



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE PESCA**

**MONITORAMENTO DA TEMPERATURA DO CAMARÃO
MARINHO *Litopenaeus vannamei* DURANTE O
BENEFICIAMENTO INDUSTRIAL.**

ANDREZZA NEVES DA CRUZ

**Monografia apresentada ao Departamento
de Engenharia de Pesca do Centro de
Ciências Agrárias da Universidade Federal
do Ceará, como parte das exigências para a
obtenção do título de Engenheiro de Pesca.**

**FORTALEZA - CEARÁ - BRASIL
JANEIRO/2007**

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal do Ceará
Biblioteca Universitária

Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

C96m Cruz, Andrezza Neves da.

Monitoramento da temperatura do camarão marinho *Litopenaeus vannamei* durante o beneficiamento industrial / Andrezza Neves da Cruz. – 2007.

38 f. : il. color.

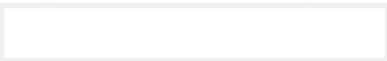
Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências Agrárias, Curso de Engenharia de Pesca, Fortaleza, 2007.

Orientação: Profa. Dra. Artamizia Maria Nogueira Montezuma.

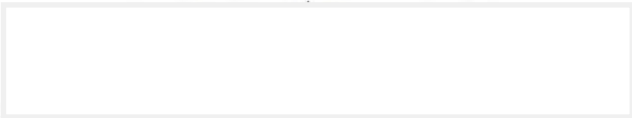
1. Camarão - Criação. 2. Camarão - Beneficiamento. 3. Camarão - Controle de Qualidade.
4. Engenharia de Pesca. I. Título.

CDD 639.2

COMISSÃO EXAMINADORA:




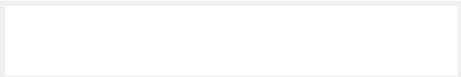
Prof^a. Artamizia Maria Nogueira Montezuma, M.Sc
Orientadora/Presidente



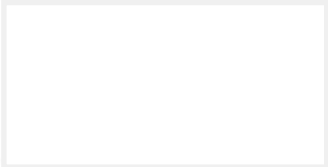
Elisabeth Mary Cunha da Silva, PhD.
Membro

Maria do Socorro Chacon Mesquita, M.Sc
Membro

VISTO:

Prof. Moisés Almeida de Oliveira, D.Sc.
Chefe do Departamento de Engenharia de Pesca



Prof. Raimundo Nonato de Lima Conceição, D.Sc.
Coordenadora do Curso de Engenharia de Pesca

**Aos meus pais,
Raimundo Trajano e Vera Lúcia,
pelo amor,
incentivo e apoio em todas as
etapas de minha vida.**

**Aos meus irmãos,
Anderson, Andréia e Bárbara
pela amizade,
motivação, e
cumplicidade.**

Dedico este trabalho

AGRADECIMENTOS

Especialmente a DEUS pela vida, pela fé, pela coragem para seguir em frente e por ter me capacitado para a execução desse trabalho.

Aos meus pais Raimundo Trajano e Vera Lúcia por terem proporcionado a realização deste sonho e por sempre estarem presentes em minha vida.

Aos meus irmãos, Andréia, Anderson e Bárbara, pelo apoio, incentivo, companheirismo e compreensão nas horas difíceis ao longo desta caminhada.

A minha orientadora Professora Artamizia Maria Nogueira Montezuma, pela valiosa orientação, dedicação e paciência na elaboração deste trabalho.

A Prof^a Silvana Saker Sampaio pela atenção e valiosa contribuição na realização e interpretação da análise estatística.

Aos meus amigos Isaac Brasil Menezes e Ricardo Albuquerque Rebouças pelos ensinamentos e incentivo na execução deste trabalho.

A minha amiga Genelda Sousa, pelo companheirismo e amizade durante estes anos de faculdade.

A direção da empresa pela oportunidade para a realização da coleta de dados.

A todos que de alguma forma torceram e colaboraram para a realização desse trabalho, os meus sinceros agradecimentos.

1. SUMÁRIO

	Página
RESUMO	vi
LISTA DE FIGURAS	vii
LISTA DE TABELAS	vii
1. INTRODUÇÃO	1
2. MATERIAIS E MÉTODOS	10
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	16
3.1 Análise Estatística	17
3.2 Curvas de Congelamento	23
4. CONCLUSÕES	28
5. REFERÊNCIAS	29

RESUMO

Diante da importância da utilização de baixas temperaturas na indústria do processamento de pescado este estudo foi realizado monitorando a temperatura de seis lotes de camarão da espécie *Litopenaeus vannamei* em uma indústria de beneficiamento de pescado, com vistas à exportação. A temperatura foi verificada em 10 amostras de camarão nas etapas do processamento: recebimento, 1º tanque de lavagem, esteira de seleção, 2º tanque de lavagem, e esteira secundária da máquina classificadora. Na etapa de embandejamento foi verificada a temperatura de cinco camarões em cada uma das duas caixas (a primeira e a última colocada no carrinho). Em todas as etapas descritas acima, a temperatura foi medida com um termômetro tipo espeto, digital pontiagudo para registro da temperatura interna do músculo do camarão. No congelamento a temperatura foi monitorada a cada 30 minutos com o auxílio de um termômetro digital, dotado de um termopar. Também foram monitoradas as temperaturas da água que entram em contato com o camarão, da temperatura ambiente do salão de recebimento, do salão de beneficiamento, sala de embalagem secundária, dos túneis e câmaras de armazenagem. Os dados de temperatura do camarão obtidos nas etapas, foram submetidos a análise estatística com a aplicação dos testes, ANOVA unifatorial com $\alpha = 5\%$ e Tukey, com a finalidade de verificar diferenças estatisticamente significativas e auxiliar na interpretação dos resultados. Houve diferença estatisticamente significativa na etapa do recebimento com relação às etapas de seleção, classificação e embandejamento da 1ª e da 2ª caixa. Concluiu-se que à medida que o camarão passa pelas etapas de processamento sua temperatura vai subindo gradativamente, até atingir à etapa de congelamento, onde volta a cair.

LISTA DE FIGURAS

Página

Figura1.	Congelamento do músculo de peixes. A porcentagem de água congelada em diferentes temperaturas.	6
Figura2.	Ação da temperatura sobre os microorganismos.	9
Figura3.	Medição da temperatura do camarão com o termômetro de espeto.	10
Figura4.	Medição da temperatura da água do 2º tanque de lavagem.	11
Figura5.	Medição de temperatura do camarão na etapa de embandejamento.	12
Figura6.	Medição de temperatura do camarão, durante o congelamento com termômetro, dotado de um termopar.	13
Figura7.	Termômetro digital dotado de termopar.	14
Figura8.	Curva de congelamento do camarão do lote 1.	23
Figura9.	Curva de congelamento do camarão do lote 2.	24
Figura10.	Curva de congelamento do camarão do lote 3.	25
Figura11.	Curva de congelamento do camarão do lote4.	25
Figura12.	Curva de congelamento do camarão do lote 5.	26
Figura13.	Curva de congelamento do camarão do lote 6.	27

LISTA DE TABELAS

Página

Tabela1. Temperatura média dos camarões, nas etapas de beneficiamento.	16
Tabela2. Teste ANOVA unifatorial com $\alpha = 5\%$.	17
Tabela3. Teste de Tukey (compara as médias duas a duas).	17
Tabela4. Temperatura dos camarões da primeira e da última caixa do carrinho no embandejamento.	18
Tabela5. Temperatura da água de contato com o camarão.	18
Tabela6. Temperatura ambiente das seções da indústria.	19
Tabela7. Temperatura inicial do camarão e tempo de Congelamento para atingir as temperaturas de -5°C e -18°C .	21

MONITORAMENTO DA TEMPERATURA DO CAMARÃO MARINHO *Litopenaeus vannamei* DURANTE O BENEFICIAMENTO INDUSTRIAL

ANDREZZA NEVES DA CRUZ

1. INTRODUÇÃO

A cadeia de frio consiste num sistema de baixas temperaturas a que os alimentos são submetidos, desde a produção até o consumo. Salienta-se que para os diversos tipos de alimento, o tempo de manutenção de qualidade é variável, em função da temperatura (OGAWA, 2004).

A cadeia de produção do camarão em cativeiro, com vistas à exportação, abrange várias fases, iniciando com a larvicultura, passando pela engorda e finalizando com o beneficiamento industrial, para posterior comercialização.

Após a despesca do camarão todos esses segmentos devem ter a responsabilidade da manutenção da cadeia de frio, pela imperiosa necessidade de manter as baixas temperaturas, devido à alta perecibilidade desse produto. Esse procedimento é fundamental para assegurar a boa qualidade dos mesmos e contribuir para a produção de alimentos seguros.

De acordo com a Comissão de Controle de Doenças, CDC/FDA, apud RODRIGO & FIGUEIREDO (2005), grande número de fatores contribuem para causar infecções alimentares, conforme se apresentam na ordem decrescente: temperatura, tempo, manipulador infectado, cozimento inadequado, matéria prima contaminada, contaminação cruzada, falta de higiene, entre outros. Os dois primeiros citados contribuem com as maiores porcentagens de causa das doenças, com 25% e 14%, respectivamente.

A temperatura é um fator de enorme importância já que esta influencia muito nas velocidades de todas as reações químicas ligadas aos processos de crescimento microbiano. Portanto, a temperatura média de um alimento

determina a velocidade de crescimento de todas as bactérias que estão relacionadas com ela. A temperatura que um organismo cresce com maior rapidez é a sua temperatura ótima de crescimento (HAYES, 1993).

Baixas temperaturas são usadas para retardar as reações químicas e a ação das enzimas (autólise) do alimento, além de minimizar ou parar a atividade dos microorganismos no alimento. As alterações provocadas no pescado por essas atividades ocorrem naturalmente após sua morte, porém a velocidade com que elas se instalam pode ser reduzida consideravelmente, para manutenção de um alto grau de frescor, de modo que a etapa posterior de processamento seja possível (BONELL, 1994).

A autólise é definida como a degradação dos constituintes do músculo e da pele do pescado por enzimas do próprio tecido muscular. A produção de nutrientes simples, pela ação autolítica, favorece o crescimento bacteriano, além de ser responsável por sabores insípidos, amargos e odores desagradáveis no pescado.

Cada microrganismo apresenta uma temperatura ótima e outra mínima para o seu crescimento, abaixo da qual ele não terá condições de se multiplicar.

As enzimas têm temperaturas ótimas de atuação e decrescem suas ações à medida que a temperatura diminui.

A decomposição bacteriana está intrinsecamente associada à falta de higiene. A contaminação do alimento e o crescimento microbiano representam a principal causa de deterioração do pescado. Seu controle pode ser extremamente reduzido pelo emprego das Boas Práticas de Fabricação e do abaixamento de temperatura a níveis adequados às técnicas de conservação.

Segundo NEIVA (2006), o valor agregado em produtos de pescado não deve necessariamente estar vinculado à elaboração de produtos sofisticados mas sim, prioritariamente, à qualidade intrínseca do pescado ou a matéria-prima utilizada. Atualmente, investir em qualidade é considerado o grande diferencial de um produto ou marca.

O processamento e a industrialização são soluções quando se pensa em uma maneira de agregar valor aos produtos do pescado. A aplicação eficiente da refrigeração tem o potencial de retardar o crescimento microbiano e controlar reações químicas deteriorativas.

Quanto mais baixa for a temperatura, mais lentas serão as reações químicas, a ação enzimática e o crescimento bacteriano; uma temperatura suficientemente baixa inibirá o crescimento de todos os microorganismos. As temperaturas próximas, ligeiramente superiores as de congelamento, mantêm os alimentos em condições similares aos originais sem tratamento prévio especiais.

Na maior parte dos casos, a qualidade do alimento é mais bem preservada quando a temperatura se mantém a mais baixa possível durante o armazenamento. (INSTITUTO INTERNACIONAL DEL FRIO, 1990).

As condições em que se encontra o alimento antes do congelamento determinam a sua qualidade uma vez congelado (FRAZIER, 1976).

Se mantidos sob uma temperatura entre $-1,5^{\circ}\text{C}$ a $-2,5^{\circ}\text{C}$, faixa recomendada pelo Regulamento de Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal (RIISPOA), os peixes conservam o valor nutritivo do momento de despesca (TORRES, 2006).

Para obter o efeito conservador desejado, uma proporção importante da água que se congela do produto deve ser transformada em gelo (em geral, mais de 80% da água livre) e mantida neste estado durante o armazenamento, de maneira que reduza a maior quantidade possível de alterações físicas, químicas e microbiológicas que, em caso contrário, deterioram o produto. (INSTITUTO INTERNACIONAL DEL FRIO, 1990).

A preservação de pescado por congelamento baseia-se fundamentalmente em dois princípios. Um deles refere-se à transformação de grande parte da água da carne do pescado em gelo. Como a água no estado líquida é necessária para a atuação dos agentes deteriorantes, sua transformação para o estado sólido dificulta a deterioração do pescado. O outro princípio refere-se à redução da temperatura do pescado a níveis tão baixos que a ação dos agentes deteriorantes torna-se grandemente dificultada. A temperatura do pescado congelado é geralmente inferior a 18 graus abaixo de zero (-18°C) (GEROMEL & FORSTER, 199?).

Os primeiros cristais surgem quando a temperatura atinge -1°C a -2°C . A partir deste ponto, nota-se uma diferença fundamental entre um congelamento rápido e um congelamento lento.

No congelamento lento, os cristais de gelo formados no espaço intercelular crescem em tamanho à medida que a temperatura é reduzida. Poucos cristais se formam no fluido do interior das células. À medida que os cristais aumentam de volume no espaço intercelular, o fluido deixa o interior das células através de suas membranas e vai se congelar no espaço intercelular. Desta forma, as massas de gelo crescem em tamanho entre as células ao mesmo tempo em que estas reduzem de volume pela perda de fluido. A água aumenta de volume quando passa para o estado sólido (gelo). Assim, as massas de gelo formadas no espaço intercelular causam pressão nas membranas que recobrem as células e estas se deformam mais ainda.

O congelamento rápido resulta em um volume muito menor de fluido de exsudação. Quando o pescado é congelado rapidamente cristais de gelo são formados também no fluido do interior das células. Pelo abaixamento rápido da temperatura do pescado, não há tempo para o fluido das células sair para o espaço intercelular. Desta forma, formam-se cristais pequenos e em grande número, tanto dentro como fora das células. Assim, não se observa uma deformação das células em tão alto grau como no produto congelado lentamente. No descongelamento, portanto, o volume de fluido de exsudação é muito menor, com todas as vantagens que decorrem deste fato (GEROMEL & FORSTER, 199?).

Segundo GEROMEL & FORSTER (199?), a faixa de -1°C a -5°C é conhecida como faixa crítica de temperatura no congelamento de pescado. Nesta faixa, observa-se um aumento da ação deterioradora de uma série de enzimas, em relação às temperaturas ligeiramente superiores e inferiores. Por esta razão, a faixa de temperatura de -1°C a -5°C deve ser ultrapassada no menor tempo possível.

A "Association of Food and Drug Officials" dos Estados Unidos recomenda que todos os alimentos congelados se mantenham a -18°C ou temperaturas inferiores, e se permite um aumento de $5,5^{\circ}\text{C}$ durante períodos curtos, para evitar cristalização, na carga e na descarga, e outras condições temporais. O crescimento microbiano não pode ter lugar a essas temperaturas (FRAZIER, 1976).

Infelizmente, a prática industrial mostra que os princípios básicos do processo de congelamento, freqüentemente, não são cumpridos,

especialmente em estabelecimentos pequenos e mal equipados (BYKOWSKI & DUTKIEWICZ, 1996).

Além da influência direta que tem a velocidade de congelamento na estrutura e qualidade do pescado, o congelamento rápido oferece outras grandes vantagens, e é por isso que hoje em dia se emprega quase que exclusivamente esse método. Fazem-se esforços para que a temperatura do pescado desça com tanta rapidez, abaixo do ponto de congelamento, porque desse modo se retardam consideravelmente todos os processos prejudiciais de origem enzimática e bacteriana. Afinal a intenção é retirar o máximo de proveito dos aparatos frigoríficos disponíveis, por que o congelamento rápido é também mais indicado por razões econômicas (PLANK, 1984).

O congelamento geralmente reduz consideravelmente o número de microorganismos viáveis em um alimento, mas não o esteriliza. A porcentagem dos microorganismos destruídos durante o congelamento varia com uma série de fatores. Quando se emprega o congelamento rápido a média de microorganismos destruídos vem a ser de 50-80% dependendo do efeito letal do substrato e do método e velocidade de congelamento. As temperaturas inferiores a zero baixam o metabolismo de algumas bactérias, porque aumenta suas exigências nutricionais. O efeito letal é causado pela desnaturação e floculação das proteínas celulares devido ao aumento da concentração de solutos na água que é congelada (FRAZIER, 1976).

A Figura 1, abaixo, mostra a temperatura dos peixes reduzida a -5°C , onde aproximadamente 70% da água está congelada. Mostra também que mesmo em temperaturas baixas como a -30°C , uma proporção da água no músculo de peixes permanece ainda no estado não congelada.

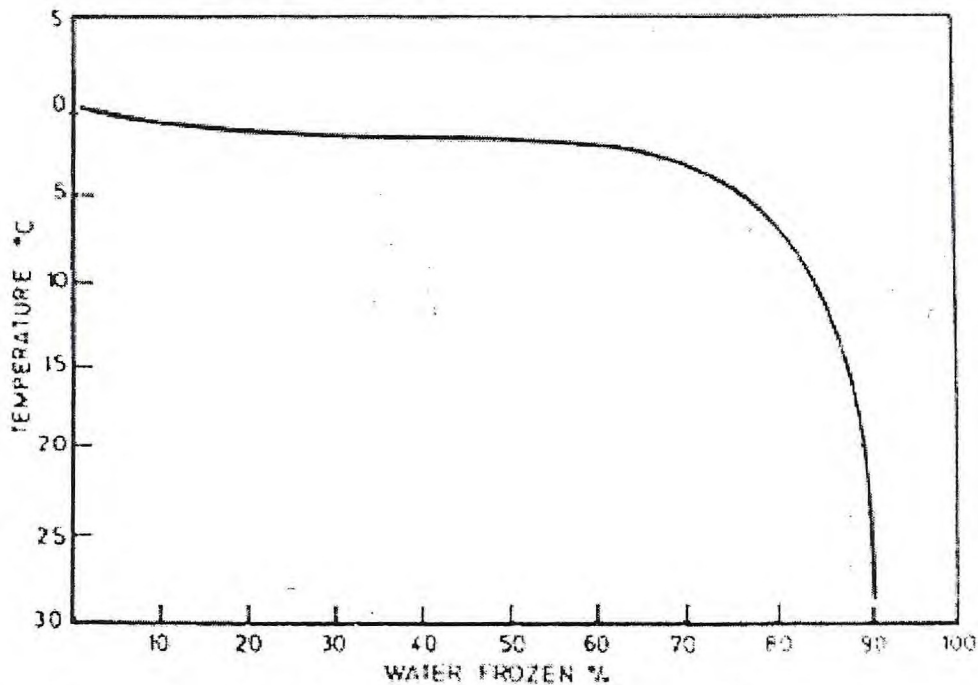


Figura 1. Congelamento do músculo de peixes e a porcentagem de água congelada em diferentes temperaturas. (BYKOWSKI & DUTRIEWICZ, 1996).

Durante o processo de congelamento a maioria dos microorganismos são inativados e somente as bactérias psicotróficas podem crescer em tais circunstâncias, em grau limitado. Uma temperatura aproximadamente de $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$ é um limite para o crescimento de tais microorganismos (BYKOWSKI & DUTRIEWICZ, 1996).

As bactérias que deterioram o pescado são tipicamente psicrófilas, que se multiplicam inclusive na refrigeração, as alterações anteriores ao congelamento, são geralmente mais rápidas do que para a carne nas mesmas condições. Durante o congelamento, cessa o desenvolvimento bacteriano e algumas bactérias morrem, mas o crescimento destas reaparece depois do descongelamento e a deterioração continua na mesma velocidade de um peixe que não foi congelado (INSTITUTO INTERNACIONAL DEL FRIO, 1990).

É muito importante o conhecimento da temperatura de multiplicação dos microorganismos, para um devido controle dessa faixa de temperatura, evitando assim a multiplicação de microorganismos e a formação de toxinas. Portanto, citaremos aqui alguns microorganismos presentes no camarão, juntamente com sua temperatura ótima de crescimento e o seu habitat.

Listeria monocytogenes consegue crescer em ambientes com temperaturas entre $-0,4^{\circ}\text{C}$ e 45°C e tem uma temperatura ótima de crescimento entre 30°C e 37°C . Sobrevive por longos períodos em alimentos congelados. (AUTORIDADE,2006).

Listeria monocytogenes é uma bactéria de distribuição ubiqüitária. Pode ser encontradas no solo, vegetais, carne e peixe. Adicionalmente, os animais e o homem podem ser portadores assintomáticos da bactéria.

As salmonelas conseguem crescer em ambientes com temperaturas entre 7°C e 48°C e têm uma temperatura ótima de crescimento entre 35°C e 37°C . Elas não se multiplicam à temperatura de refrigeração, mas são extremamente resistentes ao congelamento (AUTORIDADE, 2006).

As salmonelas são amplamente distribuídas na natureza, sendo o principal reservatório destas bactérias o trato intestinal do homem e animais de sangue quente e de sangue frio (Jakabi et al., 1999), exceto peixes, moluscos e crustáceos, os quais podem contaminar-se após a pesca (VIEIRA, 2004).

Algumas estirpes de *Escherichia coli* conseguem crescer em ambientes com temperaturas entre 7°C e 46°C e têm uma temperatura ótima de crescimento entre 35°C e 40°C . Contudo, a *Escherichia coli* O157: H7 cresce em intervalos de temperatura mais apertados, com uma temperatura mínima de crescimento de 8°C e uma temperatura máxima de 44°C a 45°C , e a temperatura ótima de crescimento é de 37°C (AUTORIDADE, 2006).

Escherichia coli é a principal bactéria representante do grupo dos coliformes fecais. É considerada a indicadora mais específica de contaminação fecal recente e da eventual presença de organismo patogênicos (BRASIL, 2000 apud VIEIRA, 2004).

As shigellas conseguem crescer em ambientes com temperaturas entre 10°C e 45°C e têm uma temperatura ótima de crescimento de 37°C . As shigellas não se multiplicam à temperatura de refrigeração, mas sobrevivem durante a refrigeração e o congelamento.

Staphylococcus aureus consegue crescer em ambientes com temperaturas entre 7°C e 46°C e tem uma temperatura ótima de crescimento entre 35°C e 37°C . A produção de enterotoxina ocorre a temperaturas entre 10°C e 45°C .

Staphylococcus aureus é resistente a ciclos de congelamento/descongelamento e sobrevive durante longos períodos em alimentos armazenados a temperaturas inferiores a -20°C (AUTORIDADE, 2006).

Amplamente distribuídos na natureza, os estafilococos encontram como maior habitat a pele, as glândulas e as membranas mucosas de mamíferos e pássaros, podendo ser encontrados em diferentes regiões do corpo humano como garganta, faringe, glândulas mamárias, trato intestinal e urinário (KLOSS, 1990). Esporadicamente, já foram detectados no solo, em partículas de poeira e ar, sedimentos marinhos, águas frescas, esgoto, superfície de plantas, na carne, no leite e seus subprodutos e em outros alimentos (PEREIRA et al. 2000).

Vibrio parahaemolyticus consegue crescer em ambientes com temperaturas entre 5°C e 43°C e tem uma temperatura ótima de crescimento de 37°C (AUTORIDADE, 2006).

Vibrio parahaemolyticus está naturalmente presente em águas estuarinas e costeiras em todo o mundo. São também facilmente isolados de sedimentos (Vanderzante et al., 1973), plâncton (Grimes et al., 1986) e uma variedade de peixes, crustáceos e moluscos (HAGEN et al., 1994) apud VIEIRA, 2004.

Vibrio cholerae consegue crescer em ambientes com temperaturas entre 10°C e 43°C e tem uma temperatura ótima de crescimento entre 30°C e 37°C (AUTORIDADE, 2006).

As bactérias e provavelmente outros microorganismos morrem, mais rapidamente entre -1° e -5°C . Portanto, o congelamento lento destrói mais que congelamento rápido, no entanto serão maiores as mudanças físicas prejudiciais (FRAZIER, 1976).

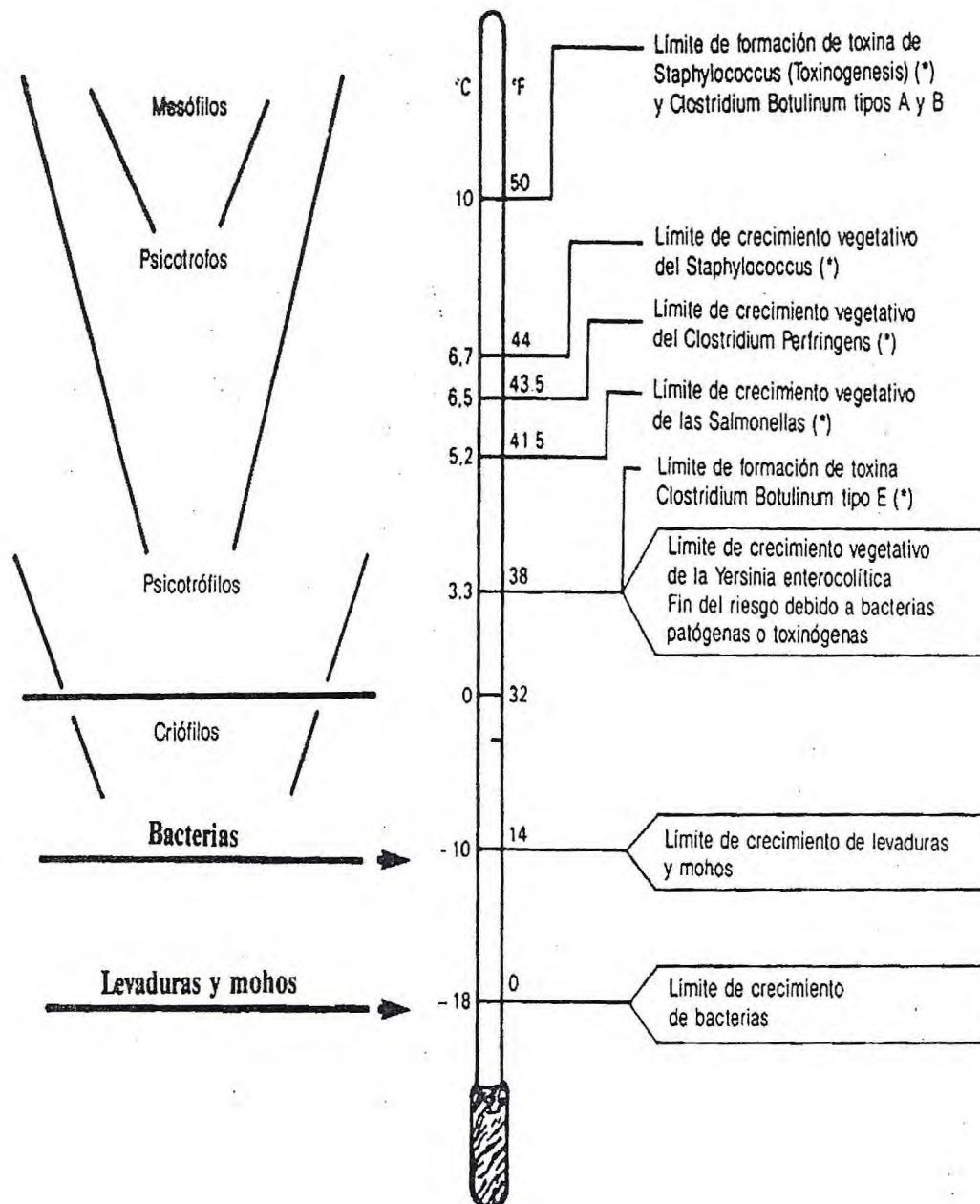


Figura 2. Ação da temperatura sobre os microorganismos (INSTITUTO INTERNACIONAL DEL FRIO, 1990).

Considerando a temperatura um fator essencial para a manutenção da qualidade do pescado, foi realizado um monitoramento da temperatura em todas as etapas do processamento dentro de uma indústria beneficiadora de camarão, apta para exportação, para avaliar a manutenção da cadeia do frio aplicada neste segmento, pelo qual passa o camarão.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Para monitorar a temperatura do camarão no processamento industrial foi acompanhado o percurso do mesmo, durante as etapas, descritas a seguir.

Foram analisados seis lotes de camarão, *Litopenaeus vannamei*, em uma indústria de beneficiamento de pescado do Estado do Ceará, no período de agosto a setembro de 2006, todos recebidos no período da manhã.

A espécie acompanhada era proveniente de fazendas próximas à indústria, com distância máxima de 20 km.

Nas etapas dos itens 2.1 a 2.5, foi utilizado para as medições das temperaturas um termômetro digital, tipo espeto, modelo LCD digital Multi-Stem com precisão de $+1^{\circ}\text{C}$, haste em aço inox, resolução de $0,1^{\circ}\text{C}$, escala de -50°C a $+150^{\circ}\text{C}$, e um limite de temperatura de -10°C a $+40^{\circ}\text{C}$, onde o sensor era introduzido no centro do camarão. (figura 3)

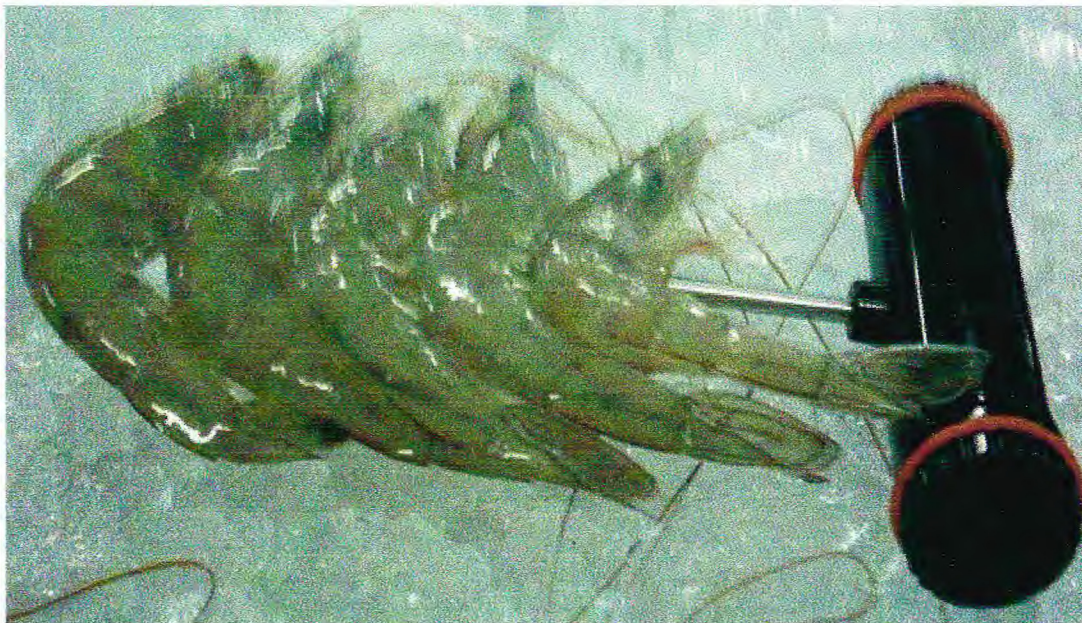


Figura 3. Medição da temperatura do camarão com o termômetro de espeto.

Também foram registradas as temperaturas dos ambientes das seções pelas quais passa o camarão e da água que entra em contato com o mesmo.

2.1.Recebimento

Na recepção da matéria prima, a tomada do camarão temperatura iniciou-se no último monobloco, retirado do caminhão baú transportador. Foram verificadas as temperaturas de 10 camarões.

Após a adição dos camarões no tanque separador de gelo, para a primeira lavagem, foram verificadas as temperaturas de 10 camarões. Foram registradas as temperaturas da água desse tanque, para cada lote recebido (figura 4) e a temperatura ambiente.



Figura 4. Medição da temperatura da água do 1º tanque de lavagem.

2.2.Seleção

Na esteira de seleção motora, que é ligada ao tanque separador de gelo, foram verificadas as temperaturas em 10 camarões escolhidos aleatoriamente, durante a passagem dos mesmos.

No final da esteira, os camarões recebem uma ducha com água gelada. Houve registro da temperatura da água do chuveiro.

2.3. Segundo tanque de lavagem

Nesse tanque, que contém água com gelo, foi registrada a temperatura da água, onde os camarões sofrem uma segunda lavagem.

2.4. Esteira da máquina classificadora (secundária)

As esteiras secundárias, aqui consideradas, são aquelas que partem diretamente das saídas dos camarões, após a classificação mecânica, que determina os vários tipos.

Foram verificadas as temperaturas de 10 camarões aleatoriamente, na saída da esteira que corresponde ao maior tipo.

2.5.Embandejamento

Após a classificação, os camarões são embalados, pesados e colocados nas bandejas dos carrinhos, que seguem para o congelamento.

Nessa etapa foram verificadas, simultaneamente, as temperaturas de cinco camarões da primeira e da última caixa colocada no carrinho (figura 5). As caixas analisadas foram as correspondentes ao camarão de maior tipo.



Figura 5. Medição de temperatura do camarão na etapa de embandejamento.

2.6. Túnel de congelamento

Para a obtenção das curvas de congelamento dos lotes de camarão, foram acompanhadas as temperaturas de congelamento do mesmo, em intervalos de tempo de 30 minutos, até atingirem a temperatura interna de -18°C . Utilizou-se uma caixa de camarão, escolhida aleatoriamente, na bandeja do carrinho transportador.

O termômetro utilizado era dotado de um termopar, o qual era introduzido no centro de um camarão, da caixa escolhida, ficando o termo registrador digital, fora do túnel de congelamento para visualização e registro das temperaturas (figuras 6 e 7).



Figura 6. Medição de temperatura do camarão durante o congelamento com termômetro, dotado de um termopar.



Figura 7. Termômetro digital dotado de termopar.

2.7.Embalagem secundaria

As caixas com camarões congelados são embaladas na sala de embalagem secundária, para o recebimento dessas embalagens. Essa operação demora algum tempo e, portanto o ambiente deve manter temperaturas baixas. Nesta sala foi verificada a temperatura ambiente, para os seis lotes acompanhados.

2.8.Câmara de armazenagem

Foi verificada a temperatura da câmara de armazenamento, através do termômetro localizado no lado externo da câmara.

2.9. Método Estatístico

Foram realizados testes estatísticos com as etapas de recebimento, lavagem, seleção, classificação e no embandejamento das caixas no carrinho, para verificar a existência ou não de diferenças de temperatura, estatisticamente significativas entre essas etapas do processamento.

Na análise estatística realizada neste trabalho foram utilizados dois testes, o de ANOVA unifatorial com $\alpha = 5\%$ e o Teste de Tukey que compara as médias duas a duas.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os dados de temperatura coletados durante o beneficiamento do camarão estão mostrados abaixo, separados por lote.

Alguns fatores importantes para a elevação da temperatura do camarão durante o processamento foram observados na coleta de dados e estão descritos a seguir: a) temperatura da água que entra em contato com o produto, b) temperatura ambiente do salão de beneficiamento, da área de recepção, da área de embalagem secundária e da câmara de armazenagem.

Tabela 1. Temperatura média dos camarões, nas etapas de beneficiamento.

Etapas	Temperatura					
	(°C)					
	Lote 1	Lote 2	Lote 3	Lote 4	Lote 5	Lote 6
Recebimento	2,75	1,80	4,80	0,90	4,87	3,30
Tanque de lavagem	3,78	7,50	8,40	10,8	4,73	7,20
Esteira de seleção	5,26	9,50	12,50	10,80	7,80	6,48
Esteira de classificação	6,04	10,50	13,70	9,70	8,21	6,63
Embandejamento (primeira caixa)	8,18	14,00	12,50	18,90	9,28	8,08

3.1 Análise Estatística

Tabela 2. Teste ANOVA unifatorial com $\alpha = 5\%$.

Fonte de variação	GL	SQ	QM	Fcal
Tratamento	5	268,420	53,684	6,9565*
Resíduo	30	231,511	7,717	
Total	35	499, 931	14,284	

* há pelo menos uma etapa que difere das demais para $\alpha = 5\%$

GL= grau de liberdade

SQ= soma dos quadrados

QM=quadrado médio

Tabela 3. Teste de Tukey (compara as médias duas a duas).

Etapas	Média
Embandejamento (primeira caixa)	11,8288 ^a
Embandejamento (última caixa)	9,8968 ^a
Classificação	9,1133 ^a
Seleção	8,7183 ^a
Lavagem	7,0492 ^{a b}
Recebimento	3,0717 ^b

Letras minúsculas iguais: não há diferença estatisticamente significativa para $\alpha = 5\%$

Letras minúsculas diferentes: há diferença estatisticamente significativa

Observou-se que a temperatura do camarão aumenta à medida que ele segue nas etapas de beneficiamento.

Tabela 4. Temperatura dos camarões da primeira e última caixa no carrinho, na etapa de embandejamento.

Embandejamento do carrinho	Temperatura (°C)					
	Lote 1	Lote 2	Lote 3	Lote 4	Lote 5	Lote 6
Primeira caixa	8,18	14	12,5	18,9	18,9	9,28
Última caixa	7,36	13,5	9,5	9,0	9,0	9,22

Os lotes 3, 4 e 5 (tabela 4) apresentam grande variação de temperatura do camarão das primeiras caixas embaladas com relação às últimas. Essas variações podem ter sido devido a fatores como, demora do carrinho no salão de beneficiamento para ser conduzido ao congelamento, e/ou a temperatura ambiente deste salão, que respectivamente apresentaram 22°C, 23°C e 23°C nos dias de análise desses lotes (tabela 6).

Tabela 5. Temperatura da água de contato com o camarão.

Local de coleta da água	Temperatura (°C)					
	Lote 1	Lote 2	Lote 3	Lote 4	Lote 5	Lote 6
1º Tanque de lavagem	3,3	8	7,5	6,7	5,6	8,5
Torneiras do salão de beneficiamento	11,9	21	30,3	26,9	10,8	10
2º Tanque de lavagem	5,9	6,7	8,4	13,1	6,7	6,0

Verificou-se que a média de temperatura da água que abastece o salão de beneficiamento, foi de 18,48°C, variando de 10°C a 30,3°C (tabela 5). Esse fato contribui para a elevação de temperatura do produto, como pode ser observado nos lotes 2,3 e 4. (tabela 1). Na etapa de embandejamento, que é anterior a entrada do camarão no túnel de congelamento.

Considerando a temperatura da água que entra em contato com o produto desde a recepção até o 2º tanque de lavagem, observou-se uma grande variação nos valores, entre 3,3°C a 30,3 °C. As águas do 1º tanque e do

2º tanque de lavagem, que é resfriada com gelo, possuem temperaturas mais baixas em relação à água que é refrigerada mecanicamente, como a que abastece o salão.

Tabela 6. Temperatura ambiente das seções da indústria.

Seções	Temperatura					
	(°C)					
	Lote 1	Lote 2	Lote 3	Lote 4	Lote 5	Lote 6
Recepção	23	23,5	21	20,9	21,3	21
Salão de beneficiamento	18	18	22	23	23	23
Sala de embalagem secundária	15	15	17	16	16	17
Câmara de estocagem	-27	-26	-24	-23	-25	-28

A média de temperatura do salão de beneficiamento foi de 21,16°C, estando acima das normas estabelecidas pelo Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento (MAPA) para alimentos de origem animal.

Tendo em vista que não há normas de temperatura ambiente voltadas para estabelecimentos industriais destinados ao comércio internacional do pescado, tomou-se como base as normas para carnes, aves e suínos do Ministério de Agricultura Pecuária e Abastecimento (MAPA), para comparar com as temperaturas verificadas neste trabalho.

A portaria 711 do MAPA ressalta que, as instalações frigoríficas de suínos, exclusivamente destinada ao espóstejamento e desossa de carcaças provenientes do resfriamento, devem possuir ambiente de ar condicionado a uma temperatura que não exceda a 16°C (dezesesseis graus centígrados).

Na mesma portaria de Instalações de frio obrigatórias, de acordo com a linha industrial de fabricação de produtos que se refere a ambientes climatizados - salsicharia, presuntaria, fatiados e embalagem por sistema à vácuo, ressalta que especialmente destinada aos trabalhos da salsicharia (sala

de elaboração) ou/e presuntaria ou/e fatiados ou/e embalagem por sistema a vácuo, possuindo ambiente de ar condicionado a uma temperatura que não seja superior a 16°C (dezesseis graus centígrados) (BRASIL2,1995).

A portaria 210 do MAPA que se refere a seção de cortes e carcaças de carnes e aves sugere que os estabelecimentos que realizam cortes e/ou desossa de aves devem possuir dependência própria, exclusiva e climatizada, com temperatura ambiente não superior a 12 °C.

A operação de acondicionamento em embalagem secundária dos cortes e ou partes, deverá ser realizada em local específico e independente de outras seções. (BRASIL3, 1998)

Neste trabalho, esta seção apresentou temperaturas que variaram de 15°C a 17°C, como mostra a (tabela 6).

De acordo com a Directiva do Conselho do Ministério da Agricultura, os produtos da pesca congelados, com exceção do peixe congelado em salmoura e destinado ao fabrico de conservas, devem ser mantidos a uma temperatura estável de -18°C ou inferior, em todos os pontos do produto, eventualmente com breves subidas, de 3°C no máximo, durante o transporte. (BRASIL1, 1991)

De acordo com GEROMEL & FORSTER (199?), apesar de ser altamente desejável que a temperatura de estocagem do pescado congelado seja a mais baixa possível, esta temperatura dificilmente situa-se abaixo de -18°C a -25°C na prática industrial corrente.

Segundo o INSTITUTO INTERNACIONAL DEL FRIO (1990), antes da exportação, os alimentos congelados são armazenados em geral a temperaturas de -18°C a -26°C, e inclusive a -30 °C. A temperatura é eleita em função do produto e do tempo de armazenamento calculado, se mantendo o mais constante possível para evitar a degradação da qualidade. Portanto as temperaturas tomadas nesse trabalho, das câmaras de estocagem mostraram-se ideais para a prática industriai variando de -23°C a -28°C(tabela 6).

Tabela 7. Temperatura inicial do camarão e Tempo de congelamento para atingir as temperaturas de -5°C e -18°C.

Lotes	Temperatura inicial (°C)	Tempo (horas)	
		Temperatura (-5°C)	Temperatura (-18°C)
01	0	1,30	7,30
02	9	4,0	9,30
03	8	4,0	10,0
04	10	5,30	>10,0
05	4	1,30	5,0
06	1	1,30	4,30

Observou-se que o tempo para que o produto atinja a temperatura interna de -18°C variou muito, indo de 270 minutos (4h30min) a mais que 600 minutos (>10h). Essa variação de temperatura pode estar em função da temperatura que o produto entrou no túnel de congelamento (tabela 7).

O INSTITUTO INTERNACIONAL DEL FRIO (1990), cita que “A duração real do processo de congelamento depende de diversos fatores, uns relativos aos produtos e outros aos equipamentos utilizados, dos quais os mais importantes são”: dimensão e forma do produto (particularmente sua espessura), temperatura inicial e final do produto, temperatura do refrigerante, condutividade térmica do produto, entre outros.

MORAN apud PLANK (1984), estipula que é preciso atravessar a zona máxima de formação de cristais, entre -1°C e -5°C para a carne, no máximo em 1h e 30minutos. Muitos pesquisadores defendem a opinião de que se deve atravessar com máxima rapidez a zona entre -0,8°C e -4°C, considerado um tempo crítico de congelamento.

REAY apud PLANK (1984), e outros pesquisadores têm tratado de maneira clara e objetiva o efeito do congelamento, das condições de armazenamento e descongelamento de pescados. Como “tempo crítico de congelamento”, que não deve ultrapassar, duas horas para refrigeração de 0°C a -5°C, o que corresponde a um tempo total de 3h e 30 min a 4 horas.

TRESSLER y EVERS apud PLANK (1984), autoridades reconhecida internacionalmente no congelamento de alimentos, dão clara preferência ao congelamento mais rápido.

Comparando com as citações dos autores acima o tempo gasto pelo produto para ultrapassar o “tempo crítico de congelamento” mostrou-se ideal nos lotes 1, 5 e 6, onde em todos esses, o tempo gasto foi de 1h e 30 min. Como pode ser observado na tabela 7, os camarões desses lotes apresentaram temperaturas iniciais de congelamento mais baixas que as demais.

3.2 Curvas de congelamento do camarão

Abaixo estão representados os gráficos das curvas de congelamento do camarão de cada lote.

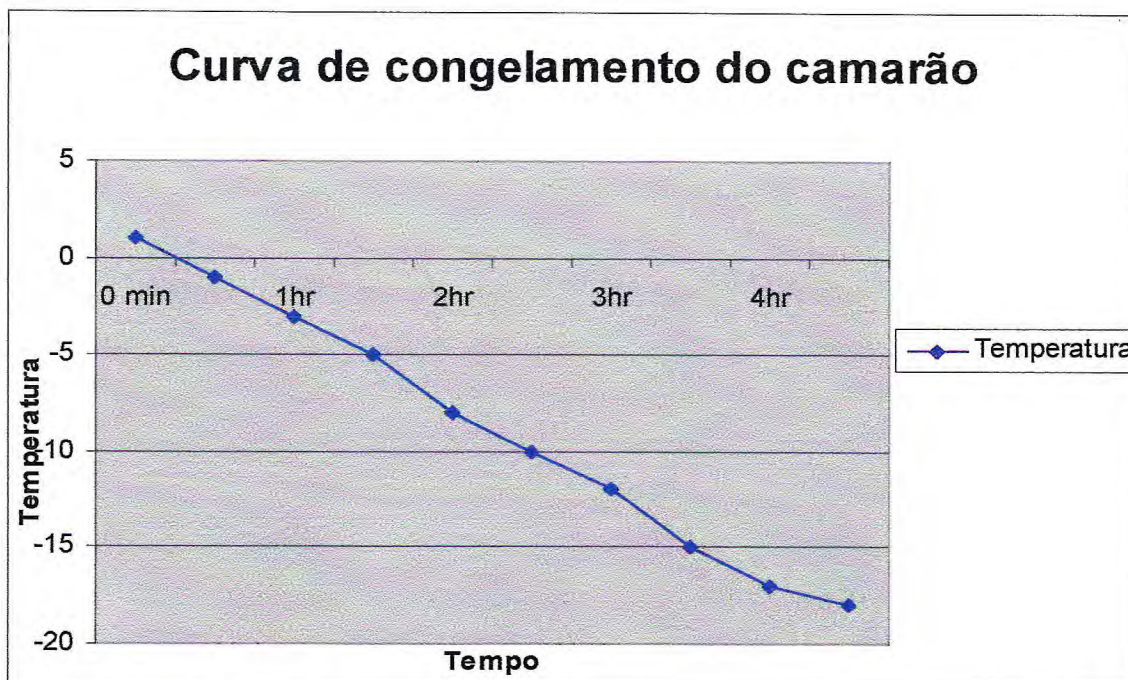


Figura 8. Curva de congelamento do camarão do lote 1.

Na curva de congelamento acima o camarão atingiu a temperatura de -18°C em 7h 30 min passando pelo “tempo crítico de congelamento” num período de 1h 30 min, caracterizando assim o congelamento rápido.

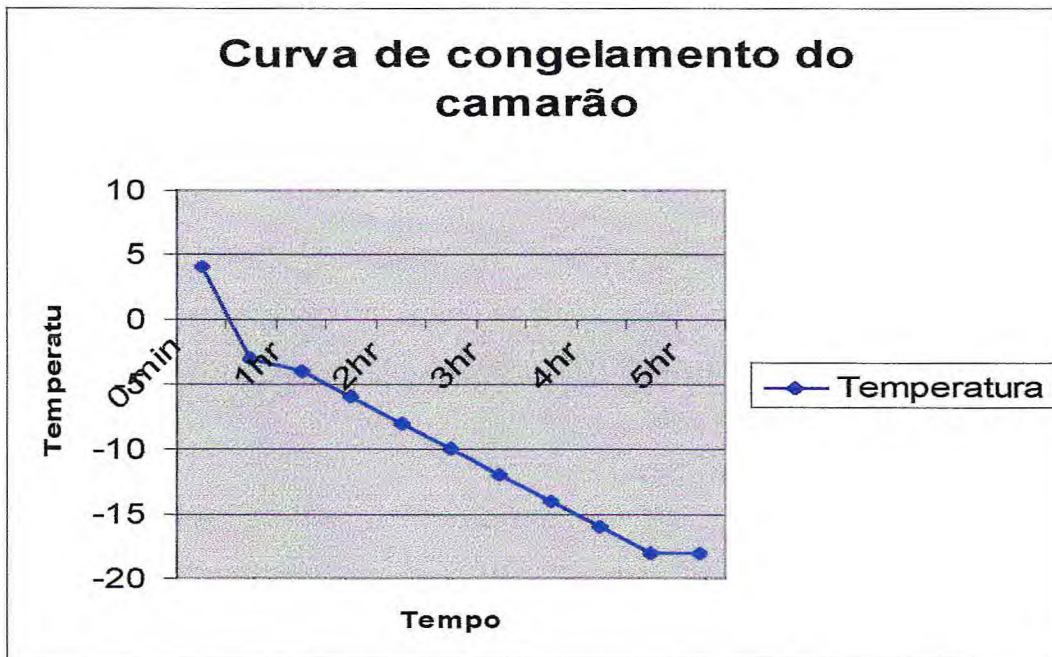


Figura 9. Curva de congelamento do camarão do lote 2.

Na curva de congelamento do lote 2 foram necessárias 4 horas para ultrapassar a faixa do “tempo crítico de congelamento”, caracterizando dessa forma um congelamento lento. O tempo necessário para o produto atingir -18°C foi de 9h 30 min.

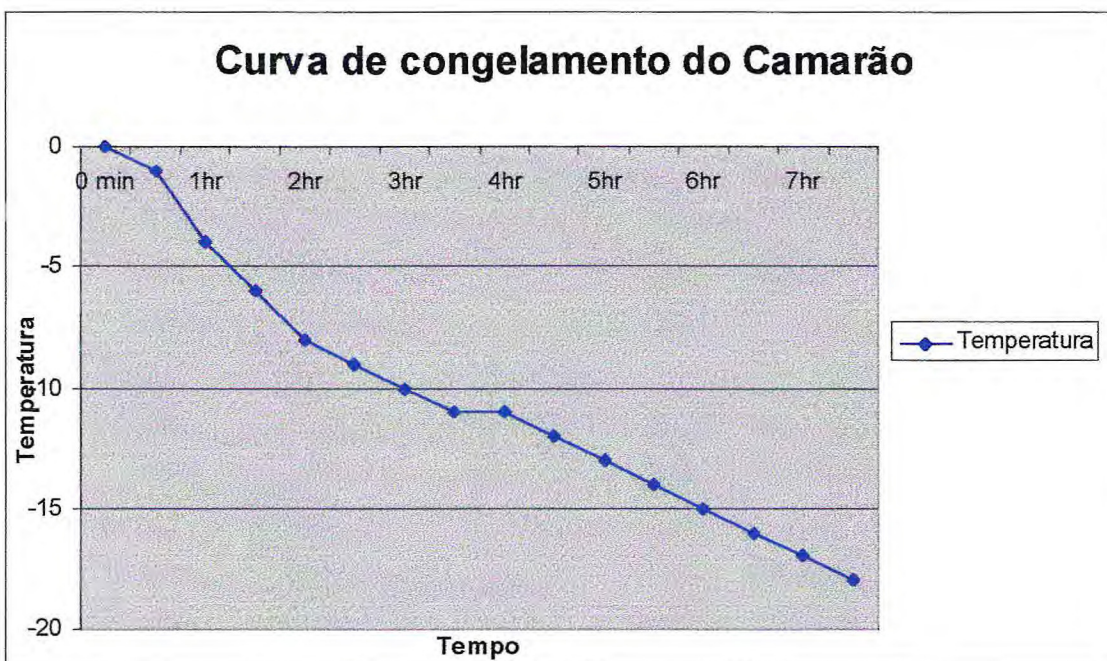


Figura 10. Curva de congelamento do camarão do lote 3.

Na curva de congelamento acima o produto ultrapassou a faixa de “tempo crítico de congelamento” em 4 horas, caracterizando assim um congelamento lento. O tempo requerido para o produto atingir -18°C foi de 10 horas.

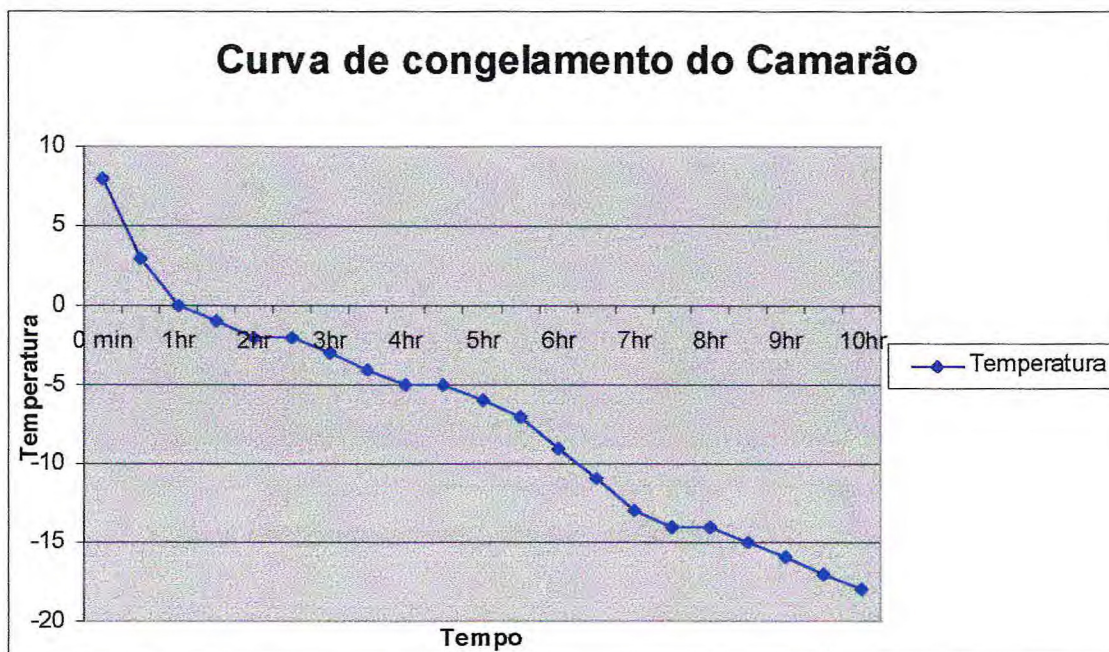


Figura11. Curva de congelamento do camarão do lote 4.

Na curva de congelamento do lote 4 foram necessárias 5 horas para o produto ultrapassar a faixa do “tempo crítico de congelamento”. Este lote apresentou o maior tempo pra ultrapassar essa faixa, caracterizando dessa forma o congelamento lento. O tempo requerido para o produto atingir -18°C foi maior que 10 horas.

Na curva de congelamento do lote 6 o camarão atingiu temperatura de -18°C em 4h 30 min. O tempo que o camarão levou para ultrapassar a faixa do “tempo crítico de congelamento” foi de 1h e 30 min, caracterizando assim um congelamento rápido.

4. CONCLUSÃO

A menor média de temperatura ocorreu no recebimento (3,07 °C) e a maior media foi verificada na 1ª caixa de camarão embalada do carrinho (11,82°C). Dessa forma observou-se que a média de temperatura cresce à medida que o camarão passa pelas etapas do processamento.

A análise estatística realizada não mostrou diferença estatisticamente significativa somente entre as etapas do recebimento do tanque de lavagem.

Houve diferença de temperatura, estatisticamente significativa entre a etapa do recebimento com relação às etapas de seleção, classificação e embandejamento da primeira e última caixa.

A variação do tempo de congelamento até o produto atingir a temperatura interna de -18°C foi grande, tendo em vista uma variação de 330 minutos (5h 30 min).

Dos lotes acompanhados três, atingiram a temperatura de -5°C no tempo inferior a 2 horas, caracterizando assim um congelamento rápido.

A água que entra em contato com o camarão, refrigerada com gelo, apresenta temperatura mais baixa do que a água resfriada por sistema de refrigeração.

Para estudos futuros que abordem a temperatura do camarão nas etapas do processamento sugere-se, que a quantidade de dados coletados seja bem maior, para melhor representar os resultados obtidos e as possíveis diferenças estatísticas existentes nas etapas do processamento industrial do camarão.

5. REFERÊNCIAS

BONELL, A.D. **Quality assurance in seafood processing: a practical guide**. New York: Chapman & Hall, 1994.

BRASIL: Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. **Directiva do Conselho 91/493/CEE, DE 22/07/1991**.

BRASIL: Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Portaria 711 do MAPA de 01/11/1995 (suíno) item 2; 2.4; 2.4.1; 3.1.1.

BRASIL: Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Portaria 210 do MAPA de 10/11/1998 (Carnes e aves) item 4.5; 4.5.8; 5; 5.1; 5.2.3; 6; 6.9.

BYKOWSKI, P.; DUTKIEWICZ, D. **Freshwater fish processing and equipment in small plants**. Disponível em <www.fao.org/docrep/w0495e/w0495E04.htm>. Acesso em 08 dez 2006.

FRAZIER, W.C. **Microbiologia de los alimentos**. 2 ed. Zaragoza: Acribia, 1976.

GEROMEL, E. J. ; FORSTER, R. J. **Princípios fundamentais em tecnologia de pescados**. Série Tecnologia Agroindustrial. São Paulo, 199?.

GRIMES, D. J.; ATWELL, R. W.; BRAYTON, P.R.; PALMER, L. M.; ROLLINS, D.M.; ROSZAK, D. B.; SINGLETON, F.L.; TAMPLIN, M. L.; COLWELL, R. R. (1986). The fate of enteric pathogenic bacteria in estuarine and marine environments. *Microbiological Sciences*, Oxford, v. 3, n.11.

HAGEN, C. J.; SLOAN, E. M.; LANCETTE, G. A.; PEELER, J.T.; SOFOS, J. N.(1994). Enumeration of *Vibrio parahaemolyticus* and *Vibrio vulnificus* in various seafoods with two enrichment broths. *Journal of Food Protection*, Des Moines, v. 57.

MAYES, P. R. **Microbiología e higiene de los alimentos**. Zaragoza: Acribia, 1993.

INSTITUTO INTERNACIONAL DEL FRIO. **Alimentos congelados: procesado y distribución**. Zaragoza, 1990.

JAKABI, M.; BUZZO, A. A.; RISTORI, C.A.; TAVECHIO, A.T.; SCKUMA, H.; PAULA, A. M. R.; GELLI, D. S. (1999). Observações laboratoriais sobre surtos alimentares de *Salmonella* sp. ocorridos na grande São Paulo, no período de 1994 a 1997. *Revista do Instituto Adolfo Luz, São Paulo*, v.58, n.1.

KLOSS, W.E. (1990). Systematics and natural history of staphylococci. *Journal of Applied Bacteriology*; Oxford, v.69.

MORAN, T.; J.Soc. chem. Ind., t. 5(1932), pag. 16T. – Véase también G.Poole, *Refriger. Engng.*, t. 29(1935), pág. 69.

NEIVA, C. R. P. **Valor agregado X qualidade do pescado**. Laboratório de Tecnologia do Pescado. Disponível em:

< <http://www.pesca.sp.gov.br/arquivos/Cristiane.doc>>. Acesso em: 22 dez. 2006.

OGAWA, M. **Refrigeração tecnologia do frio e do calor**. Fortaleza: LARAQ, 2004.

PEREIRA, M. L.; PEREIRA, J. L.; SERRANO, A. M.; BERGDOL, M. S. (2000). Estafilococos: até onde sua importância em alimentos? *Higiene Alimentar*, São Paulo, v. 14, n. 68/69.

PLANK, R. **El empleo del frío en la industria de la alimentación**. Nápoles: Reverté, 1984.

REAY, G. A., A. BANKS y C.L.Cutting: Food Investigation Leaflet nº .11, Cambridge. Londres: George Newnes Ltd. 1951, págs.114 a 133.

RISCOS biológicos. Autoridade de segurança alimentar e económica. Disponível em: < <http://www.agenciaalimentar.pt/> >. Acesso em 08 Dez 2006.

RODRIGO, R.; FIGUEREDO, M.S., Curso apex - gestão de qualidade em indústrias de camarão, módulo técnico de nível superior I, abril 2005.

TORRES, R. O valor agregado do frio. **Rev. Aqüicultura e Pesca**, v. 3, n.23, p.24–27, Set./ Out., 2006.

TRESSLER, D. K y C. F. EVERS **The Freezing Preservation of Foods**, 3.ed. Westport, Conn.:The Avi Publ.Comp., 1957.

VANDERZANT, C.; THOMPSON, C.A.; RAY, S.M.(1973).Microbial flora and level o *Vibrio parahaemolyticus* of oysters(*Crassostrea virginica*), water and sediment from Galveston Bay. *Journal of Milk and Food Technology*, Orange,v. 36, n. 9.

VIEIRA, R. H. S. **Microbiologia, higiene e qualidade do pescado: teoria e prática**. São Paulo: Livraria Varela, 2004.