

Universidade Estadual de Maringá

Centro de Tecnologia

Departamento de Engenharia de Produção

Curso de Engenharia de Produção

**Aplicação do Controle Estatístico de Processos no
Congelamento de Alimentos: Estudo de Caso**

Carolina Mayume Ueda Magalhães

Maringá - Paraná

Brasil

Universidade Estadual de Maringá
Centro de Tecnologia
Departamento de Engenharia de Produção
Curso de Engenharia de Produção

**Aplicação do Controle Estatístico de Processos no
Congelamento de Alimentos: Estudo de Caso**

Carolina Mayume Ueda Magalhães

TCC-EP-12-2009

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como requisito de avaliação no curso de graduação em Engenharia de Produção na Universidade Estadual de Maringá – UEM.

Orientador: Prof. M. Sc: Gonçalo M. V. P. Paula Soares

**Maringá - Paraná
2009**

Carolina Mayume Ueda Magalhães

**Aplicação do Controle Estatístico de Processos no Congelamento
de Alimentos: Estudo de Caso**

Este exemplar corresponde à redação final do Trabalho de Conclusão de Curso aprovado como requisito parcial para obtenção do grau de Bacharel em Engenharia de Produção da Universidade Estadual de Maringá, pela comissão formada pelos professores:

Orientador (a): Prof(º). M. Sc. Gonçalo M. V. P. Paula Soares
Departamento de Engenharia de Produção, CTC

Prof(a). M. Sc. Maria de Lourdes Santiago Luz
Departamento de Engenharia de Produção, CTC

Maringá, Novembro de 2009

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho a meus pais, Elizabeth Emiko Ueda Magalhães e Gladstone Luis Magalhães.

AGRADECIMENTOS

Agradeço, primeiramente à minha família, pelo imenso apoio, pois eu não teria chegado até aqui.

À toda família Mister Sabor, principalmente ao Oziel, Luis, Nei, Josiane, Gilmar, João Paulo, Vanderlei, Wagner, Edson. Obrigada pelo interesse, vontade e dedicação em realizar este trabalho em conjunto.

Ao meu namorado, pelo apoio, ajuda, compreensão e paciência dos momentos ausentes.

Aos amigos pelo apoio e companhia em todos os momentos.

RESUMO

Este trabalho teve como objetivo principal desenvolver e aplicar o Controle Estatístico de Processo (CEP) no congelamento de produtos alimentícios. Devido à ocorrência de casos de descongelamento dos produtos, o presente estudo focou no processo de congelamento como ponto de partida para a busca de sua solução. Para tanto, as atividades do congelamento foram analisadas e prosseguiu-se com sua padronização. Foram feitas coletas de dados e montagem dos Gráficos de Controle para verificação da estabilidade do processo, cujo resultado foi negativo. As causas foram atacadas, através de ferramentas da qualidade para uma nova coleta de dados, após isto foi calculado o índice de capacidade do processo. O presente trabalho evidenciou a importância e necessidade de calibração dos instrumentos de medição. Para aplicação do CEP, o processo tem de estar, necessariamente, sob controle estatístico. Do contrário, há de se corrigir as instabilidades. Portanto, vê-se que quanto mais variável for o processo, maior o tempo demandado para a implantação.

Palavras-chave: Controle Estatístico de Processo. Congelamento. Temperatura.

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS	IX
LISTA DE TABELAS.....	X
LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS	XI
1 INTRODUÇÃO	1
1.1 JUSTIFICATIVA	2
1.2 DEFINIÇÃO E DELIMITAÇÃO DO PROBLEMA	3
1.3 OBJETIVOS	3
1.3.1 <i>Objetivo geral</i>	3
1.3.2 <i>Objetivos específicos</i>	3
2 REVISÃO DA LITERATURA.....	5
2.1 QUALIDADE.....	5
2.2 CONTROLE DE PROCESSO	6
2.2.1 <i>Processo</i>	6
2.2.2 <i>Variabilidade</i>	8
2.2.2.1 <i>Amostragem</i>	9
2.2.2.2 <i>Subgrupos racionais</i>	10
2.2.3 <i>Controle de processo</i>	11
2.3 CONTROLE ESTATÍSTICO DE PROCESSO.....	11
2.3.1 <i>Apresentação em histogramas ou ramo-e-folhas</i>	12
2.3.2 <i>Folha de controle</i>	13
2.3.3 <i>Gráfico de pareto</i>	14
2.3.4 <i>Diagrama de causa-e-efeito</i>	15
2.3.5 <i>Diagrama de concentração de defeito</i>	16
2.3.6 <i>Diagrama de dispersão</i>	17
2.3.7 <i>Gráfico de controle</i>	18
3 METODOLOGIA	25
4 ESTUDO DE CASO.....	28
4.1 CARACTERIZAÇÃO DA EMPRESA.....	28
4.2 SELEÇÃO DOS PRODUTOS	33
4.3 ESCOLHA DAS CARACTERÍSTICAS DA QUALIDADE DO PRODUTO	33
4.4 ELABORAR O SISTEMA DE COLETA DE DADOS	34
4.4.1 <i>Amostras</i>	34
4.4.2 <i>Sensores de temperatura</i>	38
4.4.3 <i>Sistema de coleta de dados</i>	40
4.4.3.1 <i>Crítérios para seleção das amostras</i>	43
4.4.3.2 <i>Crítérios para colocação dos armários no congelador</i>	44
4.4.4 <i>Folha de Verificação</i>	44
4.5 COLETA DE DADOS	44
4.6 MONTAGEM DOS GRÁFICOS DE CONTROLE	45
4.7 ANÁLISE DOS GRÁFICOS DE CONTROLE	51
4.7.1 <i>Gráfico R</i>	51
4.7.2 <i>Gráfico \bar{X}</i>	51
4.7.3 <i>Conclusão</i>	51
4.8 ANÁLISE E PLANO DE AÇÃO DAS CAUSAS FUNDAMENTAIS	52
4.9 ELABORAÇÃO DO SISTEMA DE COLETA DE DADOS	58
4.10 MONTAGEM E ANÁLISE DOS GRÁFICOS DE CONTROLE	58
4.11 CÁLCULO DOS ÍNDICES DE CAPABILIDADE E AVALIAÇÃO DO SISTEMA CEP IMPLANTADO	58
5 CONCLUSÃO	59
5.1 SUGESTÕES PARA FUTUROS TRABALHOS	60
REFERÊNCIAS	61

APÊNDICE A – MIX DE PRODUTOS CLASSIFICADO POR FAMÍLIAS	62
APÊNDICE C – ESQUEMA DE IDENTIFICAÇÃO DAS AMOSTRAS.....	66
APÊNDICE D- FOLHA DE VERIFICAÇÃO PARA TEMPERATURA.....	67
APÊNDICE E - CARTILHA PARA PREENCHIMENTO DA FOLHA DE VERIFICAÇÃO PARA TEMPERATURA (PARTE I).....	68
APÊNDICE F - CARTILHA PARA PREENCHIMENTO DA FOLHA DE VERIFICAÇÃO PARA TEMPERATURA (PARTE II)	69
ANEXO 1 – TABELA DE CONSTANTES PARA CONSTRUÇÃO DOS GRÁFICOS DE CONTROLE	70
ANEXO 2 – TABELA HACCP DO SOFTWARE DE GERENCIAMENTO DE TEMPERATURA	71

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1: ESQUEMA DE PROCESSO	7
FIGURA 2: HISTOGRAMA	12
FIGURA 3: GRÁFICO RAMO-E-FOLHA	13
FIGURA 4: FOLHA DE CONTROLE	14
FIGURA 5: GRÁFICO DE PARETO.....	15
FIGURA 6: DIAGRAMA DE ISHIKAWA.....	16
FIGURA 7: DIAGRAMA DE CONCENTRAÇÃO DE DEFEITO.....	17
FIGURA 8: DIAGRAMA DE DISPERSÃO.....	17
FIGURA 9: PONTOS FORA DOS LIMITES DE CONTROLE.....	19
FIGURA 10: PERIODICIDADE.....	19
FIGURA 11: SEQUÊNCIA	19
FIGURA 12: TENDÊNCIA	20
FIGURA 13: APROXIMAÇÃO DOS LIMITES DE CONTROLE	21
FIGURA 14: APROXIMAÇÃO DA LINHA MÉDIA	21
FIGURA 15: FLUXOGRAMA DA METODOLOGIA DO ESTUDO.....	26
FIGURA 16: ORGANOGRAMA DO SETOR DA PRODUÇÃO	28
FIGURA 17: FLUXOGRAMA MACRO DO PROCESSO PRODUTIVO DOS SALGADOS (PARTE I)	29
FIGURA 18: FLUXOGRAMA MACRO DO PROCESSO PRODUTIVO DOS SALGADOS (PARTE II).....	30
FIGURA 19: FLUXOGRAMA DO PROCESSO DE CONGELAMENTO DOS PRODUTOS.....	31
FIGURA 20: ARMÁRIO DUPLO (DUAS BANDEJAS) CONTENDO ESFIRRAS	35
FIGURA 21: POSIÇÃO DA COLUNA DE BANDEJAS NO CONGELADOR	36
FIGURA 22: POSIÇÃO DO PRODUTO NA BANDEJA	36
FIGURA 23: DISPOSIÇÃO DOS SALGADOS ASSADOS NA BANDEJA.....	37
FIGURA 24: NUMERAÇÃO DA BANDEJA NO ARMÁRIO	37
FIGURA 25: SOFTWARE DE GERENCIAMENTO DOS SENSORES DE TEMPERATURA.....	39
FIGURA 26: VISÃO DO GRÁFICO EXTRAÍDO DO SOFTWARE DE GERENCIAMENTO (TEMPERATURA VS TEMPO).....	39
FIGURA 27: VISÃO DO RELATÓRIO HACCP EXTRAÍDO DO SOFTWARE DE GERENCIAMENTO	40
FIGURA 28: FLUXOGRAMA MELHORADO DO PROCESSO DE CONGELAMENTO (PARTE I)	41
FIGURA 29: FLUXOGRAMA MELHORADO DO PROCESSO DE CONGELAMENTO (PARTE II).....	42
FIGURA 30: GRÁFICO DE CONTROLE PARA \bar{X} MÉDIO.....	48
FIGURA 31: GRÁFICO DE CONTROLE PARA R	50
FIGURA 32: FLUXOGRAMA DA METODOLOGIA DO ESTUDADO – DESTAQUE PARA PASSO 7.1	52
FIGURA 33: GRÁFICO DA TEMPERATURA AO LONGO DO PROCESSO DE CONGELAMENTO	53
FIGURA 34: GRÁFICO DA TEMPERATURA AO LONGO DO PROCESSO DE CONGELAMENTO PARA SENSOR 1.....	54
FIGURA 35: GRÁFICO DA TEMPERATURA AO LONGO DO PROCESSO DE CONGELAMENTO PARA SENSOR 3.....	55
FIGURA 36: GRÁFICO DA TEMPERATURA AO LONGO DO PROCESSO DE CONGELAMENTO PARA SENSOR 6.....	55
FIGURA 37: DIAGRAMA DE ISHIKAWA PARA AVALIAÇÃO DO PROCESSO.....	56
FIGURA 38: ISHIKAWA PARA CAUSA E EFEITO DA VARIAÇÃO DAS TEMPERATURAS	56
QUADRO 1: GRÁFICOS DE CONTROLE POR VARIÁVEIS.....	23
QUADRO 2: 5W1H PARA ATACAR CAUSAS FUNDAMENTAIS	57

LISTA DE TABELAS

TABELA 1: TEMPO PADRÃO DE CONGELAMENTO DE SALGADOS	32
TABELA 2: RESULTADOS DA PESQUISA DE DESCONGELAMENTO	33
TABELA 3: DADOS OBTIDOS NA PRIMEIRA ETAPA DE COLETA DE DADOS.....	45

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

CEP – Controle Estatístico de Processo

1 INTRODUÇÃO

Nos dias atuais, a competição entre as empresas para dominar e manter um mercado consumidor fiel é extremamente acirrada. Para atingir estes objetivos, é necessário apresentar diferenciais em seus produtos, como preço, qualidade, segurança, na pontualidade de entrega dos mesmos, etc. Sob este intuito é fundamental se ter um controle total sobre os processos de produção, a fim de conferir maior qualidade e produtividade, que em muitas das vezes podem ser realizados através de ferramentas de gestão da qualidade.

A ferramenta de Controle Estatístico de Processos (CEP), muito utilizada com o objetivo de melhoria contínua, será a base de estudo para desenvolvimento deste trabalho. Além da melhoria contínua, o CEP possibilita um melhor conhecimento do processo, reduz o índice de refugos e retrabalhos, o custo por unidade de produto, o nível de defeitos, a inspeção no fim da linha, e outros. Características estas que contribui positivamente para toda a empresa, e também para sua reputação e moral perante o mercado consumidor. Porém, para colher estes resultados, isto só se torna possível quando esta ferramenta for implantada de forma correta.

Atualmente o ramo da indústria alimentícia é amplo e com muitas vertentes. A empresa objeto deste trabalho é do ramo alimentício, presente no mercado desde 1994, atuando no segmento de salgados - como coxinhas, quibes, esfirras, empadas, etc., itens típicos de festas de aniversário. Ao todo possui um mix de 54 produtos, ramificados em linhas de assados, crus e fritos, que são vendidos congelados no atacado. Seu mercado consumidor é constituído por redes de supermercados e de postos de combustíveis, abrangendo o Estado do Paraná, São Paulo, Santa Catarina, Mato Grosso do Sul e Minas Gerais.

O que se percebe neste segmento é que as empresas informais são mais frequentes, produzindo sob encomenda para comemoração de eventos, *coffee-break*, etc.

Apesar de não aparentar, a produção de salgados é complexa, por conter muitas variáveis nos processos de fabricação, além de exigir muitos cuidados na manipulação dos produtos. Para ilustrar este cenário, tem-se o exemplo da rede de supermercados Angeloni, que cessou sua

produção de salgados justamente por ser altamente complexa, passando a terceirizá-la por completo.

Os alimentos congelados estão sendo largamente utilizados como forma de estender o prazo de validade e também por sua praticidade de consumo, especialmente para pessoas que têm o dia atribulado e não podem perder tempo cozinhando.

Esta empresa passou a usar o congelamento em seus produtos a partir do momento em que seu mercado consumidor passou dos limites de sua sede em Londrina, no Paraná. Por serem produtos altamente perecíveis, não suportariam longas horas de viagem até seu destino com as mesmas condições de qualidade em sabor, aparência e características microbiológicas necessárias ao consumo. Além disto, serviu também para esticar a validade e, assim, possibilitar melhor gestão da cadeia de distribuição.

Visando também o uso do congelamento como forma de praticidade no consumo para seus clientes, a empresa investiu numa nova linha de produtos, vendidos em embalagens já fritos e congelados, que após aquecê-los no forno convencional ou de microondas estão prontos para o consumo.

1.1 Justificativa

O processo de congelamento de alimentos da empresa referenciada no presente trabalho é um dos mais importantes da cadeia produtiva para obtenção do produto final. O desempenho positivo do congelamento obrigatoriamente oferece a base inicial para as condições ótimas de sustentar o prazo de validade, a qualidade da fritura (caso sejam produtos da linha de fritos), o sabor e, principalmente, a qualidade microbiológica dos produtos.

Os produtos acabados têm sofrido problemas de descongelamento em momentos diversos das etapas posteriores ao congelamento, que culminam em retrabalho ou até mesmo perdas (refugos). Diante disto, e do fato de a empresa não ter qualquer tipo de controle sobre este processo, há a necessidade de solucionar o problema mencionado, obtendo, desta forma, o controle do processo produtivo com ênfase no sistema de congelamento.

1.2 Definição e delimitação do problema

O processo de congelamento dos produtos da empresa em questão não possui métodos de controle com fundamentação técnica, apenas empírica, que não estão sendo eficazes, pelo fato de alguns produtos estarem se descongelando. Portanto, é necessária a mudança destes métodos com o objetivo de estabilizar e controlar o processo. A ferramenta de Controle Estatístico de Processo (CEP) é bem eficaz como método para se alcançar este objetivo, além de contribuir com a melhoria contínua da qualidade.

Quanto às limitações da execução do trabalho pode-se citar a falta de dados históricos referentes ao processo; isto significa uma dilatação do tempo do desenvolvimento do trabalho, pois será necessário coletar os dados para posteriormente ser possível monitorar a melhoria pretendida.

Outra limitação diz respeito ao desconhecimento dos funcionários em relação às técnicas e ferramentas de qualidade e estatística que serão empregadas, implicando com isso um maior tempo para treiná-los.

Em contrapartida a estas limitações, tem-se a vantagem de que o projeto e as futuras mudanças que se fizerem necessárias têm o respaldo da alta direção.

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo geral

Desenvolver e Implantar o Controle Estatístico de Processo (CEP) no processo de congelamento de alimentos (salgados).

1.3.2 Objetivos específicos

- Analisar o processo de congelamento;
- Identificar os itens de controle que irão monitorar o processo;
- Elaborar um sistema de coleta de dados

- Construir um Gráfico de Controle;
- Estabilizar o processo;
- Avaliar a Capabilidade do processo.

2 REVISÃO DA LITERATURA

2.1 Qualidade

Nos dias atuais está bem claro que a qualidade é substancial para a sobrevivência das empresas, devido ao grande mercado competitivo e aos clientes cada vez mais exigentes. Em adição, ela é um dos principais fatores de decisão de clientes na compra de um bem ou serviço qualquer. Porém, o que é *Qualidade*?

Esta é uma palavra amplamente utilizada no dia-a-dia das pessoas, dentro e fora de empresas, e não é um termo técnico exclusivo, mas de domínio público. Isto torna difícil defini-la; e sua definição incorreta leva a gestão da qualidade a adotar ações na direção errada (PALADINI, 2004).

Juran (1993, p.16) definiu *qualidade* como “adequação ao uso”. Toledo (1987) define como o conjunto de características do produto, que determina o grau de satisfação proporcionada ao consumidor durante seu uso. Já Crosby define como conformidade com relação às especificações. Deming (1990) visualiza pelo campo de custos, em que Qualidade é atender às necessidades dos clientes a um preço justo que estejam dispostos a pagar. Campos (1992, p. 12) define de forma, de modo que “um produto ou serviço de qualidade é aquele que atende perfeitamente, de forma confiável, de forma acessível, de forma segura e no tempo certo às necessidades dos clientes”

Campos (1992) ainda define o termo *qualidade* como sendo cinco dimensões que impactam na satisfação das necessidades dos clientes. São eles:

- a) **QUALIDADE:** está relacionada ao nível de satisfação do cliente interno ou externo em relação às características do produto ou serviço intermediário ou final da empresa. Esta qualidade pode ser do produto (ausência de defeitos e presença de característica agradáveis ao consumidor), qualidade da administração, qualidade do treinamento, etc.
- b) **CUSTO:** refere-se a todos os custos operacionais para a fabricação do produto ou fornecimento do serviço, não levando em conta somente o custo final, mas também os intermediários, como o custo de compras, vendas, recrutamento, etc.;

- c) ENTREGA: um produto ou serviço deve ser fornecido na quantidade, prazo e local certos. São medidos os índices de atrasos de entrega, de entrega no lugar errado e na quantidade errada;
- d) MORAL: esta dimensão da qualidade mede o nível médio de satisfação de um grupo de pessoas que são parte integrante da produção ou fornecimento do serviço, de forma direta ou indireta. É fundamental o bom ambiente de trabalho para que o produto final tenha qualidade e atenda às necessidades do cliente. O nível de satisfação médio pode ser medido através de índices de absenteísmo, reclamações trabalhistas, *turn-over* etc.;
- e) SEGURANÇA: refere-se tanto à segurança dos usuários do produto quanto à das pessoas que fabricam o produto. A segurança dos usuários está ligada à não ocorrência de acidentes relacionados ao uso do produto; e a dos empregados está voltada à não incidência de acidentes de trabalho.

Pelo fato da Qualidade ser um termo vasto, torna-se complexo determinar qual é definição correta, universal. Porém, a de Campos (1992) parecer ser a mais elegível, pelo fato de não considerar apenas um aspecto deste termo, mas sim vários, conforme mostra as cinco dimensões, pois um cliente não tomará como pré-requisito de compra apenas o custo, ou sua conformidade, e sim vários pontos, de forma a ficar satisfeito sob todos os ângulos.

2.2 Controle de Processo

2.2.1 Processo

O termo *processo* pode ser definido como “qualquer atividade ou conjunto de atividades que parte de um ou mais insumos, tranforma-os e lhes agrega valor, criando um ou mais produtos (ou serviços) para os clientes” (RITZMAN; KRAJEWSKI, p. 3, 2004). A Figura 1 ilustra esta afirmativa.

Campos (1992) define *processo* como um conjunto de causas que provoca um ou mais efeitos. Ishikawa (1993, p. 64) expande mais esta definição, alegando que o processo estará presente enquanto houver causas e efeitos, ou fatores de causa e características.

De um modo geral, os diversos autores convergem na idéia de que *processo* é um conjunto de causas, cujo objetivo é produzir efeitos. A estas causas, atribuem-se os fatores de manufatura

ou de serviço: matérias-primas, máquinas, medidas, meio ambiente, mão-de-obra e método; e aos efeitos, produtos ou serviços.

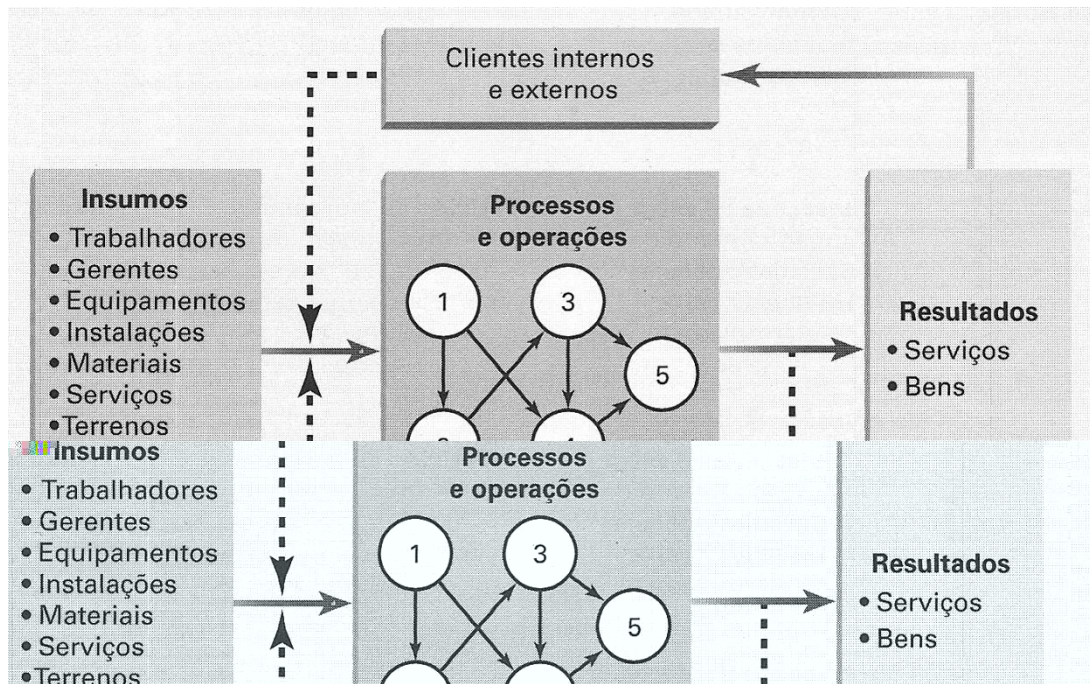


Figura 1: Esquema de processo

Fonte: Ritzman; Krajewski (2004, p. 3)

O conceito de processo definido por Ishikawa pode ser esquematizado através do diagrama de sua autoria, denominado diagrama de causa-e-efeito ou diagrama de espinha de peixe ou diagrama de Ishikawa. Esta é uma ferramenta da qualidade muito importante, a ser descrita com maior em enfoque na seção 2.3.4.

Uma empresa possui vários processos e dentro de cada processo possui vários subprocessos. Esta divisão de processos em processos menores permite que cada um destes sejam controlados separadamente, conferindo um melhor gerenciamento, fácil localização de eventuais problemas e atuação sobre estes. De um modo geral, isto culmina em um controle eficiente de todo o processo em si.

2.2.2 Variabilidade

Um produto ou serviço tem limites de especificações para cada característica que constitui seu todo, como por exemplo, proporção de massa e recheio e o peso unitário dos salgados. Atendendo a todos estes limites, têm-se produtos não-defeituosos, ou perfeitos. Quando há ocorrência da extrapolação destas especificações, diz-se que o produto sai do padrão e, portanto, têm-se produtos defeituosos. De um modo geral, “a causa dos defeitos é a variação”, segundo Baptista (1996, p. 3).

Diante deste conceito, é crucial compreender a causa da variação em si. No processo produtivo tem-se os fatores de manufatura: matérias-primas, máquinas, medidas, meio ambiente, mão-de-obra e método. Se não houvesse variação entre as matérias-primas de diversos fornecedores, ou mesmo somente a de um mesmo fornecedor, se as máquinas sempre trabalhassem de maneira uniforme, se os operadores manufaturassem os produtos de modo exatamente igual, ou seja, se todos estes seis fatores não variassem, fica evidente que o produto final não sofreria nenhuma variação em suas características da qualidade. Desta forma, Werkema (1995, p. 3) complementa o conceito de Baptista, afirmando que “o processo pode ser visualizado como um conjunto de causas de variação”.

Montgomery (2004, p. 3) conclui que “qualidade é inversamente proporcional à variabilidade”. A redução da variabilidade, portanto, torna-se um foco crucial para obtenção da melhoria da qualidade e as ferramentas estatísticas são de grande valia para tal. Estas variabilidades são divididas em duas classes:

- **CAUSAS ALEATÓRIAS OU COMUNS:** Chamadas também de “ruído de fundo”, são causas inerentes aos processos e, por isso, são reduzíveis, mas não totalmente elimináveis. Quando o processo possui somente estas causas, diz-se que o mesmo está sob controle estatístico, ou seja são estáveis e previsíveis. Exemplo: variação na tensão elétrica, que pode deixar a máquina mais ou menos potente, impactando no produto;
- **CAUSAS ATRIBUÍVEIS OU ESPECIAIS:** A incidência destas causas são esporádicas, advindas de uma situação em especial que acaba por alterar negativamente o processo e, portanto, altera o nível de qualidade; na maioria dos casos gera refugo ou retrabalho. Neste caso, diz-se que o processo não está sob controle

estatístico e exige uma ação rápida para que o processo volte a ficar sob controle; também é importante padronizar a ação tomada, para que esta causa especial não ocorra novamente. Exemplo: Máquinas ajustadas irregularmente, novo operador.

2.2.2.1 Amostragem

Antes de conceituar *amostra* é preciso entender o que é *população*. Segundo Vieira (1999, p. 8), *população*, também denominada *universo*, é um “conjunto de elementos que têm, em comum, determinada característica”. Já Werkema (1995, p. 51) apresenta uma definição mais completa ao afirmar que “é a totalidade dos elementos de um universo sobre o qual desejamos estabelecer conclusões ou exercer ações”.

Amostra é todo subconjunto de ítems extraídos de uma população.

Se uma empresa adota o procedimento de analisar a conformidade de seus produtos, seria o ideal inspecionar todos os produtos de um lote de forma individual, porém sabe-se que isto seria muito oneroso por requerer operadores especificamente para executar esta função, sem mencionar ainda o elevado *lead-time* de produção. Por esta razão, faz-se o uso de amostras.

A *amostragem* nada mais é que uma técnica para extrair amostras de uma população. É evidente que a escolha da amostra é determinante para a falha ou sucesso de um estudo que depende destes dados. Ela tem de ser representativa da população, para que os dados sejam confiáveis, pois é a partir dela que serão traçadas as ações a serem tomadas (WERKEMA, 1995).

Vieira (1999) discorre sobre três tipos de amostras:

AMOSTRA CASUAL OU ALEATÓRIA: Retiram-se elementos da população de forma aleatória, de forma que todo elemento tem a mesma probabilidade de ser amostrado. Vieira (1999) exemplifica esta definição: tem-se de colher 2% de amostra de uma população de 500 sacas; para tal, enumera-se cada saca, e coloca-se em uma urna várias fichas, sendo cada uma um número de zero a nove; faz-se três sorteios para obter o número de uma saca e assim por diante até obter 2% de amostra.

AMOSTRA SISTEMÁTICA: Os elementos são retirados da população baseados em um sistema. Em relação ao exemplo anterior, seria sortear a primeira saca e depois adotar o sistema de pegar as próximas sacas em intervalos iguais, ou seja, somar cinquenta ao número sorteado, e assim por diante. É importante ressaltar que alguns procedimentos podem resultar em amostras tendenciosas, como escolher o décimo item da população de 10; portanto, tem-se de ponderar a sistemática desenvolvida.

AMOSTRA ESTRATIFICADA: Utilizada quando a população constitui subgrupos heterogêneos ou estratos, sendo que cada estrato apresenta comportamento homogêneo. De antemão é feita amostragem (podendo ser sistemática) de cada estrato e, em seguida, elas são reunidas, resultando na amostra estratificada.

2.2.2.2 Subgrupos racionais

Vieira (1999) e Werkema (1995) expõem que os dados para a elaboração de um gráfico de controle têm de ser confiáveis e concretos e isto se dá através da utilização de amostras com subgrupos tão homogêneos quanto possíveis. Estes são os denominados *subgrupos racionais*.

O conceito central é aumentar a chance de as variabilidades ocorrerem *entre* as diversas amostras, e diminuir a chance disto ocorrer *dentro* de uma amostra. Isto para que a causa da variabilidade seja de fácil identificação. Montar os subgrupos é o mesmo que fazer uma estratificação: fazer uma amostra individual para cada possível causa de variação, como por exemplo, dividida por turnos, operadores, máquinas, matérias-primas.

Montgomery (2004) apresenta duas abordagens para a construção destes subgrupos racionais:

PRIMEIRA ABORDAGEM: a amostra consiste de unidades produzidas em curto intervalo de tempo. Fornece um “instantâneo” do processo e é possível detectar mudanças ocorridas nele.

SEGUNDA ABORDAGEM: a amostra é escolhida ao acaso, ou seja, é uma amostra aleatória, sendo representativa da população. Seu uso é mais voltado para tomada de decisão sobre a aceitação de um lote através de um gráfico de controle.

De um modo geral, Werkema (1995, p. 209) sintetiza em poucas palavras a importância dos subgrupos racionais: “O conceito de subgrupos racionais é muito importante. A seleção adequada das amostras requer uma consideração cuidadosa do processo, com o objetivo de que possa ser obtido o máximo de informações a partir da análise dos gráficos de controle”

2.2.3 Controle de processo

O controle de processo compreende três ações fundamentais, de acordo com Campos (1992):

1. ESTABELECIMENTO DA “DIRETRIZ DE CONTROLE” OU ESTABELECIMENTO DOS PADRÕES: A diretriz de controle, também conhecida por planejamento da qualidade, tem de ser estabelecida sobre as etapas de um processo. Constitui de meta (nível de controle) e método (os procedimentos para se atingir as metas). Se esta primeira ação for bem executada, as cinco dimensões da qualidade (qualidade, custo, entrega, moral e segurança) terão padrão, que segundo Juran (1993) o controle se torna possível somente quando há padronização
2. MANUTENÇÃO DO NÍVEL DE CONTROLE OU MANUTENÇÃO DOS PADRÕES: Se alguma das dimensões da qualidade não atender aos padrões ocorrendo desvios, variações, deve-se tomar atitudes frente à isto, justamente para a manutenção dos padrões. Primeiramente, há de se atuar no resultado, para que o processo seja retomado; em seguida, há de se atuar na causa, para que não haja reincidência do problema;
3. ALTERAÇÃO DA DIRETRIZ DE CONTROLE OU MELHORIA DOS PADRÕES: Os padrões têm de ser alterados para garantir a sobrevivência do processo, da empresa, pois as necessidades das pessoas mudam constantemente, e os produtos ou serviços consumidos têm de seguir esta evolução. Para tanto, é fundamental alterar a meta e, conseqüentemente, o método, em busca da melhoria do nível de qualidade.

2.3 Controle Estatístico de Processo

Segundo Davis (1999, p. 191), “O Controle Estatístico de Processo (CEP) é um método quantitativo para monitorar um processo repetitivo, a fim de determinar se um dado processo está operando adequadamente”.

É preciso coletar dados do processo, para analisá-los e compará-los aos medidores básicos de desempenho do processo; e através de técnicas estatísticas simples consegue determinar se o processo se modificou ou não e, caso tenha se modificado, ainda indica o tipo de variação: comum ou especial.

Baptista (1996) comenta que muitas empresas implantam programas de Melhoria de Processos e de Qualidade Total sem utilizar o CEP, perdendo a oportunidade de analisar melhor e mais facilmente a performance dos processos.

É interessante mencionar que as ferramentas estatísticas são eficazes para melhoria do processo e redução de defeitos, pois elas dão maior importância aos fatos do que às teorias, aceita o padrão que prevalece em resultados de observação como uma informação concreta; no entanto, ela tem de ser aplicada de forma correta para apresentar resultados confiáveis, de acordo com Kume (1993). O CEP é basicamente composto de sete ferramentas, sendo elas:

2.3.1 Apresentação em histogramas ou ramo-e-folhas

Auxilia na compreensão de grandes quantidades de dados. O histograma (Figura 2) permite conhecer a população rapidamente, já que se ocorrer aumento em uma amostra, aumenta-se o número de dados e, assim, dificultando a compreensão da população. Já o gráfico ramo-e-folha (Figura 3), dispõe as informações de modo a facilitar a visualização do valor central e dos que o rodeiam. O que difere o primeiro gráfico deste último é que ao refazer o conjunto de dados, há perda de parte das informações quando formados classes ou intervalos (WERKEMA, 1995).

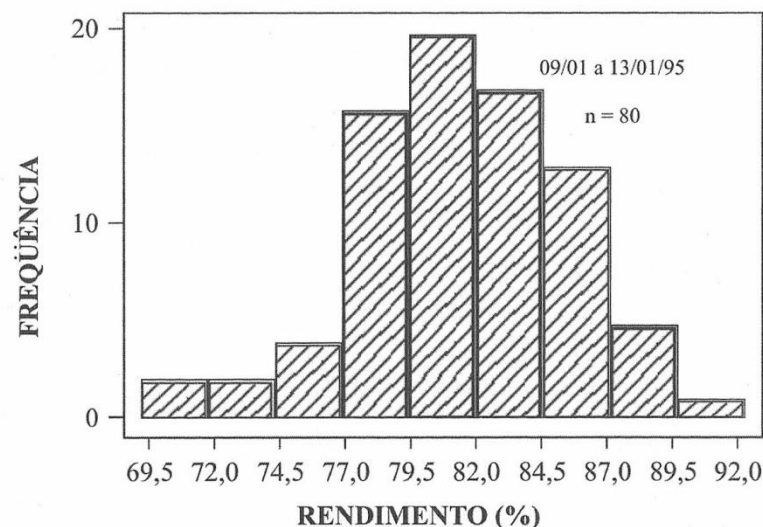


Figura 2: Histograma

Fonte: Werkema (1995, p. 120)

3	1
4	3
5	24
6	05557778
7	023479
8	000123356777778
9	001122445689
10	113445577899
11	0034455689
12	234677
13	004589
14	13
15	67

Figura 3: Gráfico Ramo-e-folha

Fonte: Werkema (1995, p. 269)

2.3.2 Folha de controle

Também chamada de folha de verificação (vide Figura 4). Montgomery (2004) apresenta esta ferramenta como sendo uma das primordiais como ponto de partida para a implantação do Controle Estatístico de Processo, que é justamente a coleta de dados. Werkema (1995) afirma que ela tem de ser planejada e construída de modo tal que torne a coleta rápida e automática, apontando os itens a serem verificados, em que basta a pessoa preencher estes campos, evitando a falta de informações importantes caso lhe fosse fornecida uma folha em branco. Esta ferramenta diminui a probabilidade de erro de escrita, já que em algumas folhas colocam-se os resultados em forma de símbolos ou marcas. É importante também que contribua para a otimização da análise destes dados, como identificar a frequência das variabilidades, erros e também se estes seguem um padrão, como dia da semana, hora do dia, etc., em que uma estratificação auxiliaria significativamente.

respondem por muitos problemas, mas que em termos de perda a quantidade é pequena. Desta maneira, é evidente que atacar os “poucos vitais” é o mais vantajoso para eliminação de perdas, por exemplo. E este gráfico auxilia nesta priorização de problemas e projetos (VIEIRA, 1999). Montgomery (2004) complementa esta explanação com advertências importantes: construir o gráfico para tomada de decisão baseado apenas na frequência pode ser um erro, pois dependendo da situação pode ocorrer de um problema de pouca frequência causar um impacto muito maior que o próprio problema de maior frequência; é interessante analisar cada problema e suas conseqüências e dependendo do caso, aliar pesos. É uma das melhores ferramentas para a melhoria da qualidade, limitando-se somente à ingenuidade do analista.

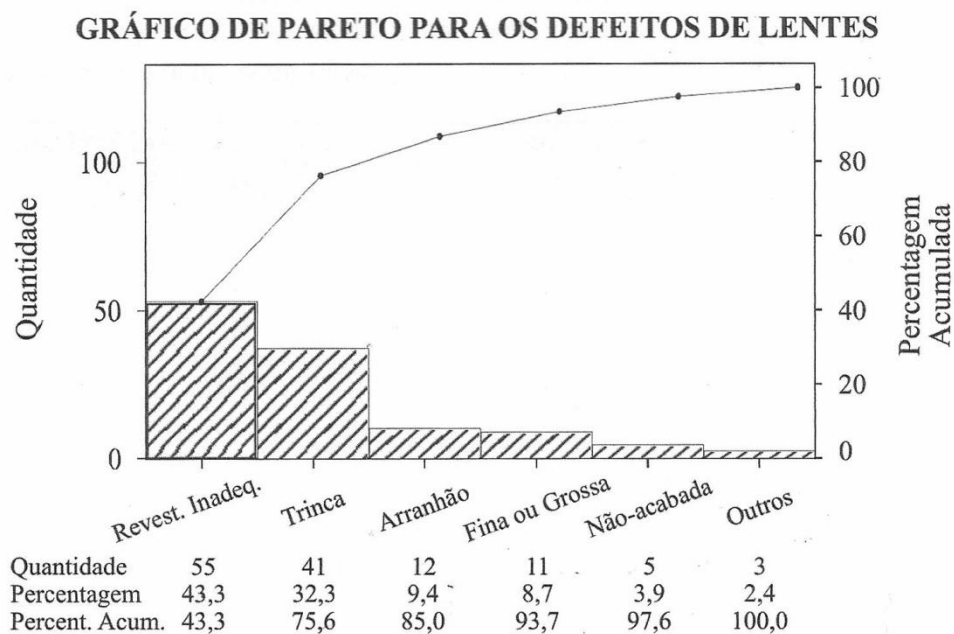


Figura 5: Gráfico de Pareto

Fonte: Werkema (1995, p. 74)

2.3.4 Diagrama de causa-e-efeito

Também conhecido como “diagrama de Ishikawa”, em homenagem ao seu criador, Professor Kaoru Ishikawa, e “diagrama de espinha de peixe”, devido a sua forma. Esta ferramenta é utilizada para “**identificação das causas prováveis de um problema de qualidade**”, de acordo com Vieira (1999, p. 31). A autora ainda complementa que o sucesso de um bom controle de qualidade depende em grande parte do sucesso no uso deste diagrama (Figura 6).

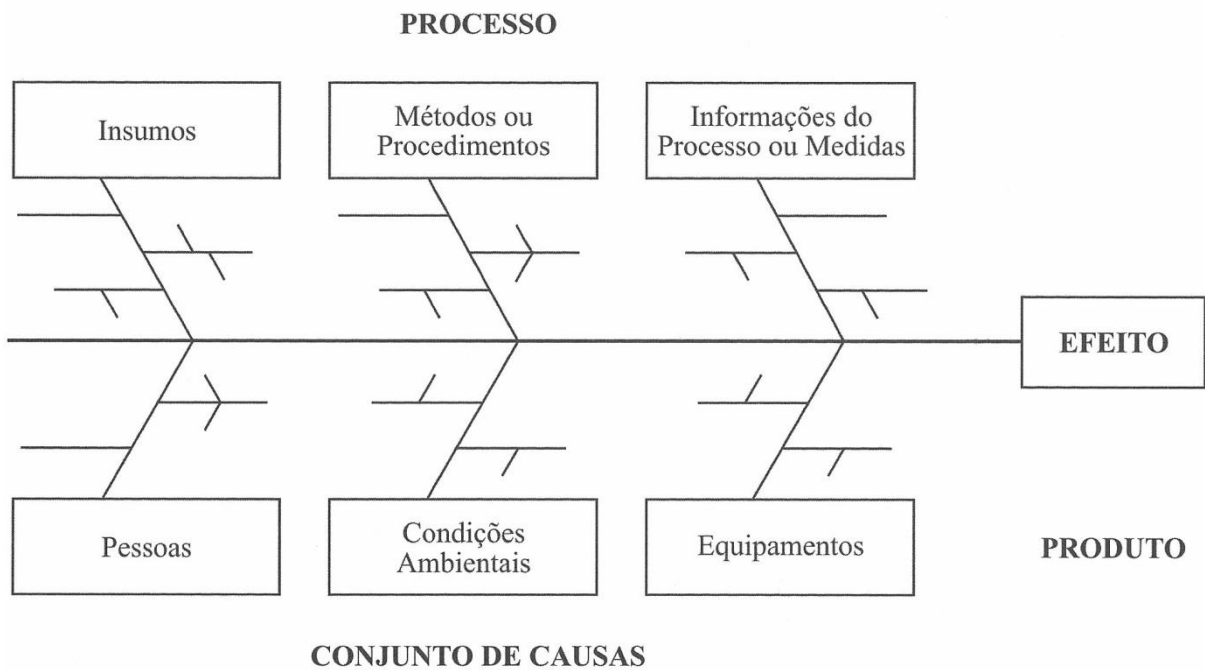


Figura 6: Diagrama de Ishikawa

Fonte: Werkema (1995, p. 17)

Werkema (1995) esquematiza os passos para a construção dele: no retângulo da característica escreve-se o efeito do processo diagnosticado e que se pretende extrair as causas possíveis pelas quais gera este problema; liga-se as causas primárias à espinha principal, sendo geralmente seis famílias de causas, o conhecido 6M – fatores da manufatura; em cada fator são ramificadas as possíveis causas e, ainda, dentro destas as causas terciárias. As pessoas responsáveis e ligadas ao processo considerado deverão participar da construção do diagrama, devido ao grande contato e conhecimento que elas têm do processo. A partir dele é possível se ter um conhecimento de todas as possíveis causas, atuando como um ponto de partida para investigações das causas fundamentais; deste modo, evita-se desperdício de esforços sobre causas falsas.

2.3.5 Diagrama de concentração de defeito

Desenha-se o produto sob diversas vistas relevantes ao estudo (lateral, superior, etc), e os defeitos são apontados em sua localização exata (Figura 7). É possível verificar o local de maior concentração de defeitos, se ocorre um determinado padrão, e também auxilia na identificação das causas destes (MONTGOMERY, 2004).

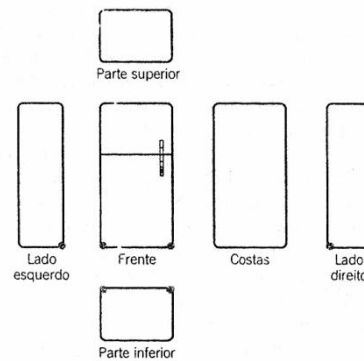


Figura 7: Diagrama de concentração de defeito

Fonte: Montgomery (2004, p. 113)

2.3.6 Diagrama de dispersão

Usado para avaliar a relação entre duas variáveis. Estas variáveis podem ser: duas causas de um processo; uma causa e um efeito de um processo; e dois efeitos de um processo (Figura 8). O resultado tem de ser muito bem avaliado, pois a correlação resultante pode apresentar um determinado comportamento devido a uma terceira variável (WERKEMA, 1995).

Período de coleta dos dados:
02/02/95 a 13/02/95

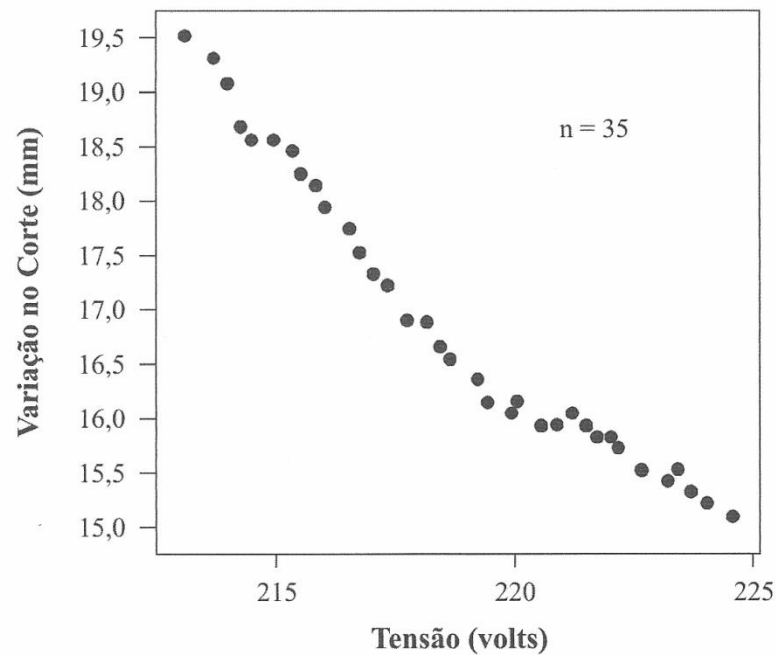


Figura 8: Diagrama de dispersão

Fonte: Werkema (1995, p. 167)

2.3.7 Gráfico de controle

São gráficos que monitoram a variabilidade, sendo possível distinguir os tipos de causas de variação: comum ou especial. Usado em indústrias em todo o globo, Montgomery (2004) cita cinco motivos de sua popularidade: técnica comprovada para a melhoria da qualidade, eficazes na prevenção de defeitos, evitam o ajuste desnecessário do processo, fornecem informação de diagnóstico e fornecem informação sobre a capacidade do processo.

Segundo Toledo (1987), os gráficos de controle permitem atuar no processo de forma preventiva, evitando a ocorrência de produtos não-conformes e um possível agravamento, como a exclusão de um lote, justamente por seu caráter pró-ativo.

Nestes gráficos representa-se uma característica da qualidade (medida ou calculada) de uma amostra de produtos em função do tempo. Cada ponto amostral é inserido no gráfico e, comumente, faz-se a união entre estes pontos por segmentos de reta, de modo a facilitar a visualização da evolução dos característicos da qualidade conforme o avanço do tempo. É composto de uma linha média (LM), que é o valor médio da característica da qualidade do processo; de um limite inferior de controle (abaixo da LM) e de outro superior (acima da LM), que são valores calculados para que todos os pontos amostrais estejam sob estas linhas de forma aleatória, de modo a concluir que somente causas comuns ocorrerão e caso contrário, ocorrerão as causas aleatórias. Werkema (1995) indica os padrões típicos de comportamento não-aleatório, que advertem que o processo não está sob controle estatístico:

- a) **PONTOS FORA DOS LIMITES DE CONTROLE:** É o padrão de mais fácil identificação. Deve-se investigar a causa desta variação com rapidez, podendo ser utilização de equipamento descalibrado, erros de registro de dados, cálculo e medição, e outros;
- b) **PERIODICIDADE:** O gráfico apresenta comportamento periódico regular, ou seja, tendência para cima e para baixo dos pontos traçados com amplitude e comprimento similares. Esta periodicidade pode decorrer de trocas periódicas de operador ou quando há variação periódica das condições de operação do processo, como por exemplo, a temperatura, e alterações das matérias-primas;

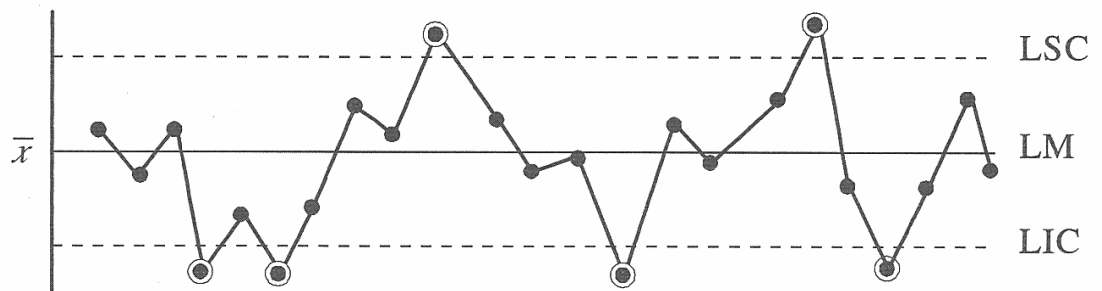


Figura 9: Pontos fora dos limites de controle

Fonte: Werkema (1995, p. 202)

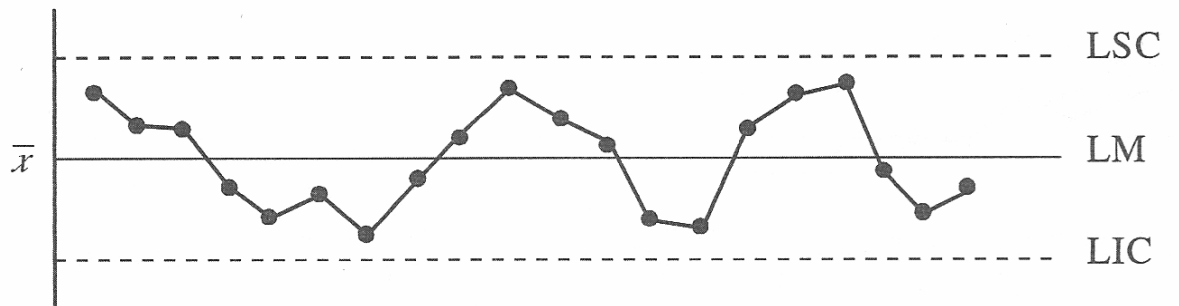


Figura 10: Periodicidade

Fonte: Werkema (1995, p. 203)

- c) **SEQUÊNCIA:** Ocorre quando vários pontos consecutivos se localizam em um mesmo lado da média. Pode ser decorrente de novos operadores, máquinas, queda do nível de atenção ou motivação dos operadores;

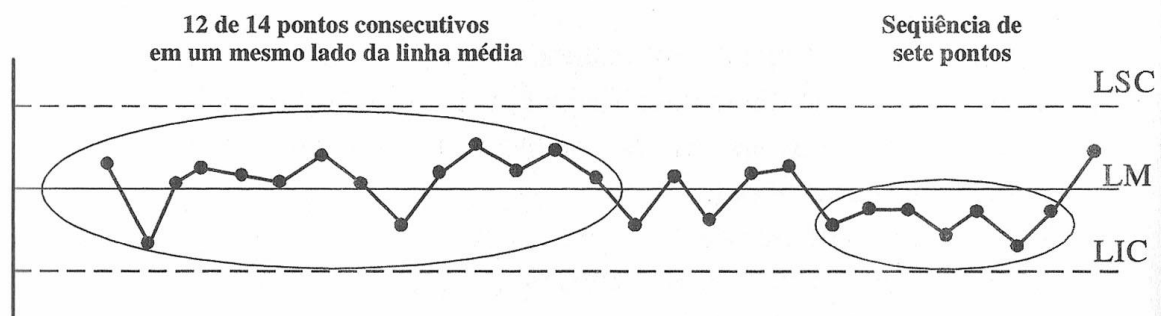


Figura 11: Sequência

Fonte: Werkema (1995, p. 204)

- d) **TENDÊNCIA:** Quando sete ou mais pontos consecutivos apresentam uma tendência ascendente ou descendente. Os possíveis motivos da presença deste padrão são: mudanças graduais nas condições ambientais, desgaste de ferramentas ou equipamentos e cansaço do operador;

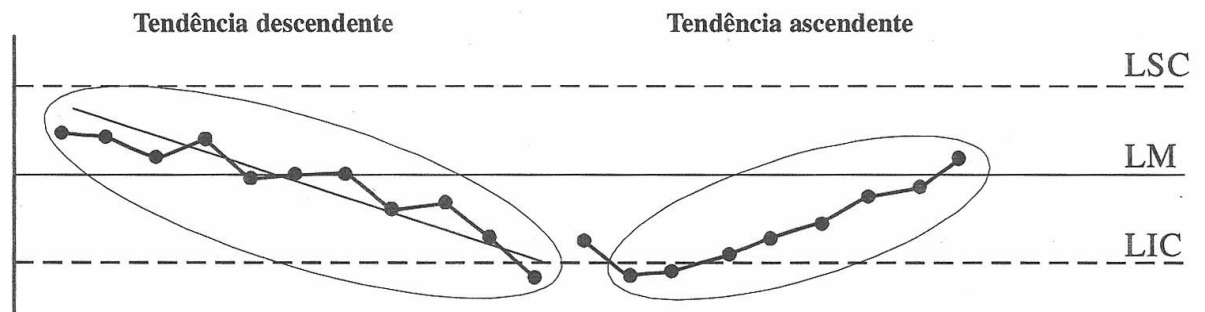


Figura 12: Tendência

Fonte: Werkema (1995, p. 204)

- e) **APROXIMAÇÃO DOS LIMITES DE CONTROLE:** Isto ocorre quando dois ou mais pontos consecutivos estão fora dos limites 2σ , conforme a Figura 13, ou poucos pontos próximos da linha média. Pode decorrer do excesso de ajustes no processo, ou do uso de um mesmo gráfico de controle para duas máquinas que operam de maneira diferente, mas partilham do mesmo característica da qualidade.
- f) **APROXIMAÇÃO DA LINHA MÉDIA:** Quando grande parte dos pontos está próxima à linha média, dentro das linhas $1,5\sigma$. Este padrão pode acontecer por erros nos cálculos dos limites de controle, ou formação inadequada dos subgrupos racionais.

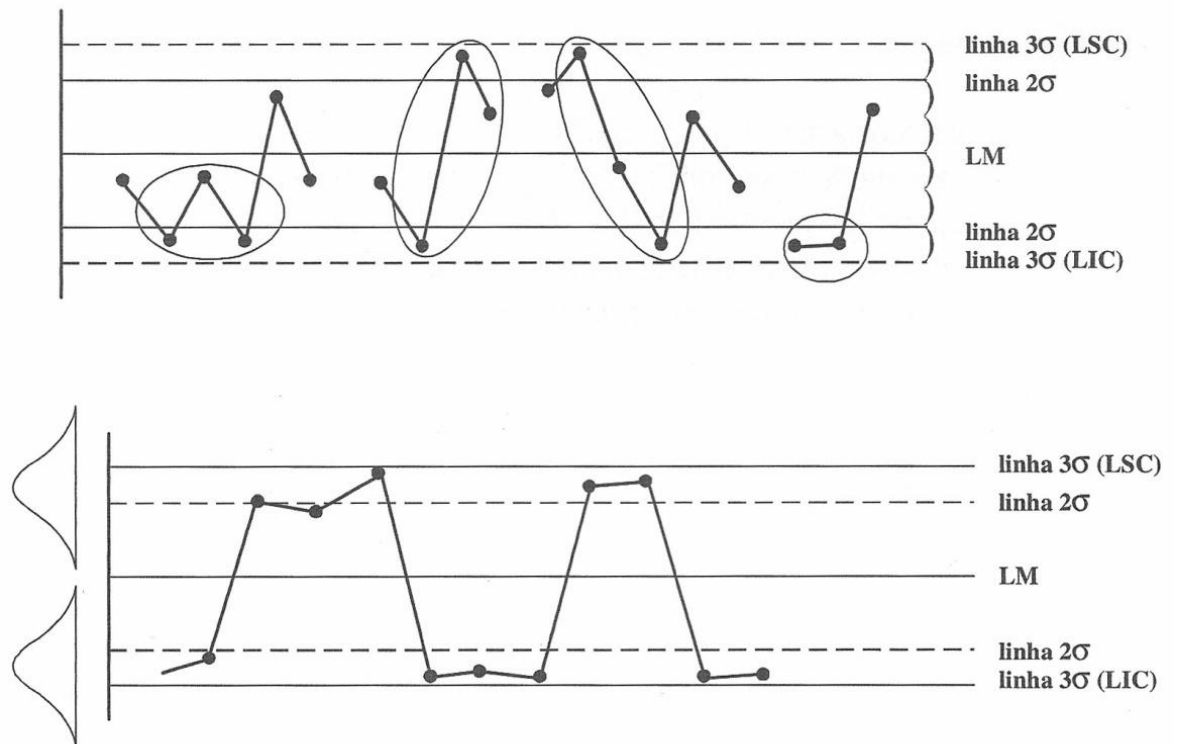


Figura 13: Aproximação dos limites de controle

Fonte: Werkema (1995, p. 205)

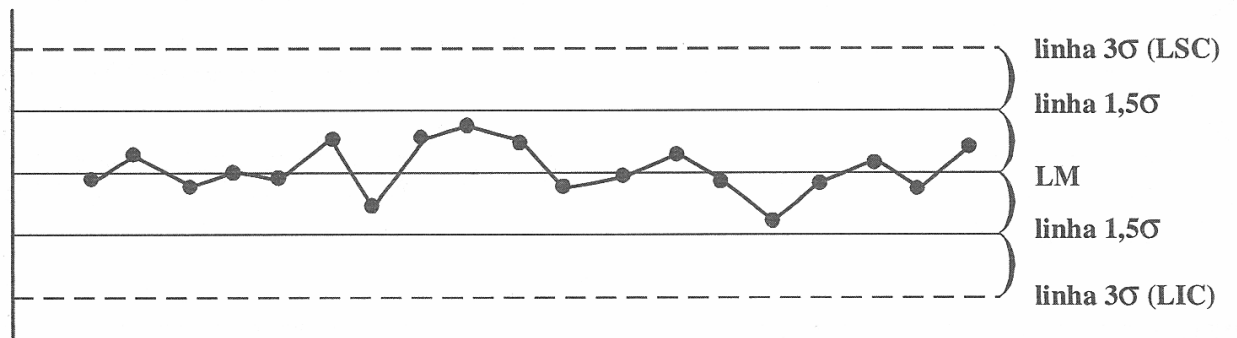


Figura 14: Aproximação da linha média

Fonte: Werkema (1995, p. 206)

A seguir serão mostradas algumas funções matemáticas utilizadas na construção dos gráficos de controle:

Média aritmética: é a soma dos dados coletados dividida pela quantidade destes.

$$\bar{X} = \frac{\sum X}{n}$$

Amplitude: é a diferença entre o maior e o menor valor coletado.

$$R = x_{maior} - x_{menor}$$

Desvio-padrão: mostra os desvios das observações em relação ao valor central.

$$s = \sqrt{\frac{\sum X_i - \bar{X}}{n - 1}}$$

Existem duas classificações de gráficos de controle:

POR VARIÁVEIS: Utilizados para analisar e controlar um processo com dados contínuos, ou seja, obtidos por medições. Existem três tipos de gráficos de controle por variáveis: “ $\bar{X} - R$ ”, “ $\bar{X} - S$ ” e “ \bar{X} e R”. Para cada tipo constroem-se dois gráficos. Vide Quadro 1.

POR ATRIBUTOS: Utilizados para analisar e controlar um processo com dados discretos, ou seja, dados obtidos por contagens. É usado para contar número de peças defeituosas. Existem quatro tipos de cartas de controle por atributos: “pn”, “p”, “c” e “u”. As duas primeiras são para peças defeituosas e as duas últimas no caso e contagem de defeitos.

TIPO DE GRÁFICO	USO TÍPICO	VANTAGENS	DESVANTAGENS	SISTEMA DE AMOSTRAGEM	LIMITES DE CONTROLE	
					Tipo de Carta	Fórmulas
$\bar{X} - R$	<ul style="list-style-type: none"> - Monitora a variação da média e da amplitude - Processos onde predomina o uso de máquina 	<ul style="list-style-type: none"> - É o mais conhecido e usado na prática. - Apresenta facilidade na elaboração dos cálculos - Uma ótima visão da variação estatística de um processo. 	<ul style="list-style-type: none"> - Indica com menor segurança a variabilidade do processo - Relação indireta entre limites de controle e tolerância. 	<ul style="list-style-type: none"> $n < 10$ e constante (Normalmente entre 4 e 6) $m = 20$ a 25 	Carta \bar{X}	$LSCX = \bar{X} + A_2 * \bar{R}$ $LMCX = \bar{X}$ $LICX = \bar{X} - A_2 * \bar{R}$
					Carta R	$LSCR = D_4 * \bar{R}$ $LMCR = \bar{R}$ $LICR = D_3 * \bar{R}$
$\bar{X} - s$	<ul style="list-style-type: none"> - Monitora a variação da média e do desvio-padrão 	<ul style="list-style-type: none"> - Uma ótima visão da variação estatística de um processo. - Indica com maior segurança a variabilidade do processo. 	<ul style="list-style-type: none"> - Relação indireta entre limites de controle e tolerância. - Apresenta mais dificuldade operacional. 	<ul style="list-style-type: none"> $n > 10$ pode ser variável $m = 20$ a 25 	Carta \bar{X}	$LSCX = \bar{X} + A_3 * \bar{R}$ $LMCX = \bar{X}$ $LICX = \bar{X} - A_3 * \bar{R}$
					Carta s	$LSCR = B_4 * \bar{s}$ $LMCR = \bar{s}$ $LICR = B_3 * \bar{s}$
E \bar{X} R	<ul style="list-style-type: none"> - Média individual e amplitude da amostra - Quando se tem inspeção automatizada 100% - Onde apenas uma observação por lote é disponível 	<ul style="list-style-type: none"> - Mais rápidos de se montar - Mais fáceis de serem completados - Mais fáceis de serem explicados - Comparáveis diretamente à Tolerância. - Indicado para casos de medições dispendiosas, demoradas e em testes destrutivos. 	<ul style="list-style-type: none"> - Não são tão sensíveis à alterações do processo quanto os gráficos \bar{X}, R e s. 	<ul style="list-style-type: none"> $n = 1$ $m > 20$ 	Carta X	$LSCX = \bar{X} + 2,660 * \bar{R}$ $LMCX = \bar{X}$ $LICX = \bar{X} - 2,660 * \bar{R}$
					Carta R	$LSCR = 3,267 * \bar{R}$ $LMCR = \bar{R}$ $LICR = 0$

Quadro 1: Gráficos de Controle por variáveis

Fonte: Adaptado de Soares (2001, p. 49)

Sendo que os valores A_2 , A_3 , B_3 , B_4 , D_3 e D_4 são obtidos em tabelas adequadas. Neste estudo foi utilizada a tabela constante no Anexo 1.

Para que a implantação do CEP tenha sucesso é essencial o envolvimento da gerência, para que seja possível o andamento do projeto, e também para que os funcionários se interessem e respeitem mais esta nova ferramenta. Um outro fator para auxiliar na implantação é o envolvimento de todos os setores da empresa, não só o da Qualidade; e a formação de uma equipe, visto que somente uma pessoa para passar as informações e gerenciar o pessoal acaba sendo difícil (SOARES, 2001).

Após a implantação e colheita dos resultados do CEP há de se continuar a usá-lo, não apenas com o intuito de manter a qualidade, mas também porque o processo pode vir a sofrer variações diferentes das já ocorridas. Em suma, as ferramentas do CEP devem ser passadas para toda a empresa, de modo a serem conhecidas e aplicadas em todos os setores rotineiramente, diminuindo a variabilidade e aumentando qualidade dos produtos ou serviços produzidos (MONTGOMERY, 2004).

3 METODOLOGIA

A pesquisa do presente trabalho é de natureza aplicada, pois os conhecimentos obtidos durante a mesma serão aplicados na empresa. A abordagem do problema é de caráter quantitativo, já que o CEP utiliza de dados quantificáveis e pura estatística. Sob a vista dos objetivos, a pesquisa é exploratória, feita através de consultas bibliográficas. Quanto aos procedimentos técnicos, refere-se a um estudo de caso. Os dados serão coletados através de formulários e observações, que serão utilizados para posterior análise quantitativa, com embasamento no CEP.

A metodologia a ser utilizada para implantação do projeto será baseada no modelo proposto por Soares (2001). Porém, por se tratar de um ambiente de estudo diferente e devido às particularidades do processo e da Organização, serão feitas algumas adaptações em algumas etapas deste modelo. Deste modo, a metodologia adaptada será descrita seguir, em 9 etapas e ilustradas na Figura 15:

1. *Caracterização da empresa:* Apresentar a empresa do presente projeto. Focar no processo em questão.
2. *Seleção dos produtos:* Definir a linha de produtos que será estudada. O gráfico de Pareto pode auxiliar na seleção de tal linha.
3. *Escolha das características da qualidade do produto:* Definir as Características da Qualidade mais críticas do produto, elegíveis pela empresa e clientes. O gráfico de Pareto, fluxogramas e diagrama de causa-e-efeito são ferramentas que podem auxiliar nesta definição. Em seguida, construir uma planilha com especificações técnicas de cada uma das Características da Qualidade elegidas.
4. *Elaborar o sistema de coleta de dados:* Definir o modelo de coleta de dados mais adequado para o projeto, levando em conta os sistemas já utilizados. Verificar se a acurácia das medições são condizentes às exigidas nas especificações.
5. *Coleta de dados:* Coletar os dados. É importante realizar testes com os sistemas de coletas escolhidos, e realizar treinamentos para os funcionários.

6. *Montagem dos gráficos de controle*: Definir os tipos de gráficos de controle a serem utilizados, de acordo com os dados coletados e frequências. Testar o sistema de elaboração de gráficos; importante ser de fácil aplicação.

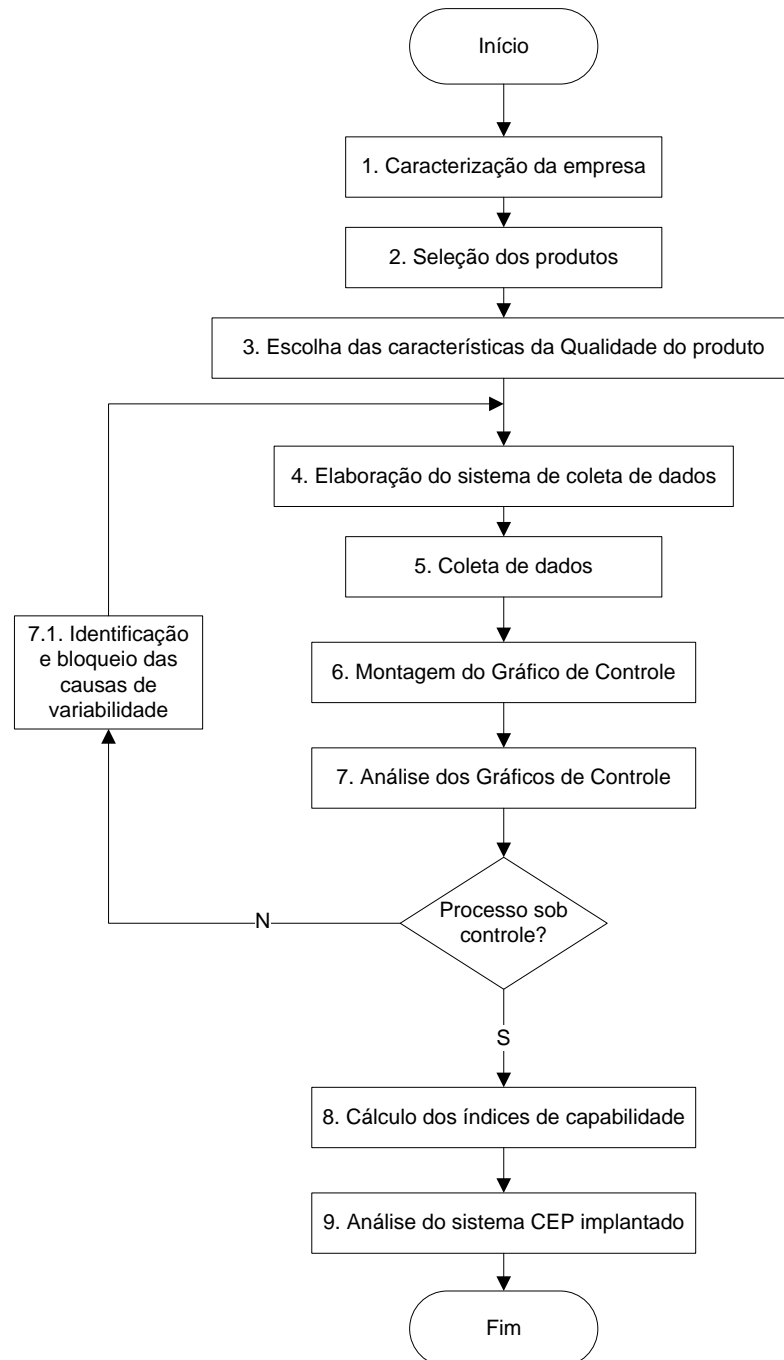


Figura 15: Fluxograma da metodologia do estudo

Fonte: Adaptado de Soares (2001, p. 66)

7. *Análise dos gráficos de controle:* Analisar as informações obtidas nos gráficos de controle e avaliar a estabilidade do processo. Caso não esteja sob controle, deve-se seguir para o passo 7.1.
 - 7.1. *Identificação e bloqueio das causas da variabilidade:* Identificar as causas da variabilidade; o Diagrama de Ishikawa pode ser utilizado. Deve-se bloquear estas causas. Planos de ação utilizando o método 5W1H são úteis para esta fase. Por fim, volta-se para a etapa 4, de elaboração do sistema de coleta de dados.
8. *Cálculo dos índices de capacidade:* Calcular os índices de capacidade e, além disto, analisar graficamente a capacidade com o histograma dos dados coletados. É válido ressaltar que só é possível realizar esta etapa, caso o processo esteja sob controle estatístico.
9. *Avaliação do sistema CEP implantado:* Avaliar a relação entre os conceitos estatísticos aplicados e o sistema de produção. Também é interessante ter dados de referência para cada etapa da implantação, com o intuito de medir a evolução deste trabalho.

4 ESTUDO DE CASO

4.1 Caracterização da empresa

A empresa do presente estudo é do ramo alimentício, e possui uma gama de mais de 50 produtos, divididos em linhas de crus, fritos e assados (consulte a linha completa no Apêndice A). Cerca de 111 funcionários, de um total de 340, trabalham diretamente no setor fabril para produção destes produtos. O referido setor é dividido em dois níveis hierárquicos, conforme mostra a Figura 16.

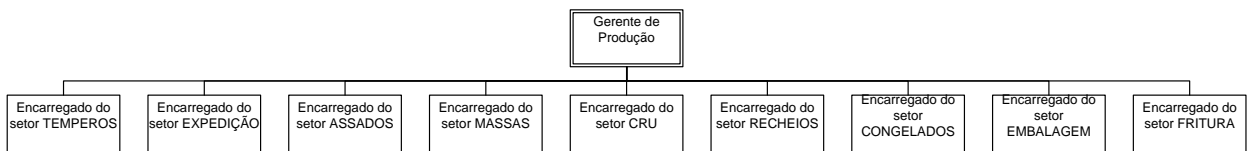


Figura 16: Organograma do Setor da Produção

A Mister Sabor opera em dois turnos e 6 dias por semana. O turno diurno, com 89 funcionários, concentra a maior parte das operações do processo produtivo. São fabricados os recheios dos salgados, a montagem dos produtos da linha de crus e parte da linha de assados. Já o turno noturno, dispõe de 22 funcionários e dedica-se à produção das massas dos salgados, do restante da linha de assados e ao processo de fritura dos salgados. Em ambos os turnos, é feito o assamento dos produtos da linha de assados, o congelamento e a embalagem de todos os produtos produzidos durante o dia. As Figuras 17 e 18 mostram o processo produtivo da Mister Sabor, numa visão geral.

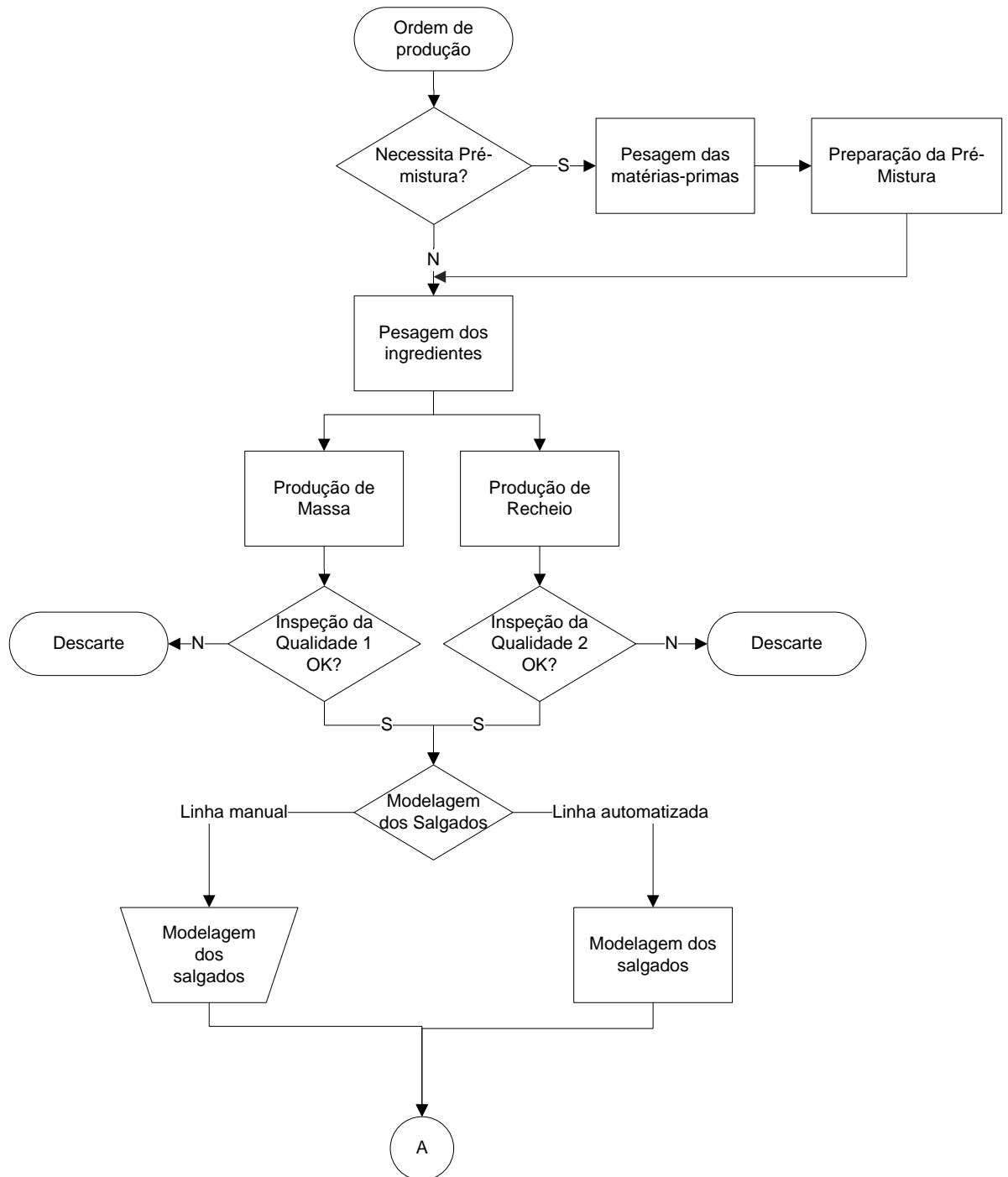


Figura 17: Fluxograma macro do processo produtivo dos salgados (Parte I)

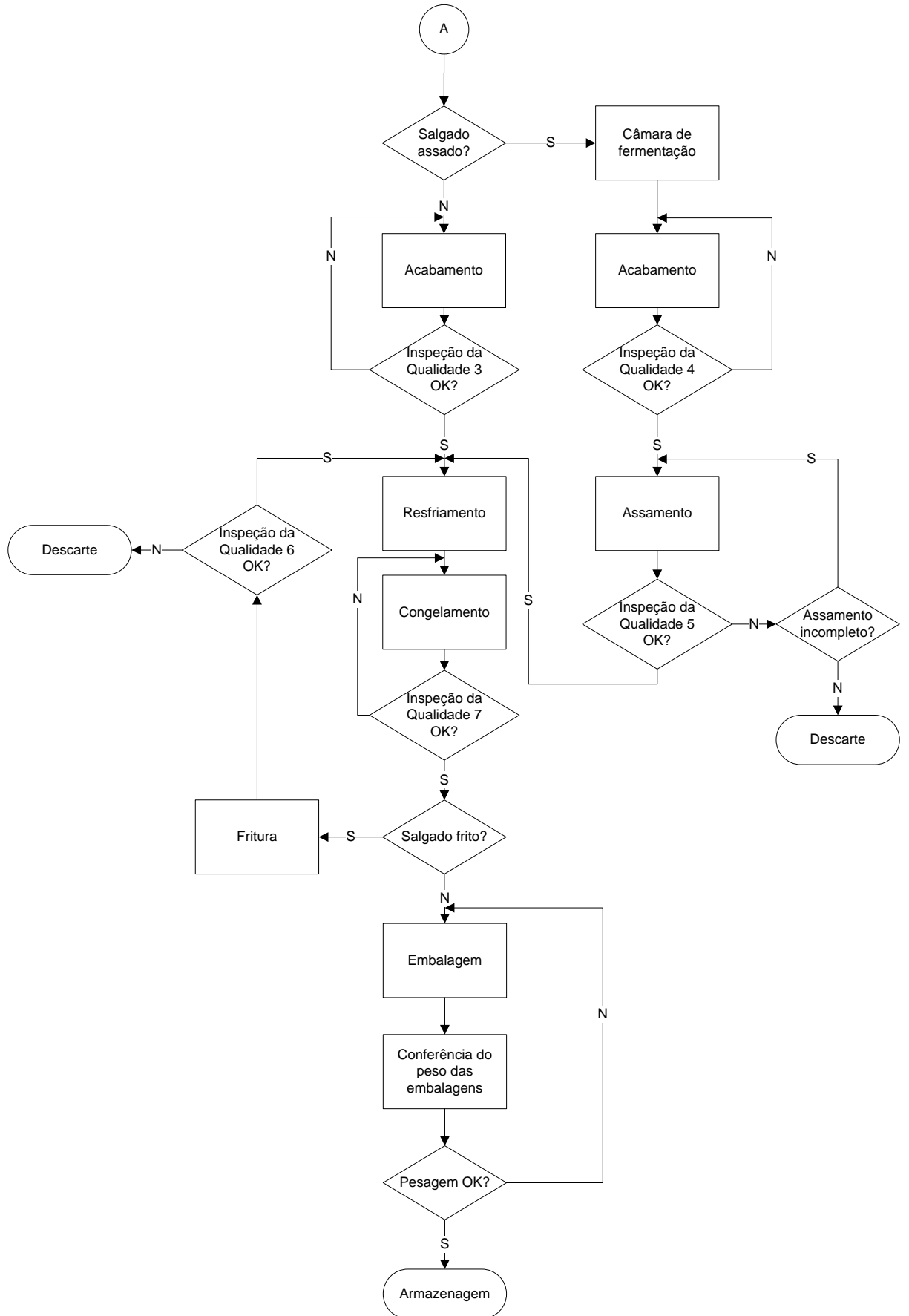


Figura 18: Fluxograma macro do processo produtivo dos salgados (Parte II)

O presente estudo enfoca um processo da produção em especial: o congelamento. Por isto, foi elaborado um fluxograma para ilustrar suas atividades (Figura 19).

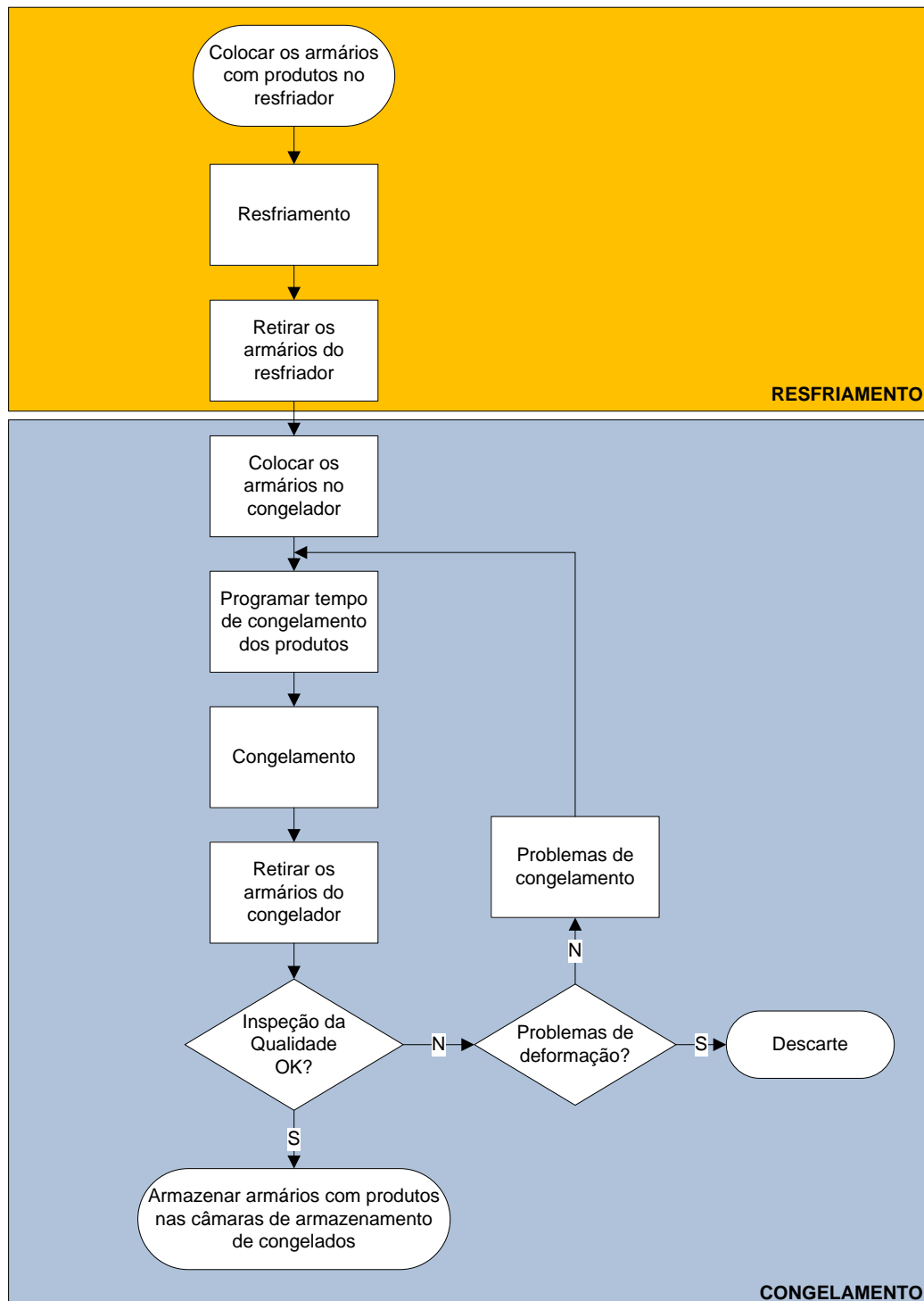


Figura 19: Fluxograma do processo de congelamento dos produtos

Conforme mostram as Figuras 17 e 18 (Fluxograma do processo produtivo), o processo que antecede o congelamento é o resfriamento. Julgou-se crucial analisá-lo também, pois a

temperatura em que o produto entra no congelador é determinante no que diz respeito ao período de tempo para o produto ser congelado.

A primeira atividade do resfriamento é colocar os armários com produtos no resfriador. Não é seguido um padrão de armazenagem; os armários são colocados aleatoriamente dentre os três equipamentos existentes. Após o período de resfriamento, que varia com a disponibilidade do congelador, os armários são retirados, mas não de acordo com a política PEPS (primeiro que entra, primeiro que sai); o critério utilizado é selecionar armários que contenham somente um tipo específico de produto e, não sendo possível, são escolhidos os de produtos que têm mesmo peso unitário, já que o peso é um item determinante no tempo de congelamento. Depois de selecionados e retirados do resfriador, os armários vão para o interior do congelador; não se utiliza nenhum padrão de ordem de colocação dos armários. A seguir, é programado o tempo de congelamento dos produtos no painel de controle do ultra-congelador; o tempo de congelamento é padronizado, sendo de acordo com o peso unitário dos salgados. A Tabela 1 mostra a relação Peso x Tempo. É importante ressaltar que esta padronização do tempo de congelamento se deu por métodos empíricos.

Tabela 1: Tempo padrão de congelamento de salgados

PESO (gramas)	CLASSE	TEMPO (minutos)
10	FESTA	180-190
30	QUILO	180-190
100	UNIDADE	220-250

Finalizado o tempo programado, é feita inspeção da qualidade no quesito deformação e congelamento. A primeira inspeção consiste em verificar visualmente se algum produto está deformado; os reprovados são descartados, pois não há como reverter esta situação. A segunda inspeção consiste em apurar se os produtos realmente estão congelados: cerca de 10 salgados são coletados aleatoriamente, e devem apresentar elevada rigidez, cuja constatação se dá através de batidas; caso contrário, são selecionados os armários ou bandejas reprovadas, e é feito o recongelamento. Os produtos testados que apresentarem conformidade são alocados na câmara-fria de armazenamento, disponíveis para serem embalados.

4.2 Seleção dos produtos

Com o intuito de facilitar o entendimento por parte de todos os envolvidos, seja nos treinamentos e/ou implantação do Controle Estatístico de Processo na empresa, decidiu-se, em primeira instância, selecionar apenas alguns produtos do mix total para compor o projeto piloto.

Devido a não-existência de dados históricos da empresa, referentes ao processo em si, às suas falhas e reclamações de clientes internos e externos, elaborou-se uma pesquisa em formato de formulário para todos os envolvidos da produção e logística da empresa (vide Apêndice B). Seu objetivo central foi determinar quais produtos têm maior incidência de descongelamento desde o congelamento até sua chegada ao consumidor. Participaram da pesquisa a gerente de produção, a nutricionista, os encarregados do congelamento, embalagem, expedição e logística – este recebe as reclamações dos clientes - e, ainda, os motoristas que entregam os produtos acabados aos clientes ou distribuidores terceirizados. Os resultados são apresentados na Tabela 2.

Tabela 2: Resultados da pesquisa de descongelamento

Linha de Produto	Frequência absoluta	Frequência relativa
Assados	8	57,14%
Fritos	4	28,57%
Crus	2	14,29%
TOTAL	14	100,00%

O resultado da pesquisa mostrou que a linha de salgados com maior índice de descongelamento é a de assados, seguidos pela linha de fritos e, por último, a de crus. Concluiu-se, portanto, que a linha de salgados a ser estudada no presente trabalho será a de assados.

4.3 Escolha das características da qualidade do produto

Pelo fato deste estudo tratar do processo de congelamento, uma das características da qualidade plausível para tal, é o efetivo congelamento do produto.

A variável que certifica se o produto está congelado é a temperatura, cujo valor ideal é -18°C no interior dos produtos. Este valor foi estabelecido pela Diretoria, junto aos setores de congelamento, expedição e logística da Mister Sabor, já prevendo as elevações de temperatura ao longo dos posteriores estágios que os salgados passam até chegar ao cliente final. É interessante ressaltar que a temperatura exigida pelos clientes varia entre 10 e 15°C .

Para obter os dados desta variável, a empresa adquiriu um equipamento com seis sensores de temperatura com fio, dedicados apenas para o congelamento, que registram os valores diretamente num software de gerenciamento. Cada sensor é alocado no interior da amostra, de maneira tal que fique submerso apenas no recheio; se o sensor for alocado parcial ou totalmente fora do recheio, os dados coletados não serão confiáveis, comprometendo as informações do lote da amostra, pois a taxa da queda de temperatura do recheio é menor que a da massa.

Com o auxílio deste equipamento, será possível avaliar a temperatura no interior de cada amostra no decorrer do processo, o que é essencial para fazer análise comportamental.

4.4 Elaborar o sistema de coleta de dados

4.4.1 Amostras

Conforme exposto no item 4.3, o equipamento de medição de temperatura possuía apenas seis sensores, e foi justamente esta limitação que definiu o tamanho das amostras por batelada de congelamento e, por consequência, o tamanho das amostras para o resfriamento: seis.

A etapa subsequente foi decidir quais as localizações das amostras no congelador que melhor traduziria o processo, de preferência as coordenadas, cujo tempo de congelamento fosse o maior possível dentre as demais. Desta forma, foi feita uma entrevista com o responsável do setor, que relatou que os produtos mais próximos ao chão e mais próximos à porta do túnel de congelamento eram os que mais demoravam a congelar.

A partir destas informações, tornou-se imprescindível enumerar e nomear as localizações da coluna de bandejas dentro do congelador, assim como as localizações das bandejas nos armários, e dos produtos dentro das bandejas. A foto do armário de produtos está ilustrada na Figura 20.



Figura 20: Armário duplo (duas bandejas) contendo esfirras

Com o intuito de facilitar a compreensão dos funcionários envolvidos no congelamento e resfriamento, elaborou-se um esquema que ilustra o método empregado (vide visão macro do esquema no Apêndice F). Os critérios utilizados são descritos a seguir:

- i) **POSIÇÃO DA COLUNA DE BANDEJAS NO CONGELADOR:** Enumera-se de forma crescente, iniciando-se no fundo do congelador até a porta (Figura 21);
- ii) **POSIÇÃO DO PRODUTO NA BANDEJA:** As coordenadas são representadas por letras do alfabeto, iniciando em A até I, por ordem alfabética, conforme mostra a Figura 22. Os produtos são alocados em duas camadas numa mesma bandeja (vide Figura 23) e decidiu-se aplicar esta codificação apenas para a camada superior de produto, por tornar os processos de teste mais viáveis.

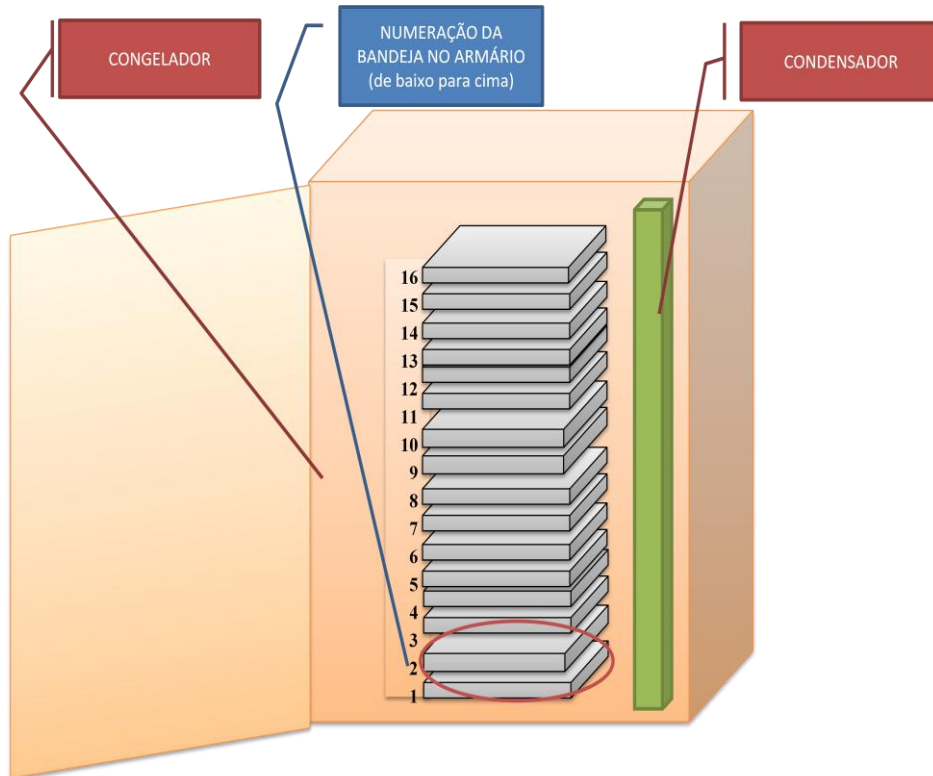


Figura 21: Posição da coluna de bandejas no congelador

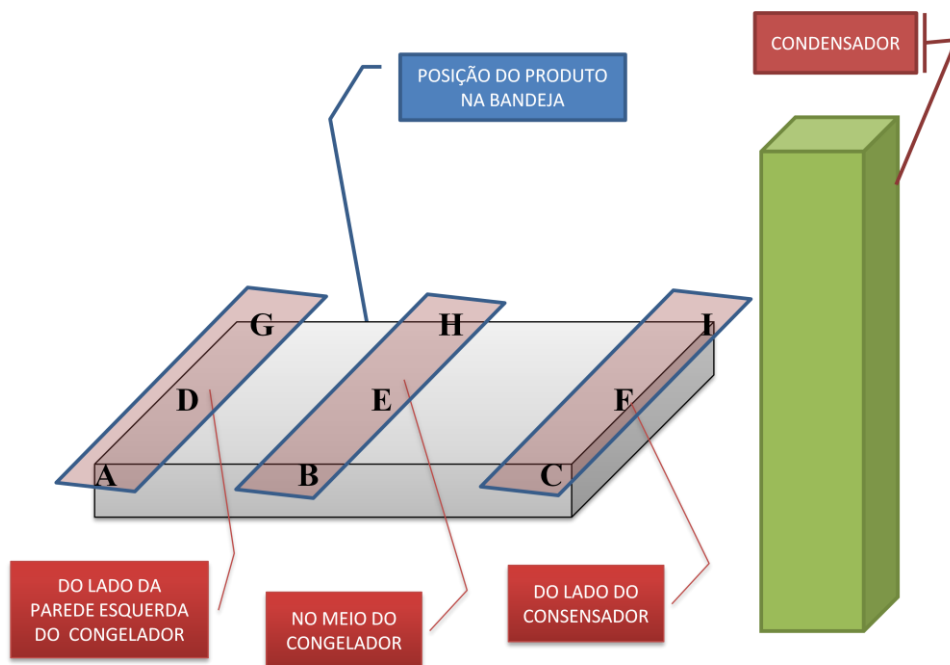


Figura 22: Posição do produto na bandeja



Figura 23: Disposição dos salgados assados na bandeja

iii) NUMERAÇÃO DA BANDEJA NO ARMÁRIO: Enumera-se de forma crescente, iniciando-se da bandeja mais abaixo possível até a última do topo do armário (Figura 24).

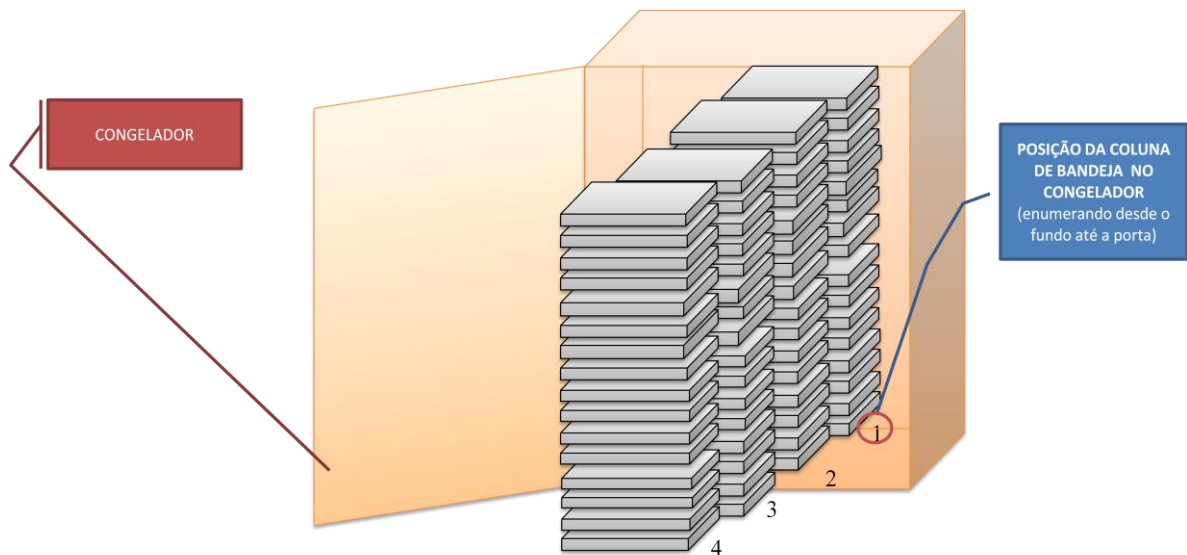
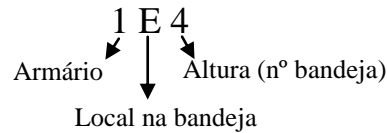


Figura 24: Numeração da bandeja no armário

De acordo com a experiência dos funcionários do setor e com o número de sensores disponíveis para executar as coletas de dados, foram deliberadas as seguintes localizações: 1E4, 2E4, 4E4, 5E4, 7E4 e 8E4, em que torna possível abranger as coordenadas que mais demoram a congelar e, também, analisar o comportamento das temperaturas ao longo do túnel de congelamento.



4.4.2 Sensores de temperatura

Os sensores de temperatura são conectados a um controlador que mostra cada uma das seis medidas instantâneas do interior do produto no congelador. Com o intuito de eliminar a necessidade de se registrar os dados manualmente, que demandaria um funcionário quase que exclusivo para tal, foi adquirido um discador, que faz a comunicação do controlador com um software de gerenciamento oferecido gratuitamente pelo fabricante. Este software registra as temperaturas instantâneas de cada sensor e, com estas informações, é possível extrair gráficos e tabelas que auxiliam na análise comportamental. As Figuras 25, 26 e 27 ilustram cada uma destas situações.

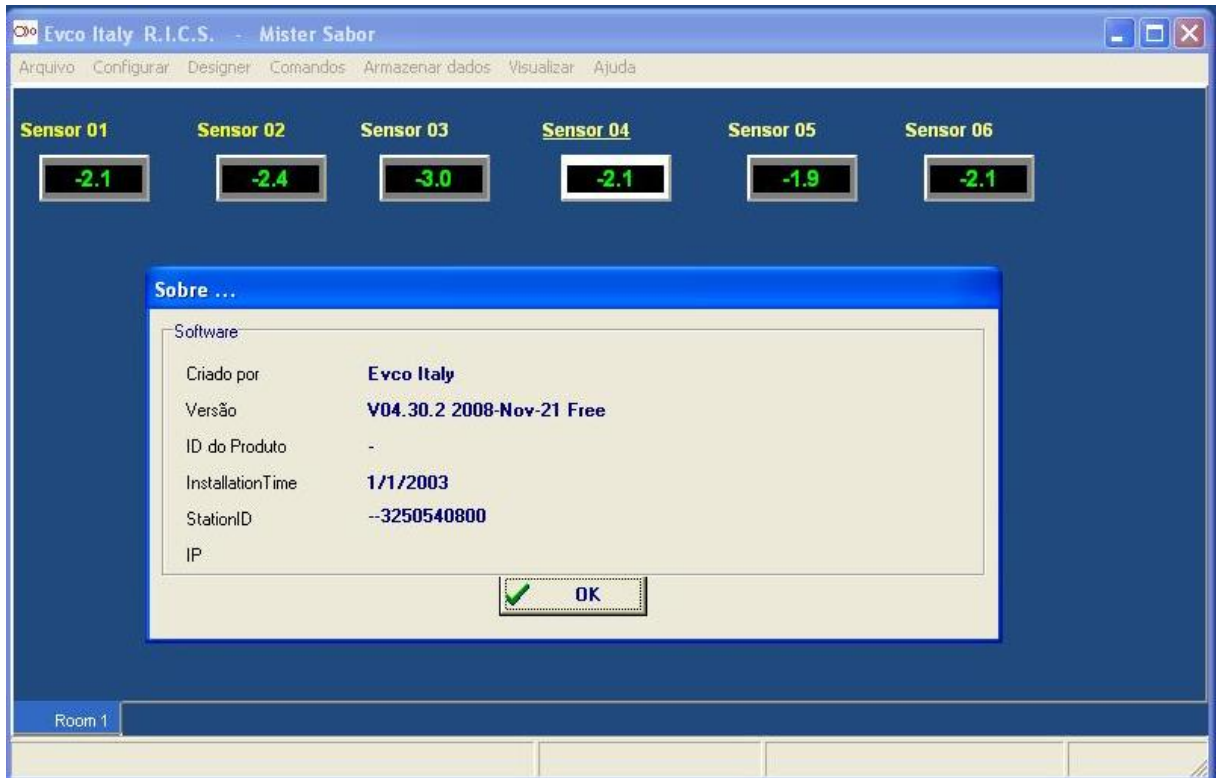


Figura 25: Software de Gerenciamento dos Sensores de Temperatura

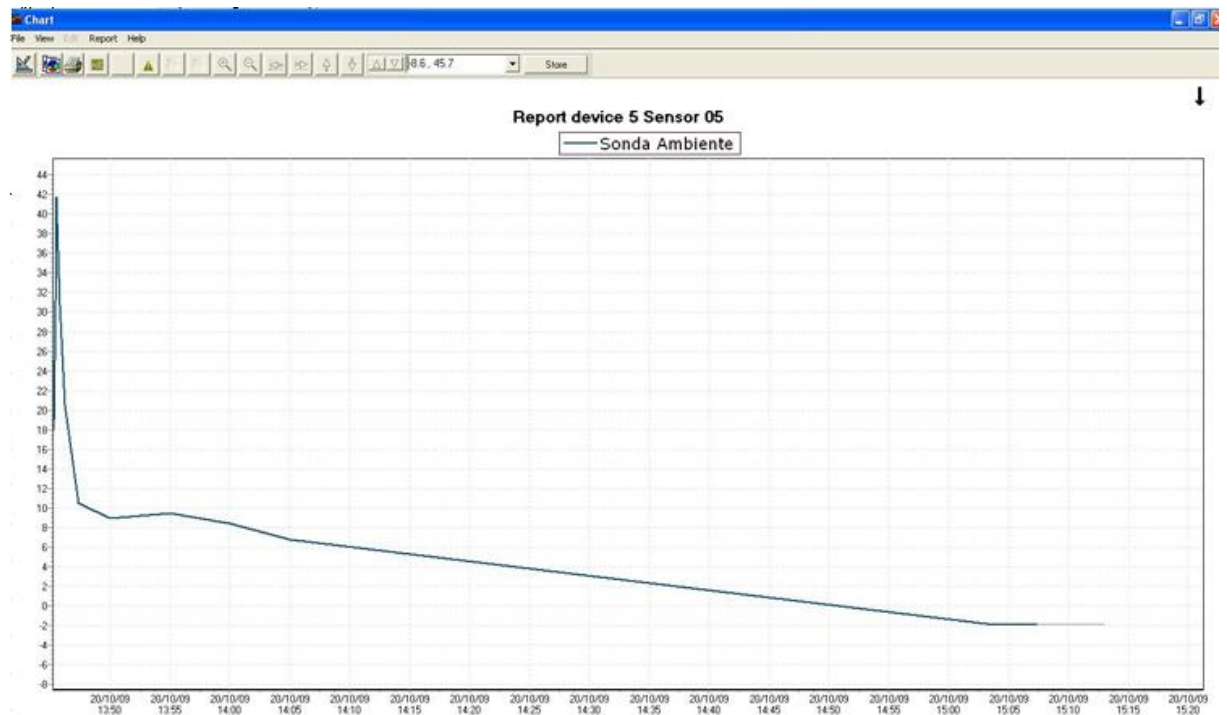


Figura 26: Visão do Gráfico extraído do Software de Gerenciamento (temperatura vs tempo)

HACCP Report Device - Sensor 05				
Initial Time: Mon 19/10/2009 - 15:00:00 Final Time: Tue 20/10/2009 - 15:13:59				
			[Device 5]	[Device 5]
			Sensor 05	Sensor 05
N.	Date	Time	Sonda Ambiente	Events
			°C	
205	Tue 20/10/2009	13:15:00	-23.7	
206	Tue 20/10/2009	13:20:00	-25.1	
207	Tue 20/10/2009	13:25:00	-26.6	
208	Tue 20/10/2009	13:30:00	-27.5	
209	Tue 20/10/2009	13:35:00	-22.5	
210	Tue 20/10/2009	13:39:25	-11.3	
211	Tue 20/10/2009	13:40:00	-9.3	
212	Tue 20/10/2009	13:42:20	-1.3	
213	Tue 20/10/2009	13:44:15	8.8	
214	Tue 20/10/2009	13:45:00	15.1	
215	Tue 20/10/2009	13:45:20	19	
216	Tue 20/10/2009	13:45:25	31.2	
217	Tue 20/10/2009	13:45:30	41.8	
218	Tue 20/10/2009	13:45:50	30.7	
219	Tue 20/10/2009	13:46:15	20.5	
220	Tue 20/10/2009	13:47:20	10.5	
221	Tue 20/10/2009	13:50:00	9	
222	Tue 20/10/2009	13:55:00	9.5	
223	Tue 20/10/2009	14:00:00	8.4	
224	Tue 20/10/2009	14:05:00	6.8	

Figura 27: Visão do Relatório HACCP extraído do Software de Gerenciamento

4.4.3 Sistema de coleta de dados

Pelo fato de a temperatura ser a variável elegível para acompanhar o processo de resfriamento e congelamento, julgou-se crucial obter dados de temperatura e horário exatos nos seguintes momentos: entrada e saída do resfriador e congelador. Neste, é possível obter dados do comportamento da temperatura ao longo de todo o processo através do software de gerenciamento; porém, o resfriador não possuía este equipamento e, por isso, utilizou-se um termômetro de máximo e mínimo que, como o próprio nome já define, registra as temperaturas máxima e mínima durante o período em que é exposto no ambiente, que no caso é o resfriador.

Para possibilitar a obtenção de informações confiáveis e coesas, verificou-se ser de extrema importância padronizar algumas etapas dos processos de resfriamento e congelamento, pois conforme explanado no item 4.1., até então não havia critérios de ordenação para colocar os produtos nos equipamentos de refrigeração. Deste modo, o fluxograma das Figuras 18 e 19 foi reavaliado para contemplar esta padronização, além disto, foram adicionados os processos para realizar a coleta de dados. O novo fluxograma com as melhorias pode ser visualizado nas

Figuras 28 e 29, sendo que as atividades inclusas e/ou modificadas seguem destacadas em verde.

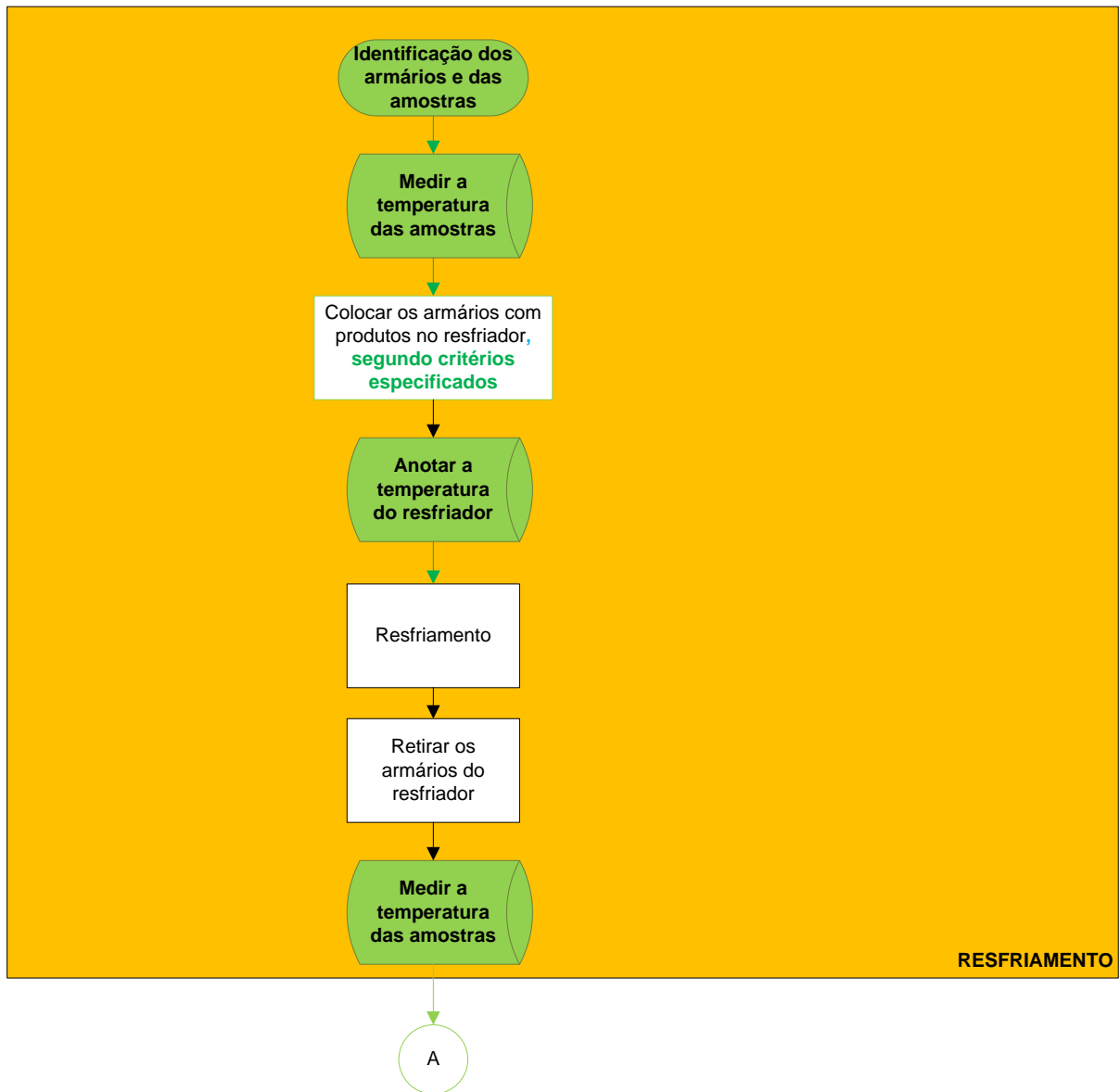


Figura 28: Fluxograma melhorado do processo de congelamento (Parte I)

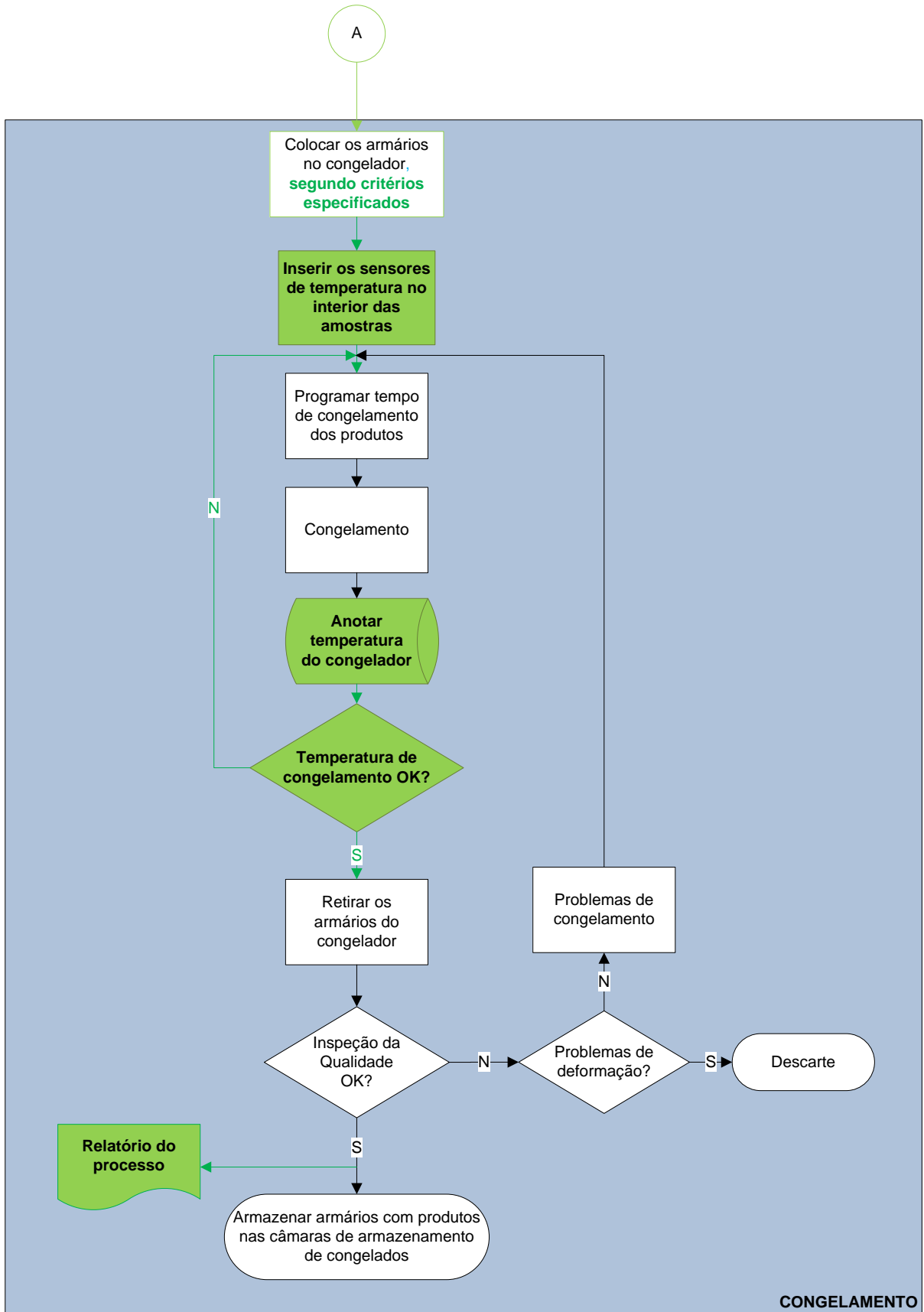


Figura 29: Fluxograma melhorado do processo de congelamento (Parte II)

A primeira modificação mostrada no fluxograma é referente à identificação dos armários e amostras. Nos armários, ela é feita logo que os produtos saem do forno, onde cada coluna de bandejas é enumerada em ordem cronológica. As amostras são localizadas, segundo o critério descrito no item 4.4.3.1, e são medidas as temperaturas de seus interiores, através de um termômetro de espeto. Quanto ao armazenamento dos produtos no resfriador, que antes era selecionado um equipamento de resfriamento aleatoriamente e colocado em qualquer lugar do interior deste, foi decidido, junto aos envolvidos desta área, que a linha de assados seria retida sempre num mesmo equipamento, denominado R2, sendo vetado usar qualquer outro, se não este; o critério de colocação dos armários com produtos é a ordem crescente, segundo a identificação das colunas de bandejas (Figura 24). Antes, durante e depois do processo de resfriamento, são feitas anotações da temperatura interna do resfriador, para acompanhamento. Ao retirar os produtos do processo, são medidas as temperaturas das amostras novamente com os termômetros de espeto, e também registradas as temperaturas máxima-e-mínima do ambiente em que estavam.

As modificações realizadas na etapa do congelamento foram com relação aos critérios de colocação dos armários no resfriador, que podem ser verificados com maiores detalhes no item 4.4.3.2; a inserção dos sensores de temperatura no interior das amostras para que o software de gerenciamento possa registrar os dados; a marcação da temperatura no interior do congelador antes, durante e ao término do processo; os produtos só são retirados se as amostras atingirem a temperatura de -18°C ; ao fim, tem-se o relatório das medições a ser analisado.

4.4.3.1 Critérios para seleção das amostras

Nas primeiras coletas de dados, os armários com produtos eram colocados no congelador de acordo com a identificação. Portanto, na fase de medição da temperatura das amostras, tanto antes quanto depois de sair do resfriador, isto era feito especificamente nos armários de número 1, 2, 4, 5, 7 e 8.

Posteriormente, este critério foi alterado: de acordo com os dados coletados até então, verificou-se que os produtos alocados mais ao fundo do congelador congelavam mais rápido e isto sucessivamente até à porta do equipamento; por este motivo, decidiu-se alocar os produtos com maior temperatura de saída do resfriamento, ao fundo do congelador e assim

por diante, justamente para balancear/otimizar o tempo do processo e não sobrecarregar o equipamento.

Então, pelo fato de não se saber quais amostras seriam acompanhadas pelos sensores de temperatura, passou a ser necessário medir as temperaturas de todos os armários.

4.4.3.2 Critérios para colocação dos armários no congelador

Nas primeiras coletas de dados, os armários com produtos eram colocados no congelador de acordo com a identificação.

Após desenvolvido novos critérios descritos na seção anterior, a ordenação para colocar os armários no congelador passou a ser de acordo com a temperatura das amostras na saída do resfriador, na ordem decrescente. No caso de haver empate deste valor, usa-se o mesmo critério, porém levando em consideração a temperatura de entrada do produto no resfriador.

4.4.4 Folha de Verificação

Partindo dos pressupostos do início deste item, e os novos critérios para escolha das amostras e colocação dos armários no congelador, foi elaborada uma folha de verificação para a temperatura. Ela abrange os processos de resfriamento e congelamento, e que pode ser conferida no Apêndice D.

Foi desenvolvida uma cartilha que explica como preencher a folha de verificação. Ela auxiliou tanto na explicação, quanto na rotina do dia-a-dia dos funcionários, que consultavam quando tinham dúvidas. (Apêndice E e F).

4.5 Coleta de dados

Nos primeiros dias de coleta de dados, procedeu-se com a coleta manual, verificando as temperaturas instantâneas constantes no software e, ao finalizar o processo do congelamento, comparou-se os dados coletados com a tabela tempo x temperatura que o software oferece (Anexo 2). Concluiu-se que o relatório estava apresentando dados corretos e, desta maneira, passou-se a extrair dados somente através das tabelas, sem necessidade de ficar uma pessoa praticamente dedicada no registro de dados.

4.6 Montagem dos gráficos de controle

Como já descrito anteriormente, a temperatura do produto no início do congelamento é determinante quanto à duração total do processo. Deste modo, foi avaliado o intervalo desta variável mais freqüente nas coletas de dados, e chegou-se à conclusão de que era de 2,5°C a 4,5°C.

Na Tabela 3, é possível visualizar os resultados das coletas de dados, em que \bar{X} é a média do tempo de congelamento, e R é a amplitude do tempo, ambos para cada amostra.

Tabela 3: Dados obtidos na primeira etapa de coleta de dados

Lote - Data	\bar{X} (horas)	R (horas)	Temp. inicial (°C)	Produto
01 - 20/07/09	1:39	1:02	2,95	BAURU PRES QUEIJO UNID
02 - 10/08/09	1:33	0:50	2,88	BAURU PRES QUEIJO UNID
03 - 12/08/09	1:36	0:40	3,67	ESF FRG UNID
04 - 13/08/09	1:30	0:48	3,78	ESF CARNE UNID
05 - 13/08/09	1:30	0:52	3,15	ESF CARNE UNID
06 - 17/08/09	2:08	1:36	4,13	BAURU PRES QUEIJO UNID
07 - 19/08/09	1:55	0:48	2,63	ESF FRG UNID
08 - 24/08/09	1:34	0:45	3,80	BAURU PRES QUEIJO UNID
09 - 24/08/09	1:54	0:49	3,14	BAURU PRES QUEIJO UNID
10 - 28/08/09	1:39	1:14	4,03	ESF FRG REQ
11 - 09/09/09	1:52	0:28	2,76	ESF CARNE UNID
12 - 14/09/09	1:48	0:27	3,83	BAURU PRES QUEIJO UNID
13 - 21/09/09	1:36	0:51	4,46	BAURU PRES QUEIJO UNID
14 - 21/09/09	1:31	0:55	4,20	BAURU PRES QUEIJO UNID
15 - 28/09/09	1:25	0:27	4,22	BAURU PRES QUEIJO UNID
16 - 28/09/09	1:22	0:47	3,17	BAURU PRES QUEIJO UNID
17 - 29/09/09	1:34	0:59	4,42	BAURU PRES QUEIJO UNID
18 - 29/09/09	1:24	0:40	4,03	BAURU PRES QUEIJO UNID
19 - 02/10/09	1:47	1:00	2,83	ESF CARNE UNID
20 - 02/10/09	1:31	0:33	3,55	ESF CARNE UNID

O Gráfico de Controle a ser utilizado neste trabalho é por Variáveis e o sistema de amostragem adotado foi $n=6$ e $m=20$, sendo n o tamanho da amostra e m o número de amostras. A partir destas informações, consultou-se o Quadro 1 e constatou-se que o Gráfico $\bar{X} - R$ seria o tipo ideal para se basear na montagem dos Gráficos.

Antes de iniciar os cálculos dos limites de controle, calculou-se duas variáveis ($\bar{\bar{X}}$ e $\bar{\bar{R}}$) e extraiu-se os valores das constantes A_2 , D_3 e D_4 da Tabela de Constantes para a construção de Gráficos de controle (Anexo 1).

Cálculos para $\bar{\bar{X}}$

$$\bar{\bar{X}} = \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m \bar{X}_i \quad (1)$$

Aplicando o valor de m e fazendo a somatória das médias, temos que:

$$\bar{\bar{X}} = \frac{1}{20} * (32:57)$$

$$\therefore \bar{\bar{X}} = 1:38 \text{ hora}$$

Cálculos para $\bar{\bar{R}}$

$$\bar{\bar{R}} = \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m (R_{i \text{ maior}} - R_{i \text{ menor}}) \quad (2)$$

Aplicando o valor de m e fazendo a somatória das médias, temos que:

$$\bar{\bar{R}} = \frac{1}{20} * (16:31)$$

$$\therefore \bar{\bar{R}} = 0:49 \text{ hora}$$

Os valores de A_2 , D_3 e D_4 são tabelados e de acordo com o tamanho n da amostra. De acordo com o Anexo 1, para $n=6$, extraiu-se os seguintes dados:

$$A_2 = 0,483$$

$$D_3 = 0,000$$

$$D_4 = 2,004$$

Cálculos para limites de controle para \bar{X}

Foram utilizadas as seguintes equações:

$$LSCX = \bar{\bar{X}} + A_2 * \bar{R} \quad (3)$$

$$LMCX = \bar{\bar{X}} \quad (4)$$

$$LICX = \bar{\bar{X}} - A_2 * \bar{R} \quad (5)$$

onde, LSCX = Limite Superior de Controle para \bar{X} ,

LMCX = Limite Médio de Controle para \bar{X} ,

LICX = Limite Inferior de Controle para \bar{X} .

Aplicando os dados às equações (3), (4) e (5), temos:

$$LSCX = \bar{\bar{X}} + A_2 * \bar{R} \quad (3)$$

$$LSCX = 1:38 + 0,483 * 0:49$$

$$\therefore LSCX = 2:02 \text{ horas}$$

$$LMCX = \bar{\bar{X}} \quad (4)$$

$$\therefore LMCX = 1:38 \text{ horas}$$

$$LICX = \bar{\bar{X}} - A_2 * \bar{R} \quad (5)$$

$$LICX = 1:38 - 0,483 * 0:49$$

$$\therefore LICX = 1:14 \text{ hora}$$

Montagem do Gráfico de Controle para \bar{X}

De acordo com os valores dos limites de controle, montou-se a Carta \bar{X} , mostrada na Figura 30.

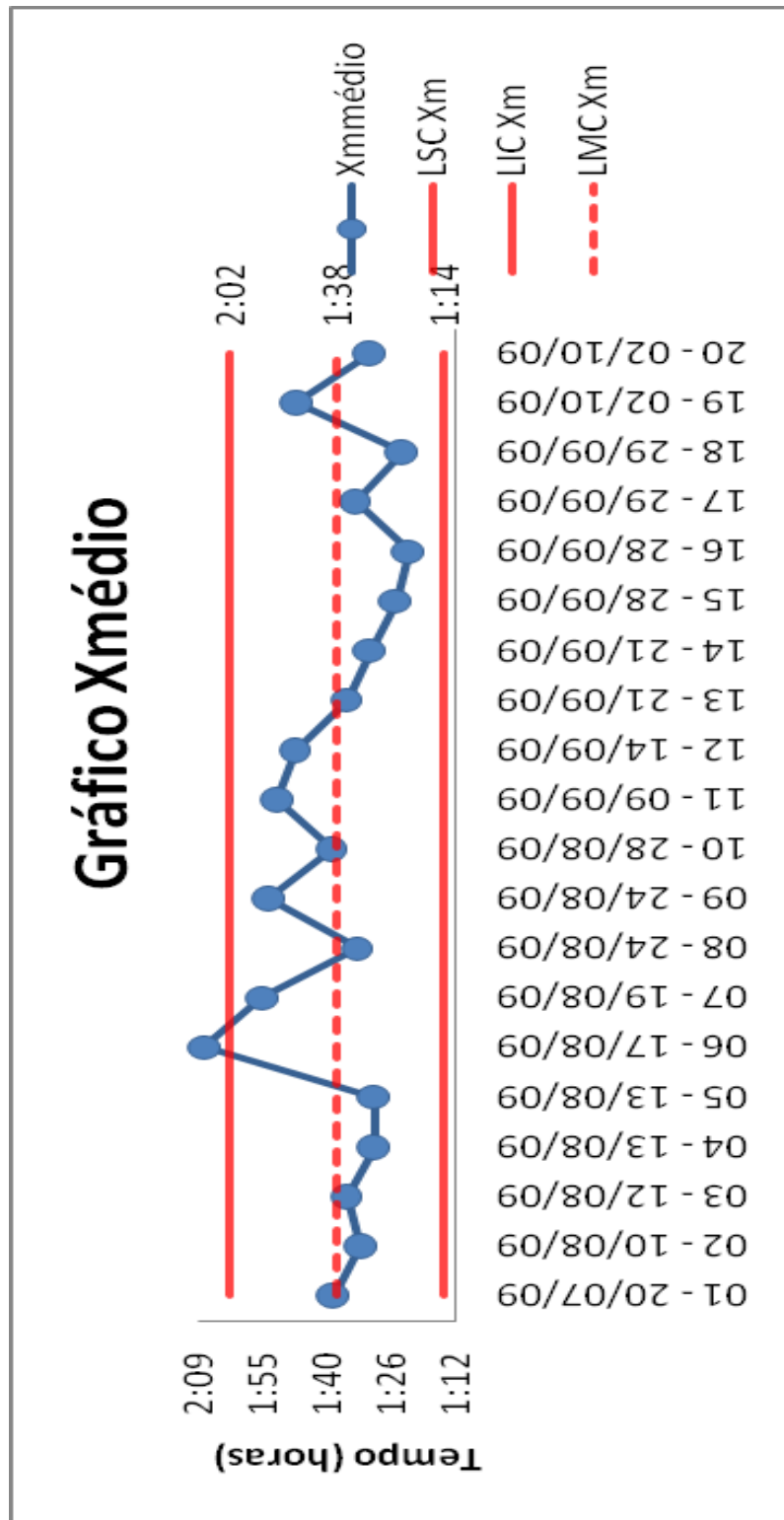


Figura 30: Gráfico de Controle para \bar{X} médio

Esta Carta de controle será analisada na Seção 4.7.2.

Cálculos para limites de controle para \bar{R}

Foram utilizadas as seguintes equações:

$$LSCR = D_4 * \bar{R} \quad (6)$$

$$LMCR = \bar{R} \quad (7)$$

$$LICR = D_3 * \bar{R} \quad (8)$$

onde, LSCR = Limite Superior de Controle para R,

LMCR = Limite Médio de Controle para R e

LICR = Limite Inferior de Controle para R.

Aplicando os dados às equações (6), (7) e (8), temos:

$$LSCR = D_4 * \bar{R} \quad (6)$$

$$LSCR = 2,004 * 0:49$$

$$\therefore LSCR = 1:39 \text{ hora}$$

$$LMCR = \bar{R} \quad (7)$$

$$\therefore LMCR = 0:49 \text{ hora}$$

$$LICR = D_3 * \bar{R} \quad (8)$$

$$LICR = 0,000 * 0:49$$

$$LICR = 0:00 \text{ hora}$$

Montagem do Gráfico de Controle para R

De acordo com os valores dos limites de controle, montou-se a Carta R, mostrada na Figura 31.

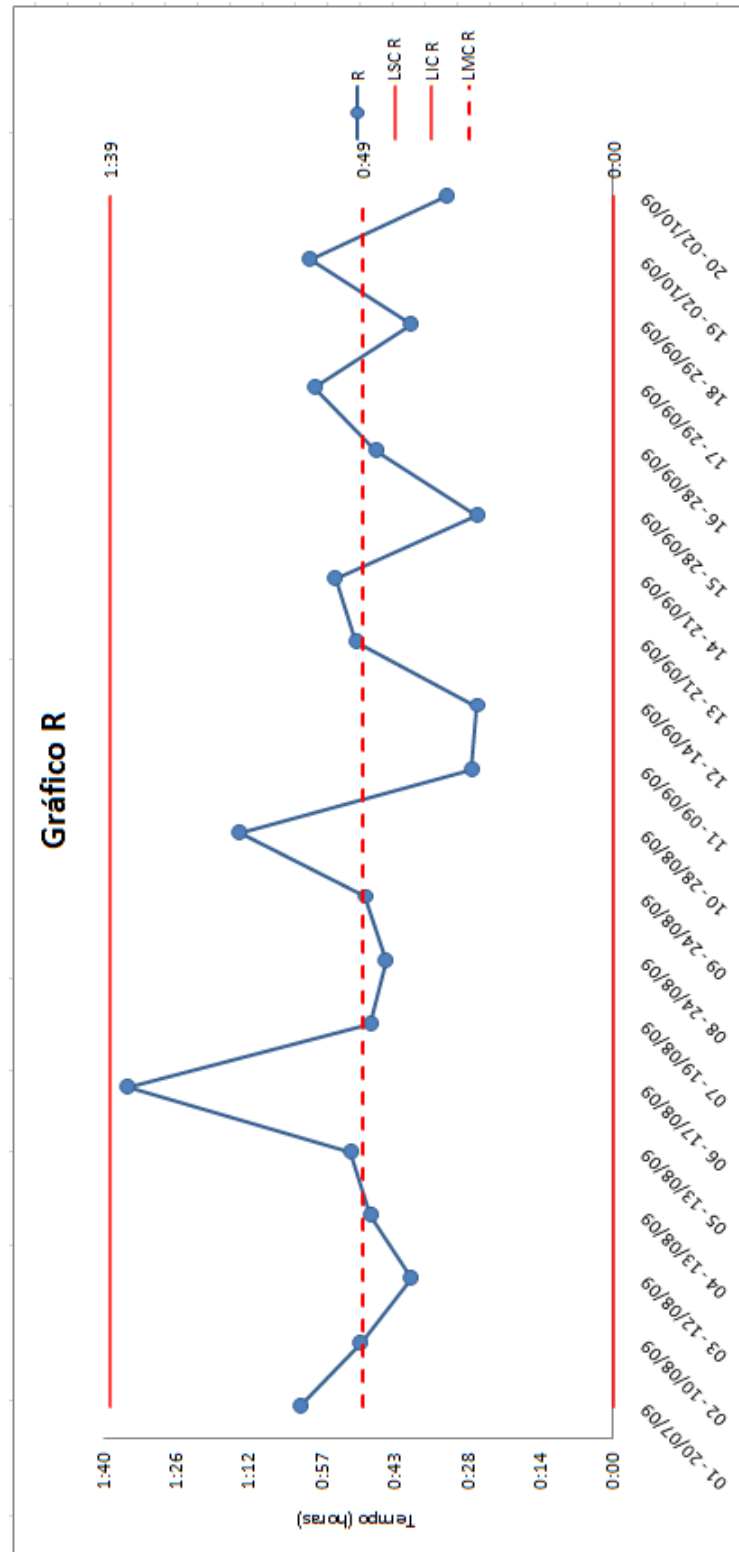


Figura 31: Gráfico de Controle para R

Esta Carta de controle será analisada na Seção 4.7.1.

4.7 Análise dos gráficos de controle

4.7.1 Gráfico R

O Gráfico de Controle para as amplitudes não apresentou pontos não-aleatórios, seguindo uma configuração especial, em que os pontos se aproximam da linha média. Segundo Werkema (1995), isto pode ocorrer devido a erros nos cálculos dos limites de controle ou mesmo formação inadequada dos subgrupos racionais.

Este último motivo parece ser uma fonte de erros. No item 4.2 falou-se sobre a linha de produto escolhida para o presente estudo, o qual foi a de assados. Para a coleta de dados, foram considerados praticamente todos os salgados desta linha, porém de mesmo peso (100 gramas), e isto se deu pelo fato de que o tempo para colher várias amostras é elevado - só é possível fazer duas amostragens por dia e cada produto da linha de assados é produzido apenas uma vez na semana, além de eventuais problemas que impedem a coleta, como o aumento pontual da produção, que exige acelerar algumas atividades e excluir outras, para entregar o pedido do cliente em tempo. Deveria-se ter estratificado por tipo de salgado, pois o tempo de congelamento pode variar de acordo com o recheio (carne, frango, presunto e queijo).

4.7.2 Gráfico \bar{X}

O Gráfico de Controle para as médias também apresentou uma configuração especial, do tipo tendência descendente, entre os lotes 11 e 17, além de um ponto estar fora dos limites de controle, referente ao lote 6.

O ponto fora de controle evidencia a incredibilidade dos dados fornecidos pelo sensor. Isto fica claro ao avaliar o relatório de comportamento da temperatura em relação ao tempo, principalmente do Sensor 6 (vide Anexo 2), em que a temperatura decresce, depois cresce a valores altíssimo improváveis e decresce novamente.

4.7.3 Conclusão

Assim sendo, encerrou-se a fase de elaboração e análise do Gráfico de Controle para a primeira amostragem, face à conclusão do processo fora de controle.

Inicia-se, então a fase de busca das causas responsáveis pelo desvio do processo (item 7.1 do fluxograma de metodologia destacado na Figura 32).

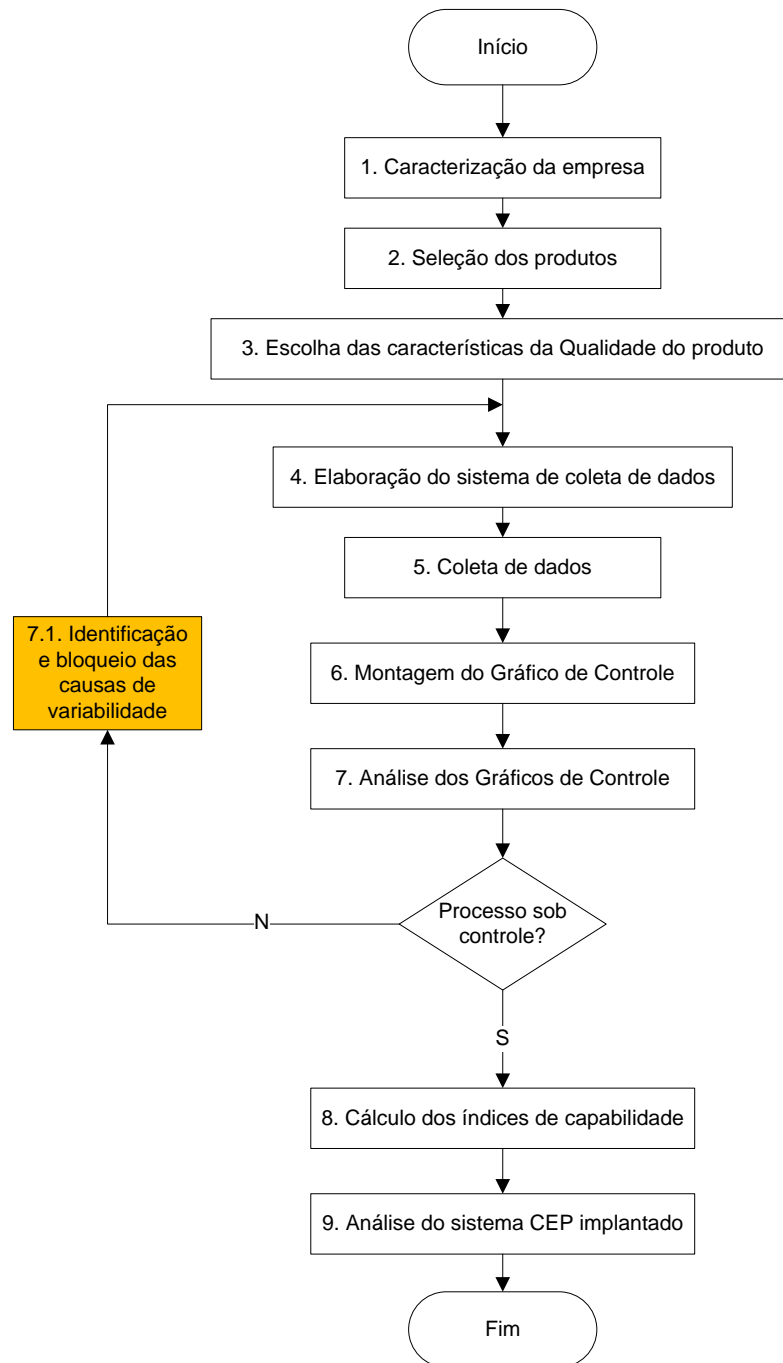


Figura 32: Fluxograma da metodologia do estudado – destaque para passo 7.1

Fonte: Adaptado de Soares (2001, p. 66)

4.8 Análise e Plano de Ação das causas fundamentais

A partir dos resultados obtidos e Gráficos de Controle foi possível verificar que os dados não se mostraram confiáveis, conforme será demonstrado a seguir.

A Figura 33 ilustra uma batelada de congelamento, com as temperaturas de cada amostra, em diferentes momentos: entrada (1) e saída (2) do resfriador e entrada (3) e saída do congelador (4).

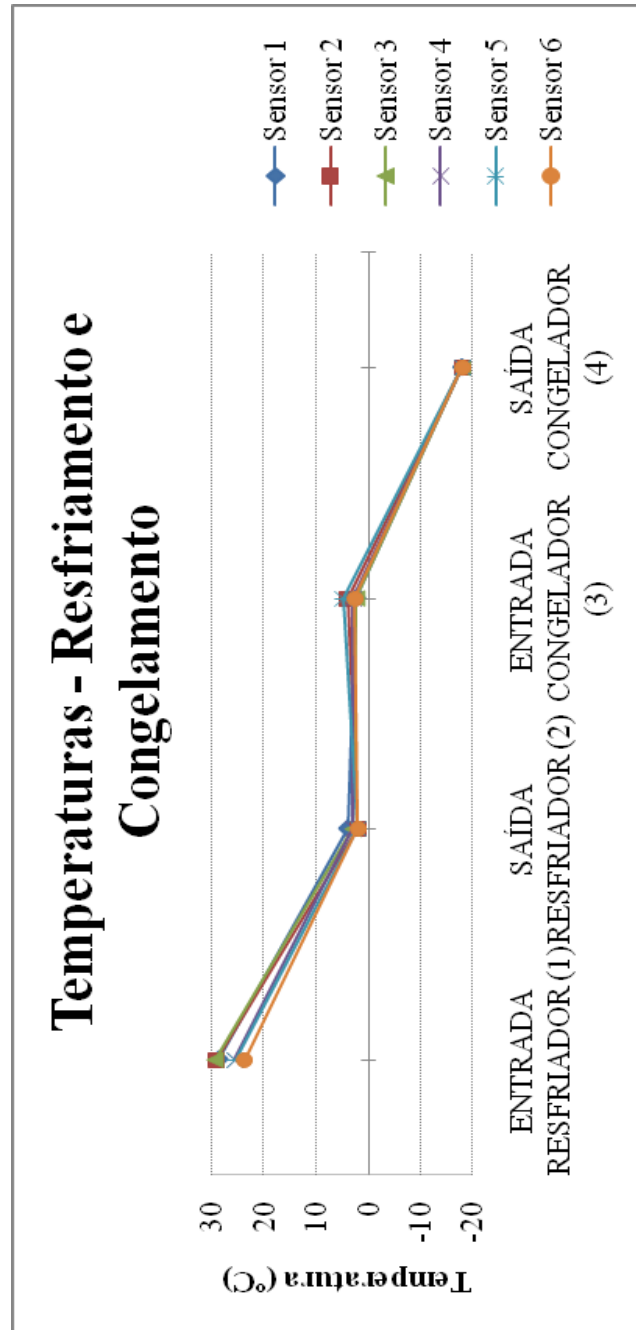


Figura 33: Gráfico da temperatura ao longo do processo de congelamento

Sobre estes diferentes momentos, pode-se constatar o seguinte:

1. Entre (1) e (2), a temperatura do produto deve cair, pois ele entra a aproximadamente 25°C, e ao ficar exposto por cerca de 10 horas (tempo médio no resfriamento) a uma

temperatura média de 0°C , tende a entrar em equilíbrio térmico com o ambiente, abaixando sua temperatura em relação à inicial;

2. Entre (2) e (3), o produto é retirado de uma temperatura de 0°C e exposto à temperatura ambiente de aproximadamente 15°C , para medição da variável estudada, durando cerca de cinco minutos para completar este processo. Para levar os armários até o congelador e colocar os sensores no interior das amostras, levam-se mais dez minutos. Então, é coerente dizer que a temperatura deve aumentar a uma amplitude baixa de mais ou menos 5°C ou, considerando a melhor das hipóteses, manter o valor do momento (2);
3. Entre (3) e (4), os produtos passam pelo processo de congelamento, em que há circulação de ar frio a alta velocidade, deixando o ambiente a uma temperatura média de -30°C . Considerando que os produtos entram a um valor de 5°C , aproximadamente, vê-se que o produto entrará em equilíbrio térmico com o ambiente, que nos leva à conclusão de que a temperatura deve cair.

Dentro da mesma batelada de congelamento mostrada na Figura 33, isolou-se a amostra medida pelo Sensor 1, que acaba por contradizer a afirmação de número dois, na qual considera que a temperatura entre a saída do produto do resfriador e a entrada no congelador deve aumentar ou, na melhor das hipóteses, manter-se, conforme indica a linha tracejada em vermelho, na Figura 34. O mesmo ocorreu para o Sensor 3, mostrado na Figura 35.

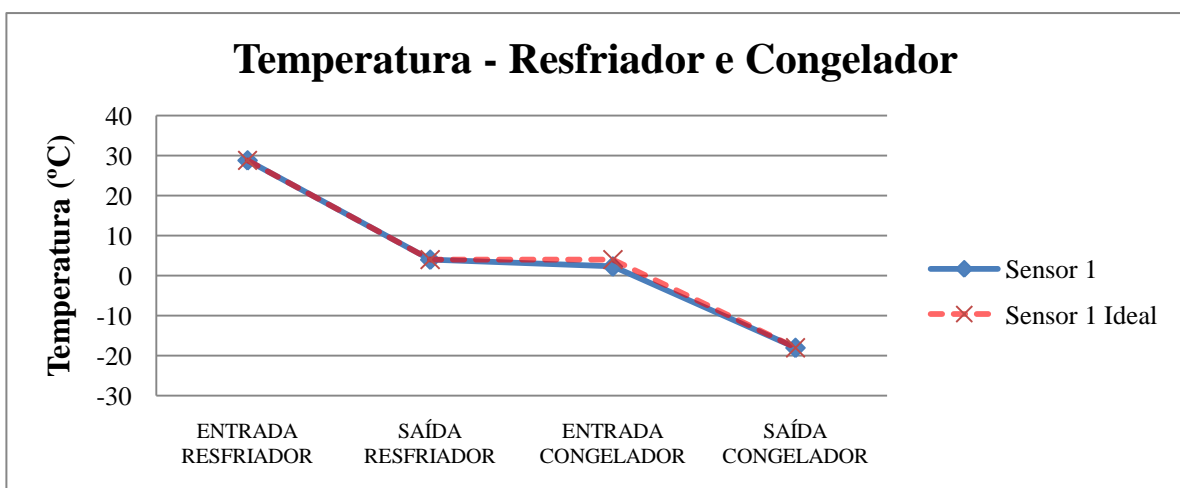


Figura 34: Gráfico da temperatura ao longo do processo de congelamento para Sensor 1

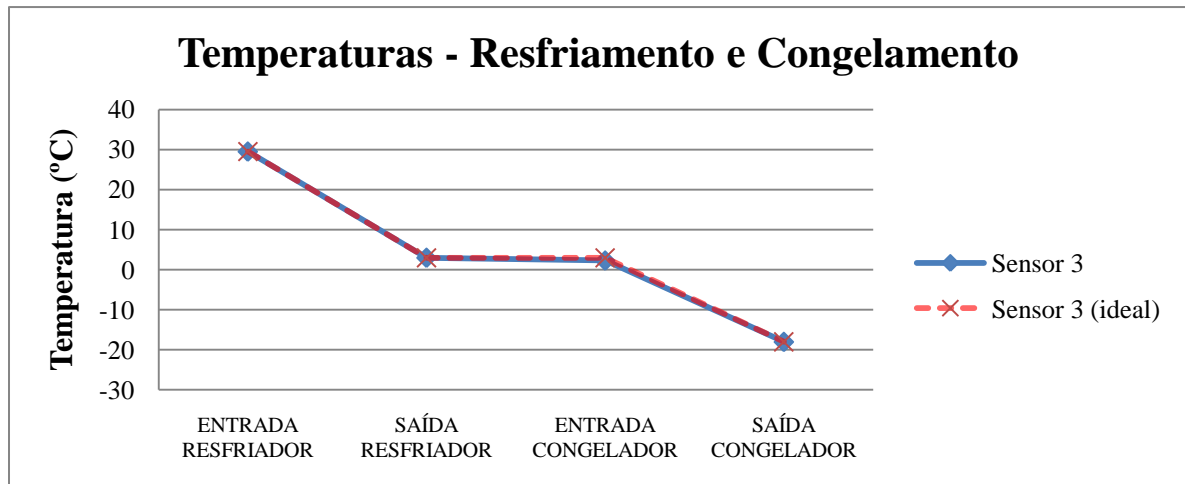


Figura 35: Gráfico da temperatura ao longo do processo de congelamento para Sensor 3

Além desta contradição, em outro lote de congelamento, a temperatura da amostra medida pelo Sensor 6, mostrou-se totalmente incoerente com o que poderia ocorrer na prática, atingindo uma temperatura elevadíssima no ponto (3), conforme demonstra a Figura 36. Isto não deveria ocorrer, já que o produto fica exposto somente ao ar ambiente, cuja temperatura é de cerca de 15°C, e por poucos minutos.

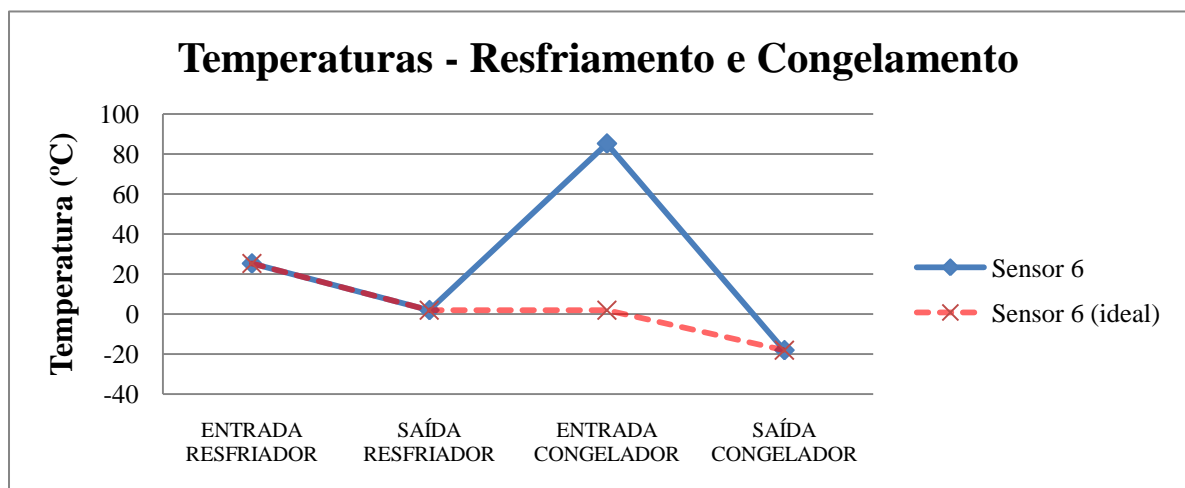


Figura 36: Gráfico da temperatura ao longo do processo de congelamento para Sensor 6

Para solucionar estes problemas, foi feita uma reunião com a equipe da Mister Sabor e a do fornecedor do equipamento de medição automática, para aprofundar a discussão e encontrar as causas fundamentais dos problemas. Utilizou-se o Diagrama de Ishikawa como ferramenta

para auxílio, sendo primeiramente para avaliar o processo de congelamento (Figura 37), e o segundo para avaliar as causas e efeitos das variações irracionais da temperatura (Figura 38).

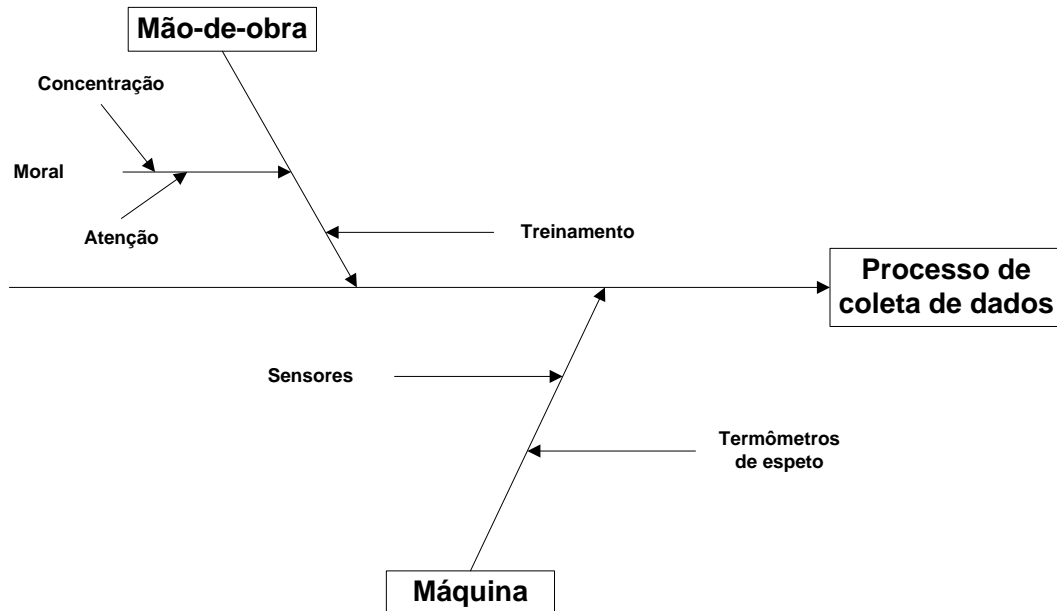


Figura 37: Diagrama de Ishikawa para avaliação do processo

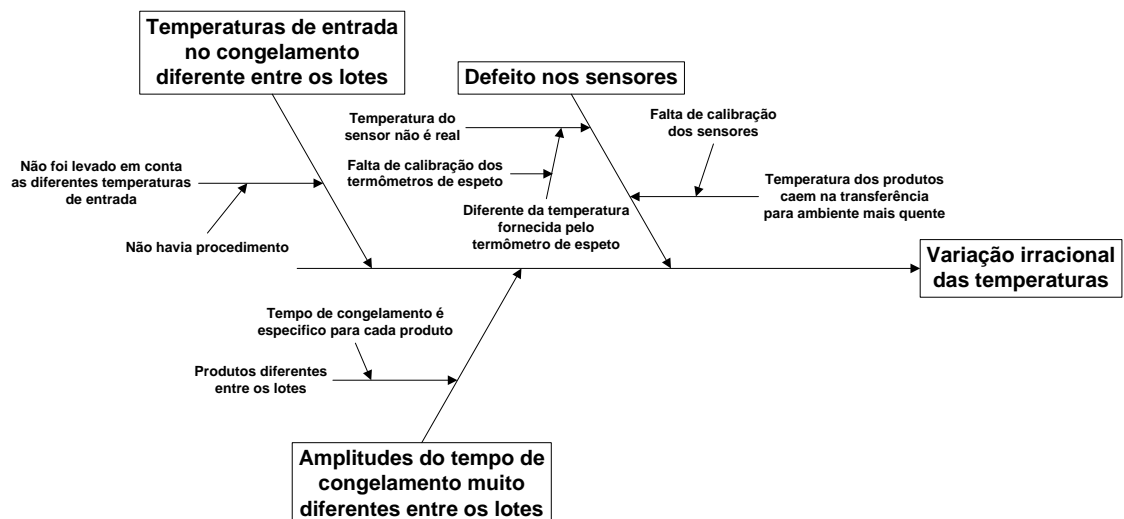


Figura 38: Ishikawa para causa e efeito da variação das temperaturas

Com base nos Diagramas de Ishikawa (Figuras 37 e 38), elaborado na reunião técnica, ficou claro que o equipamento, de alguma forma, estava com problemas nos medidores de temperatura – sensores, controladores – assim como os termômetros. Foi traçado um plano de

ação baseado no método 5W1H (Quadro 2) e é interessante ressaltar que o fornecedor se colocou inteiramente à disposição para solucionar a questão.

O QUÊ?	POR QUÊ?	QUEM?	ONDE?	QUANDO?	COMO?
Calibração dos sensores e controladores	Não estavam oferecendo dados confiáveis do processo	Fornecedor do equipamento	Na empresa do fornecedor	Início imediato	Utilizando padrões de calibração da temperatura
Calibrar termômetro de espeto	Não estavam oferecendo dados confiáveis do processo	Empresa de serviço de calibração	Na empresa de prestação de serviço	Assim que aprovado o orçamento pela Diretoria	Utilizando padrões de calibração da temperatura
Definir a faixa de temperatura de entrada do produto no congelamento	Para padronização da operação	Equipe técnica Mister Sabor	Na sala de reuniões	Início imediato	Levando em conta o ritmo da produção, tempo de utilização do resfriador
Definir a formação de subgrupo racional dos produtos	O subgrupo racional formado estava inadequado	Equipe técnica Mister Sabor	Na sala de reuniões	Início imediato	Avaliando quais recheios de salgado tem comportamento semelhante em relação ao congelamento

Quadro 2: 5W1H para atacar causas fundamentais

O fornecedor dos equipamentos de medição automática da temperatura decidiu trocar todos os sensores e controladores por outros novos e calibrados.

A equipe técnica da Mister Sabor decidiu alterar a faixa de temperatura de entrada dos produtos de 2,5~4,5°C para 6,5~8,5°C, pois o tempo para o produto passar da última faixa para a primeira é bem menor se feito no congelador, ao invés do resfriador; com isto, ganha-se tempo no processo produtivo.

A mesma equipe também decidiu como estratificar o subgrupo racional anterior, que englobava todos os salgados assados. Chegaram à conclusão de que o bauru de presunto e queijo possui recheio muito diferente dos demais, o qual leva a um tempo de congelamento

diferenciado; portanto este salgado deve ser analisado como um subgrupo racional. Já para as esfirras de carne e as de frango, verificou-se semelhanças e, por isto, concluiu-se ser possível agrupá-las em um único subgrupo racional.

4.9 Elaboração do sistema de Coleta de dados

Não foi necessário rever o sistema de coleta de dados. Foi feito um novo treinamento com os colaboradores envolvidos nos processos de congelamento, para que a nova coleta de dados abrangesse todas as decisões tomadas na seção anterior.

Para chegar a um número mínimo de amostras $m=20$, pré-requisito básico para construção do Gráfico $\bar{X} - R$, leva-se um período considerável, conforme discutido na seção 4.7.1, pois é possível fazer somente duas coletas de dados por dia, sendo que cada tipo de salgado é produzido somente uma vez na semana. Por estes motivos, não foi possível colher as 20 amostras de um mesmo produto.

4.10 Montagem e análise dos Gráficos de Controle

Devido à insuficiência de dados, tornou-se inviável a construção dos Gráficos de Controle e, conseqüentemente, sua análise.

4.11 Cálculo dos índices de capacidade e Avaliação do sistema CEP implantado

O cálculo dos índices de capacidade *somente* pode ser realizado quando o processo a ser analisado encontrar-se sob controle. Como não houve dados suficientes para avaliar se o processo estava sob controle, não foi possível calcular tais índices, cujos resultados viabilizariam a avaliação do sistema de Controle Estatístico de Processo.

5 CONCLUSÃO

O presente estudo focou em um dos mais importantes processos de fabricação dos produtos da Mister Sabor, o de congelamento. Ele é a base inicial para as condições de qualidade (sabor, aparência) e prazo de validade do produto, para tanto é essencial conhecer o processo e passar a controlá-lo com o auxílio de ferramentas.

Como ponto de partida, analisou-se todo o processo de congelamento. Verificou-se a falta de padrões em algumas operações e, para tanto, algumas modificações foram sugeridas e aplicadas.

Com o processo padronizado, foram identificados os itens de controle a monitorar o processo: temperatura de entrada e saída do congelamento e tempo de duração. Houve erro quanto à não-definição do intervalo de temperatura de entrada. Isto acabou por diminuir ainda mais o número de dados para posterior construção dos Gráficos de Controle.

Definidos os itens a serem controlados, foi elaborado um sistema de coleta de dados do tipo Folha de Verificação, o qual se mostrou eficaz. Com ele, foi possível extrair do processo a informação de que a média de duração do processo era de 1 hora e 38 minutos e sua amplitude, 49 minutos.

A construção dos Gráficos de Controle diagnosticou instabilidade no processo de congelamento. Foram analisadas as causas desta variabilidade, levando à conclusão de que, deveria ser feita a calibração dos instrumentos de medição, formação de novos subgrupos. Neste ponto, evidenciou-se a importância do cumprimento da recomendação de calibração de todos os instrumentos de medição, antes de se iniciar a coleta de dados, elaborando-se um plano de ação para bloqueá-las. Tais ações foram tomadas e iniciou-se nova etapa para coletas de dados. Porém, devido ao prazo disponível e à dificuldade em se obter os dados, não foi possível colher a quantidade mínima de vinte amostras para a construção de novos Gráficos de Controle, o que tornou impraticável os objetivos finais deste trabalho: a busca da estabilização do processo, os cálculos de capacidade e a implantação definitiva dos limites dos Gráficos de Controle do Controle Estatístico de Processos.

Sugere-se a continuação deste trabalho, visto a sua grande importância no contexto da empresa. A estabilização do processo é crucial, para posteriormente obter seu controle, utilizando-se da ferramenta de Controle Estatístico de Processos.

5.1 Sugestões para futuros trabalhos

- Construção de Gráficos de Controle para diversos valores de temperatura de entrada no congelamento. Com isto, será possível estimar o tempo e comportamento de congelamento para um determinado produto *versus* temperatura de entrada, que dará origem à tabela calibrada que passará a orientar o Planejamento e balanceamento das linhas de produção;
- Fazer análise comparativa entre os vários tipos de recheios;
- Aplicar o método do presente trabalho para o processo de Resfriamento, com o intuito de obter o conhecimento de sua capacidade e controle.

REFERÊNCIAS

- BAPTISTA, N. **Introdução ao estudo de controle estatístico de processo – CEP**. Rio de Janeiro: Qualitymark Editora, 1996.
- CAMPOS, V. F. **Qualidade Total: padronização de Empresas**. Belo Horizonte: Fundação Christiano Ottoni, 1992.
- DAVIS, M. M et al. **Fundamentos da administração da produção**. Tradução: Artmed Editora Ltda. São Paulo: Artmed Editora Ltda, 1999.
- DEMING, W. E. **Qualidade: A Revolução da Administração**. Rio de Janeiro: Editora Marques Saraiva, 1990.
- ISHIKAWA, K. **Controle de Qualidade Total** (à maneira japonesa). Rio de Janeiro: Editora Campus, 1993.
- JURAN, J. M. **Juran na liderança pela qualidade: um guia para executivos**. Tradução: João Mário Csillag. São Paulo: Livaria Pioneira Editora, 1993.
- KUME, Hitoshi. **Métodos estatísticos para melhoria da qualidade**. Tradução: Dario Ikuo Miyake. São Paulo: Editora Gente, 1993.
- MONTGOMERY, D. C. **Introdução ao controle estatístico da qualidade**. Tradução: Ana Maria L. Farias, Vera Regina L. F. e Flores, Luiz da Costa Laurencel. Rio de Janeiro: LTC Editora S.A., 2004.
- PALADINI, E. P. **Gestão da qualidade: Teoria e prática**. São Paulo: Editora Atlas, 2004.
- RITZMAN, L. P.; KRAJEWSKI, L. J. **Administração da produção e operações**. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2004.
- SOARES, G. M. V. P. P. **Aplicação do controle estatístico de processos em indústria de bebidas: um estudo de caso**. 2001. 133 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2001.
- VIEIRA, S. **Estatística para a Qualidade: como avaliar com precisão a qualidade em produtos e serviços**. Rio de Janeiro: Editora Campus, 1999.
- WERKEMA, Cristina. **Ferramentas estatísticas básicas para o gerenciamento de processos**. Belo Horizonte: Werkema Editora, 1995.
- TOLEDO, J. C. **Qualidade industrial: Conceitos, sistemas e estratégias**. São Paulo: Editora Atlas S.A., 1987.

APÊNDICE A – Mix de Produtos classificado por famílias

Família: 01 - Linha Crús Congelados

Descrição do Produto
BOLINHA DE QUEIJO KG
BOLINHA QUEIJO FESTA
COXINHA DE FRANGO FESTA
COXINHA DE CARNE UNID
COXINHA DE FRANGO C/ REQUEIJÃO UN
COXINHA DE FRANGO KG
COXINHA DE FRANGO REQUEIJÃO FESTA
COXINHA DE FRANGO UNID
COXINHA FRANGO REQUEIJÃO KG
CROQUETE CALABRESA FESTA
CROQUETE DE CALABRESA KG
CROQUETE DE QUEIJO UNID
ENROLADO DE SALSICHA CRÚ KG
ENROLADO DE SALSICHA UNID CRU
ENROLADO SALSICHA FESTA
KIBE C/ REQUEIJÃO KG
KIBE CARNE UNID
KIBE DE CARNE KG
KIBE FESTA
KIBE REQUEIJÃO UNIDADE
RISOLIS CARNE FESTA
RISÓLIS DE CARNE KG
RISÓLIS DE CARNE UNID
RISÓLIS DE FRANGO UNID
RISÓLIS DE PALMITO UNID
RISOLIS DE PRESUNTO E QUEIJO FESTA
RISOLIS DE PRESUNTO E QUEIJO KG
RISOLIS DE PRESUNTO E QUEIJO UNID

Família: 02 - Linha Assados e Congelados

Descrição do Produto
BAURU DE PRESUNTO E QUEIJO UNID
BAURU DE PRESUNTO E REQUEIJÃO KG
EMPADA DE FRANGO KG
EMPADA DE FRANGO UNID
EMPADA DE PALMITO KG
EMPADA DE PALMITO UNID
ENROLADO DE SALSICHA ASSADO UNID
ESFIHA DE CARNE KG
ESFIHA DE CARNE UNID
ESFIHA DE FRANGO C/ REQUEIJÃO UNID
ESFIHA DE FRANGO KG
ESFIHA DE FRANGO UNID
TORTINHA DE FRANGO UNID
TORTINHA DE PALMITO UNID

Família: 04 - Linha Crús Especiais Congelados

Descrição do Produto
BOLINHO DE BACALHAU KG
BOLINHO DE BACALHAU UNID
CROQUETE DE CAMARÃO UNID

Família: 05 - Linha Fritos e Congelados

Descrição do Produto
BOLINHA DE QUEIJO FRITO FESTA
BOLINHA QUEIJO FESTA FRITA PCT 250 GR
COX DE FRANGO FESTA FRITA PCT 250 GR
COXINHA DE FRANGO FRITO FESTA
COXINHA DE FRANGO FRITO UNID
CROQUETE DE QUEIJO FRITO UNID
KIBE DE CARNE FRITO FESTA
KIBE DE CARNE FRITO UNID

KIBE FESTA FRITO PCT 250 GR
RISOLIS DE CARNE FRITO UNID
RISOLIS DE PALMITO FRITO UNID
RISOLIS DE PRESUNTO E QUEIJO FRITO UNID



PESQUISA DE ÍNDICE DE SALGADOS DESCONGELADOS

Estamos buscando um conhecimento concreto de quais salgados têm a maior incidência de descongelamento ao longo dos processos produtivos até o consumidor final. Para tanto, pedimos que preencha a tabela abaixo com os casos de maior frequência. Abaixo foram colocados dois exemplos. As informações preenchidas serão essenciais para o prosseguimento do estudo sobre o descongelamento dos nossos produtos. Por gentileza, enviar esta planilha preenchida, no e-mail (mayume@mistersabor.com), até sábado, dia 09/05/09. Agradeço muito a colaboração.

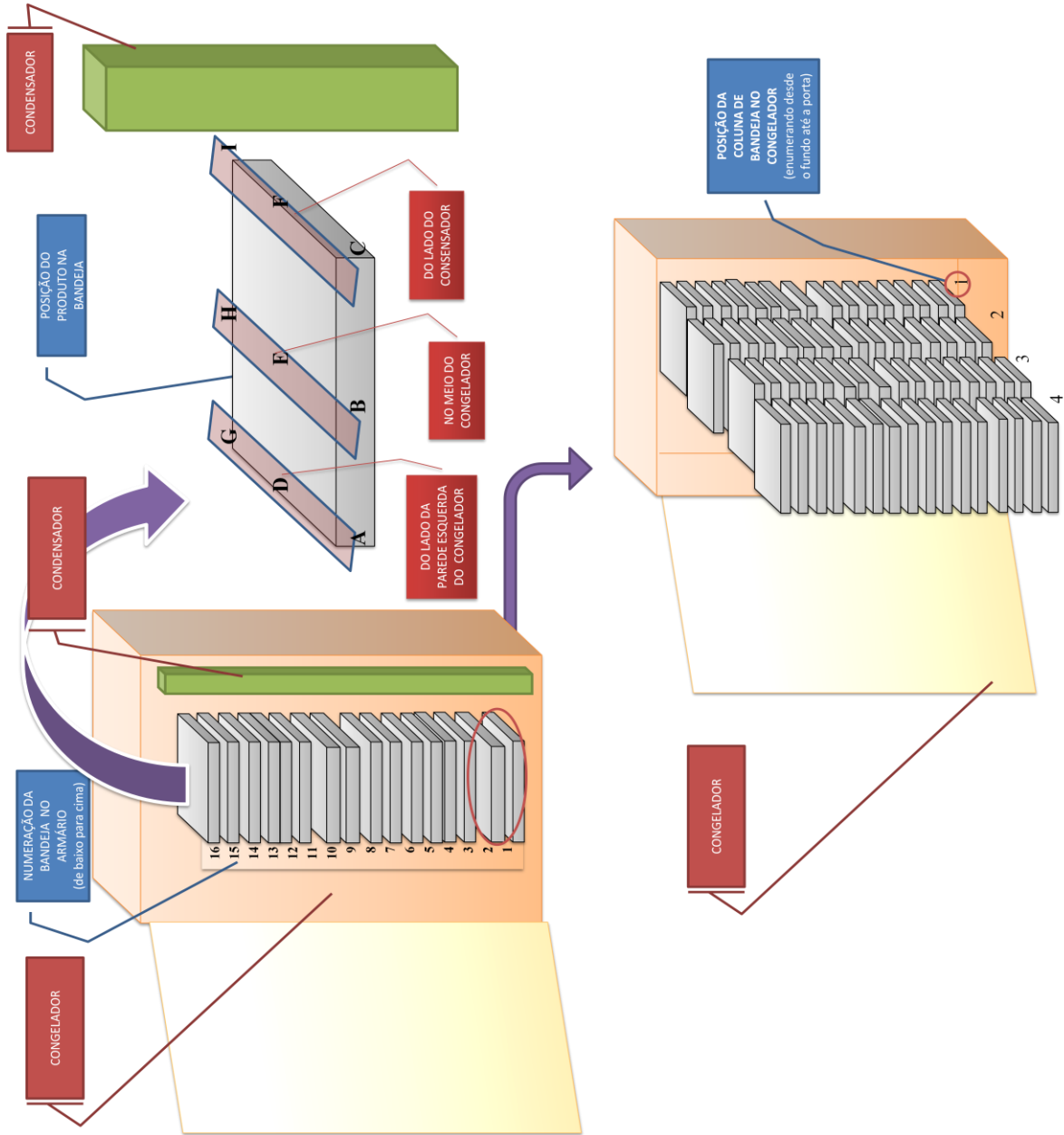
FUNCIONÁRIOS		REPRESENTANTES	
NOME:		NOME:	
CARGO:		REGIÃO:	

SALGADO	RECHEIO	CONDIÇÃO	TAMANHO	MOMENTO DE CONSTATAÇÃO	POSSÍVEIS CAUSAS	PONTUAÇÃO*	OBSERVAÇÕES (comentários adicionais, se houver)
ENROLADO	SALSICHA	ASSADO	UNID	ANTES DE EMBALAR	CÂMARA FRIA NÃO ESTAVA NA TEMPERATURA IDEAL	2	EXEMPLO
COXINHA	FRANGO/REQ	CRU	UNID	ENTREGA NO CLIENTE	MÁ CONSERVAÇÃO NA DISTRIBUIDORA; REFRIGERAÇÃO DO CAMINHÃO INADEQUADA	3	EXEMPLO

* PONTUAÇÃO - NÍVEL DE GRAVIDADE DO DESCONGELAMENTO DE 0 A 10, baseado no seguinte - 0: inaceitável (totalmente inaceitável, s/ nenhum aproveitamento do salgado) - 10: ruim (descongelamento apenas em algumas unidades do total, sendo que mesmo assim é possível consumir estes salgados)

OBSERVAÇÕES (caso tenha outros comentários/sugestões a fazer):

APÊNDICE C – Esquema de identificação das amostras



APÊNDICE D- Folha de Verificação para Temperatura

FOLHA DE VERIFICAÇÃO PARA TEMPERATURA

DATA: ___/___/___

	Cru/Limpeza
	Congelado

RESFRIADOR

RESPONSÁVEL: _____

LOCAL	SALGADO <small>(salgado, recheio, ass.cru.frito, tamanho)</small>	HORA ENTR.	TEMP. ENTR.	HORA SAÍDA	TEMP. SAÍDA	SOMA SAÍDA
1E4						
2E4						
3E4						
4E4						
5E4						
6E4						
7E4						
8E4						
TERMÔMETRO MAX-MIN				MIN:	MAX:	

TEMPERATURA DO RESFRIADOR (a cada uma hora)							
HORA	TEMP	HORA	TEMP	HORA	TEMP	HORA	TEMP
1		5		9		13	
2		6		10		14	
3		7		11		15	
4		8		12		16	

ULTRA-CONGELADOR

RESPONSÁVEL: _____

Tempo (min)	HORA	Temp. Congel. N° DO ARMÁRIO →	MAIOR ← Temperatura → menor							
			Sensor 1	Sensor 2	X	Sensor 3	Sensor 4	X	Sensor 5	Sensor 6
			0							
15										
30										
45										
60										
75										
90										
105										
120										
135										
150										
165										
180										
195										

TEMPERATURAS MEDIDAS PELO
PROGRAMA DE COMPUTADOR

TEMP:	
HORA:	

APÊNDICE E - Cartilha para preenchimento da Folha de Verificação para Temperatura (Parte I)

FOLHA DE VERIFICAÇÃO PARA TEMPERATURA

DATA: ___/___/___

Cru/Limpeza
 Congelado

RESFRIADOR

RESPONSÁVEL: _____

LOCAL	SALGADO <small>(salgado, recheio, ass. cru, frito, tamanho)</small>	HORA ENTR.	TEMP. ENTR.	HORA SAÍDA	TEMP. SAÍDA	SOMA SAÍDA
1E4	BAURU PRESUNTO E QUEIJO UNID.	11:20	21°	22:30	2°	5°
2E4	BAURU PRESUNTO E QUEIJO UNID.	11:22	25°	22:37	3°	3°
3E4	BAURU PRESUNTO E QUEIJO UNID.	11:45	30°	22:35	2°	3°
4E4	BAURU PRESUNTO E QUEIJO UNID.	11:47	35°	22:37	1°	5°
5E4	BAURU PRESUNTO E QUEIJO UNID.	11:50	27°	22:40	2°	6°
6E4	BAURU PRESUNTO E QUEIJO UNID.	11:59	24°	22:42	3°	
7E4	BAURU PRESUNTO E QUEIJO UNID.	12:45	25°	22:45	3°	
8E4	BAURU PRESUNTO E QUEIJO UNID.	12:57	28°	22:47	3°	

TERMÔMETRO: _____
 MÁX: -2 MIN: 3 15

TEMPERATURA DO RESFRIADOR (cada 1 hora)

HORA	TEMP	HORA	TEMP	HORA	TEMP	HORA	TEMP

ULTRA-CONGELADOR

RESPONSÁVEL: _____

Tempo (min)	HORA	Temp. Congel.	Temperatura							
			MAIOR			menor				
			Sensor 1	Sensor 2	Sensor 3	Sensor 4	Sensor 5	Sensor 6		
0	22:57	20°			3	2	1	3	4	
15	23:12	17°								
30	23:27	13°								
45	23:42	-10°								
60	23:57	-15°								
75	0:12	-20°								
90	0:27	-29°								
105	0:42	-31°								
120	0:57	-35°								
135										
150										
165										
180										
195										
	TEMP. HORAS	-35°	-18	-18	X	-18	-18	X	-18	-18

5

4

TEMPERATURAS MEDIDAS PELO PROGRAMA DE COMPUTADOR

EXEMPLO

APÊNDICE F - Cartilha para preenchimento da Folha de Verificação para Temperatura (Parte II)

CARTILHA PARA PREENCHIMENTO DA FOLHA DE VERIFICAÇÃO

1	<p>HORA SAÍDA A hora de saída a ser anotada no campo "HORA SAÍDA" deve ser a hora logo após a medição da</p>
2	<p>SOMA SAÍDA O campo "SOMA SAÍDA" é a soma das temperaturas de saída de um armário. Exemplo: Temperatura no Local 3E4 (2°) + Local 4E4 (1°) = 3°</p> <p>SEQUÊNCIA DOS ARMÁRIOS NO CONGELADOR A colocação dos armários no congelador deve obedecer o seguinte método: 1 - A ordenação deverá ser do armário com a maior "SOMA SAÍDA" para o que tiver a menor "SOMA SAÍDA". (Exemplo: 6°, 5°, 5° e 3°); 1.1 - Se as "SOMA SAÍDA" de dois ou mais armários forem iguais, o Local que tiver a maior "TEMP. SAÍDA" deverá entrar primeiro. (Exemplo: "SOMA SAÍDA" 5° e 5°, e as maiores "TEMP. SAÍDA" são 3° nos dois armários, portanto, analise o próximo critério); 1.1.1 - Se ainda assim, as "TEMP. SAÍDA" de dois ou mais armários também forem iguais, o Local que tiver a maior "TEMP. ENTR." deverá entrar primeiro. (Exemplo: O Local 5E4 tem a maior "TEMP. ENTR." 27° portanto é o armário que vai primeiro e o outro virá em seguida); 2 - Sabendo qual armário será colocado no congelador, deverá ser definido qual o Local ficará virado para o fundo do congelador. Isto será feito seguindo o mesmo método dos passos 1.1 e, caso houver empate, o passo 1.1.1. Resumindo, o Local com maior "TEMP SAÍDA" deverá ficar virado para o fundo e, se as "TEMP. SAÍDA" forem iguais, o Local que tiver a maior "TEMP. ENTR." e o que deverá ficar virado para o fundo. (Exemplo: No caso do armário com os Locais 5E4 e 6E4, as "TEMP. SAÍDA" são 2° e 3°, respectivamente; portanto, o Local que deverá ficar virado para o fundo é o 6E4. Outro exemplo é o caso do armário com a "SOMA SAÍDA" de 6°, as "TEMP. SAÍDA" são iguais, então decide-se partindo da maior "TEMP. ENTR." que é a do Local 8E4.</p>
3	<p>TERMÔMETRO MÁX-MÍN A medição deverá ser feita observando a temperatura indicada pela ponta de baixo da <i>linha AZUL</i> do termômetro de máximo-mínimo, localizado dentro do refrigerador.</p>
4	<p>HORÁRIO QUE O SALGADO ATINGE -18° Não será mais necessário marcar a hora que os sensores atingem -18°.</p>
5	<p>TEMPERATURA / HORA FINAL DO TESTE Logo antes dos armários serem retirados do congelador (lembrando que todos os sensores já deverão ter atingido -18°), deverá ser marcado o horário do relógio perto do congelador e a temperatura do mostrador do congelador neste mesmo momento.</p>

ANEXO 1 – Tabela de constantes para construção dos Gráficos de Controle

Observações na Amostra, n	Constantes para a Construção de Gráficos de Controle															
	Gráficos para Médias				Gráficos para Desvio Padrão				Gráficos para Amplitudes							
	Fatores para os limites de controle		Fatores para a linha média		Fatores para os limites de controle		Fatores para a linha média		Fatores para os limites de controle		Fatores para a linha média					
A	A _c	A _s	c ₄	1/c ₄	B ₃	B ₄	B ₅	B ₆	d ₂	1/d ₂	d ₃	D ₁	D ₂	D ₃	D ₄	
2	2,121	1,880	2,659	0,7979	1,2533	0	3,267	0	2,606	1,128	0,8865	0,853	0	3,686	0	3,267
3	1,732	1,023	1,954	0,8862	1,1284	0	2,568	0	2,276	1,693	0,5907	0,888	0	4,358	0	2,575
4	1,500	0,729	1,628	0,9213	1,0854	0	2,266	0	2,088	2,059	0,4857	0,880	0	4,698	0	2,282
5	1,342	0,577	1,427	0,9400	1,0638	0	2,089	0	1,964	2,326	0,4299	0,864	0	4,918	0	2,115
6	1,225	0,483	1,287	0,9515	1,0510	0,030	1,970	0,029	1,874	2,534	0,3946	0,848	0	5,078	0	2,004
7	1,134	0,419	1,182	0,9594	1,0423	0,118	1,882	0,113	1,806	2,704	0,3698	0,833	0,204	5,204	0,076	1,924
8	1,061	0,373	1,099	0,9650	1,0363	0,185	1,815	0,179	1,751	2,847	0,3512	0,820	0,388	5,306	0,136	1,864
9	1,000	0,337	1,032	0,9693	1,0317	0,239	1,761	0,232	1,707	2,970	0,3367	0,808	0,547	5,393	0,184	1,816
10	0,949	0,308	0,975	0,9727	1,0281	0,284	1,716	0,276	1,669	3,078	0,3249	0,797	0,687	5,469	0,223	1,777
11	0,905	0,285	0,927	0,9754	1,0252	0,321	1,679	0,313	1,637	3,173	0,3152	0,787	0,811	5,535	0,256	1,744
12	0,866	0,266	0,886	0,9776	1,0229	0,354	1,646	0,346	1,610	3,258	0,3069	0,778	0,922	5,594	0,283	1,717
13	0,832	0,249	0,850	0,9794	1,0210	0,382	1,618	0,374	1,585	3,336	0,2998	0,770	1,025	5,647	0,307	1,693
14	0,802	0,235	0,817	0,9810	1,0194	0,406	1,594	0,399	1,563	3,407	0,2935	0,763	1,118	5,696	0,328	1,672
15	0,775	0,223	0,789	0,9823	1,0180	0,428	1,572	0,421	1,544	3,472	0,2880	0,756	1,203	5,741	0,347	1,653
16	0,750	0,212	0,763	0,9835	1,0168	0,448	1,552	0,440	1,526	3,532	0,2831	0,750	1,282	5,782	0,363	1,637
17	0,728	0,203	0,739	0,9845	1,0157	0,466	1,534	0,458	1,511	3,588	0,2787	0,744	1,356	5,820	0,378	1,622
18	0,707	0,194	0,718	0,9854	1,0148	0,482	1,518	0,475	1,496	3,640	0,2747	0,739	1,424	5,856	0,391	1,608
19	0,688	0,187	0,698	0,9862	1,0140	0,497	1,503	0,490	1,483	3,689	0,2711	0,734	1,487	5,891	0,403	1,597
20	0,671	0,180	0,680	0,9869	1,0133	0,510	1,490	0,504	1,470	3,735	0,2677	0,729	1,549	5,921	0,415	1,585
21	0,655	0,173	0,663	0,9876	1,0126	0,523	1,477	0,516	1,459	3,778	0,2647	0,724	1,605	5,951	0,425	1,575
22	0,640	0,167	0,647	0,9882	1,0119	0,534	1,466	0,528	1,448	3,819	0,2618	0,720	1,659	5,979	0,434	1,566
23	0,626	0,162	0,633	0,9887	1,0114	0,545	1,455	0,539	1,438	3,858	0,2592	0,716	1,710	6,006	0,443	1,557
24	0,612	0,157	0,619	0,9892	1,0109	0,555	1,445	0,549	1,429	3,895	0,2567	0,712	1,759	6,031	0,451	1,548
25	0,600	0,153	0,606	0,9896	1,0105	0,565	1,435	0,559	1,420	3,931	0,2544	0,708	1,806	6,056	0,459	1,541

Fonte: Werkema (1995, p.288)

ANEXO 2 – Tabela HACCP do software de Gerenciamento de Temperatura

HACCP Report Device - Sensor 06				
Initial Time : 17/8/2009 22:30:00 -- Final Time : 18/8/2009 01:45:00				
30/10/2009 20:27 Pag 1				
[Device 6] [Device 6]				
Sensor 06 Sensor 06				
N.	Date	Time	°C	
1	Mon	17/08/2009	22:30:00	5.3
2	Mon	17/08/2009	22:35:00	1.9
3	Mon	17/08/2009	22:40:00	-1
4	Mon	17/08/2009	22:42:30	-2.5
5	Mon	17/08/2009	22:45:00	-3.5
6	Mon	17/08/2009	22:50:00	-5.2
7	Mon	17/08/2009	22:55:00	-6.2
8	Mon	17/08/2009	23:00:00	-6.7
9	Mon	17/08/2009	23:05:00	-7.1
10	Mon	17/08/2009	23:10:00	-7.5
11	Mon	17/08/2009	23:15:00	-7.9
12	Mon	17/08/2009	23:20:00	-8.4
13	Mon	17/08/2009	23:25:00	-8.8
14	Mon	17/08/2009	23:30:00	-9.3
15	Mon	17/08/2009	23:35:00	-9.9
16	Mon	17/08/2009	23:40:00	-10.6
17	Mon	17/08/2009	23:45:00	-11.3
18	Mon	17/08/2009	23:50:00	-12.1
19	Mon	17/08/2009	23:52:05	-12.5
20	Mon	17/08/2009	23:55:00	-12.8
21	Tue	18/08/2009	00:00:00	-13.7
22	Tue	18/08/2009	00:05:00	-14.7
23	Tue	18/08/2009	00:10:00	-15.7
24	Tue	18/08/2009	00:15:00	-15.9
25	Tue	18/08/2009	00:20:00	-16.1
26	Tue	18/08/2009	00:25:00	-16.3
27	Tue	18/08/2009	00:30:00	-16.4
28	Tue	18/08/2009	00:35:00	-16.5
29	Tue	18/08/2009	00:40:00	-
30	Tue	18/08/2009	00:50:00	-16.6
31	Tue	18/08/2009	00:55:00	-16.5
32	Tue	18/08/2009	01:00:00	-
33	Tue	18/08/2009	01:05:00	-16.6
34	Tue	18/08/2009	01:10:00	-
35	Tue	18/08/2009	01:15:00	-16.7

36	Tue	18/08/2009	01:20:00	-16.4
37	Tue	18/08/2009	01:25:00	-
38	Tue	18/08/2009	01:30:00	-15.5
39	Tue	18/08/2009	01:35:00	-14.8
40	Tue	18/08/2009	01:36:39	-1.7
41	Tue	18/08/2009	01:36:42	11.6
42	Tue	18/08/2009	01:36:45	23.6
43	Tue	18/08/2009	01:37:05	33.7
44	Tue	18/08/2009	01:38:10	43.8
45	Tue	18/08/2009	01:39:35	56.3
46	Tue	18/08/2009	01:39:40	68.2
47	Tue	18/08/2009	01:39:50	56.8
48	Tue	18/08/2009	01:40:00	49.6
49	Tue	18/08/2009	01:40:04	46.2
50	Tue	18/08/2009	01:40:15	36.2
51	Tue	18/08/2009	01:40:30	25.6
52	Tue	18/08/2009	01:40:55	14.9
53	Tue	18/08/2009	01:41:30	4.8

Fonte: Sistema Evco Italy R.I.C.S

Universidade Estadual de Maringá
Departamento de Informática
Curso de Engenharia de Produção
Av. Colombo 5790, Maringá-PR
CEP 87020-900
Tel: (044) 3261-4196 / Fax: (044) 3261-5874