E-04	1.12E-04	8.20E-05	1.74E+03	1.76E+03	1.46E+03	1651.53	166.18
27.00	4.98E-04	5.69E-04	1.07E-04	6.09E-04	6.96E-05	7.25E-04	2.33E-04	1.36E-04	8.58E-05	1.75E+03	1.64E+03	1.38E+03	1592.79	193.13
28.00	4.98E-04	5.38E-04	7.52E-05	6.11E-04	7.14E-05	6.80E-04	1.89E-04	1.12E-04	6.68E-05	1.66E+03	1.64E+03	1.47E+03	1655.15	195.82
29.00	4.98E-04	6.17E-04	1.55E-04	6.23E-04	8.35E-05	6.79E-04	1.88E-04	1.42E-04	5.32E-05	1.62E+03	1.60E+03	1.47E+03	1565.77	81.28
30.00	4.98E-04	5.84E-04	1.22E-04	6.36E-04	9.64E-05	6.88E-04	1.96E-04	1.38E-04	5.19E-05	1.71E+03	1.57E+03	1.45E+03	1579.13	128.74
31.00	4.98E-04	5.71E-04	1.09E-04	6.26E-04	8.61E-05	6.55E-04	1.64E-04	1.20E-04	4.00E-05	1.75E+03	1.60E+03	1.53E+03	1624.70	114.93
32.00	4.98E-04	6.10E-04	1.48E-04	6.75E-04	1.35E-04	6.87E-04	1.96E-04	1.80E-04	3.20E-05	1.64E+03	1.48E+03	1.46E+03	1525.07	99.25
33.00	4.98E-04	6.00E-04	1.38E-04	6.28E-04	8.83E-05	6.82E-04	1.91E-04	1.39E-04	5.13E-05	1.67E+03	1.59E+03	1.47E+03	1574.57	101.54
34.00	4.98E-04	6.33E-04	1.71E-04	5.88E-04	4.82E-05	6.90E-04	1.98E-04	1.39E-04	7.99E-05	1.58E+03	1.70E+03	1.45E+03	1576.70	125.30
35.00	4.98E-04	5.99E-04	1.36E-04	6.34E-04	9.42E-05	7.37E-04	2.45E-04	1.58E-04	7.78E-05	1.67E+03	1.58E+03	1.38E+03	1535.13	160.57
36.00	4.98E-04	6.30E-04	1.68E-04	6.12E-04	7.19E-05	7.26E-04	2.35E-04	1.58E-04	8.18E-05	1.59E+03	1.63E+03	1.38E+03	1532.73	136.71
37.00	4.98E-04	6.88E-04	2.23E-04	6.17E-04	7.68E-05	7.25E-04	2.34E-04	1.78E-04	8.79E-05	1.49E+03	1.62E+03	1.38E+03	1486.00	123.93
38.00	4.98E-04	6.57E-04	1.94E-04	6.26E-04	8.59E-05	7.23E-04	2.32E-04	1.71E-04	7.57E-05	1.52E+03	1.60E+03	1.38E+03	1501.26	109.19
39.00	4.98E-04	6.20E-04	1.57E-04	6.19E-04	7.88E-05	7.24E-04	2.32E-04	1.56E-04	7.68E-05	1.61E+03	1.62E+03	1.38E+03	1537.13	134.71
40.00	4.98E-04	6.50E-04	1.88E-04	6.69E-04	1.30E-04	7.14E-04	2.23E-04	1.80E-04	4.70E-05	1.54E+03	1.49E+03	1.40E+03	1477.58	70.26
41.00	4.98E-04	6.46E-04	1.84E-04	6.24E-04	8.40E-05	7.20E-04	2.28E-04	1.65E-04	7.39E-05	1.55E+03	1.60E+03	1.39E+03	1513.12	110.70
42.00	4.98E-04	5.99E-04	1.37E-04	6.74E-04	1.34E-04	7.46E-04	2.55E-04	1.75E-04	6.90E-05	1.67E+03	1.48E+03	1.34E+03	1498.22	164.92
43.00	4.98E-04	6.49E-04	1.87E-04	6.38E-04	9.63E-05	7.99E-04	3.08E-04	1.97E-04	1.06E-04	1.54E+03	1.57E+03	1.25E+03	1454.39	176.79
44.00	4.98E-04	6.35E-04	1.72E-04	6.52E-04	1.12E-04	7.77E-04	2.86E-04	1.90E-04	8.80E-05	1.58E+03	1.53E+03	1.29E+03	1465.17	156.03
45.00	4.98E-04	6.61E-04	1.98E-04	6.18E-04	7.80E-05	7.68E-04	2.76E-04	1.84E-04	1.00E-04	1.51E+03	1.62E+03	1.30E+03	1478.06	161.08
46.00	4.98E-04	6.12E-04	1.50E-04	6.37E-04	9.71E-05	7.89E-04	2.98E-04	1.82E-04	1.04E-04	1.53E+03	1.57E+03	1.27E+03	1490.20	196.09
47.00	4.98E-04	6.79E-04	2.17E-04	6.48E-04	1.08E-04	7.88E-04	2.96E-04	2.07E-04	9.46E-05	1.47E+03	1.54E+03	1.27E+03	1428.61	142.45
48.00	4.98E-04	6.40E-04	1.78E-04	6.97E-04	1.57E-04	7.78E-04	2.86E-04	2.07E-04	6.93E-05	1.56E+03	1.43E+03	1.29E+03	1427.75	138.18
49.00	4.98E-04	5.99E-04	1.36E-04	6.65E-04	1.25E-04	7.54E-04	2.62E-04	1.75E-04	7.61E-05	1.67E+03	1.50E+03	1.33E+03	1500.25	172.00
50.00	4.98E-04	6.76E-04	2.14E-04	5.87E-04	4.76E-05	7.69E-04	2.78E-04	1.60E-04	1.19E-04	1.48E+03</				

58.00	4.98E-04	7.03E-04	2.41E-04	7.63E-04	2.23E-04	7.95E-04	3.04E-04	2.56E-04	4.22E-05	1.42E+03	1.31E+03	1.26E+03	1329.94	83.89
59.00	4.98E-04	6.93E-04	2.30E-04	7.22E-04	1.82E-04	7.95E-04	3.04E-04	2.39E-04	6.12E-05	1.44E+03	1.39E+03	1.26E+03	1362.17	95.24
60.00	4.98E-04	6.89E-04	2.26E-04	7.10E-04	1.70E-04	7.92E-04	3.01E-04	2.32E-04	6.57E-05	1.45E+03	1.41E+03	1.26E+03	1374.51	98.48
61.00	4.98E-04	6.87E-04	2.25E-04	7.25E-04	1.85E-04	8.15E-04	3.24E-04	2.45E-04	7.15E-05	1.46E+03	1.38E+03	1.23E+03	1353.56	116.62
62.00	4.98E-04	7.17E-04	2.54E-04	7.32E-04	1.92E-04	8.15E-04	3.24E-04	2.57E-04	5.80E-05	1.40E+03	1.37E+03	1.23E+03	1329.17	90.21
63.00	4.98E-04	6.64E-04	2.01E-04	7.55E-04	2.15E-04	8.03E-04	3.12E-04	2.43E-04	6.01E-05	1.51E+03	1.32E+03	1.25E+03	1358.66	133.99
64.00	4.98E-04	6.39E-04	1.76E-04	7.93E-04	2.53E-04	8.09E-04	3.18E-04	2.48E-04	7.08E-05	1.57E+03	1.26E+03	1.24E+03	1354.06	183.32
65.00	4.98E-04	6.27E-04	1.65E-04	7.72E-04	2.32E-04	8.12E-04	3.21E-04	2.39E-04	7.83E-05	1.58E+03	1.28E+03	1.23E+03	1373.35	194.10

	N	Média	Mínimo	Máximo	Desvio Padrão
RF	783	0,0001548	0,0000004843	0,0002795	0,00005753
U	783	1554,57	1288,32	1999,54	137,19

Apêndice 13 – Resumo do modelo ajustado por regressão e análise de variância (ANOVA) para a variável média da pressão das pasteurizações do ovo Integral

$$Y = 2,047 + 0,003 \cdot x$$

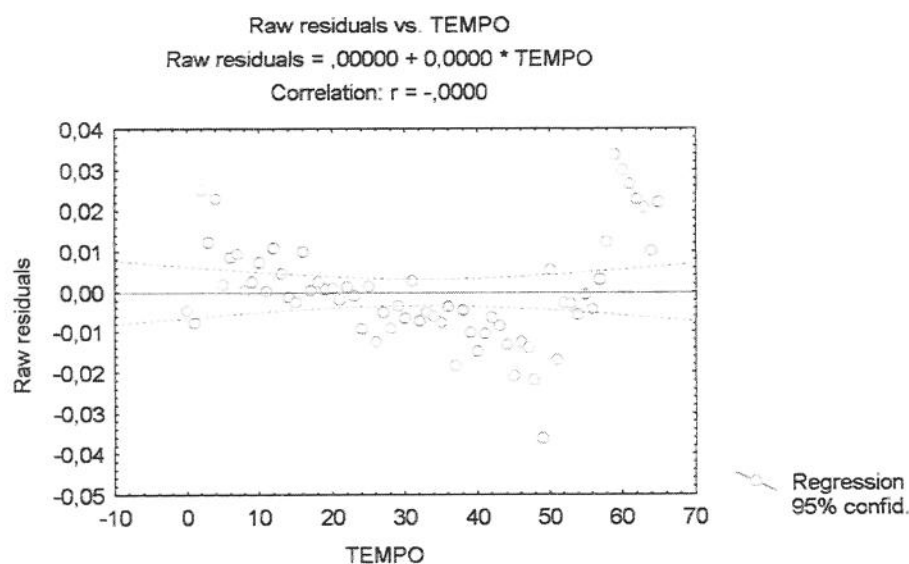
	R	Erro padrão de R	B	Erro padrão de B	t(64)	p-nível
Coeficiente linear (intercepto)			2,047437	0,003189	642,05	0,00
Tempo	0,980946	0,024285	0,003420	0,000085	40,39	0,00

ANOVA

	Soma Quadrática	Nº de graus de liberdade	Média Quadrática	F	p-nível
Regressão (R)	0,280015	1	0,280015	1631,610	0,00
Resíduos (r)	0,010984	64	0,000172		
Total (T)	0,290999				

$$R^2 = SQ_R/SQ_T = 0,96225548 \text{ (\% variação explicada)}$$

$$MQ_R/MQ_r = 1631,6$$



Apêndice 14 – Resumo do modelo ajustado por regressão e análise de variância (ANOVA) para a variável Resistência térmica das pasteurizações do ovo Integral

$$Y = 6,623e-5 + 2,73e-6 * x$$

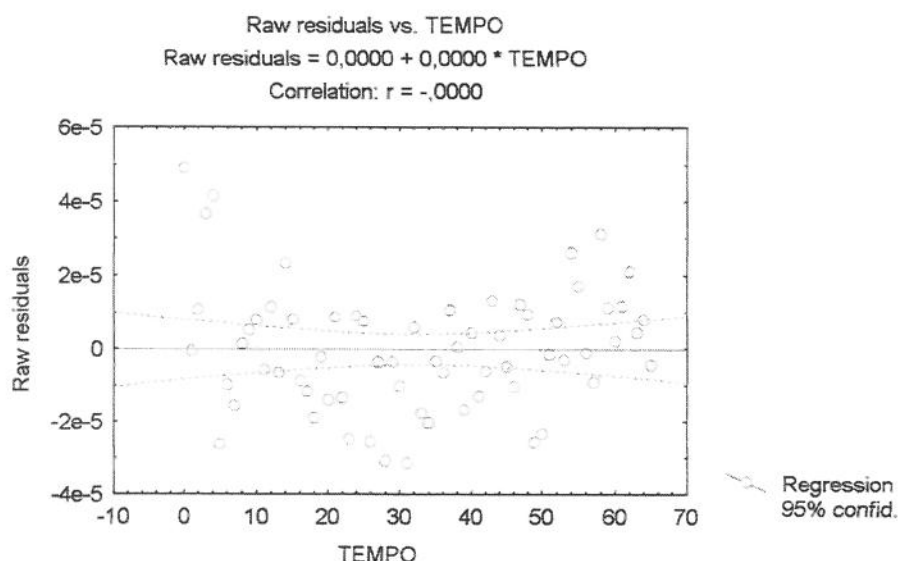
	R	Erro padrão de R	B	Erro padrão de B	t(64)	p-nível
Coefficiente linear (intercepto)			0,0000662252	0,00000409608	16,16	0,000000
Tempo	0,952808	0,037947	0,0000027301	0,00000010873	25,10	0,000000

ANOVA

	Soma Quadrática	Nº de graus de liberdade	Média Quadrática	F	p-nível
Regressão (R)	$1,7853 \cdot 10^{-7}$	1	$1,7853 \cdot 10^{-7}$	630,46	0,000000
Resíduos (r)	$1,81231 \cdot 10^{-8}$	64	$2,8 \cdot 10^{-10}$		
Total (T)	$1,96654 \cdot 10^{-7}$				

$$R^2 = SQ_R / SQ_T = 0,90784268 \text{ (\% variação explicada)}$$

$$MQ_R / MQ_r = 630,46$$



Apêndice 15 – Resumo do modelo ajustado por regressão e análise de variância (ANOVA) para a variável Coeficiente Global de Transferência de Calor das pasteurizações do ovo Integral

$$Y=1759,432-6,389*x$$

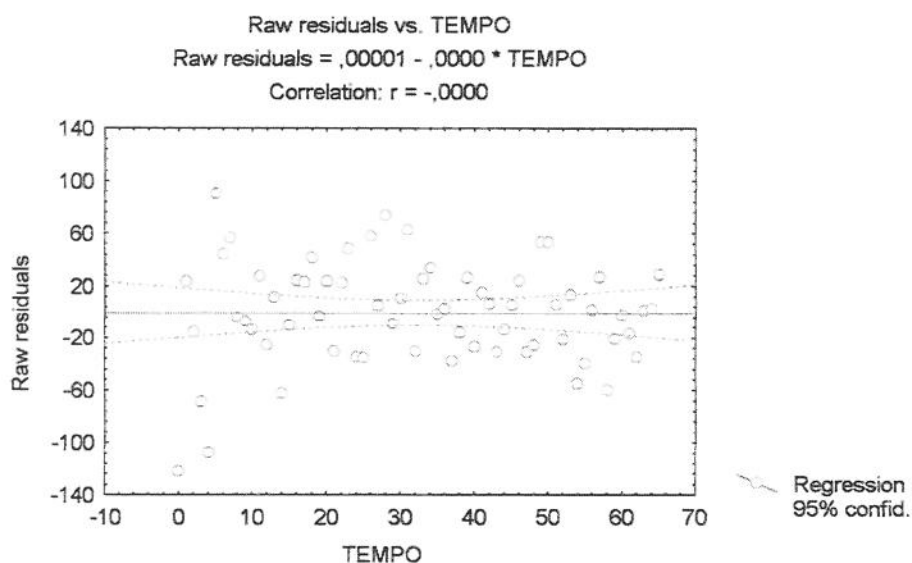
	R	Erro padrão de R	B	Erro padrão de B	t(64)	p-nível
Coeficiente linear (intercepto)			1759,43	9,66	181,95	0,000000
Tempo	-0,9520	0,03824	-6,389	0,2566	-24,89	,000000

ANOVA

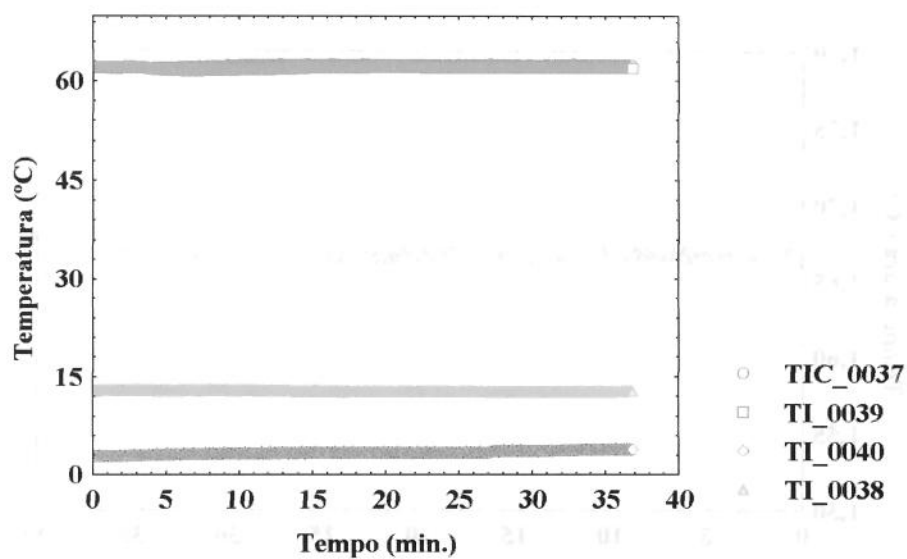
	Soma Quadrática	Nº de graus de liberdade	Média Quadrática	F	p-nível
Regressão (R)	977859,1	1	977859,1	619,64	0,000000
Resíduos (r)	100998,1	64	1578,1		
Total (T)	1078858,1				

$$R^2 = SQ_R/SQ_T = 0,90638390 \text{ (\% variação explicada)}$$

$$MQ_R/MQ_r = 619,64$$



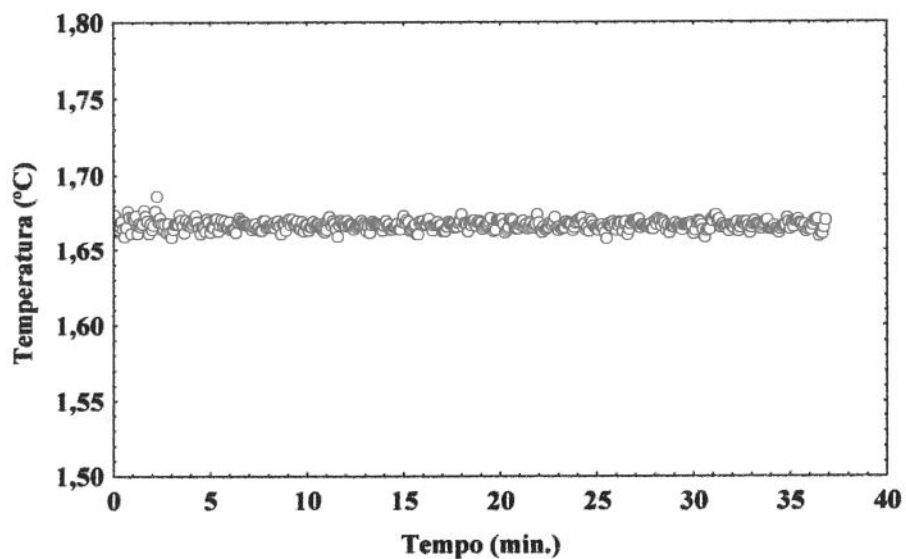
Apêndice 16 – Temperatura durante a pasteurização do Ovo Formulado (*Lote 1110830)



	N	Média	Mínimo	Máximo	Desvio Padrão
TIC_0037	442	62,42	61,99	62,59	0,162351
TI_0039	442	62,02	61,65	62,34	0,165526
TI_0040	442	3,42	2,89	3,99	0,268876
TI_0038	442	12,91	12,74	13,13	0,110901

* Foi selecionada uma pasteurização da triplicata para visualização de todas as temperaturas registradas.

Apêndice 17 – Vazão durante a pasteurização do Ovo Formulado (*Lote 1110830)



	N	Média	Mínimo	Máximo	Desvio Padrão
Vazão	442	1,66	1,65	1,68	0,003100

* Foi selecionada uma pasteurização da triplicata para visualização da vazão registrada.

Apêndice 18 – Cálculos da Resistência térmica e Coeficiente Global de Transferência de Calor de cada pasteurização do Ovo Formulado

Produto: Ovo formulado

Lote de produção: 2070622

Análise Físico-Químicas: % sól =

20,6

Ovo formulado	Água
J/kg.K	4184,1 m (kg/s)
	cp (J / kg . K)
% sólidos	20,6
% regeneração	0,6
K = °C +	273,15
densidade (kg / L)	1,035

Tempo (min)	Rf (m2.K/w)	1 / U1	1 / Uf	U (w/m2.K)	q (W)	A (m2)	Altmd	m(kg/s)	cp (J / kg . K)	Alt = Tps-Tpo	Alt1	Alt2	tac (K)	tps (K)	tac (K)	tps (K)	A = tac-tac
0,00	0,000000	0,00062	0,00062	1808,00	61588,85	21,06	1,82	1,66	3753,14	9,91	0,16	7,06	335,48	335,33	332,48	325,42	3,01
0,08	0,000052	0,00062	0,00067	1484,76	61031,05	21,06	1,95	1,63	3753,14	9,97	0,20	7,19	335,48	335,28	332,50	325,31	2,98
0,17	0,000051	0,00062	0,00067	1485,59	61115,25	21,06	1,95	1,63	3753,14	9,98	0,20	7,20	335,46	335,26	332,48	325,28	2,98
0,25	0,000029	0,00062	0,00065	1535,31	62345,00	21,06	1,93	1,65	3753,14	10,05	0,19	7,20	335,46	335,27	332,42	325,22	3,04
0,33	0,000062	0,00062	0,00068	1462,08	62649,17	21,06	2,03	1,66	3753,14	10,08	0,23	7,25	335,48	335,25	332,42	325,17	3,06
0,42	0,000120	0,00062	0,00074	1348,14	62485,79	21,06	2,20	1,65	3753,14	10,08	0,30	7,33	335,52	335,22	332,47	325,14	3,05
0,50	0,000041	0,00062	0,00068	1507,87	62508,95	21,06	1,97	1,64	3753,14	10,13	0,20	7,27	335,45	335,25	332,40	325,12	3,05
0,58	0,000056	0,00062	0,00068	1475,35	62742,79	21,06	2,02	1,65	3753,14	10,13	0,22	7,29	335,48	335,24	332,40	325,11	3,06
0,67	0,000048	0,00062	0,00057	1492,74	62533,73	21,06	1,99	1,65	3753,14	10,10	0,21	7,26	335,45	335,24	332,40	325,14	3,05
0,75	0,000002	0,00062	0,00062	1612,48	63082,05	21,06	1,85	1,65	3753,14	10,16	0,16	7,24	335,42	335,26	332,34	325,10	3,08
0,83	0,000042	0,00062	0,00066	1505,74	62986,81	21,06	1,99	1,66	3753,14	10,11	0,21	7,24	335,41	335,20	332,33	325,09	3,08
0,92	0,000031	0,00062	0,00065	1531,21	62993,98	21,06	1,95	1,67	3753,14	10,08	0,20	7,20	335,40	335,20	332,32	325,12	3,08
1,00	0,000065	0,00062	0,00069	1455,80	62210,12	21,06	2,03	1,65	3753,14	10,03	0,23	7,22	335,40	335,17	332,36	325,14	3,04
2,00	0,000148	0,00062	0,00077	1299,14	60250,10	21,06	2,20	1,66	3753,14	9,69	0,33	7,08	335,45	335,12	332,51	325,43	2,94
3,00	0,000165	0,00062	0,00079	1271,02	58396,91	21,06	2,18	1,65	3753,14	9,42	0,34	6,91	335,56	335,22	332,71	325,80	2,85
4,00	0,000163	0,00062	0,00079	1273,66	58779,02	21,06	2,19	1,65	3753,14	9,48	0,34	6,95	335,72	335,38	332,85	325,90	2,87
5,00	0,000159	0,00062	0,00078	1279,97	59259,94	21,06	2,20	1,66	3753,14	9,54	0,34	6,98	335,78	335,44	332,89	325,90	2,89
6,00	0,000141	0,00062	0,00076	1310,38	59904,30	21,06	2,17	1,66	3753,14	9,63	0,32	7,03	335,77	335,45	332,85	325,82	2,92
7,90	0,000128	0,00062	0,00075	1332,99	60029,27	21,06	2,14	1,65	3753,14	9,68	0,30	7,05	335,78	335,46	332,83	325,78	2,93
8,00	0,000193	0,00062	0,00081	1227,83	59140,68	21,06	2,29	1,65	3753,14	9,57	0,38	7,06	335,81	335,43	332,92	325,86	2,89
9,00	0,000168	0,00062	0,00079	1265,80	59113,45	21,06	2,22	1,65	3753,14	9,53	0,35	6,99	335,80	335,45	332,91	325,92	2,89
10,00	0,000184	0,00062	0,00081	1240,77	58863,66	21,06	2,25	1,65	3753,14	9,49	0,37	6,99	335,86	335,49	332,99	326,00	2,87
11,00	0,000131	0,00062	0,00075	1327,54	59024,42	21,06	2,11	1,65	3753,14	9,51	0,30	6,93	335,83	335,53	332,95	326,02	2,88
12,00	0,000204	0,00062	0,00083	1211,22	58765,13	21,06	2,30	1,66	3753,14	9,46	0,40	6,99	335,88	335,48	333,01	326,02	2,87
13,00	0,000183	0,00062	0,00081	1242,16	58914,88	21,06	2,25	1,65	3753,14	9,49	0,37	6,99	335,86	335,49	332,98	326,00	2,88
14,00	0,000193	0,00062	0,00081	1227,75	58396,86	21,06	2,26	1,65	3753,14	9,41	0,38	6,94	335,86	335,48	333,01	326,07	2,85
15,00	0,000224	0,00062	0,00085	1181,74	58436,24	21,06	2,35	1,66	3753,14	9,39	0,43	6,97	335,88	335,45	333,03	326,06	2,85
16,00	0,000206	0,00062	0,00083	1208,54	58313,26	21,06	2,29	1,66	3753,14	9,38	0,40	6,94	335,86	335,46	333,01	326,08	2,85
17,00	0,000238	0,00062	0,00086	1162,90	58376,64	21,06	2,38	1,66	3753,14	9,39	0,45	6,99	335,90	335,45	333,05	326,06	2,85
18,00	0,000192	0,00062	0,00081	1229,41	58577,56	21,06	2,26	1,65	3753,14	9,44	0,38	6,96	335,87	335,49	333,01	326,05	2,86
19,00	0,000229	0,00062	0,00085	1174,79	58187,32	21,06	2,35	1,65	3753,14	9,40	0,43	6,99	335,88	335,45	333,04	326,05	2,84
20,00	0,000179	0,00062	0,00080	1247,85	58465,53	21,06	2,22	1,65	3753,14	9,44	0,36	6,94	335,81	335,45	332,96	326,01	2,85
21,00	0,000210	0,00062	0,00083	1202,09	57989,18	21,06	2,29	1,65	3753,14	9,37	0,40	6,93	335,81	335,41	332,98	326,04	2,83
22,00	0,000212	0,00062	0,00083	1199,32	58143,00	21,06	2,30	1,66	3753,14	9,34	0,41	6,91	335,82	335,41	332,98	326,07	2,84
23,00	0,000174	0,00062	0,00080	1257,12	58408,81	21,06	2,21	1,65	3753,14	9,44	0,35	6,94	335,82	335,47	332,97	326,03	2,85
24,00	0,000270	0,00062	0,00089	1120,83	58370,83	21,06	2,47	1,66	3753,14	9,39	0,50	7,04	335,91	335,41	333,06	326,02	2,85
25,00	0,000214	0,00062	0,00084	1195,72	58550,75	21,06	2,33	1,65	3753,14	9,46	0,41	7,01	335,85	335,44	332,99	325,96	2,86
26,00	0,000231	0,00062	0,00085	1172,59	58719,88	21,06	2,38	1,65	3753,14	9,46	0,44	7,03	335,89	335,45	333,02	325,99	2,87
27,00	0,000190	0,00062	0,00081	1231,37	58836,04	21,06	2,27	1,65	3753,14	9,48	0,38	6,99	335,86	335,48	332,99	326,00	2,87
28,00	0,000213	0,00062	0,00084	1197,58	58501,83	21,06	2,32	1,65	3753,14	9,43	0,41	6,99	335,86	335,45	333,00	326,02	2,86
29,00	0,000223	0,00062	0,00084	1184,22	58293,03	21,06	2,34	1,65	3753,14	9,42	0,42	6,99	335,86	335,44	333,01	326,02	2,85
30,00	0,000222	0,00062	0,00084	1185,37	58768,77	21,06	2,35	1,66	3753,14	9,44	0,43	7,00	335,89	335,46	333,02	326,02	2,87
31,00	0,000231	0,00062	0,00085	1172,95	58715,44	21,06	2,38	1,66	3753,14	9,45	0,44	7,03	335,91	335,47	333,04	326,02	2,87
32,00	0,000239	0,00062	0,00086	1161,93	58687,86	21,06	2,40	1,65	3753,14	9,46	0,45	7,05	335,91	335,46	333,04	326,00	2,87
33,00	0,000228	0,00062	0,00085	1176,90	58469,93	21,06	2,36	1,65	3753,14	9,44	0,43	7,02	335,89	335,46	333,04	326,02	2,85
34,00	0,000266	0,00062	0,00089	1126,19	58284,19	21,06	2,46	1,65	3753,14	9,39	0,49	7,04	335,93	335,44	333,08	326,05	2,85
35,00	0,000264	0,00062	0,00089	1128,48	58185,60	21,06	2,45	1,65	3753,14	9,42	0,48	7,06	335,93	335,45	333,09	326,03	2,84

APÊNDICE

Produto: Ovo formulado

Lote de produção 2070429

Análises Físico-Químicas: % sól = 20,2

Ovo formulado		Água	
J/Kg.K	4184,1	m (kg/s)	5,55
% sólidos	20,2	K	3690,38
% regeneração	0,8		
K =	°C + 273,15		
At (°C)	3,5		
densidade	(kg/L)	1,035	

0	Tempo (min)	Rf (m2 . K / w)	1 / U1	1 / U2	U (w / m2.K)	q (W)	A (m2)	Altitude	m (kg/s)	cp (J / kg . K)	At= Tps-Tpe	A21	A22	tac (K)	tps (K)	tac (K)	tpe (K)	A = tac-tac
0	0,00	0,000000	0,00074	0,00074	1348,12	69578,92	21,06	2,45	1,66	3761,51	11,17	0,34	8,11	335,83	335,49	332,43	324,32	3,40
1	0,08	0,000015	0,00074	0,00076	1320,63	69322,05	21,06	2,49	1,65	3761,51	11,15	0,36	8,13	335,84	335,48	332,46	324,33	3,38
2	0,17	0,000011	0,00074	0,00075	1328,12	69165,23	21,06	2,47	1,65	3761,51	11,15	0,35	8,13	335,83	335,48	332,45	324,33	3,38
3	0,25	0,000054	0,00074	0,00080	1256,11	69363,38	21,06	2,62	1,65	3761,51	11,18	0,42	8,22	335,89	335,47	332,50	324,29	3,39
4	0,33	0,000016	0,00074	0,00076	1320,12	69548,30	21,06	2,50	1,65	3761,51	11,21	0,36	8,17	335,85	335,49	332,45	324,28	3,40
5	0,42	0,000016	0,00074	0,00076	1320,30	69422,87	21,06	2,50	1,65	3761,51	11,18	0,36	8,15	335,83	335,47	332,44	324,29	3,39
6	0,50	0,000047	0,00074	0,00079	1267,63	69272,71	21,06	2,59	1,65	3761,51	11,15	0,41	8,18	335,86	335,45	332,48	324,30	3,38
7	0,58	0,000005	0,00074	0,00075	1338,78	69839,12	21,06	2,48	1,66	3761,51	11,21	0,35	8,15	335,85	335,50	332,44	324,29	3,41
8	0,67	0,000014	0,00074	0,00076	1322,32	69532,70	21,06	2,50	1,65	3761,51	11,18	0,36	8,15	335,85	335,49	332,46	324,31	3,39
9	0,75	0,000022	0,00074	0,00076	1309,48	69234,26	21,06	2,51	1,65	3761,51	11,14	0,37	8,13	335,83	335,46	332,45	324,32	3,38
10	0,83	0,000008	0,00074	0,00075	1332,92	69471,21	21,06	2,47	1,65	3761,51	11,18	0,35	8,14	335,85	335,50	332,46	324,32	3,39
11	0,92	0,000021	0,00074	0,00076	1311,64	69293,26	21,06	2,51	1,66	3761,51	11,13	0,37	8,12	335,84	335,47	332,46	324,34	3,38
12	1,00	0,000013	0,00074	0,00076	1324,06	69555,13	21,06	2,49	1,65	3761,51	11,17	0,36	8,14	335,83	335,47	332,43	324,30	3,40
24	2,00	0,000001	0,00074	0,00074	1345,68	69757,68	21,06	2,46	1,65	3761,51	11,23	0,34	8,16	335,84	335,50	332,43	324,27	3,41
36	3,00	0,000029	0,00074	0,00077	1297,07	69262,09	21,06	2,54	1,65	3761,51	11,16	0,38	8,15	335,82	335,44	332,44	324,28	3,38
48	4,00	0,000054	0,00074	0,00080	1257,13	69022,90	21,06	2,61	1,65	3761,51	11,10	0,42	8,15	335,82	335,40	332,45	324,30	3,37
60	5,00	0,000045	0,00074	0,00079	1270,63	69380,41	21,06	2,59	1,66	3761,51	11,14	0,41	8,17	335,85	335,44	332,46	324,30	3,39
72	6,00	0,000033	0,00074	0,00078	1290,10	69519,91	21,06	2,56	1,65	3761,51	11,18	0,39	8,18	335,85	335,46	332,46	324,28	3,39
84	7,00	0,000042	0,00074	0,00078	1275,98	69225,21	21,06	2,55	1,65	3761,51	11,15	0,40	8,17	335,85	335,45	332,47	324,30	3,38
96	8,00	0,000077	0,00074	0,00082	1221,66	69234,66	21,06	2,69	1,65	3761,51	11,14	0,46	8,22	335,86	335,40	332,48	324,26	3,38
108	9,00	0,000041	0,00074	0,00078	1278,07	69246,71	21,06	2,57	1,65	3761,51	11,14	0,40	8,16	335,85	335,45	332,47	324,31	3,38
120	10,00	0,000057	0,00074	0,00080	1251,19	69519,22	21,06	2,64	1,65	3761,51	11,18	0,43	8,21	335,86	335,43	332,47	324,25	3,39
132	11,00	0,000064	0,00074	0,00081	1241,10	69407,62	21,06	2,66	1,65	3761,51	11,16	0,44	8,21	335,86	335,42	332,47	324,26	3,39
144	12,00	0,000070	0,00074	0,00081	1232,32	69520,25	21,06	2,68	1,65	3761,51	11,16	0,45	8,24	335,90	335,45	332,51	324,27	3,39
156	13,00	0,000043	0,00074	0,00079	1273,88	69827,68	21,06	2,50	1,66	3761,51	11,21	0,41	8,21	335,89	335,48	332,48	324,27	3,41
168	14,00	0,000062	0,00074	0,00080	1243,91	69603,62	21,06	2,66	1,66	3761,51	11,18	0,44	8,22	335,86	335,42	332,46	324,24	3,40
180	15,00	0,000086	0,00074	0,00083	1208,10	69517,39	21,06	2,73	1,66	3761,51	11,17	0,48	8,25	335,88	335,40	332,49	324,23	3,39
192	16,00	0,000100	0,00074	0,00084	1188,46	69247,09	21,06	2,77	1,65	3761,51	11,14	0,50	8,26	335,92	335,42	332,54	324,26	3,38
204	17,00	0,000051	0,00074	0,00079	1261,02	69769,52	21,06	2,63	1,65	3761,51	11,23	0,42	8,24	335,88	335,46	332,47	324,23	3,41
216	18,00	0,000072	0,00074	0,00081	1229,50	69248,96	21,06	2,67	1,65	3761,51	11,15	0,45	8,22	335,86	335,41	332,48	324,26	3,38
228	19,00	0,000104	0,00074	0,00085	1182,39	69495,05	21,06	2,79	1,65	3761,51	11,18	0,51	8,29	335,94	335,43	332,55	324,25	3,39
240	20,00	0,000081	0,00074	0,00082	1216,05	69505,68	21,06	2,71	1,65	3761,51	11,17	0,47	8,24	335,92	335,45	332,53	324,28	3,39
252	21,00	0,000077	0,00074	0,00082	1221,79	69435,29	21,06	2,70	1,65	3761,51	11,18	0,46	8,25	335,91	335,45	332,52	324,27	3,38
264	22,00	0,000124	0,00074	0,00087	1154,72	69402,01	21,06	2,85	1,66	3761,51	11,13	0,55	8,29	335,96	335,43	332,59	324,30	3,39
276	23,00	0,000110	0,00074	0,00085	1174,44	69319,36	21,06	2,80	1,65	3761,51	11,14	0,52	8,28	335,96	335,44	332,58	324,30	3,38
288	24,00	0,000098	0,00074	0,00084	1190,99	69619,40	21,06	2,78	1,65	3761,51	11,20	0,50	8,30	335,96	335,46	332,56	324,26	3,40
300	25,00	0,000100	0,00074	0,00084	1188,58	69234,27	21,06	2,77	1,65	3761,51	11,14	0,50	8,26	335,96	335,46	332,58	324,32	3,38
312	26,00	0,000097	0,00074	0,00084	1192,45	69528,69	21,06	2,77	1,66	3761,51	11,16	0,50	8,27	335,96	335,46	332,57	324,30	3,39
324	27,00	0,000091	0,00074	0,00083	1200,88	69590,98	21,06	2,75	1,66	3761,51	11,17	0,49	8,26	335,95	335,46	332,55	324,29	3,40
336	28,00	0,000087	0,00074	0,00083	1205,94	69458,45	21,06	2,73	1,65	3761,51	11,17	0,48	8,26	335,95	335,47	332,56	324,30	3,39
348	29,00	0,000097	0,00074	0,00084	1192,91	69540,38	21,06	2,77	1,66	3761,51	11,16	0,50	8,26	335,96	335,46	332,56	324,30	3,40
360	30,00	0,000107	0,00074	0,00085	1178,54	69301,01	21,06	2,79	1,65	3761,51	11,17	0,51	8,30	335,97	335,46	332,59	324,29	3,38
372	31,00	0,000098	0,00074	0,00084	1191,05	69444,74	21,06	2,79	1,66	3761,51	11,19	0,51	8,28	335,98	335,47	332,56	324,28	3,42
384	32,00	0,000134	0,00074	0,00088	1142,33	69174,05	21,06	2,88	1,65	3761,51	11,14	0,56	8,32	335,97	335,41	332,59	324,27	3,38
396	33,00	0,000127	0,00074	0,00087	1151,55	69408,70	21,06	2,86	1,65	3761,51	11,17	0,55	8,33	336,01	335,46	332,62	324,29	3,39
408	34,00	0,000132	0,00074	0,00087	1144,62	69345,43	21,06	2,88	1,65	3761,51	11,15	0,56	8,32	336,01	335,45	332,62	324,30	3,39
420	35,00	0,000123	0,00074	0,00086	1156,75	69624,87	21,06	2,86	1,66	3761,51	11,16	0,55	8,31	335,98	335,43	332,58	324,27	3,40

Produto: Ovo formulado

Lote de produção: 1110830

Análises Físico-Químicas: % sol =

20,5

Ovo formulado	Água	
cp (J/kg . K)	4184,1	m (kg/s) 5,55
% sólidos	20,5	cp(J/kg. K) 3690
% regeneração	0,8	
K =	°C +	273,15
densidade	(kg / L)	1,035

Tempo (min)	R ² (m ² . K / w)	1 / U ₁	1 / U ₂	U (w / m ² .K)	q (W)	A (m ²)	Altitud	m (kg/s)	cp (J / kg . K)	Az= Tps-Tpe	At1	At2	tac (K)	tps (K)	tac (K)	tpe (K)	A =tac-tas
0.00	0.000087	0.00051	0.00060	1673.22	60515.55	21.06	1.72	1.67	3755.23	9.63	0.14	6.81	335.35	335.21	332.40	325.58	2.95
0.08	0.000113	0.00051	0.00062	1603.53	60156.01	21.06	1.78	1.66	3755.23	9.63	0.16	6.85	335.37	335.21	332.43	325.58	2.94
0.17	0.000080	0.00051	0.00059	1692.35	60272.62	21.06	1.69	1.66	3755.23	9.64	0.13	6.83	335.35	335.22	332.47	325.58	2.94
0.25	0.000000	0.00051	0.00051	1957.86	60583.30	21.06	1.47	1.67	3755.23	9.68	0.07	6.79	335.33	335.26	332.37	325.58	2.96
0.33	0.000067	0.00051	0.00058	1732.11	60322.04	21.06	1.65	1.67	3755.23	9.62	0.12	6.79	335.32	335.20	332.37	325.58	2.95
0.42	0.000057	0.00051	0.00057	1762.49	60180.87	21.06	1.62	1.67	3755.23	9.62	0.11	6.80	335.32	335.21	332.38	325.59	2.94
0.50	0.000033	0.00051	0.00054	1838.19	59883.73	21.06	1.55	1.66	3755.23	9.61	0.09	6.77	335.28	335.19	332.36	325.58	2.92
0.58	0.000102	0.00051	0.00061	1632.24	60024.36	21.06	1.75	1.67	3755.23	9.59	0.15	6.81	335.33	335.18	332.40	325.59	2.93
0.67	0.000051	0.00051	0.00056	1779.33	60724.59	21.06	1.62	1.66	3755.23	9.65	0.11	6.79	335.34	335.23	332.38	325.58	2.96
0.75	0.000053	0.00051	0.00056	1772.97	60436.46	21.06	1.62	1.67	3755.23	9.62	0.11	6.78	335.32	335.21	332.37	325.59	2.96
0.83	0.000070	0.00051	0.00058	1721.39	60041.62	21.06	1.56	1.66	3755.23	9.62	0.12	6.81	335.32	335.20	332.39	325.58	2.93
0.92	0.000088	0.00051	0.00060	1669.99	60275.15	21.06	1.71	1.67	3755.23	9.60	0.14	6.79	335.32	335.18	332.38	325.58	2.94
1.00	0.000066	0.00051	0.00058	1734.84	60434.57	21.06	1.65	1.67	3755.23	9.63	0.12	6.80	335.33	335.21	332.38	325.58	2.95
2.00	0.000079	0.00051	0.00059	1695.54	60276.52	21.06	1.69	1.67	3755.23	9.63	0.13	6.81	335.34	335.21	332.40	325.58	2.94
3.00	0.000022	0.00051	0.00071	1403.69	60185.10	21.06	2.04	1.66	3755.23	9.63	0.26	6.95	335.48	335.22	332.54	325.59	2.94
4.00	0.000151	0.00051	0.00066	1510.45	62373.40	21.06	1.96	1.67	3755.23	9.95	0.21	7.12	335.46	335.25	332.41	325.30	3.05
5.00	0.000165	0.00051	0.00068	1478.95	63651.57	21.06	2.04	1.67	3755.23	10.17	0.23	7.29	335.56	335.33	332.45	325.16	3.11
6.00	0.000168	0.00051	0.00068	1478.39	63849.69	21.06	2.05	1.66	3755.23	10.22	0.23	7.33	335.57	335.34	332.45	325.12	3.12
7.00	0.000209	0.00051	0.00072	1389.54	64588.82	21.06	2.21	1.67	3755.23	10.32	0.29	7.46	335.71	335.42	332.56	325.10	3.15
8.00	0.000244	0.00051	0.00076	1324.10	64590.19	21.06	2.32	1.67	3755.23	10.32	0.34	7.51	335.80	335.46	332.65	325.14	3.15
9.00	0.000233	0.00051	0.00074	1344.82	65280.40	21.06	2.30	1.67	3755.23	10.40	0.33	7.54	335.87	335.54	332.68	325.14	3.19
10.00	0.000200	0.00051	0.00071	1406.74	65414.58	21.06	2.21	1.66	3755.23	10.47	0.28	7.56	335.93	335.65	332.74	325.18	3.19
11.00	0.000188	0.00051	0.00070	1431.58	65985.81	21.06	2.19	1.67	3755.23	10.52	0.27	7.56	335.98	335.71	332.76	325.19	3.22
12.00	0.000233	0.00051	0.00074	1345.03	65461.30	21.06	2.31	1.67	3755.23	10.44	0.33	7.57	335.98	335.65	332.78	325.21	3.20
13.00	0.000231	0.00051	0.00074	1348.86	64953.51	21.06	2.29	1.66	3755.23	10.40	0.32	7.55	336.03	335.71	332.86	325.31	3.17
14.00	0.000206	0.00051	0.00072	1396.01	65148.99	21.06	2.22	1.67	3755.23	10.39	0.29	7.50	336.00	335.71	332.82	325.32	3.18
15.00	0.000265	0.00051	0.00078	1289.28	64187.65	21.06	2.36	1.67	3755.23	10.24	0.37	7.48	336.04	335.67	332.91	325.43	3.13
16.00	0.000258	0.00051	0.00077	1301.08	64497.00	21.06	2.35	1.67	3755.23	10.30	0.36	7.51	336.06	335.70	332.91	325.40	3.15
17.00	0.000260	0.00051	0.00077	1297.35	64326.08	21.06	2.35	1.66	3755.23	10.29	0.36	7.51	336.04	335.68	332.90	325.39	3.14
18.00	0.000286	0.00051	0.00080	1254.87	64063.10	21.06	2.42	1.67	3755.23	10.24	0.40	7.51	336.10	335.70	332.97	325.46	3.14
19.00	0.000246	0.00051	0.00076	1320.63	64221.87	21.06	2.31	1.66	3755.23	10.27	0.34	7.48	336.06	335.72	332.92	325.45	3.14
20.00	0.000291	0.00051	0.00080	1247.86	63974.78	21.06	2.43	1.67	3755.23	10.19	0.41	7.48	336.05	335.64	332.93	325.46	3.12
21.00	0.000298	0.00051	0.00081	1236.62	63972.98	21.06	2.46	1.67	3755.23	10.20	0.42	7.50	336.08	335.66	332.96	325.46	3.12
22.00	0.000314	0.00051	0.00083	1212.10	63676.19	21.06	2.49	1.66	3755.23	10.19	0.44	7.52	336.08	335.64	332.97	325.45	3.11
23.00	0.000335	0.00051	0.00085	1182.47	64238.35	21.06	2.58	1.67	3755.23	10.26	0.48	7.61	336.15	335.67	333.01	325.41	3.14
24.00	0.000298	0.00051	0.00081	1237.02	64035.68	21.06	2.46	1.67	3755.23	10.21	0.42	7.51	336.06	335.64	332.93	325.43	3.13
25.00	0.000368	0.00051	0.00088	1137.79	63688.69	21.06	2.66	1.66	3755.23	10.19	0.53	7.61	336.14	335.61	333.03	325.42	3.11
26.00	0.000363	0.00051	0.00087	1143.87	64309.14	21.06	2.67	1.67	3755.23	10.27	0.53	7.66	336.19	335.66	333.05	325.39	3.14
27.00	0.000378	0.00051	0.00089	1124.75	64470.22	21.06	2.72	1.67	3755.23	10.28	0.56	7.69	336.24	335.68	333.09	325.40	3.15
28.00	0.000407	0.00051	0.00092	1089.28	64444.09	21.06	2.81	1.67	3755.23	10.29	0.61	7.75	336.24	335.63	333.09	325.34	3.15
29.00	0.000431	0.00051	0.00094	1061.60	63925.89	21.06	2.86	1.67	3755.23	10.20	0.65	7.73	336.21	335.56	333.09	325.36	3.12
30.00	0.000446	0.00051	0.00096	1045.64	63713.68	21.06	2.89	1.66	3755.23	10.20	0.67	7.76	336.22	335.55	333.11	325.35	3.11
31.00	0.000388	0.00051	0.00090	1112.28	64364.53	21.06	2.75	1.67	3755.23	10.24	0.58	7.68	336.23	335.65	333.09	325.41	3.14
32.00	0.000415	0.00051	0.00093	1080.26	64269.06	21.06	2.82	1.67	3755.23	10.28	0.62	7.76	336.28	335.66	333.14	325.38	3.14
33.00	0.000417	0.00051	0.00093	1077.49	64567.95	21.06	2.85	1.67	3755.23	10.31	0.63	7.78	336.32	335.69	333.17	325.38	3.15
34.00	0.000424	0.00051	0.00093	1069.98	64684.53	21.06	2.87	1.66	3755.23	10.35	0.64	7.83	336.34	335.70	333.18	325.35	3.16
35.00	0.000405	0.00051	0.00092	1091.92	64790.75	21.06	2.82	1.67	3755.23	10.34	0.61	7.78	336.32	335.71	333.16	325.37	3.16

Apêndice 19 – Cálculo dos valores médios da Resistência térmica e Coeficiente Global de transferência de Calor das pasteurizações do Ovo Formulado

	1120610			1110322			1110127			2070822			2070429			1110830							
Tempo (min)	1/Uf médio	1/Uf	Rf	1/Uf	Rf	1/Uf	Rf	Rf médio	desvpad Rf médio	U	U	U	U médio	desvpad U médio			U	U	U	U médio	desvpad U médio		
0,00	6,25E-04	6,22E-04	-2,92E-06	7,42E-04	1,17E-04	5,98E-04	-2,72E-05	2,90E-05	7,72E-05	1,48E+03	1,35E+03	1,67E+03	1,502,03	163,23			1,48E+03	1,35E+03	1,67E+03	1,502,03	163,23		
0,08	6,25E-04	6,74E-04	4,87E-05	7,57E-04	1,32E-04	6,24E-04	-1,18E-06	6,00E-05	6,75E-05	1,48E+03	1,32E+03	1,60E+03	1,469,64	142,05			1,48E+03	1,32E+03	1,60E+03	1,469,64	142,05		
0,17	6,25E-04	6,73E-04	4,83E-05	7,53E-04	1,28E-04	5,91E-04	-3,39E-05	4,75E-05	8,10E-05	1,49E+03	1,33E+03	1,69E+03	1,502,02	182,67			1,49E+03	1,33E+03	1,69E+03	1,502,02	182,67		
0,25	6,25E-04	6,51E-04	2,65E-05	7,98E-04	1,71E-04	5,11E-04	-1,14E-04	2,79E-05	1,43E-04	1,54E+03	1,26E+03	1,96E+03	1,583,09	353,30			1,54E+03	1,26E+03	1,96E+03	1,583,09	353,30		
0,33	6,25E-04	6,84E-04	5,91E-05	7,58E-04	1,33E-04	5,77E-04	-4,75E-05	4,81E-05	9,08E-05	1,46E+03	1,32E+03	1,73E+03	1,504,77	209,29			1,46E+03	1,32E+03	1,73E+03	1,504,77	209,29		
0,42	6,25E-04	7,42E-04	1,17E-04	7,57E-04	1,33E-04	5,67E-04	-5,74E-05	6,40E-05	1,05E-04	1,35E+03	1,32E+03	1,76E+03	1,476,98	247,65			1,35E+03	1,32E+03	1,76E+03	1,476,98	247,65		
0,50	6,25E-04	6,63E-04	3,84E-05	7,89E-04	1,64E-04	5,44E-04	-8,08E-05	4,06E-05	1,22E-04	1,51E+03	1,27E+03	1,84E+03	1,537,90	286,47			1,51E+03	1,27E+03	1,84E+03	1,537,90	286,47		
0,58	6,25E-04	6,78E-04	5,30E-05	7,47E-04	1,22E-04	6,13E-04	-1,22E-05	5,43E-05	6,72E-05	1,48E+03	1,34E+03	1,63E+03	1,482,12	146,85			1,48E+03	1,34E+03	1,63E+03	1,482,12	146,85		
0,67	6,25E-04	6,70E-04	4,51E-05	7,56E-04	1,31E-04	5,62E-04	-6,28E-05	3,79E-05	9,73E-05	1,49E+03	1,32E+03	1,78E+03	1,531,46	230,95			1,49E+03	1,32E+03	1,78E+03	1,531,46	230,95		
0,75	6,25E-04	6,20E-04	-4,65E-06	7,64E-04	1,39E-04	5,64E-04	-6,08E-05	2,45E-05	1,03E-04	1,61E+03	1,31E+03	1,77E+03	1,564,98	235,37			1,61E+03	1,31E+03	1,77E+03	1,564,98	235,37		
0,83	6,25E-04	6,64E-04	3,93E-05	7,50E-04	1,25E-04	5,81E-04	-4,39E-05	4,03E-05	8,47E-05	1,51E+03	1,33E+03	1,72E+03	1,520,02	194,63			1,51E+03	1,33E+03	1,72E+03	1,520,02	194,63		
0,92	6,25E-04	6,53E-04	2,83E-05	7,62E-04	1,38E-04	5,99E-04	-2,60E-05	4,68E-05	8,33E-05	1,53E+03	1,31E+03	1,67E+03	1,504,28	180,69			1,53E+03	1,31E+03	1,67E+03	1,504,28	180,69		
1,00	6,25E-04	6,87E-04	6,21E-05	7,55E-04	1,30E-04	5,76E-04	-4,84E-05	4,81E-05	9,02E-05	1,46E+03	1,32E+03	1,73E+03	1,504,90	209,75			1,46E+03	1,32E+03	1,73E+03	1,504,90	209,75		
2,00	6,25E-04	7,70E-04	1,45E-04	7,43E-04	1,18E-04	5,90E-04	-3,50E-05	7,60E-05	9,71E-05	1,30E+03	1,35E+03	1,70E+03	1,446,85	216,63			1,30E+03	1,35E+03	1,70E+03	1,446,85	216,63		
3,00	6,25E-04	7,97E-04	1,62E-04	7,71E-04	1,46E-04	7,12E-04	8,76E-05	1,32E-04	3,92E-05	1,27E+03	1,30E+03	1,40E+03	1,323,93	70,29			1,27E+03	1,30E+03	1,40E+03	1,323,93	70,29		
4,00	6,25E-04	7,85E-04	1,60E-04	7,95E-04	1,71E-04	6,62E-04	3,72E-05	1,23E-04	7,42E-05	1,27E+03	1,26E+03	1,51E+03	1,347,14	141,67			1,27E+03	1,26E+03	1,51E+03	1,347,14	141,67		
5,00	6,25E-04	7,81E-04	1,56E-04	7,87E-04	1,62E-04	6,76E-04	5,13E-05	1,23E-04	6,24E-05	1,28E+03	1,27E+03	1,48E+03	1,343,18	117,67			1,28E+03	1,27E+03	1,48E+03	1,343,18	117,67		
6,00	6,25E-04	7,63E-04	1,38E-04	7,75E-04	1,50E-04	6,76E-04	5,16E-05	1,13E-04	5,39E-05	1,31E+03	1,29E+03	1,48E+03	1,359,62	103,35			1,31E+03	1,29E+03	1,48E+03	1,359,62	103,35		
7,00	6,25E-04	7,50E-04	1,25E-04	7,84E-04	1,59E-04	7,20E-04	9,49E-05	1,26E-04	3,20E-05	1,33E+03	1,28E+03	1,39E+03	1,332,84	56,78			1,33E+03	1,28E+03	1,39E+03	1,332,84	56,78		
8,00	6,25E-04	8,14E-04	1,90E-04	8,19E-04	1,94E-04	7,55E-04	1,30E-04	1,71E-04	3,54E-05	1,23E+03	1,22E+03	1,32E+03	1,257,86	57,45			1,23E+03	1,22E+03	1,32E+03	1,257,86	57,45		
9,00	6,25E-04	7,90E-04	1,65E-04	7,82E-04	1,58E-04	7,44E-04	1,19E-04	1,47E-04	2,49E-05	1,27E+03	1,28E+03	1,34E+03	1,296,23	42,53			1,27E+03	1,28E+03	1,34E+03	1,296,23	42,53		
10,00	6,25E-04	8,06E-04	1,81E-04	7,99E-04	1,74E-04	7,11E-04	8,61E-05	1,47E-04	5,31E-05	1,24E+03	1,25E+03	1,41E+03	1,299,56	92,96			1,24E+03	1,25E+03	1,41E+03	1,299,56	92,96		
11,00	6,25E-04	7,53E-04	1,28E-04	8,06E-04	1,81E-04	6,99E-04	7,37E-05	1,28E-04	5,36E-05	1,33E+03	1,24E+03	1,43E+03	1,333,41	95,38			1,33E+03	1,24E+03	1,43E+03	1,333,41	95,38		
12,00	6,25E-04	8,26E-04	2,01E-04	8,11E-04	1,57E-04	7,43E-04	1,19E-04	1,69E-04	4,39E-05	1,21E+03	1,23E+03	1,35E+03	1,262,65	71,95			1,21E+03	1,23E+03	1,35E+03	1,262,65	71,95		
13,00	6,25E-04	8,05E-04	1,80E-04	7,85E-04	1,60E-04	7,41E-04	1,17E-04	1,52E-04	3,26E-05	1,24E+03	1,27E+03	1,35E+03	1,288,30	54,79			1,24E+03	1,27E+03	1,35E+03	1,288,30	54,79		
14,00	6,25E-04	8,14E-04	1,90E-04	8,04E-04	1,79E-04	7,16E-04	9,15E-05	1,53E-04	5,39E-05	1,23E+03	1,24E+03	1,40E+03	1,289,22	92,83			1,23E+03	1,24E+03	1,40E+03	1,289,22	92,83		
15,00	6,25E-04	8,46E-04	2,21E-04	8,28E-04	2,03E-04	7,76E-04	1,51E-04	1,92E-04	3,66E-05	1,18E+03	1,21E+03	1,29E+03	1,226,37	56,05			1,18E+03	1,21E+03	1,29E+03	1,226,37	56,05		
16,00	6,25E-04	8,27E-04	2,03E-04	8,41E-04	2,17E-04	7,69E-04	1,44E-04	1,88E-04	3,87E-05	1,21E+03	1,19E+03	1,30E+03	1,232,69	60,07			1,21E+03	1,19E+03	1,30E+03	1,232,69	60,07		
17,00	6,25E-04	8,60E-04	2,35E-04	7,93E-04	1,68E-04	7,71E-04	1,46E-04	1,83E-04	4,64E-05	1,16E+03	1,26E+03	1,30E+03	1,240,42	69,55			1,16E+03	1,26E+03	1,30E+03	1,240,42	69,55		
18,00	6,25E-04	8,13E-04	1,89E-04	8,13E-04	1,89E-04	7,97E-04	1,72E-04	1,83E-04	9,51E-06	1,23E+03	1,23E+03	1,25E+03	1,237,93	14,67			1,23E+03	1,23E+03	1,25E+03	1,237,93	14,67		
19,00	6,25E-04	8,01E-04	2,26E-04	8,46E-04	2,21E-04	7,57E-04	1,32E-04	1,93E-04	5,29E-05	1,17E+03	1,18E+03	1,32E+03	1,225,94	82,10			1,17E+03	1,18E+03	1,32E+03	1,225,94	82,10		
20,00	6,25E-04	8,01E-04	1,77E-04	8,22E-04	1,98E-04	8,01E-04	1,77E-04	1,84E-04	1,21E-05	1,25E+03	1,22E+03	1,25E+03	1,237,29	18,39			1,25E+03	1,22E+03	1,25E+03	1,237,29	18,39		
21,00	6,25E-04	8,32E-04	2,07E-04	8,18E-04	1,94E-04	8,09E-04	1,84E-04	1,95E-04	1,17E-05	1,20E+03	1,22E+03	1,24E+03	1,220,17	17,32			1,20E+03	1,22E+03	1,24E+03	1,220,17	17,32		
22,00	6,25E-04	8,34E-04	2,09E-04	8,66E-04	2,41E-04	8,25E-04	2,00E-04	2,17E-04	2,16E-05	1,20E+03	1,15E+03	1,21E+03	1,188,71	30,12			1,20E+03	1,15E+03	1,21E+03	1,188,71	30,12		
23,00	6,25E-04	7,95E-04	1,71E-04	8,31E-04	2,27E-04	8,48E-04	2,21E-04	2,06E-04	3,08E-05	1,26E+03	1,17E+03	1,18E+03	1,204,58	45,60			1,26E+03	1,17E+03	1,18E+03	1,204,58	45,60		
24,00	6,25E-04	8,92E-04	2,67E-04	8,40E-04	2,15E-04	8,08E-04	1,84E-04	2,22E-04	4,23E-05	1,12E+03	1,19E+03	1,24E+03	1,162,95	58,51			1,12E+03	1,19E+03	1,24E+03	1,162,95	58,51		
25,00	6,25E-04																						

Apêndice 20 – Resumo do modelo ajustado por regressão e análise de variância (ANOVA) para a variável média da pressão das pasteurizações do Ovo Formulado

$$Y = 2,2 + 0,004 * x$$

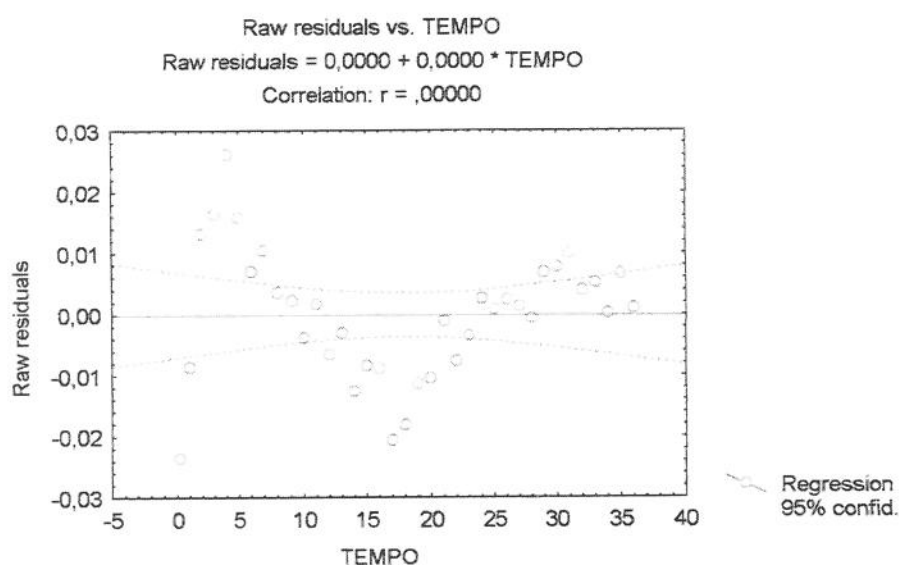
	R	Erro padrão de R	B	Erro padrão de B	t(35)	p-nível
Coefficiente linear (intercepto)			2,199727	0,003419	643,28	0,000000
Tempo	0,967068	0,043022	0,003673	0,000163	22,47	0,000000

ANOVA

	Soma Quadrática	Nº de graus de liberdade	Média Quadrática	F	p-nível
Regressão (R)	0,056758	1	0,056758	505,28	0,000000
Resíduos (r)	0,003931	35	0,000112		
Total (T)	0,060690				

$$R^2 = SQ_R / SQ_T = 0,93521982 \text{ (\% variação explicada)}$$

$$MQ_R / MQ_r = 505,28$$



Apêndice 21 – Resumo do modelo ajustado por regressão e análise de variância (ANOVA) para a variável Resistência térmica das pasteurizações do Ovo Formulado

$$Y = 8,392e-5 + 5,557e-6 * x$$

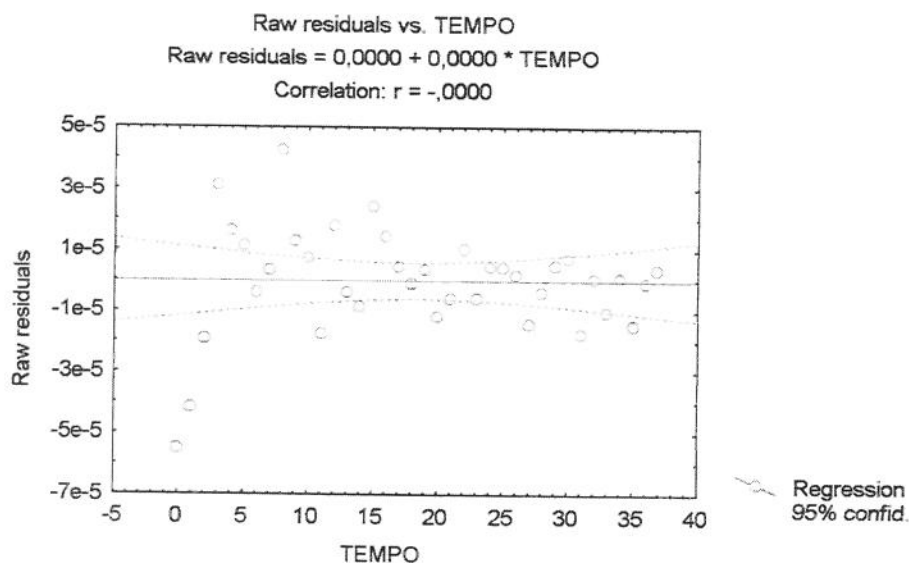
	R	Erro padrão de R	B	Erro padrão de B	t(64)	p-nível
Coefficiente linear (intercepto)			0,000083923	0,000005670	14,80	0,00000000
Tempo	0,96175756	0,04565036	0,000005557	0,000000264	21,06	0,00000000

ANOVA

	Soma Quadrática	Nº de graus de liberdade	Média Quadrática	F	p-nível
Regressão (R)	$1,40 \cdot 10^{-7}$	1	$1,40 \cdot 10^{-7}$	443,85	0,000000
Resíduos (r)	$1,14 \cdot 10^{-8}$	36	$3,17 \cdot 10^{-10}$		
Total (T)	$1,52 \cdot 10^{-7}$				

$$R^2 = SQ_R / SQ_T = 0,92497761 \text{ (\% variação explicada)}$$

$$MQ_R / MQ_r = 443,85$$



Apêndice 22 – Resumo do modelo ajustado por regressão e análise de variância (ANOVA) da variável Coeficiente Global de Transferência de Calor das pasteurizações do Ovo Formulado

$$y = 1394,813 - 8,343 \cdot x$$

	R	Erro padrão de R	B	Erro padrão de B	t(64)	p-nível
Coeficiente linear (intercepto)			1394,81	9,13	152,70	0,000000
Tempo	-0,956358	0,048700	-8,343	0,424858	-19,63	0,000000

ANOVA

	Soma Quadrática	Nº de graus de liberdade	Média Quadrática	F	p-nível
Regressão (R)	317243,6	1	317243,6	385,64	0,000000
Resíduos (r)	29614,6	36	822,6		
Total (T)	346858,2				

$$R^2 = SQ_R / SQ_T = 0,91462047 \text{ (\% variação explicada)}$$

$$MQ_R / MQ_r = 385,64$$

