

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
ESCOLA DE ENGENHARIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**

**APLICAÇÃO DE HACCP E TÉCNICAS ESTATÍSTICAS EM UMA FÁBRICA
DE FARELO DE SOJA**

Márcio Antônio de Pádua Guimarães Júnior

Porto Alegre, 2003

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
ESCOLA DE ENGENHARIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**

**APLICAÇÃO DE HACCP E TÉCNICAS ESTATÍSTICAS EM UMA FÁBRICA
DE FARELO DE SOJA**

Márcio Antônio de Pádua Guimarães Júnior

Orientador: Professor Dr. Flávio Sanson Fogliatto

Banca Examinadora:

Professor Dr. José Luis Duarte Ribeiro

Professor Dr. Fernando Gonçalves Amaral

Professor Dr. Julio Alberto Nitzke

**Dissertação submetida ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de
Produção como requisito parcial à obtenção do título de
MESTRE EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**

Porto Alegre, 2003

Esta dissertação foi julgada adequada para a obtenção do título de Mestre em ENGENHARIA DE PRODUÇÃO e aprovada em sua forma final pelo orientador e pela Banca Examinadora designado pelo Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção.

Prof. Dr. Flávio S. Fogliatto

Orientador

Universidade Federal do Rio Grande do Sul

Prof. Dr. José Luis Duarte Ribeiro

Coordenador

PPGEP/UFRGS

BANCA EXAMINADORA:

Prof. José Luis Duarte Ribeiro

PPGEP/UFRGS

Prof. Fernando Gonçalves Amaral

PPGEP/UFRGS

Prof. Julio Alberto Nitzke

ICTA/UFRGS

Dedicatória

À minha mãe, Mariana, por inculcar em mim o amor à leitura e incentivar toda minha vida acadêmica e profissional.

Agradecimentos

Ao professor Flávio, por sua dedicação como meu orientador;

À esposa e companheira Flávia, pela ajuda ao longo desses anos de viagens e mudanças e ao meu filho Márcio Neto, por perder horas de *game* enquanto eu usava seu computador;

À tia Dina e aos meus irmãos Marcelo e Simone, pelo apoio incondicional.

Resumo

O agronegócio tornou-se, nos últimos anos, um importante motivador do crescimento da pauta de exportações brasileiras e do desenvolvimento da agricultura no Centro Oeste do Brasil. Um dos principais produtos deste setor é o farelo de soja, componente da ração na criação em larga escala de aves e suínos. Esse trabalho de conclusão trata da implantação de HACCP e da aplicação de técnicas estatísticas em uma fábrica produtora de farelo de soja localizada em Cuiabá. A exigência dos clientes nacionais e internacionais por um produto seguro sob o ponto de vista alimentar, torna a implantação dessas metodologias um importante diferencial competitivo para se comercializar o farelo de soja na Europa, Ásia e para os grandes consumidores do mercado interno brasileiro. Fez-se uma revisão bibliográfica que contemplou aspectos de microbiologia, engenharia de alimentos, HACCP e CEP. Descreveu-se, passo a passo, todo o processo produtivo, analisando-se os perigos de contaminação de cada etapa, aplicando-se o CEP no Ponto Crítico de Processo. Apresentou-se todo o processo de implantação das metodologias propostas. Os objetivos do trabalho são, além da implantação das metodologias, conseguir melhorias no processo produtivo, caracterizando a melhoria contínua e também garantir a certificação da planta em HACCP. Tais objetivos foram alcançados: houve significativas mudanças nos índices de avaliação da fábrica onde o HACCP foi implantado, e a metodologia passou a ser utilizada como uma nova ferramenta de gestão na empresa.

Abstract

The agro-business became in recent years an important item of growth in the list of Brazilian exports, promoting the development of agriculture in the central west region of Brazil. One of the main products is the soy meal, a component in the ration used in poultry and pork farms. This thesis deals with the implementation of HACCP and SPC in a soy meal factory located in Cuiabá. Local and international customers' demand for a safe product under the alimentary point of view turns the adoption of those methodologies mandatory to market soya meal products in Europe, Asia, and Brazil. A literature review on microbiology aspects, engineering of victuals, HACCP and SPC was performed. We described, step by step, the soy meal production process, analyzing the risks of contamination in each stage and applying SPC in the Critical Process Points. The entire process of implementing HACCP and SPC was described. The objectives of this work are, in addition to actually implement the methodologies in a case study, to obtain improvements in the productive process, characterizing the continuous improvement and also to guarantee the certification of the plant in HACCP. Those objectives were reached: there were significant changes in the indexes of factory performance evaluation and HACCP was implemented, working as a new administrative tool.

SUMÁRIO

1. Introdução.....	12
1.1. Comentários iniciais.....	12
1.2. Tema e Justificativa	13
1.3. Objetivos	16
1.3.1. Objetivo principal.....	16
1.3.2. Objetivos secundários	16
1.4. Método de pesquisa e método de trabalho.....	16
1.5. Estrutura do trabalho	19
1.6. Limitações.....	20
2. Revisão Bibliográfica	22
2.1. Microbiologia alimentar.....	22
2.1.1. Tecnologia de alimentos	22
2.1.2. Microbiologia de alimentos	23
2.1.3. Conservação de alimentos.....	28
2.1.4. Microbiologia preditiva.....	31
2.2. HACCP	32
2.2.1. Definições	32
2.2.2. Aplicações.....	32
2.2.3. Programas pré-requisitos.....	35
2.2.4. Princípios do HACCP	37
2.3. Controle Estatístico de Processos – CEP	45
2.3.1. Introdução	45
2.3.2. Variabilidade dos processos.....	46
2.3.3. Causas Comuns	46
2.3.4. Causas Especiais	47
2.3.5. Cartas de Controle.....	47
2.3.6. Teorema do Limite Central.....	49
2.3.7. Cartas de controle para a média e amplitude.	51
2.3.8. Interpretação da estabilidade do processo.....	54
2.3.9. Interpretação da capacidade do processo.....	54
2.3.10. Cálculo dos limites naturais	55
2.3.11. Índices de Capacidade.....	55

3. Descrição do processo analisado no estudo de caso.....	57
4. Estudo de caso: Implantação do HACCP e do CEP.....	66
4.1. Alocação de recursos	66
4.2. Formação e treinamento da equipe de implantação.....	66
4.3. Treinamento dos demais funcionários	67
4.4. Melhorias em Boas Práticas de Fabricação (GMP)	67
4.5. Descrição do produto	73
4.6. Os sete princípios.....	76
4.7. Avaliação estatística do PCC.....	82
4.7.1. Avaliação do sistema de medição	84
4.7.2. Tabela de frequências e histograma.....	84
4.7.3. Cartas para média e amplitude.....	85
4.7.4. Avaliação da capacidade do processo.....	86
4.7.5. Comportamento da umidade do farelo do DT	88
4.7.6. Melhorias obtidas com a implantação do CEP e HACCP.....	91
4.7.7. Resumo do capítulo.....	96
5. Conclusão.....	98
Pesquisas futuras.....	100
Bibliografia	101
Anexo 1 – Definições em HACCP.....	105
Anexo 2 – Listas de Verificação	108
Anexo 3 – Análise dos perigos e medidas de controle.....	115
Anexo 4 – Certificado HACCP	127
Anexo 5 – Certificado ISO 9000.....	128

Índice de Figuras

Figura 1 - Curva de crescimento de microorganismos	24
Figura 2 - Árvore decisória para levantamento dos PCCs	39
Figura 3 - Exemplo de uma planilha para controle PCC	42
Figura 4 - Sequência de atividades na implantação do HAPCC.....	44
Figura 5 - Representação gráfica da distribuição normal.....	50
Figura 6 - Distribuição dos valores individuais versus distribuição das médias	51
Figura 7 - Fluxograma do processo estudado	62
Figura 8 - Procedimento para checagem de possíveis contaminates após manutenção	70
Figura 9 - Extrato da instrução de trabalho para desinfecção da pá-carregadeira	71
Figura 10 - Procedimento de seleção de fornecedores.....	74
Figura 11 - Descrição do produto farelo de soja.....	75
Figura 12 - Limites críticos, medidas corretivas e monitoração do PCC e verificação	80
Figura 13 - Desenho esquemático do DT	83
Figura 14 - Histograma dos dados Temperatura do Corpo do DT	85
Figura 15 - Carta da média.....	86
Figura 16 - Carta da amplitude	86
Figura 17 - Capacidade do processo.....	87
Figura 18 - Capacidade do processo após inserção de novos limites.....	88
Figura 19 - Histograma dos dados umidade DT.....	89
Figura 20 - Carta da média para dados umidade do DT	90
Figura 21 - Carta da amplitude para dados umidade do DT	90
Figura 22 - Análise de capacidade do processo de Secagem do Farelo no DT.	91
Figura 23 - Redução do percentual de paradas	92
Figura 24 - Diminuição do consumo de hexano	93
Figura 25 - Redução no consumo de vapor	93

Figura 26 - Redução no consumo de energia elétrica	94
Figura 27 - Redução do teor de óleo no farelo final.....	94
Figura 28 - Urease do farelo produzido	95
Figura 29 - Diminuição da variabilidade na umidade do farelo	96

Índice de tabelas

Tabela 1 - O farelo de soja no mercado internacional.....	14
Tabela 2 - Efeito do tempo de geração	25
Tabela 3 - Temperaturas fundamentais para microorganismos.....	25
Tabela 4 - Limites de pH para multiplicação de microorganismos	26
Tabela 5 - Níveis mínimos de atividade aquosa	27
Tabela 6 - Efeitos da manipulação e processamento de alimentos sobre os microorganismos.....	28
Tabela 7 - Resistência ao calor de bactérias e esporos	29
Tabela 8 - Contaminação antes e depois da aplicação do HACCP	34
Tabela 9 - Perigos com risco e severidade associados.....	38
Tabela 10 - Valores das constantes D_4 , D_3 , d_2 , A_2	53
Tabela 11 - Valores das constantes d_2 e c_4	55
Tabela 12 - Extrato de uma instrução de trabalho para limpeza de equipamentos.....	72
Tabela 13 - Relação dos instrumentos críticos para calibração	73
Tabela 14 - Legenda da classificação dos perigos	76
Tabela 15 - Exemplo da análise de descrição dos perigos.....	77
Tabela 16 - Árvore decisória para determinação do PCC	78
Tabela 17 - Dados coletados: temperatura corpo do DT	83
Tabela 18 - Resumo da análise do sistema de medição	84
Tabela 19 - Tabela de frequência dos dados Temperatura Corpo DT.....	85
Tabela 20 - Amostras da umidade do farelo na saída do DT.....	89
Tabela 21 - Distribuição dos dados da umidade do DT.....	89
Tabela 22 - Índices de desempenho para uma Extração de Óleo.....	91

1. Introdução

1.1. Comentários iniciais

As empresas que atuam no mercado atual convivem em um ambiente competitivo, no qual as margens de lucros se tornam cada vez menores. Seus produtos devem agregar cada vez mais diferenciais competitivos que os evidenciem em relação aos concorrentes (PORTER, 1986; LUBBEN, 1989).

Se algumas décadas atrás o consumidor contentava-se com produtos sem grandes inovações, atualmente se tornou exigente, espera encontrar nos produtos características que considera importantes sob seu ponto de vista, não aceitando mais o produto ofertado sob a ótica apenas da empresa produtora. Nesse contexto, as empresas passaram a perceber que a função qualidade muitas vezes apresenta diferenças entre o ponto de vista do cliente e do fornecedor (JURAN, 1991). Cientes disso, passaram a tentar descobrir o que realmente é importante para seu cliente e incorporar tais demandas em seus produtos. Os produtos ofertados ao público passaram a ser mais customizados e a qualidade passou a ser vista de maneira crucial. A empresa que não planejar a qualidade de seus produtos como prioridade dificilmente sobreviverá nesse mercado.

A qualidade, ou a má qualidade dos produtos, afeta também o resultado econômico das organizações. O efeito se reflete nos custos e na receita: os custos serão menores quanto maior a qualidade, dada a menor existência de falhas e retrabalho. A receita será maior quanto maior a qualidade do produto, que se torna mais vendável (JURAN, 1991a).

Até a década de 1950, a identificação dos custos não contemplava a função qualidade. À medida que os controles melhoraram, chegou-se à conclusão que para muitas companhias

os custos relacionados à qualidade representavam entre 20 e 40 % das vendas (JURAN, 1991).

A indústria alimentícia, o ramo onde se desenvolverá este trabalho, não foge a essas regras. Além disso, sofre restrições em outro campo: o da sanidade alimentar. Nessa dissertação, será apresentada uma metodologia para melhoria da qualidade na produção de farelo de soja, enfatizando-se a importância da sanidade alimentar. Para isso serão utilizados o Sistema de Análise de Perigos e Pontos Críticos de Controle e o Controle Estatístico de Processos.

Exigências com a sanidade dos produtos alimentícios são crescentes. Na maioria dos grandes mercados consumidores (EUA, Europa e Ásia) já existe a preocupação com a sanidade alimentar e a diminuição dos índices de contaminações dos produtos com microorganismos como a *Escherichia Coli* (na carne e sucos de frutas), *Salmonella* (em ovos) e Hepatite A (em morangos). O Departamento de Agricultura dos Estados Unidos (USDA) estima que anualmente ocorram 9.000 mortes e 33 milhões de contaminações devido esses microorganismos. Os custos decorrentes dessas doenças e da perda de produtividade associada a elas são estimadas entre 9 e 12,9 bilhões de dólares anuais. (HINGLEY, 1997).

1.2. Tema e Justificativa

O tema deste trabalho é a implantação da *HACCP (Hazard Analysis and Control Point System)*, ou *Sistema de Análise de Perigos e Pontos Críticos de Controle*, suportada por técnicas estatísticas em uma indústria produtora de farelo de soja via extração por solvente orgânico.

As fábricas processadoras de soja geram basicamente dois produtos após a extração do grão com hexano: o óleo de soja e o farelo de soja, que é um dos principais constituintes da ração usada na alimentação de suínos e aves criados em larga escala. Neste trabalho será estudado o produto farelo de soja, uma vez que este já se constitui em produto final, ao contrário do óleo, que ainda será refinado por outro processo.

O farelo de soja é parte fundamental das rações animais, sendo hoje esta a sua principal utilização. A composição altamente protéica faz dessa matéria-prima um importante produto na alimentação de aves e suínos, principalmente.

Tradicionalmente o farelo de soja é considerado uma *commodity* e tem seu preço regulado por uma bolsa (*Chicago*). Porém, já existem fornecedores que estão dispostos a

pagar adicionais significativos para obter um farelo diferenciado. A diferenciação desejada é a garantia da sanidade alimentar.

O produto estudado é ainda um importante item da pauta de exportações brasileiras. A Tabela 1 apresenta os dados do comércio internacional de farelo de soja. O Brasil, hoje, é o segundo maior produtor mundial do produto, o que reforça a necessidade do país possuir conhecimento técnico nesta área.

Tabela 1 – O farelo de soja no mercado internacional

Países	Produção	Consumo	Exportadores	Importadores
Estados Unidos	36.55	30.01	6.81	
Brasil	19.47	7.90	11.98	
Argentina	16.46	0.23	16.07	
China	16.19	15.16		0.02
União Européia	14.23		6.06	
Índia	3.70		2.45	
México	3.66	4.05		
Japão	3.01	4.06		
Taiwan	1.72	1.69		
França		5.33		4.71
Espanha		4.40		
Alemanha		4.38		2.18
Coréia		2.41		
Polónia		1.36		
Itália		4.16		3.10
Egito				1.15
Filipinas				1.40
Países baixos		3.56		2.89
Outros países	10.27	37.22	2.66	31.24
	125.26	125.92	46.03	46.69

Fonte : USDA, 2002

Observa-se também que, quando se analisa o consumo de farelo de soja no mercado interno, o Brasil ocupa posição privilegiada: é o terceiro maior consumidor, viabilizando a indústria da carne suína e a avicultura, que também vão reforçar a pauta de exportações brasileiras. No que se refere às exportações mundiais, o Brasil é o segundo maior exportador. Os mercados consumidores deste farelo são extremamente rígidos com relação às questões sanitárias.

O HACCP é uma metodologia desenvolvida na década de 60, estimulada devido à necessidade da produção de alimentos para os astronautas do programa espacial norte americano, para a análise e eliminação dos riscos de contaminação na produção desses

alimentos. O HACCP original, proposto em 1971 estava baseado em três princípios (Riscwadkar, 2000):

- 1 – Análise dos riscos e perigos de contaminação;
- 2 – Determinação de pontos críticos de controle e
- 3 – Monitoramento dos pontos críticos de controle.

A implantação do HACCP é feita através de uma análise das etapas do processo de produção do alimento, avaliando os respectivos perigos de contaminação. São identificados os PCCs (Pontos Críticos de Controle), que são as etapas do processo produtivo onde as variáveis do processo (temperatura e pressão, por exemplo) devem estar controladas dentro de faixas previamente estabelecidas para garantir a sanidade alimentar (SGS, 2001).

O HACCP é uma metodologia que já vem sendo utilizada há alguns anos na indústria de alimentos para consumo humano mas, para consumo animal, até o início deste trabalho, não foi possível encontrar casos reportados de sua utilização na produção de farelo de soja .

O Controle Estatístico de Processo, CEP, é uma ferramenta vastamente difundida no meio industrial. Originada na década de 1920 na indústria eletrônica, teve grande desenvolvimento na Segunda Guerra Mundial e, mais tarde, na década de 1960, no desenvolvimento do processo de qualidade das indústrias do Japão (REIS, 2001).

O CEP, basicamente, é uma metodologia de coleta e tratamento estatístico de dados de processos, cujo objetivo é reduzir a variabilidade desses processos, tornando-os mais estáveis e previsíveis. Sua meta final é, portanto, conferir aumento de qualidade ao produto. Outro aspecto interessante dessa metodologia é o fato de contribuir para eliminar as inspeções de final de linha, na medida em que a qualidade é controlada ao longo do processo, aumentando a confiabilidade do produto e diminuindo os custos de análises destrutivas (RIBEIRO e TEN CATEN, 2001).

Além do diferencial econômico decorrente de um produto mais competitivo, a implantação conjunta do HACCP e CEP na indústria alimentícia proporciona dois ganhos: a garantia de um produto isento de contaminações, resultado da implantação do HACCP, e a melhoria das etapas críticas do processo que serão avaliadas pelo CEP, promovendo assim uma interface entre as duas ferramentas.

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo principal

O objetivo principal deste trabalho é o desenvolvimento de uma sistemática para a utilização conjunta do *HACCP* (*Hazard Analysis and Control Point System*) e do CEP (Controle Estatístico de Processos) na indústria de produção de farelo de soja para alimentação animal. O HACCP será aplicado em todas etapas do processo de fabricação, desde o recebimento da matéria prima até a obtenção de farelo final. Nos PCCs (Pontos Críticos de Controle) identificados pelo HACCP, pretende-se fazer o controle mais apurado das condições de processo, utilizando-se o CEP.

1.3.2. Objetivos secundários

Revisar o estado da arte da literatura acerca do HACCP.

Aplicar a sistemática proposta em um estudo de caso, numa fábrica que processa 1800 toneladas de soja por dia, gerando 1400 toneladas por dia de farelo de soja. Após a implantação, os resultados obtidos serão comparados com seus resultados históricos, o que possibilitará a mensuração da eficiência do modelo proposto.

Modernizar o controle do processo na fábrica abordada no estudo de caso, fornecendo ao engenheiro de produção e demais responsáveis pelo controle direto da fabricação uma ferramenta objetiva para a análise da evolução de suas instalações.

Preparar a planta analisada no estudo de caso para obtenção da certificação ISO 9000 e a Certificação ISO 14000.

1.4. Método de pesquisa e método de trabalho

Segundo as formas de estudo do objeto da pesquisa, uma pesquisa pode ser classificada em Pesquisa Descritiva, Pesquisa Experimental e Pesquisa-Ação. A Pesquisa Descritiva é aquela em que o pesquisador não interfere no objeto da pesquisa, procura apenas observar, registrar, analisar e correlacionar os fenômenos observados. A Pesquisa Descritiva engloba dois subtipos: a Pesquisa Documental e a Pesquisa de Campo. A Pesquisa Experimental adota o critério da manipulação das variáveis; assim, o pesquisador interfere na situação estudada. Já na Pesquisa-Ação, o pesquisador desempenha papel ativo na procura das

soluções, desencadeia ações e as avalia em conjunto com a população envolvida (BARROS e LEHFELD, 1986).

Demo (1994; 2000) *apud* Baffi (2003) afirma que existem pelo menos quatro gêneros de pesquisa, as quais podem ser usadas em conjunto; são eles: Pesquisa Teórica, Pesquisa Metodológica, Pesquisa Empírica, Pesquisa Prática.

Gil (2001) *apud* Baffi (2003) apresenta outra classificação, levando em conta os objetivos da pesquisa e os procedimentos adotados:

a) com base nos objetivos: pesquisas exploratórias, pesquisas descritivas e pesquisas explicativas.

b) com base nos procedimentos técnicos: pesquisa bibliográfica, pesquisa documental, pesquisa *ex-pos-facto*, levantamento, estudo de caso e pesquisa-ação.

Diante das definições acima, conclui-se que a tipologia da pesquisa usada nesta dissertação é classificada como uma Pesquisa-Ação. Esta afirmação é reforçada ao se estudar a natureza de um programa de implantação de HACCP. Trata-se essencialmente de um trabalho realizado por uma equipe multidisciplinar, com características de melhoria contínua.

Proposta por Kurt Lewin, a Pesquisa-Ação consiste de um grupo de profissionais que planejam, agem e avaliam as ações tomadas. Fazem isso repetidamente até obter o efeito desejado. (Joe, 1998; Linda&Karen, 1999; Peters&Robinson, 1984 e Thiollent (1997) *apud* Holanda e Riccio (2003).

Segundo os autores acima citados, o processo da Pesquisa-Ação começa com a identificação do problema. O grupo então trabalha para coletar os dados pertinentes, identificando a necessidade de mudança. Implementam-se as mudanças e analisa-se o resultado. Os participantes do grupo seguem por este ciclo até esgotarem o problema.

A implantação do HACCP e CEP (restrito aos pontos críticos) será feita em uma planta industrial, processadora de soja para produção de óleo de soja e farelo de soja na cidade de Cuiabá, de propriedade da Bunge Alimentos SA.

O método de trabalho seguirá a lógica da implantação do HACCP, em um modelo que pode ser usado em várias indústrias. Basicamente, serão seguidos os passos abaixo descritos:

1 – Comprometimento da Alta Direção

Este passo é importante e determinará o sucesso do que virá depois. Sem o apoio da direção da empresa (logístico, financeiro, comportamental) o plano está fadado ao insucesso (HARRINGTON, 1988).

2 – Implantação de Boas Práticas de Fabricação

Trata-se de um pré-requisito para o HACCP. Este passo é básico para se conseguir implantar qualquer melhoria na sanidade alimentar. A implantação se dará através de treinamento oferecido a todos os funcionários da empresa (aproximadamente 200 funcionários).

3 – Treinamento em HACCP

Treinamento especial para a equipe de implantação e treinamento padrão para os demais funcionários da empresa.

4 – Formação da equipe multidisciplinar

Escolha das pessoas que irão gerenciar o projeto de instalação. Será uma equipe formada por funcionários representantes de todos os setores da fábrica.

5 – Descrição do produto

Escolha do produto com que se vai trabalhar, definição de suas especificações técnicas desejadas, e descrição destas características.

6 – Descrição do fluxograma de processo

Construção de um diagrama de blocos representativo do processo, do início ao final da produção.

7 – Identificação dos perigos e medidas de controle

Identificação das possíveis contaminações químicas, físicas ou biológicas, com um respectivo plano de controle.

8 – Identificação dos Pontos Críticos de Controle

Uso da metodologia adequada para definir quais serão os Pontos Críticos de Controle. Nestes será aplicado o CEP para possibilitar um controle mais apurado destas etapas que, em termos de sanidade alimentar, são as mais importantes do processo produtivo. Importante salientar que o HACCP não exige a implementação do controle estatístico no PCC; este trabalho, entretanto, procura apurar o controle nestes pontos.

9 – Estabelecimento dos limites críticos

Tais limites mantêm os perigos, relacionados aos PCCs, sob controle.

10 – Estabelecimento do sistema de monitoramento

Trata-se da elaboração de uma documentação formalizada de acompanhamento dos parâmetros de processo.

11 – Estabelecimento de medidas corretivas

Trata-se do estabelecimento das ações a serem tomadas no caso de ocorrência de problemas nos PCCs.

12 – Estabelecimento de mecanismos de verificação

Nesta etapa são identificadas técnicas para assegurar que os perigos estão controlados, através da implantação de planilhas de acompanhamento dos resultados do processo produtivo.

13 – Estabelecimento de mecanismo de registro

O mecanismo de registro garante a continuidade do sistema, uma vez que mantém um histórico dos resultados alcançados ao longo do tempo.

1.5. Estrutura do trabalho

Este trabalho encontra-se dividido em cinco capítulos, cujos conteúdos estão descritos a seguir.

O Capítulo 1 traz uma introdução ao trabalho, apresentação do tema, objetivos, métodos usados na pesquisa e também sua estrutura e limitações de escopo.

No Capítulo 2 apresenta-se uma revisão bibliográfica da literatura referente ao HACCP e CEP. São apresentadas a evolução histórica, conceitos, desenvolvimentos matemáticos e etapas de implementação.

O Capítulo 3 apresenta uma descrição do processo produtivo da empresa analisada. As principais características da produção de farelo e óleo de soja serão discutidas, uma etapa fundamental para o desenvolvimento do trabalho que, na fase de elaboração dos perigos de contaminação e implantação de cartas de controle, necessita do domínio das condições de operação do processo.

No Capítulo 4 está descrita a implantação do HACCP e das Cartas de Controle Estatístico na empresa em estudo. Apresenta-se toda a metodologia usada, além das técnicas e procedimentos adotados.

O Capítulo 5 contém a apresentação dos resultados observados com a implantação do HACCP e CEP no processo de fabricação do farelo de soja. São avaliados os dados obtidos depois da implementação das ferramentas, comparando-os com dados históricos, para avaliação dos resultados obtidos. O estudo se encerra com conclusões e propostas para trabalhos futuros.

1.6. Limitações

O trabalho tem por objetivo tratar de maneira sistemática a questão das contaminações do farelo de soja. Entretanto, a quantidade de controles a que se pode chegar depende da política da companhia, que pode optar por estar, por exemplo, em condições de mercado. Em outras palavras, ao invés de se tornar uma referência neste aspecto, a empresa pode optar por adequar-se somente à legislação ou às exigências vigentes.

A eficiência do treinamento de funcionários, para se adequarem aos novos conceitos a que serão submetidos (Estatística e Microbiologia, por exemplo), não pode ser prevista antecipadamente. Portanto, é importante que se esteja consciente dos problemas que podem ocorrer no desenvolvimento do trabalho: o nível de escolaridade numa fábrica, por exemplo, é muito variado, o que pode resultar em diferentes níveis de aproveitamento dos novos conceitos apresentados.

O processo de Extração de Óleo terá somente sua parte sólida estudada. Não serão avaliadas as condições do óleo de soja produzido, apenas do farelo, sob pena de se perder o foco do trabalho proposto, a garantia de sanidade alimentar para o farelo de soja para consumo animal.

A implantação do HACCP geralmente exige mudanças importantes em uma instalação fabril; por exemplo, modificações nas construções civis, na estrutura dos prédios e compra de novos utensílios auxiliares na produção. Os recursos financeiros que a empresa deverá dispor para conclusão do trabalho não podem ser antecipados, mas deve-se estar ciente das limitações de gastos.

O Controle Estatístico de Processo será aplicado apenas aos PCCs para se focar a questão da sanidade alimentar. Logo, aplicação do CEP em todo o processo não é objetivo deste trabalho.

2. Revisão Bibliográfica

Neste capítulo será apresentada a revisão bibliográfica a respeito do HACCP e do CEP. Para melhor compreensão do texto, o capítulo abordará também conceitos básicos de microbiologia alimentar.

2.1. Microbiologia alimentar

2.1.1. Tecnologia de alimentos

A industrialização de produtos agropecuários pode contribuir para a melhoria da dieta de um país e para a melhoria do estado nutricional de seus habitantes. Esta contribuição está relacionada com a existência de uma agricultura eficiente, com tecnologia avançada e com o poder aquisitivo da população. A tecnologia alimentar é a ligação entre a produção do alimento com o consumo do alimento, capacitando a fabricação de produtos adequadamente manipulados, elaborados e preservados. Se por um lado ainda se discute que o processamento do alimento retira do mesmo algumas características e até reduz seus nutrientes, por outro lado, a fabricação de alimentos em grande escala possibilita sua melhoria com a adição de determinados nutrientes (cálcio, ferro e vitaminas, por exemplo). Com o crescimento da população, torna-se indispensável a preocupação com a produção de alimentos que possam suprir as demandas que existem e que se tornarão cada vez maiores no futuro (GAVA, 1977, p.14).

Atualmente, além das características básicas dos alimentos, a grande preocupação de produtores e consumidores é com a sanidade alimentar. Em outras palavras, não basta que o alimento seja nutritivo, ele precisa ser também isento de contaminações que possam causar doenças ao ser humano.

A produção de alimentos seguros tem cada vez mais se baseado no uso da análise de riscos, uma metodologia que está sendo utilizada para a consolidação de regras nacionais e internacionais para a produção e comercialização de alimentos. Uma metodologia para análise de riscos na alimentação foi descrita pela *Codex Alimentarius Commission (CAC)*, e é composta basicamente por três elementos: Análise de Riscos, que contém quatro componentes: identificação dos perigos, caracterização dos perigos, estimativa de exposição ao perigo e caracterização do risco; Gerenciamento do Risco e Comunicação do Risco.

A análise de risco é considerada a melhor maneira para a garantia de alimentos seguros, mas sua implementação requer consideráveis esforços uma vez que envolve praticamente todos os funcionários e redireciona a cultura da organização (HOORNSTRA & NOTERMANS, 2001).

2.1.2. Microbiologia de alimentos

De maneira geral, pode-se afirmar que as alterações dos alimentos podem ser causadas pelos seguintes itens (GAVA, 1977, p. 50), dos quais são foco deste trabalho os dois primeiros: (i) crescimento de microorganismos; (ii) ação de enzimas presentes no alimento; (iii) reações químicas não enzimáticas (ranço oxidativo e escurecimento químico); (iv) alterações provocadas por insetos e roedores; e (v) mudanças físicas (congelamento, cozimento).

Quando os microorganismos alcançam os alimentos e encontram as situações adequadas (alimento, temperatura, pH, quantidade de água), iniciam sua multiplicação passando por uma série de fases consecutivas. Ao se realizar contagens microbianas periódicas e representá-las em um gráfico, colocando-se o logaritmo do número de microorganismos viáveis por mililitro na ordenada e a unidade de tempo na abcissa, obtém-se uma curva de crescimento semelhante a representada na Figura 1.

Esta curva é composta de quatro fases:

Fase de latência (AB) – também conhecida como fase estacionária. A célula procura se adaptar ao novo meio. Não ocorre crescimento, podendo até mesmo ocorrer decréscimo;

Fase logarítmica (BC) – quando o ritmo de crescimento é rápido e constante. Esta fase chega ao final por vários motivos, dentre os quais pode-se citar o fim do alimento ou a produção de metabólitos tóxicos ao próprio organismo;

Fase estacionária (CD) – quando o número de células permanece constante; e

Fase de destruição (DE) – durante o qual o número de células viáveis decresce em ritmo constante devido às condições adversas do meio.

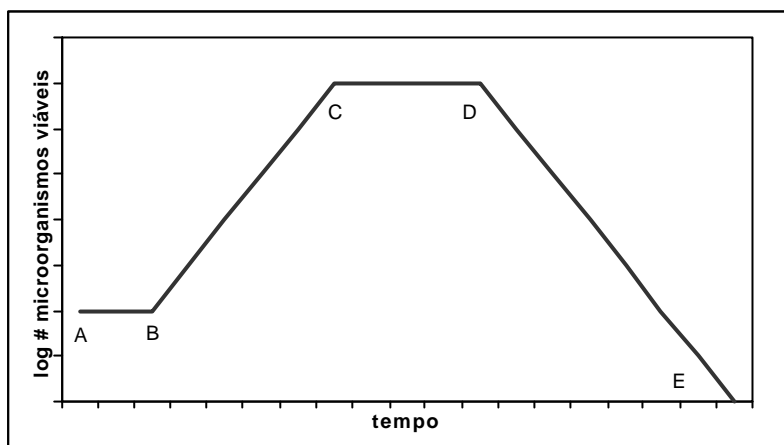


Figura 1 - Curva de crescimento de microorganismos (GAVA, 1977).

O interesse das técnicas de preservação dos alimentos, portanto, é prolongar ao máximo a fase de latência. Para isso, toma-se diversas medidas como reduzir a contaminação inicial, criar condições desfavoráveis ao crescimento do microorganismo e aplicar certos tratamentos (calor, irradiação) diretamente sobre os microorganismos para diminuir sua concentração.

As bactérias são os microorganismos que se multiplicam mais rapidamente. Da fase logarítmica da curva de crescimento pode-se chegar a seguinte equação:

$$g = \frac{t \log 2}{\log b - \log B} \quad (1)$$

onde:

g = tempo de geração;

t = tempo de observação;

B = número de bactérias no período inicial;

b = número de bactérias no período de observação.

A Tabela 2 mostra a importância de se evitar a contaminação dos alimentos por microorganismos em sua fase logarítmica (GAVA, 1977, p.121).

Os microorganismos encontram-se classificados por sua capacidade para multiplicar-se em diferentes margens de temperatura, como ilustrado na Tabela 3. Esses valores são uma

orientação para a escolha do método quando se pretende congelar, conservar e esterilizar alimentos.

Tabela 2 - Efeito do tempo de geração , em intervalos de tempo, sobre o número de bactérias, partindo de um só indivíduo.

tempo em horas	30	60	120
0	1	1	1
1	4	2	1
2	16	4	2
3	84	8	2
4	256	16	4
5	1.024	32	4
6	4.096	64	8
7	16.384	128	8
8	65.536	256	16
9	262.144	512	16
10	1.048.576	1.024	32
20	10 ⁸	1.048.576	1.024

Fonte: GAVA, 1977, p. 59

Tabela 3 - Temperaturas fundamentais para microorganismos.

Grupo	Temperatura (°C)		
	Mínima	Ótima	Máxima
Termófilos	40 a 45	55 a 75	60 a 90
Mesófilos	5 a 15	30 a 45	35 a 47
Psicrófilos	-5 a 5	12 a 15	15 a 20
Psicotrófos	-5 a 5	25 a 30	30 a 35

ICMSF, 1980a, p.4.

De maneira similar, existem faixas de pH e atividade aquosa (a_w) ideais para o crescimento microbiano. O controle de pH pode ser feito com a adição de ácidos e bases aos alimentos, enquanto o controle da água é feito através de sua eliminação ou da adição de cloreto de sódio, sacarose, glucose, por exemplo. Esses valores são ilustrados nas Tabelas 4 e 5 (Silliker *et al.*, 1988).

Tabela 4 - Limites de pH para multiplicação de microorganismos

	pH mínimo	pH máximo
Bacterias Garm negativas		
<i>Escherichia coli</i>	4,4	9,0
<i>Proteus vulgaris</i>	4,4	9,2
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	5,6	8,0
<i>Salmonella paratyphi</i>	4,5	7,8
<i>Salmonella typhi</i>	4,0-4,5	8,0-9,6
<i>Vibrio parahaemolyticus</i>	4,8	11,0
Bacterias Gram positivas		
<i>B. cereus</i>	4,9	9,3
<i>B. subtilis</i>	4,5	8,5
<i>B. stearothermophilus</i>	5,2	9,2
<i>Cl. Botulinum</i>	4,7	8,5
<i>Cl. Sporogenes</i>	5,0	9,0
<i>Enterococcus ssp.</i>	4,8	10,6
<i>Lactobacillus spp.</i>	3,8-4,4	7,2
<i>Micrococcus spp.</i>	5,6	8,1
<i>Staphylococcus aureus</i>	4,0	9,8
<i>Streptococcus faecium</i>	4,4-4,7	9,2
<i>Streptococcus lactis</i>	4,3-4,8	9,2
<i>Streptococcus pyogenes</i>	6,3	9,2
Levaduras		
<i>Candida pseudotropicalis</i>	2,3	8,8
<i>Hansenula canadensis</i>	2,2	8,6
<i>Saccharomyces spp.</i>	2,1-2,4	8,6-9,0
<i>Schizosaccharomyces octosporus</i>	5,4	7,0
Mofos		
<i>Aspergillus oryzae</i>	1,6	9,3
<i>Penicillium italicum</i>	1,9	9,3
<i>Penicillium variabile</i>	1,6	11,1
<i>Fusarium oxysporum</i>	1,8	11,1
<i>Phycomices blakesleeanus</i>	3,0	7,5

Fonte: ICMSF, 1980a, tabela 5.3, p.101

Tabela 5 - Níveis mínimos de atividade aquosa (a_w) que permitem a multiplicação de microorganismos

	a_w		a_w
Mofos		Levaduras	
<i>Alternaria citri</i>	0,84	<i>Debaryomyces hansenii</i>	0,83
<i>Aspergillus candidus</i>	0,75	<i>Saccharomyces bailii</i>	0,8
<i>A. flavus</i>	0,78	<i>S. cerevisiae</i>	0,9
<i>A. fumigatus</i>	0,82	<i>S. roussii</i>	0,62
<i>A. niger</i>	0,77		
<i>A. ochraceous</i>	0,77	Bactérias	
<i>A. restrictus</i>	0,75	<i>B. cereus</i>	0,95
<i>A. versicolor</i>	0,78	<i>B. stearothermophilus</i>	0,93
<i>Botrytis cinerea</i>	0,83	<i>B. subtilis</i>	0,9
<i>Chrysosporidium fastidium</i>	0,69	<i>Cl. Botulinum tipo A</i>	0,95
<i>Etamascus albus</i>	0,7	<i>CL. Botulinum tipo B</i>	0,94
<i>Erotum (Aspergillus amstelodami)</i>	0,7	<i>CL. Botulinum tipo E</i>	0,97
<i>E. chevalieri</i>	0,71	<i>Cl. Perfringens</i>	0,95
<i>E. echinulatum</i>	0,62	<i>Enterobacter aerogenes</i>	0,94
<i>E. repens</i>	0,71	<i>Escherichia coli</i>	0,95
<i>E. rubrum</i>	0,7	<i>Halobacterium halobium</i>	0,75
<i>Monascus (Xeromyces) bisporus</i>	0,61	<i>Lactobacillus viridescens</i>	0,95
<i>Mucor plumbeus</i>	0,93	<i>L. plantarum</i>	0,94
<i>Paecilomyces variotii</i>	0,84	<i>Brochothrix thermosphacta</i>	0,94
<i>Penicillium chrysogenum</i>	0,79	<i>Pediococcus cerevisiae</i>	0,94
<i>P. citrinum</i>	0,8	<i>pseudomonas fragi</i>	0,97
<i>P. cyclopium</i>	0,81	<i>Salmonella spp</i>	0,95
<i>P. expansam</i>	0,83	<i>staphylococcus aureus</i>	0,86
<i>P. islandicum</i>	0,83	<i>Vibrio parahaemolyticus</i>	0,94
<i>P. patulum</i>	0,81		
<i>P. viridicatum</i>	0,81		
<i>Rhizopus nigricans</i>	0,93		
<i>Rhizoctonia solani</i>	0,96		
<i>Wallemia sebi</i>	0,75		

Fonte: ICMSF, 1980a, Tabela 4.3, p. 79

Alimentos se mantêm sãos e estáveis porque neles são aplicados, em sua maioria, mais de um processo de conservação ou controle. Exemplos incluem a pasteurização para desativar as bactérias em sua forma vegetativa patogênica seguido de armazenamento em temperaturas baixas para evitar a multiplicação dos esporos que restaram, e o tratamento térmico que, para determinados organismos, é muito mais eficiente quando realizado em meio ácido. A Tabela 6 apresenta os diversos tipos de processos para a eliminação ou controle de microorganismos, bem como o efeito que se espera obter com estes tratamentos (SILLIKER *et al.*, 1988).

A maneira mais segura para o controle microbiológico em alimentos, e também a mais usada, é o tratamento térmico. Cada espécie de microorganismo possui características próprias

de resistência ao calor, o que está intimamente relacionado com o tempo sob o qual o microorganismo foi exposto ao calor.

Tabela 6 - Efeitos da manipulação e processamento de alimentos sobre os microorganismos

Processo	Alimento	Efeito desejado
limpeza, lavagem	todos os alimentos crus	reduzir o número de microorganismos
imersão em solução antimicrobiana	principalmente frutas e verduras	matar os microorganismos selecionados
refrigeração abaixo de 10 °C	todos os alimentos	evitar a multiplicação da maioria das bactérias patógenas
congelamento abaixo de 10 °C	todos os alimentos	evitar a multiplicação de todos os microorganismos
pasteurização (60-80 °C)	leite, vinhos etc.	matar a maioria das bactérias não esporuladas, leveduras e mofos
aquecimento (95-110 °C)	verduras	matar as bactérias vegetativas, leveduras e mofos
aquecimento (acima de 100 °C)	alimentos enlatados	esterilizar comercialmente os alimentos, matar todas as bactérias patógenas
desidratação	frutas, verduras, carne, pescados	interromper a multiplicação de todos os microorganismos quando $a_w < 0,60$
adição de sal	verdura, carne, pescado	interromper a multiplicação de muitos microorganismos com um 10 % de sal aproximadamente
adição de açúcar	frutas, doces de frutas, geléias	interromper a multiplicação quando $a_w < 0,70$
acidificação	produtos lácteos e vegetais fermentados	interromper a multiplicação da maioria das bactérias (os efeitos dependem do tipo de ácido)
irradiação	diversos	destruir ou esterilizar segundo dosagem

Fonte: Silliker et al., 1988

A Tabela 7 apresenta os valores de tempo e temperatura para o controle das bactérias mais comuns. O termo “Valor D” é o tempo de redução decimal, que significa o tempo necessário para reduzir em dez vezes a contaminação. (SILLIKER *et al.*, 1988).

2.1.3. Conservação de alimentos

Na preservação de alimentos pelos diversos métodos existentes, estão envolvidos alguns conceitos, descritos a seguir:

Prevenção ou retardamento da decomposição microbiana, mantendo-os livres de microorganismos, removendo-se os microorganismos, inibindo o crescimento ou atividade dos microorganismos ou destruindo os microorganismos.

Tabela 7 - Resistência ao calor de bactérias e esporos

Microorganismo	Temperatura (°C)	Valor D (min.)
<i>Brucella spp.</i>	65,5	0,1-0,2
<i>Salmonella senftenberg 775 W</i>	65,5	0,8-1,0
<i>Salmonella spp.</i>	65,5	0,02-0,25
<i>Staphylococcus aureus</i>	65,5	0,2-2,0
Leveduras, mofos e bactérias alterantes	65,5	0,5-3,0
Esporos de aeróbios mesófilos		
<i>Bacillus cereus</i>	100	5
<i>B. subtilis</i>	100	11
<i>B. polymyxa</i>	100	0,1-0,5
Esporos de anaeróbios mesófilos		
<i>Clostridium butyricum</i>	100	0,1-0,5
<i>Cl. Perfringens</i>	100	0,3-20,0
<i>Cl. Botulinum</i>	100	
cepas proteolíticas dos tipos A e B	100	50
Tipo E , tipo B e F não proteolíticos	80	ca. 1,0
Esporos de aeróbios termófilos		
<i>Bacillus coagulans</i>	120	0,1
<i>B. stearothermophilus</i>	120	4,0-5,0
Esporos de anaeróbios termófilos		
<i>Cl. Thermosaccharolyticum</i>	120	3-4
<i>Desulfotomaculum (Clostridium) nigrificans</i>	120	2-3

ICMSF, 1980a, tabela 1.9, p. 26

ICMSF, 1980a, tabela 1.8, p. 25

Prevenção ou retardamento da auto-decomposicao do alimento, destruindo-se ou inativando-se as enzimas do alimento e prevenindo-se ou retardando-se reações químicas prejudiciais aos alimentos (AQUARONE *et al.*, 1975). Os mesmos autores descrevem os principais processos de conservação dos alimentos, classificando-os como descrito a seguir:

Assepsia - métodos assépticos de manipulação e processamento contribuem para reduzir a carga microbiana, auxiliando na conservação do alimento.

Remoção de microorganismos - as técnicas de filtração, centrifugação, lavagem, entre outras, são excelentes métodos auxiliares na preservação dos alimentos, mas são ineficientes se usados isoladamente. O único método que pode ser considerado seguro em alguns casos (na clarificação de líquidos) é a filtração, processo utilizado com sucesso na produção de sucos de frutas, refrigerante, cerveja e água. A centrifugação e sedimentação não são métodos

da mesma eficiência, pois não removem todos os microorganismos. A sedimentação é usada como coadjuvante no tratamento da água potável.

Manutenção das condições anaeróbicas - o completo enchimento das latas e o preenchimento dos espaços vazios com gás inerte (nitrogênio), podem produzir as condições desejadas. Sabe-se que esporos de algumas bactérias aeróbicas são particularmente resistentes ao calor, mas incapazes de se reproduzir sem o oxigênio.

Calor - os métodos mais usados para o uso do calor na conservação de alimentos são: (a) pasteurização, usada quando tratamentos mais rigorosos (altas temperaturas) possam causar dano ao alimento, quando se deseja destruir organismos patogênicos, quando os principais deterioradores não são termoresistentes e quando organismos sobreviventes serão tratados por outro método subsequente; (b) aquecimento a 100°C, processo eficiente na destruição de todos os microorganismos, menos esporos bacterianos. Este método tem sua eficiência muito aumentada quando se trabalha em meio ácido; (c) aquecimento acima de 100°C, o método mais usado e mais recomendado na indústria, através da utilização de autoclaves.

Frio - as baixas temperaturas são usadas para retardar as reações químicas e enzimáticas nos alimentos, diminuindo ou paralisando a atividade microbiológica. São três as temperaturas mais usadas: armazenamento comum (abaixo de 15°C), refrigeração (-5 a 13°C) e congelamento (abaixo de -18°C).

Secagem e desidratação - um dos métodos mais antigos usados na conservação de alimentos, consiste na remoção da água disponível.

Anti-sépticos e preservativos - substâncias naturalmente produzidas ou intencionalmente adicionadas ao alimentos, cuja função é retardar, paralisar ou mascarar transformações indesejáveis nos alimentos.

Radiação - uso de radiações ionizantes na preservação dos alimentos, técnica bastante recente que, para a maioria dos produtos, ainda está na fase de testes.

Pressão mecânica - sabe-se que altas pressões de ar produzidas mecanicamente podem destruir microorganismos, mas a aplicação desta técnica encontra pouca aplicação industrial.

Métodos combinados - praticamente nenhum método isolado é eficiente na preservação de alimentos. Há que se fazer uso de métodos combinados para se obter os resultados desejados. A liofilização, por exemplo, combina frio, calor e vácuo.

A esterilização térmica é um dos métodos mais usados para o controle biológico dos alimentos. Usualmente, os processos de fabricação alimentar são dimensionados para se adequar a níveis preestabelecidos de probabilidade de unidades não estéreis (*PNSU – probability of a non-sterile unit*). O nível requerido varia dependendo do microorganismo alvo: para esporos do *Clostridium botulinum* o PNSU de 10^{-9} é considerado necessário, enquanto que para outros esporos mesofílicos o PNSU é 10^{-6} . Para esporos termofílicos, o PNSU varia entre 10^{-2} e 10^{-6} . Portanto, a variação das condições de temperatura e tempo (dentre outros fatores como pH, concentração de sal) altera significativamente o risco microbiológico. É geralmente aceito que o controle térmico é um ponto crítico a ser controlado quando se pensa em segurança microbiológica em processos alimentares (AKTERIAN, 1999).

Uma das mais usadas maneiras de se fazer a esterilização de alimentos é através do calor, num processo conhecido como inativação térmica. Uma bactérias contaminantes de alimentos mais comuns, a *Escherichia coli*, causadora de colites hemorrágicas, pode ser eliminada levando-se o alimento a temperaturas em torno de 55 a 65°C (JUNEJA, SNYDER e MARMER, 1997).

2.1.4. Microbiologia preditiva

O comportamento dos microorganismos nos alimentos (crescimento, sobrevivência e morte) é determinado pelas condições a que estão submetidos os alimentos (temperatura e pH, por exemplo). A microbiologia preditiva baseia-se na premissa de que é possível prever, através do uso de modelos matemáticos criados através do estudo quantitativo dos microorganismos, o crescimento de colônias de microorganismos (NAKASHIMA *et al.*, 2000).

Muitos autores sugerem que a microbiologia preditiva teve origem com Esty e Meyer (1922), na descrição de um processo térmico suficiente para destruir esporos do *C. botulinum*. A moderna microbiologia preditiva teve seu início nas décadas de 60 e 70, ainda para o tratamento de botulismo e outras intoxicações alimentares (McMEEKIN e ROSS, 2002).

Essa técnica foi aplicada, por exemplo, na determinação do número de *Bacillus cereus* no leite pasteurizado. Obteve-se boa correlação entre os dados previstos pelos modelos matemáticos usados e a contagem tradicional. Enfatiza-se ainda o baixo custo que representa fazer estas estimativas usando modelos ao invés dos tradicionais testes em laboratório (ZWIETERING; ROSS; NOTERMANS *et al.*, 1996).

2.2. HACCP

A Análise de Perigos e Pontos Críticos de Controle (HACCP) é uma metodologia sistemática para a identificação e controle de riscos. Na indústria alimentícia, oferece um plano racional para a identificação e controle dos riscos de contaminação química, biológica e física dos alimentos. Ao centrar seus interesses sobre aqueles fatores que influem diretamente na inocuidade e na qualidade dos alimentos, o HACCP elimina o emprego inútil de recursos e esforços em considerações superficiais. Em consequência, garante melhor relação custo-benefício para aqueles processos por ele tratados. Uma vez que dirige seus esforços para o controle dos fatores chave que interferem na sanidade e qualidade de todo o processo produtivo, o fabricante e o consumidor se asseguram de manter os níveis desejados de sanidade alimentar (SILLIKER *et al.*, 1988).

A HACCP surgiu na indústria química, na Inglaterra, como procedimentos de segurança para as plantas de geração de energia nuclear.

No início da década de 60, foi utilizada no programa espacial norte-americano.

No Brasil, o Ministério da Agricultura e Abastecimento, em 1998, instituiu um comitê técnico para orientar a execução das atividades de implementação de HACCP na indústria de pescado. Em 1993 a HACCP tornou-se recomendável em estabelecimentos fabricantes e comercializadores de alimentos.

O setor de alimentos de origem animal do Ministério da Agricultura e Abastecimento publicou Portaria No 46, de 10 de fevereiro de 1998, tornando mandatória a implementação de HACCP em empresas processadoras de alimentos de origem animal (GARCIA, 2000; SGS, 2001; KURTZWEIL, 1998; HULEBAK, SCHLOSSER, 2002).

2.2.1. Definições

Definições essenciais para o entendimento da HACCP são apresentadas no Anexo 1.

2.2.2. Aplicações

As políticas de controle de alimentos em todo o mundo e a exigência dos consumidor² es por alimentos isentos de contaminações físicas, químicas ou biológicas têm motivado a aplicação da HACCP. O reconhecimento da metodologia pela Organização Mundial do Comercio tem tornado a prática obrigatória em muitos países. Mesmo aqueles que não

possuem legislação especificando sua implementação, estão adotando a metodologia por razões comerciais (DOUGLAS, 2001).

Todo profissional que está ligado à produção de alimentos, do topo à base de toda organização, terá a responsabilidade de participar de um programa de sanidade alimentar e, provavelmente, o HACCP está presente ou será parte do futuro das atribuições destes profissionais. (NORTON, 2002a).

Um estudo na Holanda mostrou que quando a carne está sendo processada, o maior risco de contaminação com *Salmonella* está relacionado à inépcia na limpeza e desinfecção, manipulação com ferramentas ou superfícies contaminadas. No entanto, a desinfecção destas ferramentas e superfícies, bem como a limpeza dos postos de trabalho durante intervalos determinados e no final do dia de trabalho, provou reduzir apenas 10 % das contaminações. Assim, 90 % das contaminações que ocorrem enquanto a carne é processada são praticamente indeterminadas. Concluiu-se, portanto, que a única maneira de se fazer o controle desses contaminantes, naquela situação, era a implementação de Boas Práticas de Fabricação e HACCP (BERENDS *et al.*, 1998).

Segundo Mazzocco (1996), controle de processo e HACCP são indistinguíveis na moderna administração da qualidade. O autor afirma que o sistema HACCP é capaz de, se instalado de maneira adequada (com reavaliação contínua), reduzir causas comuns e variáveis de instabilidade de processos. Dessa forma, a HACCP posiciona-se como um método de processo e melhoria de produto, em contraste com um âmbito mais limitado de prevenir apenas variações perigosas à saúde do consumidor.

O HACCP é considerado um grande promotor na redução das contaminações na indústria da carne da Inglaterra, que encontrou dificuldades, recentemente, com o aparecimento de surtos de *Listeria* durante os anos oitenta, seguido por *Salmonella* em salames e, ainda, mais de 40 mortes atribuídas a *Escherichia coli* O:157. Ressalta-se a importância do treinamento dos funcionários da indústria e da aplicação das Boas Práticas de Fabricação, pontos fundamentais quando se deseja implementar o HACCP (WOODS e HART, 1998).

Outra aplicação do HACCP é relatada em um hospital, para a melhoria da alimentação para pacientes que não conseguem se alimentar sozinhos, mas que possuem o sistema digestivo funcionando. Neste caso, a alimentação é feita através de tubos que levam o alimento direto ao estômago e, como os demais alimentos, estavam sujeitos a contaminações

desde a origem até a manipulação dos alimentos. OLIVEIRA; BATISTA e AIDOO (2001), relatores da aplicação apresentam resultados que demonstram a redução significativa dos níveis de contaminação após a adoção da HACCP, representados na Tabela 8.

Tabela 8 - Contaminação antes e depois da aplicação do HACCP

	Feed administration time (h)					Delivery system	Nutrient container	Water
	08:30	11:30	14:30	17:30	23:30			
<i>Before HACCP</i>								
Total viable count (cfu mL ⁻¹)	6.4 × 10 ⁴	1.5 × 10 ⁴	1.5 × 10 ⁵	1.3 × 10 ⁵	8.7 × 10 ⁴	1.2 × 10 ⁵	< 10 ¹	< 10 ¹
<i>After HACCP</i>								
Total viable count (cfu mL ⁻¹)	< 10 ¹	< 10 ¹	< 10 ¹	< 10 ¹	< 10 ¹	< 10 ¹	< 10 ¹	< 10 ¹

Fonte: Oliveira *et al.*, 2001

Em outra aplicação hospitalar, ALMEIDA; MATOS e AMEIDA (1999) demonstraram a eficiência da aplicação da HACCP na preparação de alimentação pediátrica, obtendo resultados significativos na redução de contaminantes deste produto.

O HACCP, por ser tipicamente um programa de melhoria contínua, pode ser modificado e melhorado, e já existem trabalhos com este propósito, onde se aplica a Análise de Risco Quantitativa na produção de produtos microbiologicamente seguros. Análise de Risco Quantitativa, definida como uma análise de riscos associados com um tipo particular de produto, resulta em uma estimativa da probabilidade de ocorrência de riscos à saúde. O objetivo final é promover a administração de risco, formada por um conjunto de análises visando reduzir a probabilidade de ocorrência de riscos inaceitáveis (NOTERMANS; MEAD, 1996; NOTERMANS; TENIS, 1996; NOTERMANS; MEAD; JOUVE, 1996; NOTERMANS; ZWIETERIN, 1994).

As exigências do mercado com relação aos alimentos seguros não se restringem à alimentação humana. Atualmente, os compradores de ração para animais (essencialmente fabricadas com soja e milho), também exigem os mesmos controles de sanidade que são aplicados na indústria da alimentação humana. Quando se trata de criação intensiva de animais, o custo do alimento ofertado situa-se entre 40 e 60 % do custo total do animal. Assim, segundo HARTOG (2003), preço e qualidade são fundamentais para o produtor de animais para abate. Qualidade, neste contexto, significa qualidade nutricional, qualidade

técnica (características adequadas da ração, como o tamanho e dureza das partículas, sabor, etc.), sanidade alimentar, qualidade regional (respeito aos costumes de cada povo ou região no que se refere aos aditivos no produto, modo de produção, aspectos religiosos).

2.2.3. Programas pré-requisitos

A HACCP não é uma metodologia isolada, mas parte de todo um sistema de controle. Para que a HACCP funcione, é necessário que a empresa já tenha desenvolvido os programas GMP - *Good Manufacturing Practices* (Boas Práticas de Fabricação) e SSOP – *Sanitation Standard Operating Procedure* (Procedimentos Operacionais de Higienização). Devem estar estabelecidas bases sólidas de conformidade com GMP e SSOP, cujos procedimentos afetam o ambiente de processamento, considerados como práticas preestabelecidas (SGS, 2001).

Outros programas preliminares que garantem o funcionamento do sistema são: treinamentos periódicos, programas de rastreabilidade, manutenção preventiva, calibração, programas de identificação e codificação de produtos, qualificação de fornecedores, controle de pragas.

Para se obter sucesso na implantação do HACCP, deve-se ainda seguir algumas etapas preliminares, que servem como base e auxiliam no projeto e gerenciamento do plano; são elas (SGS, 2001):

- Obter o comprometimento da alta direção

O suporte formal da alta direção da companhia é fundamental para a implantação do plano. Sem seu apoio, o HACCP não será uma prioridade e terá sua implementação prejudicada ou impossibilitada. Para que um sistema de HACCP efetivo seja desenvolvido, deve haver primeiro o compromisso da administração sênior em assegurar que todos os recursos exigidos estejam disponíveis e prover apoio ao longo projeto de HACCP para verificação contínua e manutenção do sistema operante (PALMER, 1997).

- Treinamento em HACCP

O treinamento é um aspecto fundamental para a HACCP. Os participantes da equipe de implantação devem passar por treinamento específico sobre como implantar o programa. Os demais funcionários devem ser treinados nas noções básicas do HACCP, além de práticas de higiene pessoal e no trabalho.

- Formação da equipe de desenvolvimento do plano

Para a implantação da HACCP deverá ser formada uma equipe multidisciplinar. O HACCP não é uma metodologia que não possa ser implantada por um único indivíduo. Assim, é necessário que se forme uma equipe com profissionais de diversas especializações, como engenheiros, sanitaristas, microbiologistas, pessoas envolvidas com as normas ISO, mecânicos, eletricitas, compradores e vendedores (DOUGLAS, 2001).

Os participantes da equipe de HACCP devem receber treinamento completo em técnicas de HACCP e, entre eles, deve haver experiência em todas as áreas pertinentes para a segurança do produto, de forma que todos os perigos possam ser identificados controlados (PALMER, 1997).

- Descrição do produto e suas condições de uso

Uma vez definida a equipe de trabalho, faz-se uma descrição completa do produto cujo processo será estudado. A descrição do produto deve indicar seus ingredientes, conteúdo, formulação, embalagem, prazo de validade, tipo de armazenamento, distribuição, exposição e venda, além de aspectos legais relativos ao produto. Também devem ser considerados aspectos sobre os consumidores do produto: quem são, condições de manuseio, preparo e uso, validade após aberto e métodos de conservação. Devem ser feitas ainda considerações sobre grupos específicos da população com maior grau de vulnerabilidade, incluindo idosos, gestantes, doentes e imunologicamente comprometidos. Esta etapa é fundamental no entendimento real do produto e suas condições de uso, que representarão o foco de todo o estudo de HACCP, ou seja, o plano será desenvolvido para a segurança do produto aqui descrito (SGS, 2001).

- Descrição e verificação do fluxograma do processo

O fluxograma do processo é uma maneira simplificada de simbolizar as etapas do processo, incluindo recebimento de matérias primas, movimentações, estocagem e processos. O fluxograma deve ser claro o suficiente para que qualquer pessoa, mesmo que não familiarizada com o processo, consiga visualizar as etapas que o constituem. Além disso, toda a equipe terá uma visão completa do processo, contribuindo nas etapas seguintes do desenvolvimento do plano (SGS, 2001).

2.2.4. Princípios do HACCP

A metodologia HACCP está fundamentada em sete princípios, definidos pelo *Codex Alimentarius*. São eles (DOUGLAS, 2001; NORTON, 2002a; SGS-Manual treinamento HACCP, 2001; CESARI; NASCIMENTO, 1995; USDA, 1999):

1 - Identificação dos perigos e medidas de controle

A equipe multidisciplinar deve fazer uma análise de todo o processo produtivo, identificando os perigos potenciais de cada etapa do processo. A estimativa do risco e da severidade de cada perigo é obtida por uma combinação da experiência dos membros da equipe, dados epidemiológicos e informações de leitura técnica. Em uma análise de perigo, deve-se avaliar perigos associados com a matéria-prima usada, com a produção, distribuição e com o consumo final do alimento preparado. A tarefa é reconhecer que algum risco quase sempre é possível, e identificar medidas preventivas as quais podem ser adotadas em cada etapa do processo.

Corretamente implementado, um programa de HACCP é um sistema para identificar estes perigos e administrar processos para eliminar os riscos ou os reduzi-los a níveis aceitáveis.

Os três tipos básicos de perigo que podem causar enfermidade são biológicos, químicos e físicos. Perigos biológicos são bactérias ou outros microorganismos prejudiciais, incluindo parasitas. Um perigo químico existe quando o alimento é contaminado através de substâncias como praguicidas, metais tóxicos ou produtos de limpeza tóxicos. Em alguns casos, elementos aditivos e preservativos podem ser considerados perigos químicos (por exemplo, a presença de glutamato monossódico em produtos que podem ser consumidos por indivíduos alérgicos). Perigos físicos podem existir quando produtos podem conter partículas de vidro, metal, madeira, cabelo, jóias ou sujeira (NORTON, 2002b).

A Tabela 9 ilustra um exemplo da determinação de perigos e sua classificação quanto ao risco e severidade.

2 - Identificação dos pontos críticos de controle (PCCs)

Nesta etapa, a equipe deve identificar os pontos críticos associados aos perigos em estudo, que necessitam ser prevenidos, eliminados ou reduzidos a níveis aceitáveis, desde a entrada da matéria prima até a obtenção do produto final (CESARI; NASCIMENTO, 1995).

Uma vez identificados os perigos, o passo seguinte é a identificação dos pontos onde esses perigos podem comprometer a sanidade alimentar ou a qualidade de seu produto. Um ponto crítico de controle é uma etapa do processo onde existe a possibilidade do alimento ser contaminado e conseqüentemente causar um dano à saúde do consumidor final (NORTON, 2002c).

Tabela 9 – Perigos com risco e severidade associados

Perigo	Risco (probabilidade)	Severidade
Contaminação por <i>Aflatoxina</i>	Depende das condições de controle da umidade no recebimento e armazenagem	Alta
Contaminação por <i>Salmonella</i>	Depende das características do produto e das condições de higiene	Média
Contaminação por vidro	Depende das características dos equipamentos utilizados no processo	Alta

Fonte: SGA, 2001

Para determinação dos PCCs, uma árvore decisória pode ser utilizada, respondendo basicamente a três perguntas: (i) o controle deste perigo nesta etapa do processo é importante para a preservação da segurança do produto? (ii) as etapas ou movimentações subsequentes eliminarão ou reduzirão o perigo a níveis aceitáveis? (iii) há procedimentos adequados ao controle, que eliminarão ou reduzirão o perigo a nível aceitável?

A Figura 2 ilustra a árvore decisória. Se as respostas a estas perguntas forem respectivamente SIM, NÃO, SIM, está identificado um PCC. Um ponto crítico de controle pode ser utilizado para o controle de mais de um perigo (SGS-Manual treinamento HACCP, 2001).

3 - Estabelecimento dos limites críticos de controle para PCCs

A equipe deve definir limites críticos que assegurem que o perigo esteja sob controle. Existem limites críticos quantitativos para medidas preventivas, como as que envolvem controle de tempo, temperatura, pH, viscosidade, acidez ou informações qualitativas, como textura, aroma e aparência visual (SGS-Manual treinamento HACCP, 2001).

Para cada limite crítico deve haver uma ou mais medidas preventivas de controle associadas a cada PCC identificado no processo, que devem assegurar a prevenção, redução ou eliminação do perigo. Cada medida preventiva de controle está associada aos limites críticos que servem como fronteira de segurança de cada PCC (CESARI; NASCIMENTO, 1995).

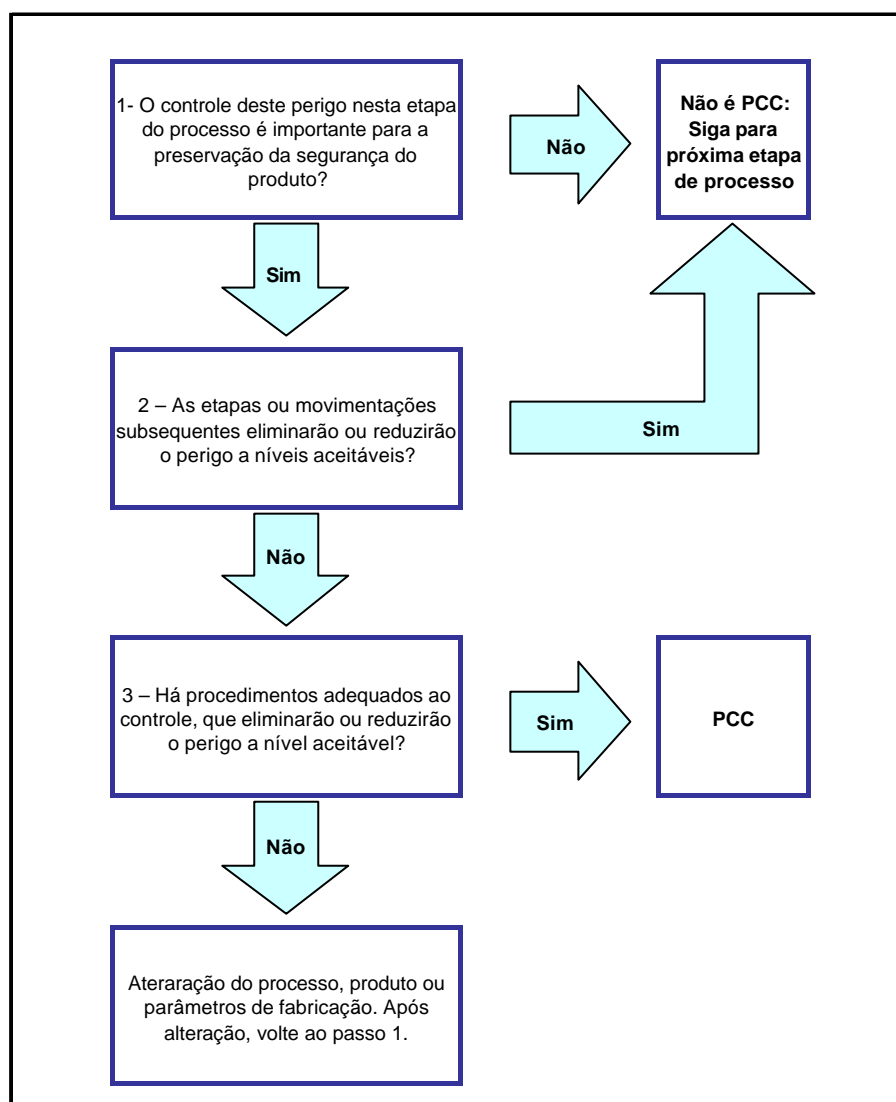


Figura 2 - Árvore decisória para levantamento dos PCCs (Fonte: Adaptado de SGS-Manual treinamento HACCP, 2001)

Os limites críticos devem ser especificados e validados, se possível para cada PCC. Em alguns casos, mais do que um limite crítico deverá ser elaborado em uma etapa em

particular. Os critérios frequentemente utilizados incluem medidas de temperatura, tempo, nível de umidade, pH, parâmetros sensoriais (*Codex Alimentarius Commission*, 1999).

4 - Estabelecimento do Sistema de Monitoramento dos Pontos Críticos de Controle

O monitoramento é a observação programada e metódica do PCC, e deve ser capaz de detectar perdas de controle no PCC. O ideal é que o monitoramento seja capaz de indicar a perda de controle com tempo suficiente para se fazer ajustes antes da violação dos limites críticos. Onde possível, deve-se fazer ajustes de processo quando o monitoramento indicar uma tendência para a perda de controle. Os dados obtidos no monitoramento devem ser analisados por pessoa designada, com conhecimento e autoridade para levar a cabo ações corretivas. As análises físicas e químicas são geralmente preferíveis do que as microbiológicas, porque podem ser realizadas em tempo menor (*Codex Alimentarius*, 1999).

O monitoramento tem três funções básicas: (i) indicar tendência para eventual perda de controle; (ii) determinar quando há perda de controle, o que significa que medidas corretivas devem ser tomadas imediatamente; (iii) proporcionar documentação formalizada. Se o processo não é controlado adequadamente e ocorre um desvio, é possível que o alimento produzido nessas condições seja perigoso à saúde do consumidor. O sistema de monitoramento estabelecido serve, então, para assegurar que o PCC está sob controle, ou seja, que os limites críticos estabelecidos são respeitados (SGS, 2001).

A princípio pode parecer simples o monitoramento deste limites, mas é preciso pessoal treinado para esta tarefa, que esteja consciente da responsabilidade da observação e registro dos parâmetros. Para aperfeiçoar estes registros é conveniente o uso da instrumentação eletrônica para a realização destas tarefas (NORTON, 2003).

5 - Estabelecimento de Medidas Corretivas

Devem ser desenvolvidas ações corretivas específicas para cada PCC, a fim de lidar com os desvios quando eles acontecerem. As ações devem assegurar que o PCC foi trazido para controle. As ações tomadas também devem incluir a disposição para o produto afetado. Os desvios e as disposições de produto devem ser documentados e mantidos no registro do plano HACCP (*Codex Alimentarius Commission*, 1999).

Segundo Cesari & Nascimento (1995), ao se detectar durante determinado processo controlado que a variável está fora dos limites estabelecidos, deve-se imediatamente tomar as ações corretivas que, dependendo do processo, podem ser do tipo: reaquecimento ou reprocesso, aumento da temperatura, aumento do tempo, ajuste dos parâmetros, diminuição da

umidade, diminuição do pH, ajuste de determinado ingrediente, alteração da especificação do produto na embalagem, alteração das condições de estocagem, alteração da forma de uso, rejeição do lote, retirado do lote do mercado ou destruição do lote. As medidas corretivas são delineadas com os seguintes propósitos: determinação e disposição do produto não conforme, correção de falhas para assegurar que o PCC voltará a estar sob controle, manutenção dos registros das medidas que foram tomadas diante do desvio do limites críticos.

Se ocorrer um problema deve-se providenciar o desvio do produto da linha de produção, fazendo a retenção do mesmo para a realização de testes apropriados. Sempre que necessário, especialistas e agentes oficiais de controle deverão ser consultados com o objetivo de determinar a necessidade de realização de provas adicionais do produto retido (SGS, 2001).

Um exemplo de planilha de registros dos três últimos princípios, Estabelecimento do Limites Críticos, Monitoramento e Ações Corretivas está representado na Figura 3.

6 - Estabelecimento de Procedimentos para Verificação do Sistema

O *Codex Alimentarius* prevê, em suas recomendações para um plano de HACCP, verificações para certificação do funcionamento do plano (Anexo do CAC/RPC 1-1969, Revisão 3 (1997):

Devem ser estabelecidos procedimento de verificação. Métodos de verificação e de auditoria, procedimentos e testes, inclusive amostragem randômica e análises, podem ser utilizados para avaliar se o sistema de APPCC está funcionando corretamente. A frequência de verificação deve ser suficiente para confirmar que o sistema APPCC está funcionando corretamente. Exemplos de atividades de verificação incluem:

- *Revisão do sistema APPCC e seus registros*
- *Revisão dos desvios e disposições do produto*
- *Confirmação de que os PCCs são mantidos sobre controle*

A verificação do sistema HACCP implantado é importante devido vários aspectos. Quanto ao processo científico, é preciso verificar se os limites críticos estabelecidos são adequados. Este processo requer a participação de profissionais qualificados e experientes, que sejam capazes de interpretar corretamente os dados. Pode haver verificação por parte do governo, como órgão regulador, o que representa uma ação que confirma a garantia do sistema estabelecido. A verificação inclui técnicas como inspeções e auditorias, uso de contaminantes microbiológicos e químicos em teste clássicos para confirmar a efetividade das

medidas de controle, ensaios em produtos amostrados no mercado e revisão da reclamação dos consumidores (SGS, 2001).

Diagrama de Monitoração de PCC

Fábrica	Produto						data	Pg.		
Materia prima ou etapa de processo	PCC nr.	Perigo	Medida preventiva de controle	Variável	Método	Freqüência	Limite Crítico	Limite de Segurança	Medida Corretiva	Registro Form. Nr.
Água Potável	1	Patógenos	Cloração	Cloro	PL - 0012.3	Horária	min. 0,20 ppm	min. 0,25 ppm	corrigir	0012.3
		Sujidades, Sabor/odores estranhos	Filtracao em filtro de areia/carvao ativado	Ex. sensorial	PL - 0012.4	horária	Límpida, insípida e inodora		retrolavar filtro de areia e substituir filtro de carvão	0012.3
Secagem	12	Cpnt. Microbiológico ambiente	GMP da área + ar filtrado	Contagem de enterobacteriáceas	PL - 100.3	1 x / dia	< 2000/g	<1000/g	limpar a área e investigar necessidade de treinar pessoal em GMP	100.3
				Salmonellas	PL - 100.4	1 x / dia	negativo		limpar a área e investigar necessidade de treinar pessoal em GMP	100.3
				Diferencial de pressao do filtro de ar	Manômetro	1 x / semana	0,5 bar	0,8 bar	limpar ou trocar filtro	100.3

Figura 3 - Exemplo de uma planilha para controle PCC (Fonte: Cesari & Nascimento - Análise de Perigos e Pontos Críticos de Controle, 1995).

Durante a verificação, que deve ser feita pelo menos anualmente, podem ser examinados todos os documentos relacionados ao plano (CESARI; NASCIMENTO, 1995): relatórios de registros dos parâmetros de processo, gráficos de monitoração eletrônica, relatórios de aferição dos instrumentos, sistema e plano de amostragem, entrevista com operadores, controle de pragas, higiene pessoal e ambiental e análises laboratoriais.

Para a verificação do sistema é conveniente que existam roteiros preestabelecidos, indicados para a avaliação interna do programa, a título de orientação, já que auditores externos não são obrigados a seguir especificamente estes roteiros. Listas de verificação para o plano de HACCP e para o Sistema HACCP podem ser visualizadas no Anexo 2.

7 - Manutenção dos Documentos e Registros

O último princípio trata da documentação e registros do Plano de HACCP. A manutenção e guarda destes documentos são essenciais à aplicação de um sistema HACCP, e devem ser apropriados à natureza e tamanho da operação (*Codex Alimentarius*, 1999).

Este procedimento garante que as informações geradas pelo sistema estejam disponíveis e sejam de fácil acesso aos usuários. Fundamentalmente, garante a perpetuação do processo (SGS, 2001).

Os registros devem incluir, no mínimo: (i) relação dos integrantes da equipe de HACCP e suas responsabilidades específicas; (ii) descrição do produto; (iii) fluxograma do processo; (iv) perigos associados a cada PCC e as medidas de controle correspondentes; (v) limites críticos para cada PCC; (vi) plano de monitoramento; (vii) medidas corretivas para desvios observados; (viii) procedimentos de registros; (ix) procedimentos para verificação do Plano HACCP; (x) registros obtidos durante a operação do plano e (xi) revisões do Plano de HACCP.

Os sete princípios apresentados são a base do HACCP, sendo parte integrante de toda a literatura que trata de sua implementação. A Figura 4 ilustra um roteiro simplificado para a implementação do Plano de HACCP.

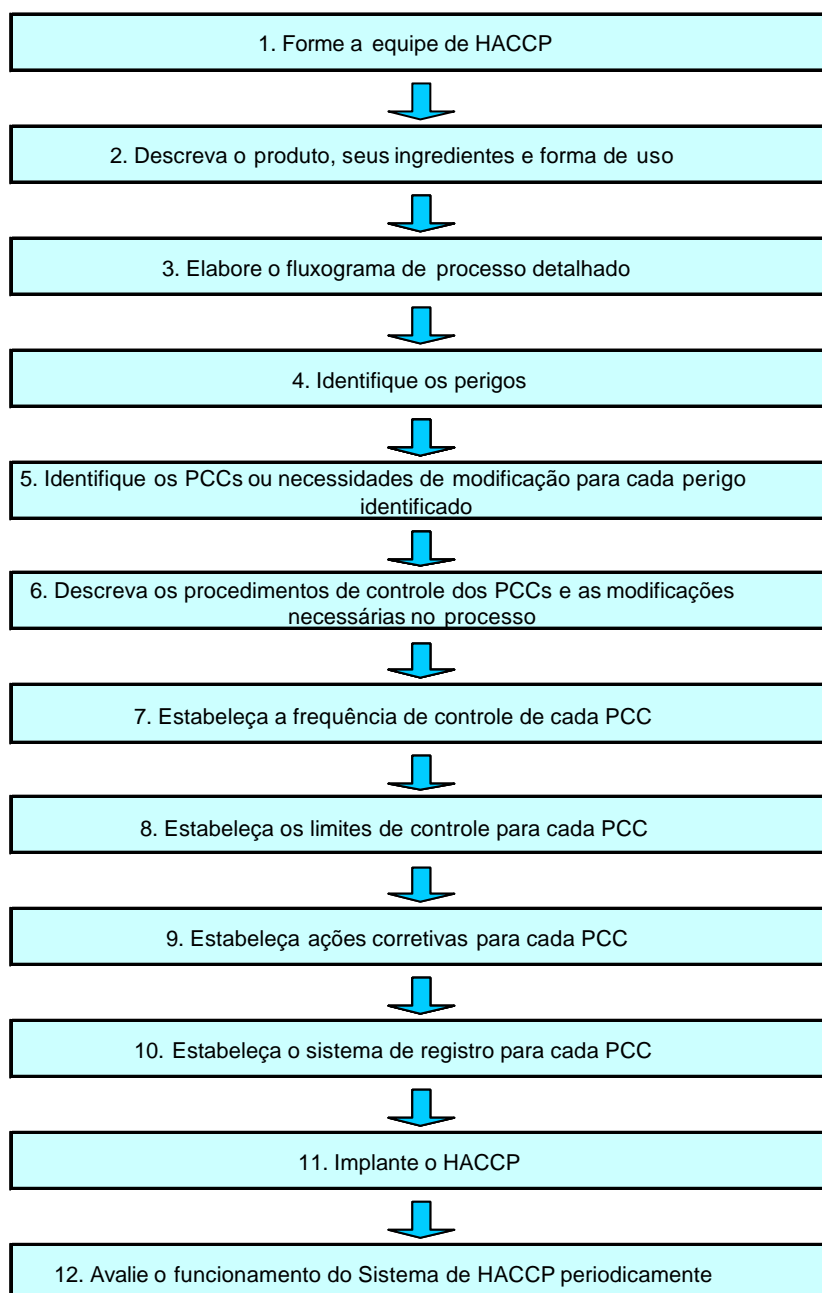


Figura 4 – Sequência de atividades na implantação do HACCP (Fonte: Cesari & Nascimento - Análise de Perigos e Pontos Críticos de Controle, 1995).

2.3. Controle Estatístico de Processos – CEP

2.3.1. Introdução

Técnicas estatísticas para o controle de processos começaram a ser utilizadas na década de 20, acompanhando o crescimento e a evolução industrial. Antes disso, a técnica utilizada para o controle da qualidade dos produtos fabricados era a inspeção final. Com o aumento da produção e o aumento da complexidade dos processos, ficou claro que o controle usando inspeções finais já não suportaria a demanda, seja devido à inviabilidade prática ou devido aos custos dessa amostragem. Iniciou-se então o uso da estatística na avaliação da produção.

A primeira carta de controle da qual se tem registro foi desenvolvida por Walter A. Shewhart, da empresa de telefonia *Bell Telephone Laboratories*, em 1924 e ficou conhecida como “Carta de Controle de Shewhart”.

Na década de 40, o uso da estatística se tornou indispensável devido às condições impostas pela economia de guerra. A necessidade de intensificar a produção deteriorou a qualidade dos produtos, o que obrigou o sistema produtivo a implantar em suas fábricas as técnicas estatísticas para o controle de produtos. O treinamento nas técnicas foram intensificados, com os objetivos de minimizar perdas, reduzir o custo de produção e assegurar a qualidade dos produtos.

Nas décadas de 50 e 60 o efeito da guerra fria e a indústria bélica tornaram a incentivar os controles estatísticos para a produção. Nessa década, o controle da qualidade deixou de focar o produto e passou a orientar-se para o processo, o que representou um passo importante para o controle da qualidade: neste conceito, o responsável pelos itens defeituosos é o processo. Se o processo é capaz e se está sendo devidamente controlado deve, portanto, gerar produtos sem defeitos. Nas décadas de 50, 60 e 70, com o advento dos trabalhos de Juran, Deming e Feigenbaum, com a consolidação do *TQC – Total Quality Control* e com o salto tecnológico do Japão, a estatística firmou-se como ferramenta indispensável para controle processos (NEVES, 2001; RIBEIRO e TEN CATEN, 2000).

O principal elemento do CEP – Controle Estatístico de Processo é a carta de controle de processo, que possibilita avaliação em tempo real, analisando as causas da variabilidade anormal. Possui a vantagem de ser um controle feito pelo operador da máquina em estudo,

reforçando seu compromisso com a qualidade do produto, comprometimento que é fundamental quando se trata de melhoria de processos (Pires, 2000).

O Controle Estatístico de Processo tem por objetivo atuar na redução sistemática da variabilidade das características da qualidade de interesse, aumentando a capacidade do processo, reduzindo o retrabalho, as peças refugadas e, conseqüentemente, o custo da produção de baixa qualidade (RIBEIRO e TEN CATEN, 2000).

O objetivo primário do CEQ é a redução sistemática da variabilidade nas características chave para a qualidade do produto (MONTGOMERY, 1996 *apud* REIS, 2001).

2.3.2. Variabilidade dos processos

Para se entender e poder trabalhar com o CEP, é fundamental conhecer o conceito de variabilidade. A variabilidade estará sempre presente em qualquer processo produtivo. Mesmo que este processo gere produtos da melhor qualidade, a variabilidade das características deste produto sempre vai existir. Nenhum processo pode extinguir completamente sua variabilidade (REIS, 2001).

Quando se acompanha a temperatura de um tanque sob aquecimento através de resistências elétricas (controladas por um termostato tipo liga-desliga), por exemplo, sabendo-se que a temperatura desejada é 70°C, é fácil perceber que a temperatura vai flutuar em torno de 70°C. Esta flutuação é a variabilidade do processo que, dependendo do tipo de termostato escolhido, pode variar mais ou menos. Este é um exemplo onde se pode aplicar o CEP para descobrir as causas desta variação, classificar estas causas como naturais ou provocadas e, usando adequada metodologia, melhorar o processo de aquecimento, diminuindo sua variabilidade.

Existem dois tipos de causas que ocasionam a variabilidade de um processo: causas comuns e causas especiais. As diferenças entre as causas comuns e especiais e suas influências no processo são detalhadas a seguir.

2.3.3. Causas Comuns

Causas comuns são aquelas naturais ao processo, ou à etapa do processo, que se está estudando. Elas não dependem da operação, não são resultado de má operação da máquina ou da inépcia do operador: causas comuns se originam de pequenas fontes de variabilidade que se somam.

Um processo no qual existem somente causas comuns é considerado processo estável ou sob controle, pois apresenta sempre a mesma variabilidade ao longo do tempo.

Devido à variabilidade natural do processo, quando se faz amostragens significativas dos valores de uma determinada característica de qualidade, elas tendem a formar um padrão que, uma vez o processo sendo estável, pode ser descrito por uma distribuição de probabilidade, geralmente uma distribuição normal, uma distribuição binomial ou uma distribuição de Poisson. O resultado disso, que é a base do controle estatístico de processo, é que podem-se fazer previsões quando se tem uma quantidade adequada de amostras.

No que se refere às ações corretivas a serem tomadas, é importante entender que, uma vez que as causas comuns são inerentes ao processo, não é de responsabilidade do operador a tomada de medidas corretivas, mas do gerente da fábrica, pois estas ações vão demandar altos investimentos, como a substituição de equipamentos que não atingem o desempenho desejado. Muitas vezes os investimentos são tão altos e as mudanças paralisariam a linha por tanto tempo que é mais viável e econômico conviver com as causas comuns (RIBEIRO e TEN CATEN, 2000; REIS, 2001).

2.3.4. Causas Especiais

Causas especiais são aquelas que não seguem um padrão aleatório. Elas fazem com que os processos saiam de seu padrão natural, provocando alteração não previsível na distribuição de probabilidade que descreve a característica de qualidade. Elas reduzem significativamente o desempenho do processo e devem ser identificadas e neutralizadas.

A resolução das causas especiais é sempre viável economicamente e 70% dos processos são corrigidos eliminando-se as causas especiais, que têm um custo bem menor do que as causas comuns. Causas especiais são pontuais, e devem ser resolvidas, ou pelo menos ter a correção iniciadas, pelo operador (RIBEIRO e TEN CATEN, 2000).

2.3.5. Cartas de Controle

As cartas de controle são as ferramentas mais adequadas para o controle da qualidade de produtos, materiais ou bateladas de processo, pois permitem visualizar se a produção está sob controle. Elas permitem comparar valores amostrados com limites de tolerância preestabelecidos, possibilitando que se atue no processo de maneira preventiva, em prol de manter o processo dentro da estabilidade.

Existem cartas de controle para atributos e para variáveis. Nas cartas de controle para atributos as características são comparadas com um padrão, assumindo apenas valores discretos, como conforme ou não conforme (por exemplo, existência ou não de rebarbas, presença ou não de determinado componente anexado). Cartas de controle para variáveis referem-se a aspectos como peso, comprimento, densidade, concentração, etc. e exigem medições em uma escala contínua.

Variáveis contêm mais informações do que atributos e por isso são preferidas no CEP (GALUCH, 2002).

Cartas de Controle para Variáveis podem ser classificadas nas categorias abaixo (REIS *apud* STATSOFT,1995; MONTGOMERY,1997; GRANT e LEAVENWORTH,1980):

Carta \bar{x} - nesta carta, as médias das amostras são plotadas de maneira a controlar o valor médio de uma característica da qualidade (por exemplo, tamanho de anéis de pistões ou resistência de materiais). Supõe-se que as medidas (ou as médias amostrais dessas medidas) seguem uma distribuição Normal, e que as amostras tenham pelo menos 5 elementos.

Carta R - nesta carta são plotadas as amplitudes da característica da qualidade de cada amostra (diferença entre o maior e o menor valor da amostra). Usualmente a Carta R é elaborada conjuntamente com o Carta \bar{x} para permitir um melhor acompanhamento da variável de interesse. Por ser simples de elaborar, a Carta R tornou-se muito popular, mas em alguns casos não será o mais indicado para descrever a variabilidade de um processo.

Carta S - são plotados os desvios padrões da característica da qualidade nas amostras de maneira a controlar a variabilidade da característica. O desvio padrão é uma medida de variabilidade melhor do que a amplitude, mas é considerado mais difícil de calcular, principalmente pelo pessoal de piso de fábrica.

As cartas de controle para atributos podem ser classificadas nas seguintes categorias (MONTGOMERY, 1997; GRANT e LEAVENWORTH,1980):

Carta c: nesta carta são plotados os números totais de não conformidades (defeitos) em cada amostra, ou unidade de inspeção. Esta carta assume que os defeitos são raros, ou seja, distribuem-se de acordo com a distribuição de Poisson (distribuição de eventos raros). As amostras devem ter obrigatoriamente o mesmo tamanho.

Carta u: nesta carta são plotadas as taxas de defeitos, ou seja, o número de defeitos dividido pelo número de unidades inspecionadas; supõe-se que os defeitos distribuem-se de

acordo com a distribuição de Poisson, mas não há necessidade de que as amostras, ou unidades de inspeção, tenham o mesmo número de elementos.

Carta np: nesta carta são plotados os números de itens da amostra que foram classificados como defeituosos. Supõe-se que os dados segam uma distribuição binomial, ou seja, a ocorrência de defeitos não é um evento raro (por exemplo ocorre em mais de 5% das unidades inspecionadas, fazendo com que a aproximação pela distribuição de Poisson não seja mais válida).

Carta p: nesta carta são plotadas as frações de itens defeituosos da amostra (número de itens defeituosos dividido pelo número total de itens da amostra). Supõe-se que os dados sigam uma distribuição binomial; novamente a ocorrência de defeitos não é um evento raro.

Neste trabalho, as cartas utilizadas e que, conseqüentemente, terão maior detalhamento, são as mais conhecidas e usadas na descrição de controle de variáveis: as cartas \bar{x} e R (média e amplitude).

2.3.6. Teorema do Limite Central

Como mencionado anteriormente, os valores das amostras coletadas de um processo em estudo podem seguir qualquer distribuição de probabilidade. No estudo dessas cartas, é necessário que se estabeleçam os limites de controle, usando cálculo de probabilidades. Esse cálculo torna-se complexo a medida em que as variáveis assumem distribuições de probabilidades assimétricas (exponencial, por exemplo). Nem sempre o processo se encaixa na distribuição Normal (Figura 5), que nos facilita o processo de cálculo dos limites de controle. Isso, porém, pode ser contornado trabalhando-se com as médias ao invés das observações individuais da variável de interesse. O Teorema do Limite Central garante a normalidade da distribuição da média das médias. A popularidade das cartas de controle para variáveis pode ser justificada, em grande parte, por essa propriedade (Pires, 2000).

Para as variáveis que se distribuem segundo uma distribuição normal, pode-se dizer, lembrando que o intervalo de confiança utilizado em CEP é 99,73% (1-á, onde á representa o erro) que:

68,26 % dos valores encontrados caem no intervalo $\mu \pm \sigma$ (região a);

95,44 % dos valores encontrados caem no intervalo $\mu \pm 2\sigma$ (regiões a e b);

99,73 % dos valores encontrados caem no intervalo $\mu \pm 3\sigma$ (regiões a, b e c). As regiões estão indicadas no gráfico da Figura 10 (Neves, 2001).

Ribeiro e Tem Caten (2001) demonstram, como apresentado a seguir, que o Teorema do Limite Central indica que a soma (e, por conseguinte, a média) de n valores individuais tende a seguir a distribuição Normal, independente da distribuição de probabilidade de seus valores individuais.

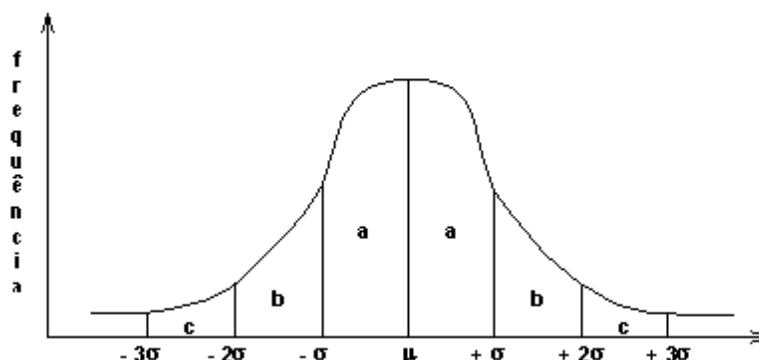


Figura 5 - Representação gráfica da distribuição normal. (Fonte: Neves, 2001)

A aproximação melhora a medida que n aumenta. Se as distribuições dos valores individuais não forem muito diferentes, basta $n = 4$ ou 5 para se obter uma boa aproximação. Para distribuições individuais muito diferentes, será necessário $n = 15$ ou mais.

O Teorema do Limite Central é básico no controle estatístico de processo. O CEP, em geral, trabalha com a média das amostras para se utilizar da distribuição Normal. A partir do Teorema do Limite Central sabe-se, que a distribuição amostral das médias apresenta os seguintes parâmetros:

$$\bar{\bar{x}} = m \quad (2)$$

onde:

$\bar{\bar{x}}$ representa a média das médias amostrais e

m representa a média dos valores individuais da população

$$s_{\bar{x}} = \frac{S}{\sqrt{n}} \quad (3)$$

onde

$\sigma_{\bar{x}}$ representa o desvio-padrão das médias amostrais,

σ representa o desvio padrão dos valores individuais da população e

n representa o tamanho da amostra.

Assim, a média das médias amostrais é igual a média dos valores individuais e o desvio-padrão das médias é menor do que o desvio-padrão dos valores individuais numa razão de $1/\sqrt{n}$. Isso está representado na Figura 6, onde pode-se visualizar que a distribuição de probabilidade das médias tem menor variabilidade que a distribuição dos valores individuais e, além disso, não ocorre variação na tendência central.

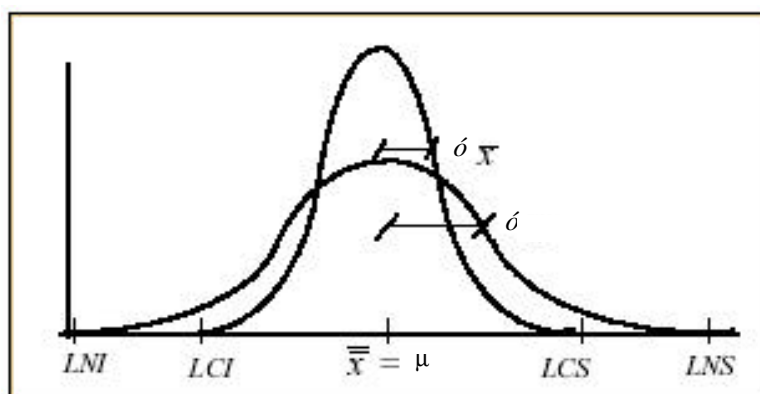


Figura 6 – Distribuição de probabilidade dos valores individuais versus distribuição de probabilidade das médias (Fonte RIBEIRO e TEN CATEN, 2001).

2.3.7. Cartas de controle para a média e amplitude.

Os passos para a implantação das cartas, segundo RIBEIRO e TEN CATEN (2001), são:

1 Coleta de dados

Os dados devem ser coletados em pequenos subgrupos de tamanho constante. Quanto maior a amostra, maior a representatividade. As amostras dos subgrupos são produzidas em condições muito similares; portanto, a variabilidade presente será devida a causas comuns. A frequência da amostragem deve ser tal que possibilite a ocorrência de causas especiais. Devem ser coletadas amostras de maneira que apareçam as diferenças entre elas.

2 Cálculo dos limites de controle

O cálculo dos limites de controle segue um procedimento iterativo: coleta-se 20 ou 30 amostras (subgrupos) e calculam-se os limites de controle para a média e para a amplitude. Comparam-se essas mesmas amostras com os limites calculados e, se houver pontos fora de controle, deve-se retirar as amostras correspondentes a estes pontos e recalculá-los. Esse mecanismo, na verdade, serve para eliminar as causas especiais do cálculo dos limites de controle, que conterà então somente causas comuns. Os pontos desprezados são retirados do cálculo, mas não dos gráficos de controle, para se poder fazer um acompanhamento histórico.

Para o cálculo, inicialmente calcula-se a média (\bar{x}) e a amplitude (R) para cada amostra. Depois disso, calcula-se a média das médias ($\bar{\bar{x}}$) e a média das amplitudes (\bar{R}):

$$\bar{R} = \frac{R_1 + R_2 + \dots + R_k}{k} \quad (4)$$

$$\bar{\bar{x}} = \frac{\bar{x}_1 + \bar{x}_2 + \dots + \bar{x}_k}{k} \quad (5)$$

Uma vez calculadas a média das amplitudes e a média das médias, calculam-se os limites de controle das médias, considerando seis desvios-padrões das médias (três para cada lado da curva normal, o que nos garante confiabilidade de 99,73 %):

$$LC = \bar{\bar{x}} \pm 3s\bar{x} \quad (6)$$

onde a variabilidade das médias é estimada a partir da variabilidade dos valores individuais, usando $s\bar{x} = \frac{s}{\sqrt{n}}$. Fazendo a substituição, tem-se o seguinte resultado:

$$LC = \bar{\bar{x}} \pm \frac{3s}{\sqrt{n}} \quad (7)$$

onde a variabilidade dos valores individuais é estimada a partir da média das amplitudes dos subgrupos usando $s = \frac{\bar{R}}{d_2}$, onde d_2 é uma constante que depende do tamanho da amostra, cujos valores se encontram na Tabela 10. Fazendo-se a substituição:

$$LC = \bar{\bar{x}} \pm \frac{3\bar{R}}{\sqrt{n}} d_2 \quad (8)$$

Substituindo-se $A_2 = \frac{3}{\sqrt{n}}d_2$ na equação anterior, onde A_2 é uma constante que está descrita na Tabela 10, obtêm-se os limites de controle para as médias:

$$LCS = \bar{\bar{x}} + A_2 \bar{R} \quad (9)$$

$$LCI = \bar{\bar{x}} - A_2 \bar{R} \quad (10)$$

Para as amplitudes, os limites de controle são calculados analogamente:

$$LC = \bar{R} \pm 3\mathbf{s}_R \quad (11)$$

onde:

$$\mathbf{s}_R = d_3 \mathbf{s} = d_3 \frac{\bar{R}}{d_2} \quad (12)$$

Substituindo a eq. (11) na eq. (10), tem-se:

$$LCS = \bar{R} + 3d_3 \frac{\bar{R}}{d_2} \quad (13)$$

$$LCI = \bar{R} - 3d_3 \frac{\bar{R}}{d_2} \quad (14)$$

Substituindo $D_4 = 1 + 3\frac{d_3}{d_2}$ e $D_3 = 1 - 3\frac{d_3}{d_2}$ nas equações anteriores, tem-se os limites de controle para as amplitudes:

$$LCS = D_4 \bar{R} \quad (15)$$

$$LCI = D_3 \bar{R} \quad (16)$$

Tabela 10 - Valores das constantes D_4 , D_3 , d_2 , A_2

n	2	3	4	5	6	7	8	9	10	15	20
D_4	3,27	2,57	2,28	2,11	2,00	1,92	1,86	1,82	1,78	1,65	1,59
D_3	0	0	0	0	0	0,08	0,14	0,18	0,22	0,35	0,42
d_2	1,13	1,69	2,06	2,33	2,53	2,70	2,85	2,97	3,08	3,47	3,74
A_2	1,88	1,02	0,73	0,58	0,48	0,42	0,37	0,34	0,31	0,22	0,18

Fonte: Ribeiro e Caten, 2001

2.3.8. Interpretação da estabilidade do processo

Todo processo apresenta variabilidade, parte dela sendo originada por elementos vitais ao processo, como matérias-primas, máquinas, métodos, gerenciamento e mão-de-obra (Pitt *apud* Pires, 2001). As cartas de controle permitem detectar esta variabilidade e, para se afirmar que um processo é estável, as causas especiais devem ser eliminadas do processo. Quando se consegue eliminar as causas especiais, a variabilidade do processo será devida apenas as causas comuns. Neste ponto, diz-se que o processo é estável.

Para avaliar se nas cartas de controle existem causas especiais, deve-se observar a presença de padrões não aleatórios na sequência de dados (por exemplo padrões cíclicos ou mudanças do processo) e a presença de corridas de pontos, sete pontos seguidos acima ou abaixo da linha central, ou sete pontos seguidos em ascendente ou descendente.

A detecção das causas especiais deve levar os operadores à alteração do processo para sua eliminação. Este é um trabalho difícil, que exige experiência, intuição e paciência. É o passo mais difícil do CEP e o que consome maior tempo. Uma vez eliminadas as causas especiais, o processo passa a ter melhor desempenho, pois a variabilidade foi reduzida.

Neste ponto é importante a atenção aos limites de controle, os quais podem ter de ser estreitados, sob o risco de tratar as causas especiais como causas comuns, inserindo má qualidade ao processo, ou seja, as causas especiais que deveriam ter sua resolução de forma muitas vezes simples e rápida, passam a incorporar o processo como causa natural de variabilidade. Em outras palavras, o CEP deve ser trabalhado como uma ferramenta de melhoria contínua: quando não se recalculam os limites de controle, é evidência de que o CEP não foi incorporando à rotina de controle do processo (RIBEIRO e TEN CATEN, 2001).

2.3.9. Interpretação da capacidade do processo

Uma vez determinada a estabilidade do processo (com a eliminação das causas especiais), pode-se iniciar a avaliação da capacidade do processo que, apesar de estável, pode não conseguir atender as especificações do cliente, isto é, pode não ser capaz.

A capacidade do processo não está relacionada com a má operação da máquina, pois é relativa às causas comuns de variabilidade. A avaliação da capacidade leva em conta a distribuição dos valores individuais para que se consiga atender as especificações do produto. É necessário conhecer a distribuição de probabilidade dos valores individuais da variável que está sendo monitorada e estimar a média, a variabilidade e os limites naturais do processo.

Para se conhecer qual é a distribuição de probabilidade, pode ser feito um histograma e, para confirmar a distribuição Normal, um teste de normalidade (RIBEIRO e TEN CATEN, 2001).

2.3.10. Cálculo dos limites naturais

Quando se confirma que a distribuição de probabilidade das amostras individuais segue uma distribuição Normal, os limites naturais são calculados considerando-se 6 desvios-padrões (6σ), o que implica em 99,73 % das amostras dentro dos limites naturais. Os limites naturais são dados pelas seguintes fórmulas:

$$LNI = \bar{m} - 3\sigma \quad (17)$$

$$LNS = \bar{m} + 3\sigma \quad (18)$$

A estimativa do desvio-padrão dos valores individuais é obtida a partir da média das amplitudes das amostras usando as expressões:

$$\hat{\sigma} = \frac{\bar{R}}{d_2} \quad (19)$$

$$\hat{\sigma} = \frac{\bar{S}}{c_4} \quad (20)$$

onde d_2 e c_4 são constantes que dependem do tamanho da amostra, com valores dados na Tabela 11.

Tabela 11 – Valores das constantes d_2 e c_4

n	2	3	4	5	6	7	8	9	10	15	20
d_2	1,13	1,69	2,06	2,33	2,53	2,70	2,85	2,97	3,08	3,47	3,74
c_4	0,80	0,89	0,92	0,94	0,95	0,96	0,965	0,969	0,973	0,982	0,987

Fonte: Ribeiro e Caten, 2001

2.3.11. Índices de Capacidade

Uma maneira simples e quantitativa de expressar a capacidade de um processo é com a utilização dos índices de capacidade, C_p e C_{pk} . O índice C_p , de capacidade potencial, mede a amplitude e compara com a variabilidade natural, que é de 6 desvios, isto é:

$$C_p = \frac{LES - LEI}{6s} \quad (21)$$

onde LES é o limite de especificação superior da característica de interesse e LEI é o limite de especificação inferior. O desvio pode ser calculado utilizando a eq. (19).

O índice C_p avalia a capacidade potencial do processo: se $C_p > 1$, o processo é potencialmente capaz. Para ser considerado efetivamente capaz quando $C_p > 1$, o processo deve estar centrado (RIBEIRO e TEN CATEN, 2001).

O índice C_{pk} é definido como o mínimo entre o limite de especificação inferior e o superior, e a média da característica de qualidade em análise, dividida pela semi-amplitude da característica. O índice C_{pk} avalia a capacidade efetiva do processo, verificando se o processo está centrado ou não. Sempre que o índice C_{pk} resultar menor que o índice C_p correspondente, o processo está descentrado (relativamente aos limites de especificação inferior e superior). Quando C_{pk} resultar igual ao valor de C_p , tem-se um processo centrado (Pires, 2000).

A respeito dos índices C_p e C_{pk} pode-se afirmar: (i) o índice C_{pk} é menor do que C_p quando o processo está descentrado, e igual ao C_p quando está centrado; (ii) o índice C_{pk} , que mede a capacidade real do processo, é sempre menor ou igual ao índice C_p , que mede a máxima capacidade do processo quando ele está centrado; e (iii) o índice $C_{pk} > 1$ é condição necessária para que a fração de defeitos seja menor que 0,27 % (RIBEIRO e TEN CATEN, 2000).

Como é mais fácil e barato centrar processos potencialmente capazes, prioriza-se alterar processos quando $C_{pk} < 1$ e $C_p > 1$.

3. Descrição do processo analisado no estudo de caso

Realizou-se a parte experimental desse trabalho de conclusão em uma fábrica produtora de óleo e farelo de soja, de propriedade da Bunge Alimentos SA, localizada na cidade de Cuiabá, capital do Mato Grosso. Esta unidade de produção está voltada para a venda ao mercado interno, embora em certos períodos do ano seus produtos sejam exportados para Europa e Ásia.

A planta processa 1800 toneladas de soja por dia. Possui 200 funcionários próprios e 60 colaboradores terceirizados. A maioria desses funcionários têm formação restrita ao segundo grau, embora hajam colaboradores que cursaram somente o primeiro grau e também colaboradores com curso superior completo.

A fábrica foi instalada em 1990, e tem sido constantemente atualizada tecnologicamente, principalmente no que se refere à automatização de processos e modernização de equipamentos.

No início dos trabalhos esta unidade fabril se preparava para se adequar às novas exigências do mercado, ou seja, já havia o propósito de implantar a sistemática da ISO 9000 e da ISO 14000. A implantação da HACCP serviria como primeiro passo para que a unidade iniciar esses processos de certificação.

A extração por solvente do óleo de soja gera dois subprodutos: o óleo de soja e o farelo de soja, numa proporção de 20 e 80% respectivamente. O farelo de soja, alvo desta dissertação, é parte fundamental das rações animais. A composição altamente protéica faz do farelo de soja um importante produto para conversão energética na alimentação de aves e suínos, principalmente (ERICKSON *et al.*, 1992a).

No início da exploração comercial desses produtos, o óleo de soja era retirado do grão através do processo de prensagem, onde o residual de óleo que ficava retido na massa extraída

era muito alto, em torno de 8%. Com o passar do tempo, desenvolveu-se o método da extração por solvente (extração sólido/líquido), inicialmente em processo por batelada. Tratava-se de um reator com abertura na parte inferior, onde o material a ser extraído era colocado e banhado com solvente orgânico, o hexano. O óleo extraído era drenado junto com o solvente, e seguia para o processo de destilação, onde se separava o solvente do óleo. A massa extraída era retirada manualmente, abrindo-se a parte inferior do reator. Como a massa, na maioria das vezes, ficava presa no reator, o utilizava-se de um bastão de madeira para fazer a massa se desprender. O passo seguinte na evolução da extração do óleo de soja foi o desenvolvimento do processo contínuo, que é o processo usado atualmente na grande maioria das instalações (SWERN, 1964).

Basicamente, a soja é descarregada nos silos da fábrica, passa por peneiras de limpeza e têm sua umidade uniformizada para 10 % em peso antes de ser processada. O grão é então quebrado, aquecido (para adquirir plasticidade) e laminado com a utilização de moinhos. As lâminas formadas são então extrusadas para a fabricação do material que será levado ao extrator para sofrer a extração por solvente. Essas etapas são fundamentais, pois aumentam a área de contato com o solvente orgânico que vai extrair o óleo por diferença de solubilidade (WEISS, 1970).

No extrator, a massa preparada é extraída com hexano, em banhos consecutivos. No extrator separam-se então o óleo da massa extraída. O óleo segue na parte líquida junto com o solvente, numa mistura chamada micela. A micela é então destilada para separação do óleo numa bateria de evaporadores, onde praticamente todo o solvente é recuperado (nos condensadores) e volta ao processo em sistema fechado.

A massa, que também retém o hexano, é dessolventizada e tostada, transformando-se no farelo de soja, seguindo então para secagem e armazenamento. A tostagem é uma das etapas mais importante do processo, pois é nela onde de desativam, através de temperatura controlada, as enzimas que os animais não são capazes de digerir, o que inviabilizaria a comercialização do farelo de soja. Este processo é amplamente conhecido e utilizado por todos os grandes fabricantes. Não apresenta evoluções significativa a anos e está praticamente esgotado pela engenharia moderna (ERICKSON *et al.*, 1992b; SWERN, 1964; WOLF; COWAN, 1975; COLLEY *et al.*, 1976; MORETTO; FETT, 1989).

A seguir o processo ilustrado na Figura 7 será detalhado passo a passo.

- Etapa 1 – Classificação GMO / contaminantes

Coleta-se de 8 a 12 pontos por caminhão para preparar uma amostra representativa para análise de GMO (identificação de soja geneticamente modificada). Somente amostras com resultado negativo terão autorização para descarga e demais etapas do processo. Nesta etapa também é realizada a inspeção visual de presença de contaminantes como: soja inoculada, mamona, fedegosos e óleos lubrificantes misturados na carga. As cargas isentas de contaminantes terão autorização para descarga e demais etapas do processo.

- Etapa 2 - Pesagem

Após o registro da classificação, o caminhão é pesado para determinação do peso bruto e entrar na área fabril.

- Etapa 3 – Amostragem (classificação comercial)

A soja é amostrada para avaliação de sua qualidade quanto aos índices de umidade, impureza e avariados pois, de acordo com o resultado, são efetuados os ajustes nos valores comerciais.

- Etapa 4 - Descarga

São retiradas as amarras da lona e o caminhão é conduzido para as moegas ou para o tombador. A descarga nas moegas é efetuada manualmente, promovendo a abertura das bicas de descarga dos caminhões e puxando-se a soja através de rodos para estas bicas. No tombador, é aberta a tampa traseira da carreta e o veículo é levantado em ângulo até o escoamento completo da carga.

- Etapa 5 - Silo pulmão da armazenagem

A soja descarregada na moega pelo tombador é direcionada para um silo pulmão vertical, o qual permite a segregação do produto e a agilização do fluxo para o processo.

- Etapas 6 e 9 – Limpeza

Os grãos recebidos na moega ou armazenados no silo pulmão do tombador são conduzidos para as peneiras de pré-limpeza para remoção das impurezas graúdas e médias, para evitar que se queimem no processo de secagem. As máquinas classificam granulometricamente os materiais através da diferença de tamanhos, efeito vibratório e aspiração pneumática.

- Etapa 7 - Secagem

Os grãos isentos de impurezas graúdas e médias são passados em contra-corrente com um fluxo ascendente de ar quente proveniente do processo de combustão da lenha. O fluxo de grãos é controlado pela regulagem da abertura entre as bandejas de descarga e o tempo que estas permanecem abertas. Os gases quentes provindos da fornalha são induzidos a passar pelos grãos através de exaustão produzida por ventiladores axiais. A seção final do secador promove o resfriamento parcial do grão através da passagem de ar à temperatura ambiente. Nesta etapa, promove-se a secagem à umidade de armazenamento.

- Etapa 8 - Armazenagem

Os grãos secos e limpos são armazenados em um silo de concreto, fundo plano, sob condições de temperatura ambiente e com umidade conhecida e controlada. Através de um sistema de retorno de produto pelos transportes, é possível realizar a movimentação de qualquer porção das sementes no caso de aquecimento (transilagem). O tempo de residência máximo neste silo é de 25 dias.

- Etapa 10 - Ressecagem

Os grãos isentos de impurezas graúdas, médias e pequenas são passados em contra-corrente com um fluxo ascendente de ar quente proveniente direto do processo de combustão da lenha na fornalha do secador. O fluxo de grãos é controlado pela regulagem da abertura entre as bandejas de descarga e o tempo em que estas permanecem abertas. Os gases quentes provindos da fornalha são induzidos a passar pelos grãos através de exaustão produzida por um ventilador radial. A seção final do secador promove o resfriamento parcial do grão através da passagem de ar à temperatura ambiente. Nesta etapa promove-se a secagem do grão à umidade de processamento.

- Etapa 11 – Silo pulmão da fábrica

A soja seca à umidade de processamento é armazenada em silo metálico vertical, de fundo plano, para atender ao fluxo contínuo no processo de esmagamento e facilitar manutenções nos equipamentos que antecedem o processo de preparação da soja.

- Etapa 12 – Pesagem em balança de fluxo

Para o controle da quantidade de soja que entra no processo e manter a uniformidade nos processos subsequentes, a produção passa por uma balança de fluxo onde é realizada a pesagem. A balança é operada automaticamente e efetua as pesagens através de um sistema de

comportas que subdividem o fluxo contínuo em bateladas sucessivas. Após a pesagem, a última seção da balança recompõe o fluxo de forma contínua ao processo.

- Etapa 13 - Quebra

A soja pesada é passada por equipamentos constituídos de um alimentador com comporta para regulagem da carga, separador magnético e dois pares de rolos raiados sobrepostos um ao outro, os quais efetuam a quebra do grão pela diferença de velocidade entre eles e a oposição das raias dos rolos. A quebra permite facilitar o processo de laminação posterior.

- Etapa 14 - Condicionamento

A massa de grãos quebrados é transportada para um equipamento constituído de um cilindro inclinado giratório, com vários tubos inseridos no sentido longitudinal, por onde é injetado vapor internamente, sem que entre em contato com o produto. Neste processo, a massa de grãos sofre cozimento através da temperatura e a própria umidade inerente do grão para tornar-se plástica.

- Etapa 15 - Laminação

A massa de grãos cozida é passada por uma série de equipamentos constituídos de um alimentador com comporta para regulagem da carga, separador magnético e um par de rolos lisos com uma pequena distância entre eles, os quais transformam os pedaços grãos cozidos em lâminas para facilitar o processo de extração do óleo vegetal.

- Etapa 16 – Expander (Extrusão)

A massa laminada entra em contato com o vapor direto e o atrito dos helicóides no interior da máquina, faz com que a massa sofra uma expansão, rompendo assim os bolsões de óleo, aumentando o peso específico.

- Etapa 17 – Resfriamento / secagem

A massa expandida passa pelo equipamento trocando calor e perdendo umidade para o ar ambiente que passa em contracorrente.

- Etapa 18 - Extração

O produto expandido adentra o extrator, que consiste de uma bateria de caçambas vazadas em um vaso cilíndrico. O material é conduzido por estas caçambas e é lavado com uma série de sucessivos banhos operando com diferentes concentrações. Após percolar através do leito de material a micela (mistura óleo/hexano), passa através da tela das caçambas e é coletada em tremonhas no fundo do vaso. Uma bomba sob cada tremonha circula a micela para os chuveiros instalados sobre o leito de produto. A velocidade do extrator pode ser variada e a taxa de micela para lavagem ajustada em cada seção. Após receber vários banhos em diferentes concentrações para remoção do óleo, o produto é retirado do extrator por um rosca transportadora. O óleo e o hexano (micela) é encaminhado para a destilaria e, após destilação, será enviado para os tanques de armazenagem.

- Etapa 19 - Destilação

Processo de separação entre óleo e solvente. O óleo extraído das lâminas deixa o extrator na forma de micela (mistura de óleo e solvente) e deve passar por um processo de destilação para ser recuperado. O processo se dá em três etapas através de uma bateria de evaporadores. A primeira fase se dá por evaporação de duplo efeito com os gases do DT, a segunda por evaporação com vapor indireto e a terceira por *stripping* através de alto vácuo, agitação com vapor direto e aumento da área de exposição.

- Etapa 20 - Hidratação

O óleo bruto recebe aproximadamente 3% em volume do óleo que está sendo destinado à degomagem, de água de processo ou condensado para aumentar o volume das moléculas de fosfatídeos (gomas) e permitir a sua remoção pelo processo de centrifugação.

- Etapa 21 – Centrifugação

As gomas hidratáveis são separadas do óleo bruto por força gravitacional no processo de centrifugação. Este processo evita a formação de gomas no fundo dos tanques de armazenagem além de preparar o óleo para o processo de refino.

- Etapa 22 – Reservatório de goma

As gomas resultantes do processo de degomagem são conduzidas para um tanque que permite a uniformidade de fluxo na dosagem do produto, como insumo, no processo de dessolventização e tostagem do DT.

- Etapa 23 – Dessolventização e tostagem

Neste processo o farelo, ao sair do extrator, adentra em um vaso cilíndrico constituído de 7 pisos duplos perfurados, com um eixo central rotatório e braços duplos para agitação do material em seu interior. Nos quatro últimos pisos ocorre o processo de dessolventização e tostagem. Nos seis primeiros pisos adiciona-se vapor indireto para aquecimento e no sétimo piso, vapor direto para auxiliar na dessolventização. O solvente por estar submetido a temperatura acima do seu ponto de ebulição é evaporado e aspirado do equipamento, enquanto que a umidade injetada com o vapor direto, em conjunto com o aquecimento proporcionado pelos pisos duplos e o tempo de permanência, promovem a tostagem do material. Após dessolventizado, o farelo recebe de volta a goma retirada do óleo como insumo.

- Etapa 24 - Moagem

O farelo no processo de dessolventização e tostagem dentro do DT, forma grandes bolas compactadas. O produto que não consegue passar pelas peleteiras é então enviado ao moinho que, pelo processo de quebra, reduz estas formações à granulometria desejada.

- Etapa 25 - Secagem

O farelo é transportado para um equipamento constituído de um cilindro inclinado giratório, com vários tubos inseridos no sentido longitudinal, por onde é injetado vapor internamente, sem que entre em contato com o produto. Neste processo o farelo é aquecido para perder umidade.

- Etapa 26 - Peletização

As peletizadoras são equipamentos constituídos de um alimentador, tipicamente uma rosca, um condicionador e um anel vazado, giratório, perfurado em toda sua lateral, contendo dois rolos compressores internos por onde deve passar o material entrante. O farelo, ao passar entre os dois rolos compressores e o anel (matriz) é pressionado contra a parede perfurada e atravessa os orifícios tomando o formato de *pellets*. Esta operação permite obter um produto com maior densidade e favorece a armazenagem e o transporte.

- Etapa 27 - Resfriamento

O farelo peletizado passa pelo equipamento trocando calor e perdendo umidade para o ar ambiente que passa em contracorrente. Esta etapa permite reduzir a temperatura do farelo à temperatura próxima do ambiente para a armazenagem segura do produto.

- Etapa 28 - Armazenagem

O farelo produzido, peletizado ou floculado, é estocado em armazém graneleiro de concreto, fundo plano, limpo e seco, sob temperatura ambiente para posterior carregamento e expedição.

- Etapa 29 - Expedição

O farelo é embarcado com o produto indicado na ordem de carga, em caminhões graneleiros limpos, secos e inspecionados e carregados em área coberta sob uma tulha / depósito e sobre uma balança eletrônica indicativa, através do manejo manual de comportas de controle de fluxo existentes nas bicas de alimentação. Após carregados, os caminhões são enlonados .

- Etapa 30 - Pesagem

Os caminhões carregados e enlonados são pesados para determinação do peso total carregado e faturamento do débito para os clientes.

4. Estudo de caso: Implantação do HACCP e do CEP

Neste capítulo será descrita a aplicação do HACCP (Análise de Perigos e Pontos Críticos de Controle) em todo o fluxo de produção de farelo de soja, apresentado no Capítulo 3. Na sequência, será descrita a aplicação do CEP (Controle Estatístico de Processo) nos pontos críticos de controle (PCC) determinados pelo HACCP.

Implantou-se o HACCP seguindo a estrutura clássica de sete passos recomendada na literatura, conforme já descrito no Capítulo 2 deste trabalho. Antes da aplicação dos sete passos, verificou-se alguns pré-requisitos recomendados para a viabilização da implantação do sistema HACCP. Descrevem-se a seguir esses procedimentos de preparação, importantes para garantir o funcionamento do sistema.

4.1. Alocação de recursos

Formalizou-se o apoio financeiro da diretoria da empresa à implantação do sistema através de uma proposta de investimento, definindo-se uma conta contábil específica para os gastos com o projeto. O montante de recursos destinado à essa conta, com o desenvolvimento do plano, mostrou-se insuficiente frente às modificações que foram necessárias em equipamentos e instalações. Neste ponto foi fundamental o apoio da empresa, que entendeu o caráter imprevisível das ações corretivas na planta, que só foram levantadas com o desenvolvimento do plano de HACCP. Disponibilizou-se, então, novo montante de recursos para finalizar a implantação.

4.2. Formação e treinamento da equipe de implantação

Formou-se uma equipe multidisciplinar responsável pela implantação do processo. O HACCP tem como principal característica o trabalho em equipe. Não deve ser gerido apenas

por um responsável, para que, além de aumentar o comprometimento de todos os setores, aproveite a experiência de um grupo de pessoas de diversas especialidades. A equipe de implantação foi constituída pelos seguinte profissionais: Gerente Industrial, Assistente de Produção, Responsável pelo Controle e Garantia da Qualidade, Encarregado da Manutenção Mecânica, Encarregado da Manutenção Elétrica, Encarregado da Armazenagem, Encarregado da Produção, Técnico de Segurança e o Projetista / Desenhista.

O Gerente Industrial e o Responsável pelo Controle e Garantia da Qualidade submeteram-se a um treinamento específico fora da companhia, numa empresa especializada, para aprender os conceitos de GMP e HACCP. De volta à unidade, estes dois componentes da equipe de implantação repassaram aos demais os conhecimentos adquiridos.

4.3. Treinamento dos demais funcionários

Uma das primeiras decisões do time foi a necessidade de conscientização de toda a fábrica aos novos conceitos. Definiram-se responsáveis para ministrar treinamento para todos os funcionários da empresa. Utilizando-se de diversos recursos audiovisuais, duas pessoas do time revezaram-se nesta tarefa: o Assistente de Produção (engenheiro químico) e a Responsável pela Garantia da Qualidade (técnica química).

Utilizando-se de listas de presença, pôde-se avaliar a frequência dos funcionários ao treinamento, que foi repetido até que todos tivessem participado. Para verificar a eficiência destes treinamentos, desenvolveram-se questionários que foram aplicados uma semana após o treinamento, como maneira de avaliar o aprendizado e de se fazer perceber que estes novos conceitos teriam um valor muito grande dentro da empresa. Aplicaram-se os questionários com a preocupação de caracterizar os setores cujo desempenho era melhor, o que gerou saudável competição entre os setores.

4.4. Melhorias em Boas Práticas de Fabricação (GMP)

O passo seguinte foi melhorar as condições da fábrica no que se refere às Boas Práticas de Fabricação (GMP). Neste item, incluem-se as condições físicas da fábrica, ou seja, os edifícios, as máquinas, o processo e também os costumes e hábitos dos operadores.

Este trabalho mostrou-se muito difícil, pois implica muitas vezes em alterar hábitos pessoais e procedimentos realizados há anos, tanto dentro da fábrica como fora dela. Sabendo-se da diversidade cultural existente entre os trabalhadores, pode-se supor as dificuldades que

se encontra neste trabalho. As alterações de projetos e processo também são de difícil realização, envolvem muito tempo e recursos financeiros.

A metodologia usada para conseguir melhoria nas Boas Práticas de Fabricação foi o uso de auditorias. Fez-se uma primeira auditoria (Auditoria de Diagnose) para avaliar o nível de GMP aplicado na planta naquele momento. De posse destes dados, o time utilizou-se de outra ferramenta, um Plano de Ação, para tratar dos problemas encontrados. Essas duas ferramentas foram muito utilizadas durante todo o processo de implantação e, atualmente, são usadas frequentemente no tratamento de outros problemas, desde segurança industrial até gerenciamento de planos de treinamento. Os aspectos principais levantados nas auditorias foram:

- Edificações, instalações, localização e áreas externas

Avaliaram-se as condições da área fabril, certificando-se de que esteja localizada em área isenta de contaminantes externos, como fumaça, pó e até mesmo livre da possibilidade de enchentes. Avaliou-se o depósito de sucata (quanto à proliferação de pragas), a cobertura do pátio com gramado (para evitar o piso em terra). Verificou-se também se as instalações estavam cercadas com tela para impedir a entrada de animais.

- Pisos, paredes e teto

Neste aspecto o maior problema encontrava-se no piso do armazém de farelo, que não estava em boas condições, e precisou ser todo reformado. Dele foram retiradas as imperfeições causadas pela pá-carregadeira (o farelo é movimentado usando-se uma pá-carregadeira) causadas por anos de uso não controlado. Hoje o operador da pá sabe que não pode danificar o piso com a concha da pá-carregadeira. Este serviço é realizado por terceiros, e todo conserto do piso ou das paredes do armazém são de responsabilidade dessa firma. Esta se revelou uma boa prática, que faz o proprietário da firma contratada exigir de seus operadores o cuidado com o piso e paredes. Outro grande problema foi como fazer a limpeza das treliças do armazém de farelo, pois além de ser um serviço de alto risco, o armazém não pode ser limpo quando há farelo, pois as sujidades vão cair sobre o farelo. O que se fez foi estabelecer uma limpeza semestral com firma especializada. O armazém é totalmente esvaziado antes de cada limpeza, fazendo-se coincidir a data com a parada para manutenção.

- Portas, janelas e ventilação

Vedaram-se com tela todas as aberturas por onde passa o farelo de soja: janelas, portas e dutos de ventilação. Dedicou-se especial atenção ao armazém de farelo, cujas aberturas

foram todas vedadas com tela. As portas seguem padrões específicos de vedação: devem ter menos de um centímetro do batente. Usaram-se fitas de borracha para este fim.

- Dependências de pessoal e refeitório

Quando se exige dos funcionários melhores práticas de higiene, é importante a contrapartida, ou seja, há que se propiciar boas condições de higiene nos banheiros, nos vestiários e no refeitório. Reformaram-se todos os banheiros, substituiu-se os vasos antigos e as paredes foram pintadas. Adequou-se o depósito de alimentos do refeitório e instalou-se porta dupla na entrada.

- Qualidade da água de consumo e processo

A água de processo é obtida através de poços artesianos. Instalou-se uma bomba automática de dosagem de cloro (0,20 ppm). A água potável é comprada em galões de 20 litros, procedimento já implantado antes do HACCP.

- Equipamentos e utensílios

Inibiu-se o uso de utensílios de madeira ou plástico para a manipulação do produto ou qualquer constituinte do produto. Substituiu-se o material destas ferramentas por aço inoxidável.

- Condições do armazenamento e movimentação de produtos e insumos

Toda a movimentação de produtos dentro da fábrica é realizada por transportadores de corrente, correia ou por elevadores de caçambas, exceto na etapa de carregamento de farelo, onde uma pá-carregadeira empurra o farelo para uma bica que alimenta uma fita transportadora.

Para evitar a contaminação do produto por partes que possam se soltar dos transportadores, é importante que se faça uma boa manutenção preventiva e corretiva. Criou-se um procedimento para que os mecânicos, após uma intervenção, certifiquem-se de que nada que foi utilizado na manutenção do equipamento possa ser esquecido dentro (ou próximo do equipamento), evitando contaminar o produto. A Figura 8 ilustra um *check list* que deve ser preenchido após cada intervenção da manutenção.

Para evitar a contaminação do farelo pela pá carregadeira, existe um procedimento formal de higienização da mesma, que será apresentado adiante, e um procedimento de manutenção preventiva para evitar vazamentos. É importante também ressaltar que a pá-carregadeira não realiza nenhum outro tipo de serviço, só trabalhando com o farelo.

MANUTENÇÃO – SEGURANÇA ALIMENTAR

Data: _____

Hora: _____

Equipamento	Problema	Contaminantes											Ambiente	
		Parafusos, arruelas, porcas, ferrageme, ESR, etc.	Óleo lubrificante	Graxa	Pino e contrapino	Elos de corrente	Eletrodos	Restos/pedaços de rolamento	Vedações	Água	Sobras de chapas	EPIs	Recolocação de peças	Limpeza e Organização
Elevadores ()	Revisão ou troca de canecas													
Fitas transportadoras ()	Troca de rolos de carga e descarga, de rolamentos, emenda ou troca da fita													
Redlers ()	Emenda ou troca da corrente de arraste													
	Troca de guias e sobre guias													
	Troca de coroa de acionamento e esticador (motriz e movida)													
	Rolamentos													
Bombas ()	Troca de selo Ou troca de Rotor													
Centrífugas ()	Rolamentos													
Roscas Transportadoras ()	Rolamentos													
	Helicóide													
Quebradores /Alimentadores ()	Ajuste de Biquíni													
	Troca de Rolo													
Laminadores /Alimentadores ()	Ajuste de Biquíni													
	Troca de Rolo													
	Regulagem dos Raspadores													
Expander ()	Auto Cone													

Figura 8 - Extrato de procedimento para checagem de possíveis contaminates após manutenção

- Higiene pessoal

Diversos treinamentos foram utilizados para melhorar a higiene pessoal dos funcionários, desde o corte de cabelo e barba até o cuidado para não trabalhar quando estiver com algum ferimento ou infecção. O fumo é proibido e não se pode levar nenhum alimento para a fábrica. Um setor que se mostrou crítico foi a manutenção mecânica, onde os funcionários tinham como correto que a sujeira de graxa em seu uniforme era inerente ao seu trabalho. Realizou-se um trabalho de conscientização para mudar esses paradigmas, inclusive com sugestões dos próprios mecânicos para resolver o problema. Algumas das sugestões implantadas foram: ceder aos funcionários uma quantidade maior de uniformes (antes eles recebiam 2 jogos a cada seis meses; hoje recebem 5 jogos, prática que se estendeu a todos os funcionários da linha de produção) para facilitar a lavagem, e o uso mais frequente de aventais de couro para serviços onde o contato com a graxa é maior.

- Procedimentos de higienização

Os procedimentos de higienização foram descritos para locais sabidamente suscetíveis à formação de microorganismos. O procedimento para a pá carregadeira, conforme mencionado anteriormente, está ilustrado na Figura 9.

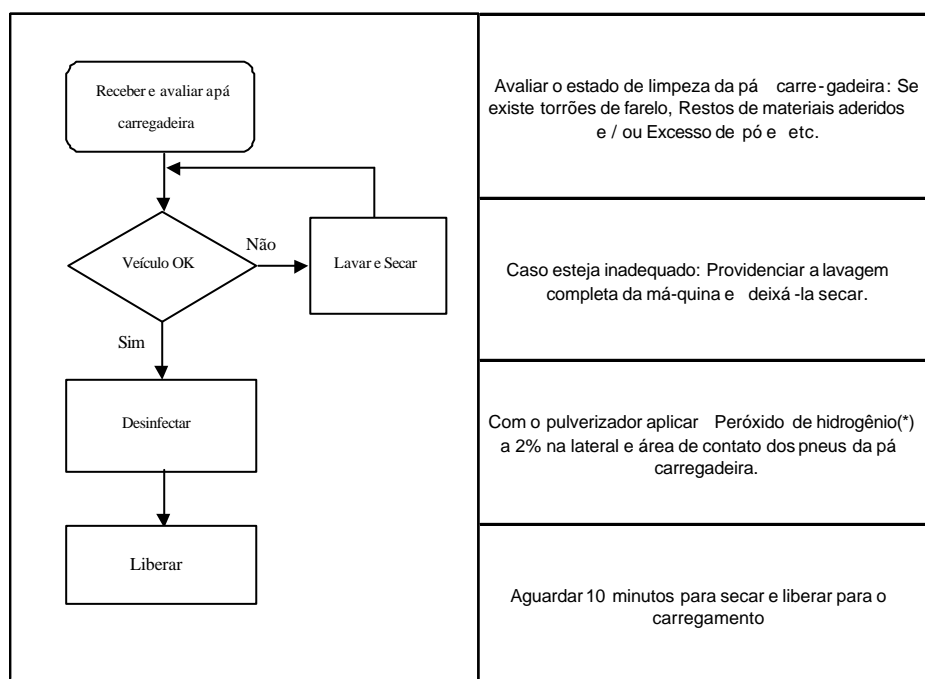


Figura 9 - Extrato da instrução de trabalho para desinfecção da pá-carregadeira

Vários equipamentos tiveram descritos procedimentos de sanitização. A Tabela 12 ilustra um extrato de uma dessas instruções, como exemplo.

Tabela 12 - Extrato de uma instrução de trabalho para limpeza de equipamentos

Equipamento	Como limpar	Frequência	Registro
Fita de alimentacao do silo pulmão (Fita 41)	Remover manualmente, com auxílio de luva de raspa, todos os metais aderidos ao imã.	A cada turno	Planilha de limpeza de imãs da fita 41. (CBA 046)
Quebradores	Remover manualmente, com auxílio de luva de raspa, todos os metais aderidos ao imã.	Diaria, pelo turno A	Planilha de limpeza de imãs dos quebradores. (CBA 024)
Condicionador	Remover as sujidades impregnadas com o uso de espátula	Anual	Planilha de limpeza do condicionador (CBA 022)

- Adequação de uniformes e EPIs

Os uniformes de todos os funcionários que trabalham na fábrica foram remodelados. Os botões das camisas não são mais usados; quando necessário, usa-se velcro. Os bolsos das camisas também foram eliminados. Na calça do uniforme foi colocado um bolso com plástico transparente e fechado com velcro, onde se coloca o crachá. Todos os EPIs (Equipamento de Proteção Individual) usados, como abafadores de ruído e óculos de segurança, são agora obrigatoriamente presos por cordões. Todas estas medidas visam eliminar as contaminações físicas que possam se originar do operador.

- Uso de adornos, jóias e perfume

Todos esses itens são proibidos na produção, inclusive alianças. Antes de entrar na fábrica os funcionários deixam seus pertences pessoais em armários individuais. As mulheres que usam cabelos longos devem usar toucas para prendê-los. As regras valem também para quaisquer visitantes, que deixam seus pertences na Portaria.

- Calibração

Para a calibração dos instrumentos foi montada uma nova sala climatizada específica para este fim. Foi dado treinamento a um electricista para que ele assumisse o cargo de

instrumentista e foram comprados padrões e equipamentos necessários para se proceder as calibrações. A Tabela 13 reproduz a instrução de trabalho que define quais são os instrumentos críticos do processo, isto é, aqueles que devem ser controlados pelo instrumentista. O instrumentista conta ainda com um programa de computador específico para calibração.

Tabela 13 – Relação dos instrumentos críticos para calibração

TAG	PONTO DE MEDIÇÃO	CONTROLA QUAL ETAPA DO PROCESSO
BR-005	Balança Rodoviária	Recebimento /saída de matéria-prima, insumos
TT-70A	Temperatura Domo do (Dt)	Monitora temperatura na saída dos gases
TT-70B	Temperatura do 4º Piso do (Dt)	Monitora temperatura do 4º piso
PI-506	Secador de Óleo	Monitora o vácuo do secador de óleo degomado
TT-160	Condicionador	Monitora a temperatura na saída condicionador
ZI-170	Micrômetro Preparação	Analisa a espessura das laminas dos laminadores
PI-518A	Centrifuga 518 A	Monitora a pressão de saída do óleo degomado
PI-518C	Centrifuga 518 C	Monitora a pressão de saída do óleo degomado
TT-060A	Secador 060 A	Monitora a temperatura do ar quente do KW 60t
TT-060B	Secador 060 B	Monitora a temperatura do ar quente do KW 100t
TT-060C	Secador 060 C	Monitora a temperatura do ar quente do KW 65t
EX-00	Extração	Medições de Explosividade no setor de extração
TT-3	Entrada do Extrator	Monitora a temperatura de miscela entrada do extrator
PI-122	Stripper 122	Monitora o vácuo da coluna terminadora 122
W-001A	Classificação de Grão	Pesa o produto para amostragem no silo
W-001B	Preparação	Pesa o produto para amostragem na preparação
W-001C	Peletização	Pesa o produto para amostragem na peletização
TT-102	Evaporador "C"	Monitora a temperatura da miscela de saída
PI-120	Coluna de Óleo Mineral Quente	Monitora o vácuo coluna de óleo mineral quente

- Controle de pragas

O controle de pragas é feito por uma empresa contratada, que faz a aplicação dos produtos e o monitoramento dos avistamentos de roedores e insetos. A empresa emite relatórios mensais e já está trabalhando como parceira há 2 anos.

- Seleção de fornecedores

Implantou-se uma metodologia de seleção de fornecedores, principalmente dos produtos que poderão entrar em contato com o produto final, como hexano, produtos químicos para geração de vapor, detergentes e graxa alimentícia. A metodologia está ilustrada na Figura 10.

4.5. Descrição do produto

A descrição do produto estudado é importante para que se possa identificar suas características, sua composição, seu uso, seu consumidor e método de conservação. Estas informações serão muito importantes para a determinação dos perigos em cada etapa do

processo. Elaborou-se uma ficha contendo todas essas informações, a qual está ilustrada na Figura 11.

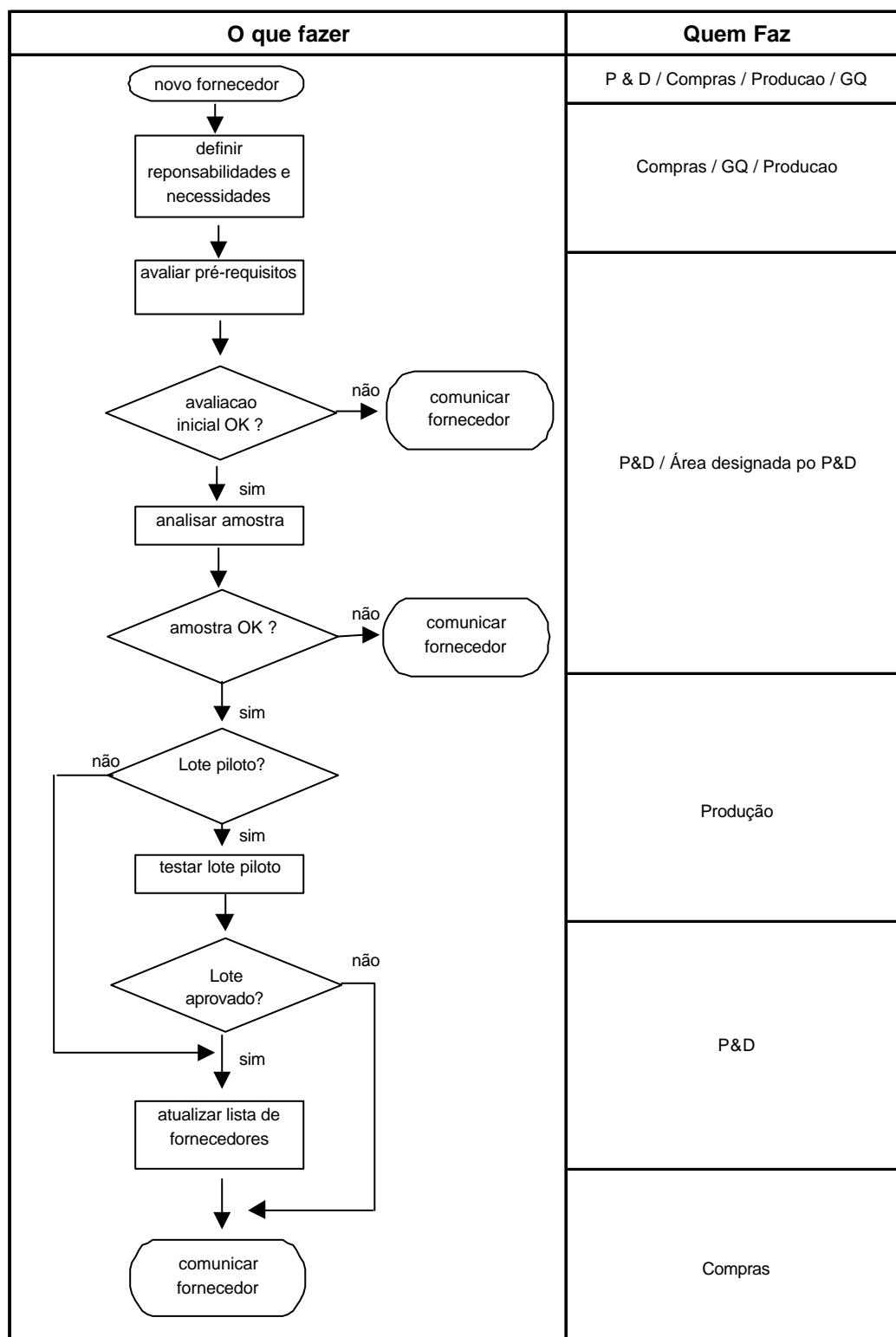


Figura 10 - Procedimento de seleção de fornecedores

DESCRIÇÃO

Tipo do Produto –	<i>FARELO DE SOJA TOSTADO E PELETIZADO</i>	
Especificações do Produto -	<i>Umidade -</i>	<i>12,4 e 12,9%</i>
	<i>Proteína Bruta -</i>	<i>45,6 a 46,2%</i>
	<i>Prot. Sol. Em KOH 0,2% -</i>	<i>80,0 a 85, 5%</i>
	<i>Atividade Ureática -</i>	<i>Máx. 0,15 ΔpH</i>
	<i>Fibra Bruta -</i>	<i>Máx. 7,0 %</i>
	<i>Mat. Mineral -</i>	<i>Máx. 7,0 %</i>
	<i>Extrato Etéreo -</i>	<i>Máx. 2,0%</i>
	<i>Pesticidas-</i>	<i>Aldrin máx. 0,01 ppm</i>
		<i>Dieldrin máx. 0,01 ppm</i>
		<i>DDT máx. 0,05 ppm</i>
		<i>Endrin máx. 0,01 ppm</i>
		<i>Heptacloro máx. 0,01 ppm</i>
		<i>Hexaclorobenzene máx. 0,01 ppm</i>
	<i>Salmonella-</i>	<i>Ausência em 25g</i>
	<i>Dioxina -</i>	<i>Máx. 1pg/g</i>
	<i>Aflatoxina -</i>	<i>B1 e outros 0,05 ppm</i>
	<i>Chumbo -</i>	<i>10 ppm</i>
	<i>Residual de Hexano</i>	<i>1 pg/g</i>

CONSIDERAÇÕES GERAIS

Transporte -	<i>A granel em caminhões enlonados</i>
Validade do Produto -	<i>120 dias a partir da data de fabricação sob condições adequadas de armazenagem</i>
Armazenagem -	<i>Local seco, fresco e livre de pragas</i>
BPF -	<i>Este farelo é produzido segundo critérios de boas práticas de fabricação, estando em consonância com os níveis toleráveis na matéria-prima empregada, estabelecidos pela legislação específica, no que tange a resíduos de pesticidas e contaminantes inorgânicos.</i>

MATÉRIAS-PRIMAS/COADJUVANTES

Matéria-prima -	<i>Soja</i>
Coadjuvantes -	<i>Hexano, Vapor</i>

CONSIDERAÇÕES AO CONSUMIDOR/CLIENTE

Público Alvo -	<i>Indústrias de rações para animais e/ ou consumo direto (principalmente aves e suínos)</i>
Conservação -	<i>Local coberto, seco e ventilado</i>

Figura 11 - Descrição do produto farelo de soja

4.6. Os sete princípios

- Primeiro princípio - Identificação dos perigos e medidas de controle

Os perigos identificados no processo em estudo estão exemplificados na Tabela 15, especificamente para a matéria-prima Soja. As legendas utilizadas vêm apresentadas na Tabela 14. A identificação completa dos perigos e medidas de controle na empresa está apresentada no Anexo 4.

Tabela 14 – Legenda da classificação dos perigos

Classificação dos Perigos:		
Q – Químico	Risco (Probabilidade) :	Gravidade :
F – Físico	B – Baixo	B – Baixa
B - Biológico	M – Médio	M – Média
	A - Alto	A - Alta

- Segundo princípio - Identificação dos Pontos Críticos de Controle

Nesta etapa, a equipe avaliou cada perigo elencado no passo acima, utilizando uma árvore decisória, conforme ilustrada na Tabela 16. Concluiu-se que no processo em estudo existe apenas um PCC, localizado na operação de Dessolventização / Tostagem.

Os códigos utilizados na Tabela 15 são:

- 1 – Coberto por ações de GMP;
- 2 – Coberto por programas paralelos como ISO, fiscalização governamental, etc.; e
- 3 – A responsabilidade desta etapa para eliminação deste perigo é baixa.

Dois perigos foram detectados nesse mesmo PCC. O primeiro, é a contaminação com *Salmonella* proveniente das etapas anteriores. Dado o alto risco de contaminação nas etapas anteriores e a alta gravidade de uma contaminação por esse microorganismo, concluiu-se que na etapa de Dessolventização / Tostagem, o processo de fabricação de farelo de soja tem sua última oportunidade de fazer um tratamento térmico adequado para eliminar a *Salmonella*.

O segundo perigo detectado neste mesmo PCC é a presença do fator anti-tripsina. Tratam-se de compostos presentes naturalmente na soja, os quais inibem a digestibilidade do farelo de soja se não forem tratados adequadamente com calor (ALVES, 2001).

Tabela 15 – Exemplo da análise de descrição dos perigos

Descrição dos perigos e medidas de controle					
Produto / Processo: Soja					
Perigos deste produto:					
Perigo	Descrição	Risco	Gravidade	Procedimento controle atual	Justificativa
F1	Sementes tóxicas – mamona	B	A	Inspeção Visual e rejeição da carga na classificação.	Risco: É baixo por não termos históricos de ocorrências. Gravidade: É Alta pois a ingestão das sementes de mamona em grande quantidade causam náuseas, vômitos, cólicas abdominais, diarreia, nos casos mais graves podem ocorrer convulsões coma e óbito.
F2	Sementes tóxicas – fedegoso.	B	M	Inspeção Visual e rejeição da carga na classificação	Risco: É baixo por não termos históricos de ocorrências. Gravidade: É média pois as sementes de fedegoso ingeridas cruas em grande quantidade são tóxicas podendo provocar degeneração dos tecidos do fígado, coração e pulmão.
Q1	Soja geneticamente modificada (GMO)	B	M	Certificação SGS do Brasil.	Risco: É baixo, por não haver históricos de ocorrência. Gravidade: É média em função de fornecermos o produto para clientes que exigem que seja soja GMO free.
F3	Materiais sólidos provenientes da lavoura ou do transporte.	A	A	Moega retém impurezas grandes - 1º Pré - limpeza retira impurezas médias - 2º Pré - limpeza retira impurezas pequenas - Imãs (fita transportadora de soja, quebra, laminação, peleteiras e fita de alimentação armazém de farelo) retiram excedentes metálicos.	Risco: É alto devido a grande ocorrência , por não haver controle nas etapas anteriores. Gravidade: É alta pois materiais sólidos quando ingeridos podem causar cortes, sangramentos, etc.
F4	Pragas como ratos, baratas, besouros, cascudos	M	A	Moega retém impurezas grandes 1º Pré-limpeza retira impurezas médias 2º Pré-limpeza retira impurezas pequenas Tratamento térmico posterior	Risco: É médio devido não haver programa de controle de pragas implementado nas etapas anteriores: lavoura, transporte e armazenamento. Gravidade: É alta pois pragas transmitem doenças e suas fezes contaminam o produto.
Q2	Soja com inoculante	B	M	Inspeção Visual e rejeição da carga na classificação.	Risco: É baixo por não termos históricos de ocorrências . Gravidade: É Médio pois a soja com inoculante causam paralisia no estômago de suínos e aves.

Tabela 16 - Árvore decisória para determinação do PCC

Perigo	Classificação das observações importantes	A – O controle deste perigo nesta etapa do processo é importante para a preservação do produto?		B – As etapas ou movimentações do processo subsequentes eliminarão ou reduzirão o perigo a níveis aceitáveis?		C – Há procedimentos atuais de controle que eliminarão ou reduzirão o perigo a nível aceitável?		Modificação	PCC
		SIM: vá para B	NÃO: não é PCC	SIM: não é PCC	NÃO: vá para C	SIM: é PCC	NÃO: modificação		
F1	1/2		X						
F2	1/3		X						
Q1	2		X						
F3	3		X						
F4	3		X						
Q2	2/3		X						
Q3	1/2		X						
Q4	3		X						
Q5	3		X						
B1	3		X						
Q6	3		X						
F5	1		X						
Q7	3	X		X					
F6	3		X						
B2	1/3		X						
F7	1/3		X						
Q8	1		X						
F8	1/3		X						
B3	1		X						
Q9	1		X						
B4	1/3		X						
Q10	1		X						
F8	1/3		X						
Q11	1		X						
Q12	1		X						
Q13	1		X						
Q14	1		X						
Q15	1/2		X						
F11	1/3		X						
Q6	1		X						
B5	1/3		X						
Q17	2		X						
Q18	2		X						
Q19	1		X						
Q20	1		X						
Q21	1		X						
B6	Controle da temperatura da massa importante para eliminação deste perigo	X			X	X			PCC 1
Q22	2		X						
Q23	Controle da temperatura da massa importante para eliminação deste perigo	X			X	X			PCC 1
F11	1		X						
Q24	1		X						
F12	1/3		X						
Q25	1		X						
F13	1		X						
Q26	1		X						
Q27	1		X						
B7	1		X						
F14	1		X						
F15	1		X						
Q28	1		X						
B8	1		X						

- Terceiro princípio - Estabelecimento dos limites críticos

Após a determinação do PCC, foram estabelecidos os limites críticos, quando se definiu que a variável de controle no PCC deve ser a temperatura do equipamento, que nunca poderá estar abaixo de 100 °C. O limite crítico estabelecido para a temperatura visa assegurar que os perigos biológicos (*Salmonella*) e químicos (fator anti-tripsina) sejam eliminados nessa etapa. De acordo com a literatura, a resistência térmica da *Salmonella* é de 60°C, por um tempo de 5 minutos. Para inibição do fator anti-tripsina, bem como para melhor funcionamento do equipamento, recomenda-se operar com uma temperatura mínima de 100°C por um tempo mínimo de 15 minutos. Sendo assim, estabeleceu-se como limite crítico para temperatura um mínimo de 100°C, para conseguir, com segurança, eliminar o microorganismo *Salmonella* e desativar o fator anti-tripsina.

- Quarto Princípio – Monitoramento

Após a determinação do PCC e dos seus respectivos limites de controle, estabeleceu-se uma sistemática de monitoramento dessa etapa do processo. Para isso, especificou-se o que deveria ser monitorado, o método a ser utilizado, a frequência de medição, o local (instrumento) onde se faz a monitoração, o responsável e qual a variável de processo medida. Essas informações são disponibilizadas em uma planilha de uso diário dos operadores, a qual está representada na Figura 12.

- Quinto princípio – Medidas corretivas

As medidas corretivas são os procedimentos a serem tomados caso a variável de controle do PCC esteja fora dos limites de controle. São elas:

- ajuste da temperatura, através do aumento da vazão de vapor;
- parar a fábrica, interrompendo a fabricação do farelo de soja, caso a temperatura não se eleve com o aumento da pressão de vapor; e
- segregar o farelo produzido até a próxima leitura dentro do padrão.

Essas medidas também estão descritas na mesma planilha de operação citada no item anterior, representada na Figura 12.

- Sexto princípio – Verificação

Para verificação do HACCP, estabeleceram-se verificações periódicas, as quais são:

- Laboratório:

Controle de Qualidade - Esmagamento de Soja

- Manutenção:

Plano de Lubrificação

Check list de Sanidade alimentar

- Armazenagem:

Controle de Armazenagem da Soja

Controle de descarga da Soja

Controle de Entrada de soja nos Silos Metálicos

Controle de Entrada de soja no Armazém

Controle de Limpeza dos Silos Metálicos

Controle de Limpeza do Armazém de Soja

Controle de Limpeza das Moegas

Controle de limpeza do Silo Pulmão do Tombador

Controle de Limpeza dos Secadores de Soja

Controle de Limpeza do Silo Pulmão da Preparação

Controle de Limpeza das Peneiras de Pré Limpeza

Controle de Inspeção de Contaminantes na Soja Recebida

- Preparação:

Controle da Preparação

Controle de Limpeza dos imãs dos Quebradores

Controle de Limpeza dos imãs dos Laminadores

Controle de Limpeza Secadores e Resfriadores

Controle de limpeza das Expanders

Controle de Limpeza do Condicionador de Soja

Controle de Limpeza Interna dos Laminadores

Controle de Limpeza Interna dos Quebradores

- Extração:

Controle da Extração

Controle de Limpeza da Destilaria

Controle de Limpeza das Centrifugas

Controle de Limpeza do DT

Controle de limpeza do Extrator

Controle de Limpeza da descarga do DT

- Peletização:

Controle da Peletização

Controle de Limpeza do Imã da Peletização

Controle de Limpeza da Imã da Fita de alimentação do Armazém de farelo

Controle de Limpeza Interna da Peletização

- Armazenagem e Expedição de Farelo:

Check-list de Inspeção da Expedição de Farelo

Controle de Limpeza da Tulha de Expedição de Farelo

Controle de Limpeza do Armazenagem de Farelo

Check-list de Inspeção da Pá Carregadeira

Controle de Limpeza e Sanitização da Pá Carregadeira

4.7. Avaliação estatística do PCC

Uma vez detectado que o PCC é o Dessolventizador Tostador, e que a característica de controle é a temperatura do farelo em seu interior, fez-se a avaliação estatística desta característica, utilizando o controle estatístico de processo.

Para tanto, coletaram-se amostras da temperatura da massa em seu interior, durante o período de 15 de fevereiro de 2003 até 14 de março de 2003. Todos os dias foram coletadas 10 amostras, perfazendo um total de 280 observações. As amostras são coletadas por uma interface eletrônica homem-máquina (IHM), que recebe os dados de um sensor de temperatura (PT 100) instalado no sétimo piso do DT, conforme ilustra a Figura 13.

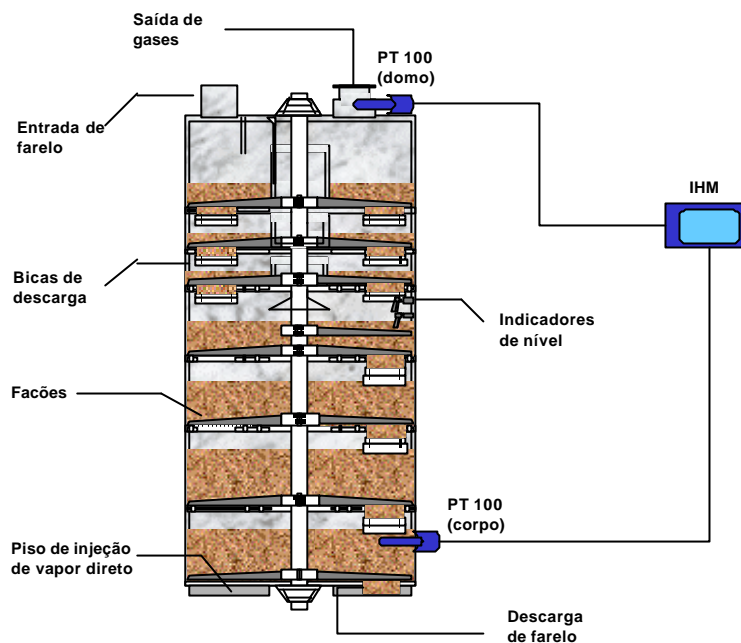


Figura 13 – Desenho esquemático do DT

As observações foram então agrupadas em grupos de 10, formando um conjunto de 28 amostras contendo 10 observações cada uma delas. Dessa maneira, cada amostra representa um dia de produção.

A Tabela 17 apresenta os dados coletados, bem como as médias e amplitudes de cada conjunto e ainda as médias das médias ($\bar{\bar{x}}$) e a média das amplitudes (\bar{R}).

Amostra	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	
Data/Hora	15:2	16:2	17:2	18:2	19:2	20:2	21:2	22:2	23:2	24:2	25:2	26:2	27:2	28:2	1:0	2:0	3:0	4:0	5:0	6:0	7:0	8:0	9:0	10:0	11:0	12:0	13:0	14:0	
23:00	108	108	109	109	109	109	108	109	109	109	109	108	108	109	108	110	109	109	108	109	109	108	108	109	109	108	109	109	109
1:00	108	109	109	109	109	109	109	109	109	109	108	109	109	109	109	109	109	109	109	109	110	109	108	109	109	108	109	109	109
3:00	109	108	109	108	109	109	109	109	108	109	109	110	108	109	108	110	108	109	109	109	109	109	106	109	109	109	109	109	109
5:00	109	107	109	109	108	109	109	109	110	109	109	109	108	109	108	109	109	109	109	109	109	108	109	115	108	108	109	109	
7:00	109	109	109	109	106	109	109	110	109	110	109	108	109	109	108	108	109	108	109	109	109	109	108	108	109	108	109	109	
9:00	109	108	108	108	108	108	109	110	110	110	108	109	108	108	108	108	106	109	107	109	109	109	108	108	107	108	108	109	
11:00	109	109	108	110	107	109	109	108	110	108	109	110	109	109	109	109	109	109	104	109	108	109	108	108	108	108	109	109	
13:00	109	110	109	109	107	108	109	108	110	109	109	115	108	109	108	109	109	109	108	109	108	109	108	109	108	108	108	109	
15:00	109	108	109	109	108	109	109	109	108	108	109	107	108	108	108	108	109	108	108	109	109	109	108	108	109	109	108	108	
17:00	109	109	109	109	108	109	109	109	109	108	109	109	108	109	109	108	109	108	108	108	109	109	108	109	108	109	109	108	
médias	108,8	108,8	108,8	108,8	107,9	108,8	108,8	109,0	109,3	109,9	108,8	109,4	108,8	108,8	108,6	108,6	108,9	108,7	107,9	109,1	109,9	109,2	108,4	109,2	108,3	108,8	108,8	108,9	
amplitudes	1,0	3,0	1,0	2,0	3,0	1,0	1,0	2,0	2,0	2,0	1,0	8,0	1,0	1,0	1,0	4,0	1,0	1,0	5,0	1,0	1,0	3,0	1,0	7,0	2,0	1,0	1,0	1,0	

Tabela 17 – Dados coletados: temperatura corpo do DT

4.7.1. Avaliação do sistema de medição

Para se avaliar a capacidade do sistema de medição proposto, foram realizados testes de Repetibilidade e Reprodutibilidade, segundo o método proposto por Ribeiro e Caten (2000), utilizando outro grupo de amostras. Como pode ser observado na Tabela 18, o sistema pode ser considerado como adequado, uma vez que R&R% é menor do que 30 %.

Tabela 18 – Resumo da análise do sistema de medição

Operador 1	Operador 2	Amplit.
108,0	109,0	1,0
110,0	109,0	1,0
109,0	110,0	1,0
110,0	110,0	0,0
109,0	109,0	0,0
109,0	110,0	1,0

Amplitude média	\bar{R}	0,667
Desvio médio	$\sigma_m = \bar{R} / d_2$	0,560
R&R	$R \& R = 5,15 \cdot \sigma_m$	2,885
	Seja tolerancia = 5 °C	
R&R%	$R \& R\% = \frac{100 \cdot R \& R}{Tolerância}$	28,852

4.7.2. Tabela de frequências e histograma

O passo seguinte no tratamento desses dados foi a elaboração de um histograma. Para isso foi utilizado o recurso Tabela Dinâmica do Word, que apresentou os seguintes resultados, dispostos na Tabela 19.

Tabela 19 – Tabela de frequência dos dados Temperatura Corpo DT

Contagem de Temp C	
Temp C	Total
104-104	1
106-106	3
107-107	6
108-108	72
109-109	181
110-110	15
114-115	2
Total Global	280

Utilizando-se os dados da tabela de frequência, construiu-se um histograma, representado abaixo na Figura 14. Através da figura, constata-se visualmente a aderência dos dados a uma distribuição Normal.

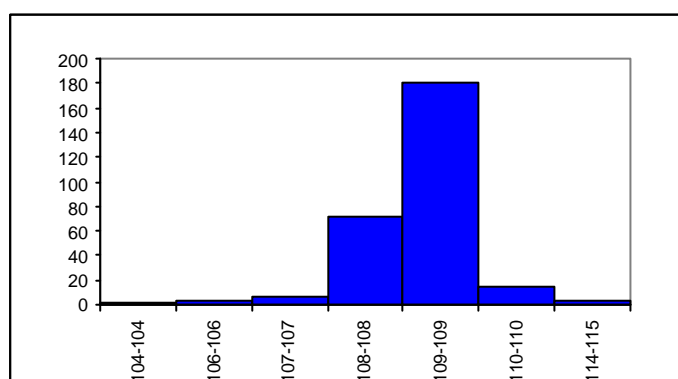


Figura 14 – Histograma dos dados Temperatura do Corpo do DT

4.7.3. Cartas para média e amplitude

Uma vez que através do histograma pôde-se concluir que os dados seguem uma distribuição de frequência do tipo Normal, deu-se prosseguimento à análise, plotando-se os gráficos da média e amplitude, representados nas Figuras 15 e 16.

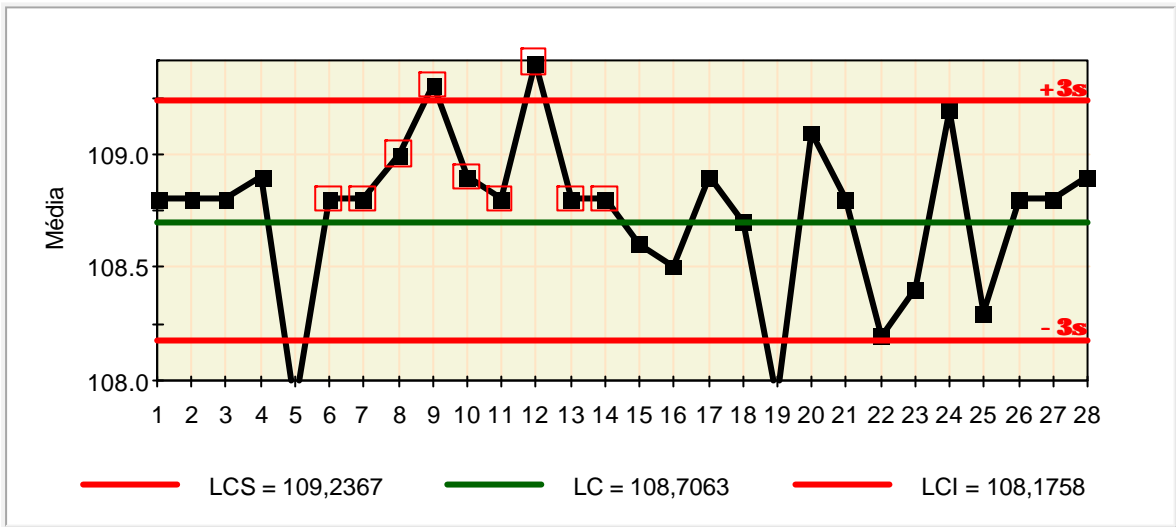


Figura 15 – Carta da média

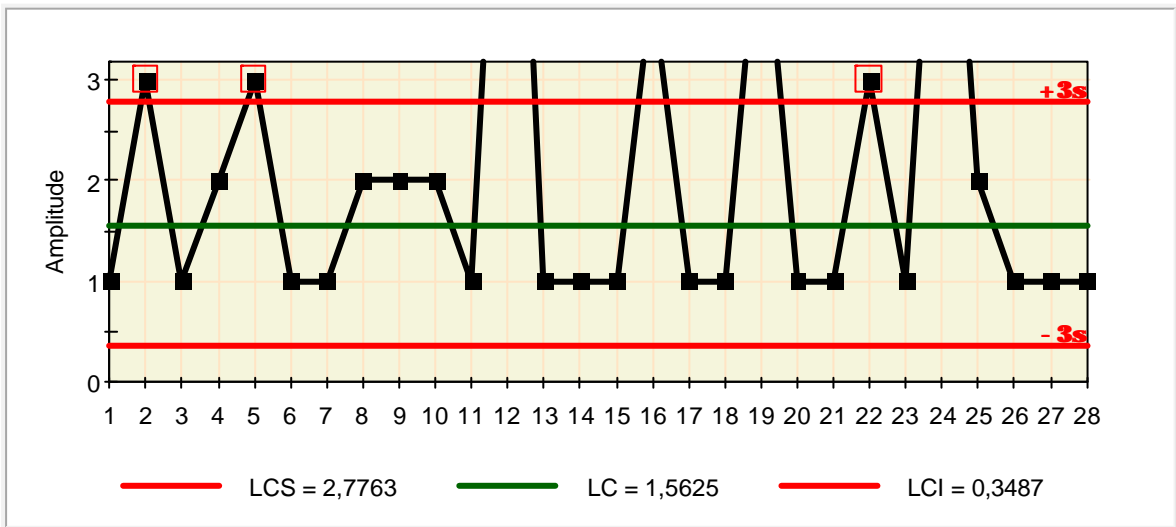


Figura 16 – Carta da amplitude

4.7.4. Avaliação da capacidade do processo

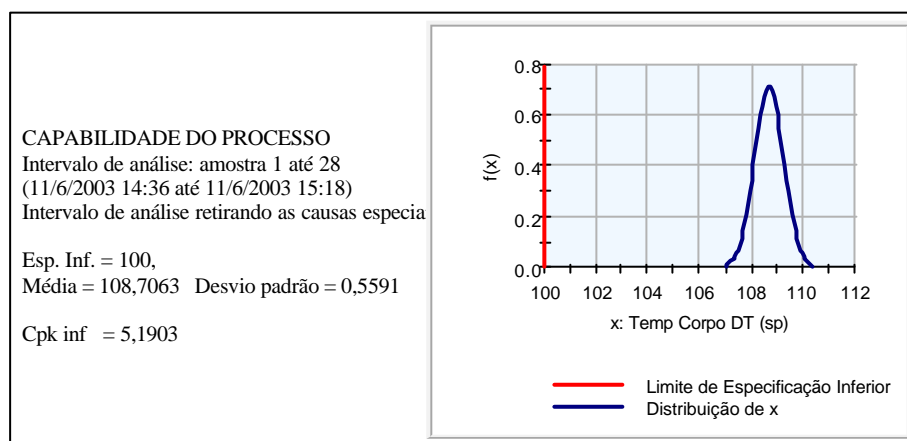
As análises de capacidade foram conduzidas utilizando-se o *software* PROCEP. Foram identificadas 12 causas especiais, todas devidas às paradas da instalação, quando o equipamento é parado por algum motivo e precisa de uma relargada. Nessa situação pode

ocorrer: (i) diminuição da temperatura do equipamento, quando falta vapor devido um problema na geração de vapor; ou (ii) Aumento da temperatura do equipamento, quando a parada é causada por outro motivo que não seja a falta de vapor. Neste caso o aquecimento do equipamento continua, por motivos de segurança e facilidade de relargada. Como não há entrada de massa para dessolventização, naturalmente ocorre o sobreaquecimento.

As amostras que representavam baixas temperaturas quando a fábrica estava parada foram retiradas da análise (antes da tabulação), pois efetivamente não representam o processo em funcionamento. Também não representam risco para a sanidade alimentar, pois o farelo não está sendo produzido nessas circunstâncias.

A Figura 17 apresenta os resultados da análise de capacidade do processo, após a retirada das causas especiais, utilizando o *software* PROCEP.

Figura 17 – Capacidade do processo



A análise mostra que o processo é capaz. Atende às especificações (maior é melhor) de se manter sempre acima de 100°C. Porém, uma análise que leva em conta não somente a sanidade alimentar mas também o consumo de energia térmica, mostra que o processo está com um “coeficiente de segurança” muito alto, isto é, embora atenda ao critério de se manter acima da temperatura segura (em termos alimentares), trabalha com excesso de temperatura.

Quando se leva em conta o consumo de vapor deste equipamento, que é o maior em uma instalação de extração por solvente, é inevitável a constatação de que o processo pode ser melhorado, estabelecendo-se também um limite superior de temperatura. A definição de

novos limites, portanto, tem o objetivo de proporcionar a esta etapa de processo uma operação mais econômica.

Uma nova definição desses limites poderia ser:

LCI – 100°C;

Alvo – 105°C;

LCS – 110°C.

Reavaliando-se o processo sob esta ótica, tem-se como resultado um processo potencialmente capaz, mas deslocado para a direita, como pode ser observado na Figura 18. Para tornar o processo capaz, basta redefinir o *set-point* no controle da temperatura. Fixando-o em 105 °C, o sistema tem capacidade de atender as especificações sanitárias e, ao mesmo tempo, trabalhar de uma maneira mais econômica.

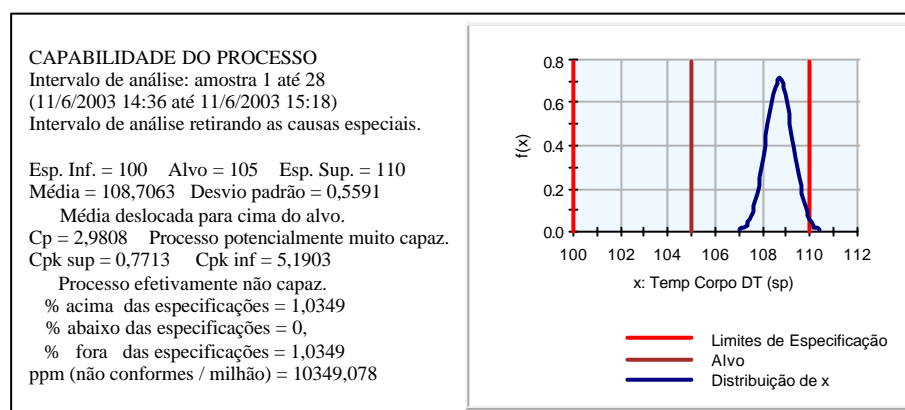


Figura 18 – Capabilidade do processo após inserção de novos limites

4.7.5. Comportamento da umidade do farelo do DT

Uma alternativa de análise do DT, embora a proposta principal seja o controle da temperatura, consiste na análise da umidade do produto na descarga deste equipamento. Foram coletadas amostras de 2 em 2 horas, as quais foram analisadas no laboratório (em estufa) e reagrupadas em 10 amostras de 5 observações cada, conforme apresentado na Tabela 20.

Tabela 20 – Amostras da umidade do farelo na saída do DT

Amostra/hora	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
0,33	15,79	15,32	16,20	14,90	14,75	15,91	15,16	17,21	16,07	16,43
0,42	16,22	15,84	16,22	16,36	16,08	16,49	16,70	16,24	16,45	16,53
0,50	15,90	15,42	16,32	16,80	16,04	14,00	14,97	16,42	15,78	16,31
0,58	15,45	16,01	15,09	15,16	15,77	16,29	16,14	16,35	16,28	16,51
0,67	15,86	16,25	15,39	15,91	17,04	16,00	16,26	15,65	15,56	17,02

Fez-se então um histograma para verificar a distribuição de probabilidade, a qual se caracterizou, em análise visual, como Normal. A Tabela 21 apresenta a distribuição dos dados e a Figura 19 apresenta o histograma.

Tabela 21 – Distribuição dos dados da umidade do DT

Contagem de Umidade DT	
Umidade DT	Total
14-14,3	1
14,6-14,9	1
14,9-15,2	5
15,2-15,5	4
15,5-15,8	5
15,8-16,1	10
16,1-16,4	13
16,4-16,7	6
16,7-17	2
17-17,3	3
Total Global	50

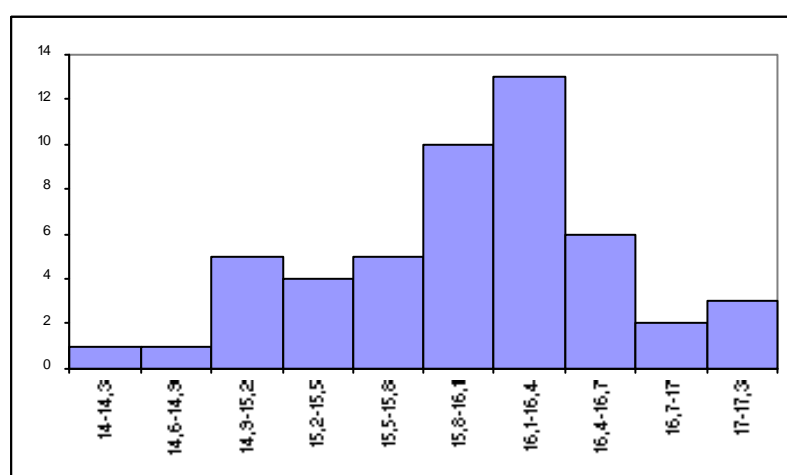


Figura 19 – Histograma dos dados umidade DT

Analisou-se então, mais uma vez utilizando o PROCEP, as cartas de média e amplitude desses dados, que estão apresentadas nas Figuras 20 e 21.

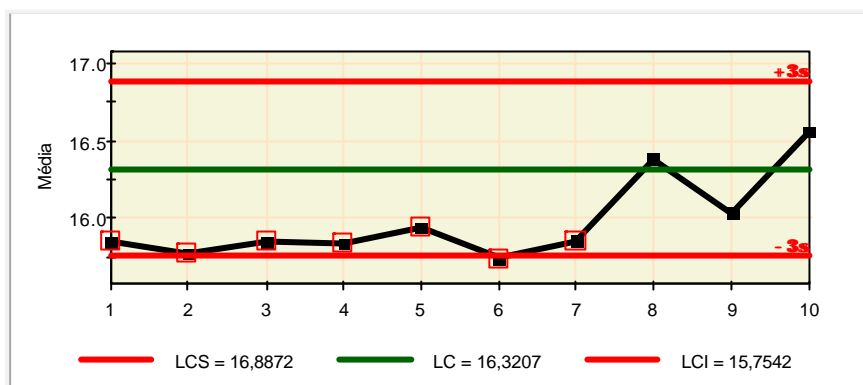


Figura 20 – Carta da média para dados umidade do DT

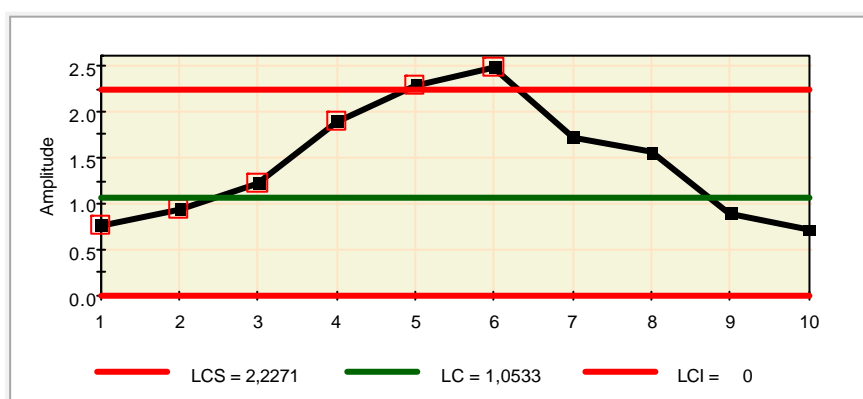


Figura 21 – Carta da amplitude para dados umidade do DT

O mesmo software gerou ainda os dados de capacidade do sistema, após a eliminação das causas especiais, onde se pode observar (apesar de esse ser um estudo bastante preliminar) que o processo é capaz mas, confirmando a análise da temperatura feita anteriormente, apresenta sobreaquecimento desnecessário, o que pode ser visualizado na Figura 22.

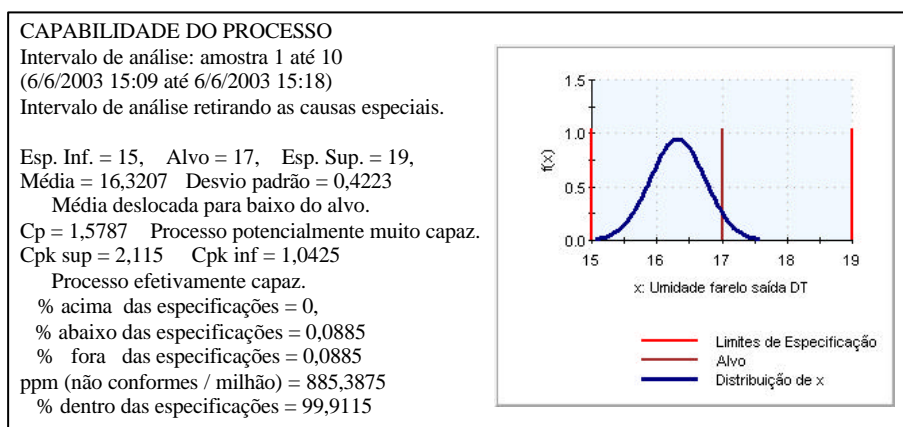


Figura 22 – Análise de capacidade do processo de Secagem do Farelo no DT.

4.7.6. Melhorias obtidas com a implantação do CEP e HACCP

Um dos objetivos desse trabalho era obter melhorias nos índices que avaliam o processo de extração por solvente. Estes índices serão agora discutidos e comparados com seus valores históricos. A média ponderada anual de cada um deles está apresentada na Tabela 22. A evolução mensal de cada um desses índices está apresentada em gráficos (acrescidos de regressão linear) que serão comentados a seguir, evidenciando o caráter de melhoria contínua exigido nas implantações de HACCP e CEP.

O HACCP foi implantado no ano de 2001 e recertificado (verificado por entidade autônoma) em 2002 e 2003.

No ano de 2002 a empresa também começou a implantação da norma Isso 9000, obtendo a certificação no final do mesmo ano. Pode-se afirmar que este trabalho também influenciou positivamente nos dados apresentados a seguir.

Tabela 22 – Índices de desempenho para uma Extração de Óleo

Índice Avaliado	Ano 2000	Ano 2001	Ano 2002	Ano 2003
Percentual de paradas (%)	8,56	7,86	5,75	3,02
Consumo hexano (L/T)	2,41	1,98	1,79	1,82
Consumo vapor (Kg/T)	328,82	296,36	304,09	288,22
Consumo energia elétrica (KwhT)	38,71	38,13	38,90	35,52
Residual de óleo no farelo (%)	1,95	1,96	1,99	1,87
Urease (mgN/g/min)	0,05	0,06	0,05	0,06
Umidade do farelo estufa (%)	12,81	12,72	12,57	12,65
Proteína solúvel	83,12	83,79	81,14	83,27

- Percentual de paradas para manutenção corretiva e preventiva

O processo estudado tem a característica de operar durante 24 horas por dia, durante onze meses ao ano. Assim, o percentual de paradas é um número muito significativo nessa instalação. O resultado do último ano, após a implantação da HACCP e CEP, mostra significativa evolução. De um resultado de 8,56% de paradas obtido em 2000, chegou-se a 2003 com apenas 3,02%. O *benchmark* interno para este índice é 3%. A redução mensal está apresentada na Figura 23. É importante observar que a diminuição das paradas de fábrica é o procedimento recomendado para a eliminação das causas especiais.

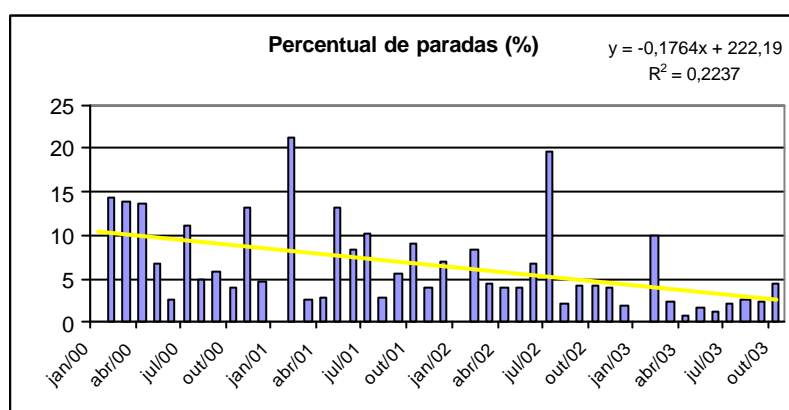


Figura 23 – Redução do percentual de paradas

- Consumo de hexano

O consumo de hexano em uma extração de óleo é um índice que, mesmo não tendo mais a importância econômica que tinha há alguns anos (pois seu preço foi reduzido), é capaz de fornecer uma imagem geral de como está o funcionamento da planta. Para que o consumo seja baixo, é necessário que todas as principais operações do processo estejam funcionando bem. Partindo de um consumo de 2,41 em 2000, chegou-se a 2003 com consumo de 1,82 litros por tonelada de soja processada. Como o ano ainda não terminou, espera-se alcançar o mesmo resultado do ano anterior. O consumo nesta planta não pode ser considerado bom quando comparado a outras fábricas, mas a causa desse problema é conhecida internamente e depende da troca de um equipamento, o que não é objetivo desse trabalho. Mesmo assim, o consumo tem-se reduzido no último ano, como pode ser observado na Figura 24.

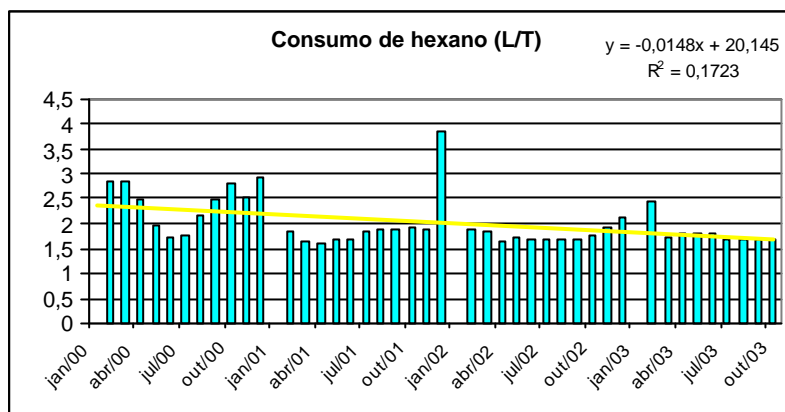


Figura 24 – Diminuição do consumo de hexano

- Consumo de vapor

O consumo de vapor é importante devido o combustível para a geração de vapor ser atualmente um dos principais geradores de gasto numa extração de óleo. Este índice também mostra redução na média anual e mensal, como pode ser observado na Tabela 22 e na Figura 25.

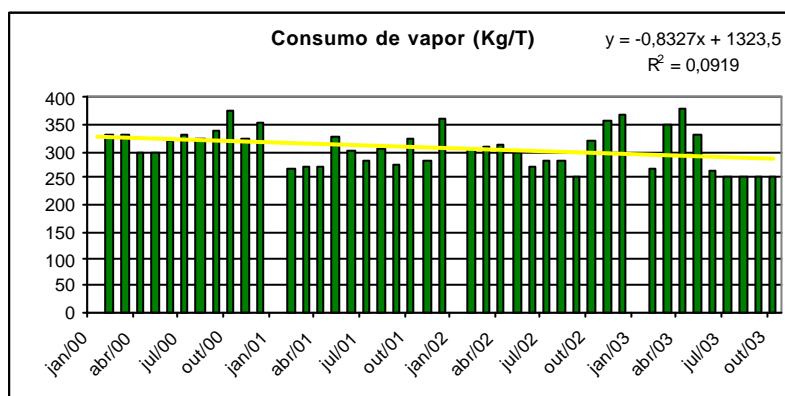


Figura 25 – Redução no consumo de vapor

- Consumo de energia elétrica

Redução significativa no ano de 2003, como pode ser visto na figura 26.

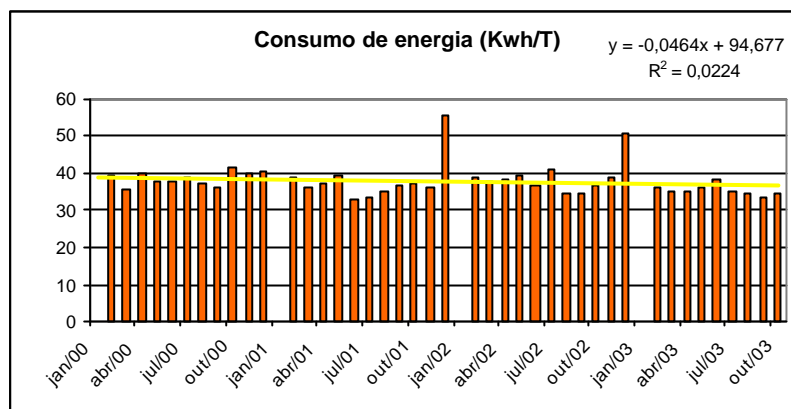


Figura 26 – Redução no consumo de energia elétrica

- Teor de óleo no farelo produzido

A análise do residual de óleo que permanece no farelo é importante porque dimensiona a eficiência da extração por solvente. Quanto maior o teor de óleo presente no farelo, maior é a perda da planta, pois o óleo tem o preço de venda maior do que o farelo. Portanto, pequenos ganhos são significativos quando se tem em mente que a quantidade processada é muito grande. Também neste índice nota-se melhoria, principalmente no último ano, como pode ser observado na Figura 27.

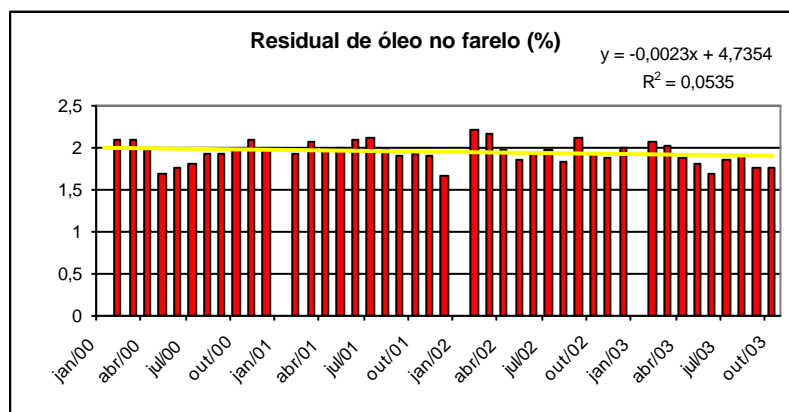


Figura 27 – Redução do teor de óleo no farelo final

- Urease

Esta análise é capaz de dimensionar como está a tostagem do farelo para eliminação do fatores anti-nutricionais (anti-tripsina). Os números mostram que a planta sempre trabalhou com valores seguros (menores que 0,10 mgN/g/min). No entanto pode-se observar uma tendência de diminuição nos valores (aumento da tostagem), o que pode ser explicado por um melhor controle que está ocorrendo no PCC, como apresentado na Figura 28.

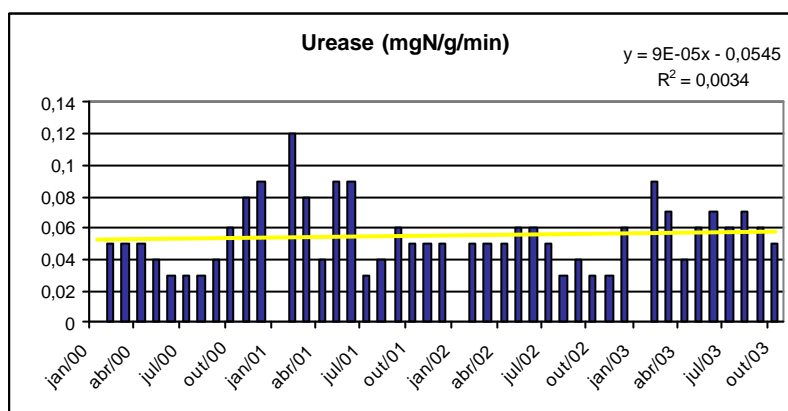


Figura 28 – Urease do farelo produzido

- Umidade do farelo produzido

Controlar a umidade do farelo produzido é importante para sua conservação, por reduzir a quantidade de água disponível e, conseqüentemente, o crescimento microbológico. Além disso, é importante pois, se o farelo está muito úmido, o produto não é aceito pelos consumidores finais. As médias anuais não mostram diferenças, mas na Figura 29, onde estão apresentadas as médias mensais, pode se observar importante diminuição da variabilidade das análises. Esse resultado foi um dos mais importantes para a instalação, pois conferiu ao produto final um ganho de confiabilidade muito grande para os clientes.

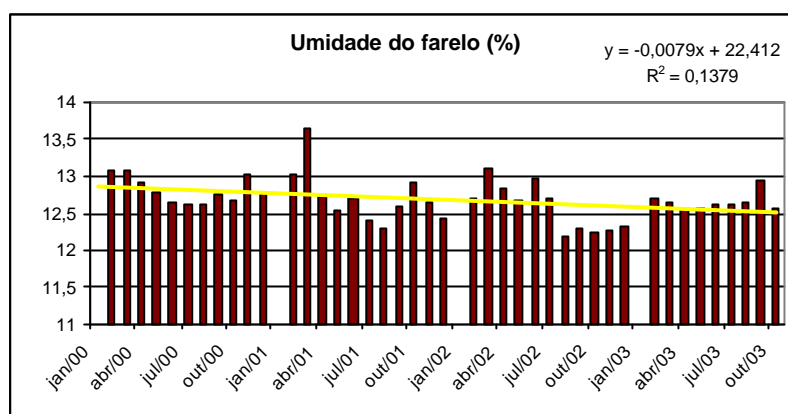


Figura 29 – Diminuição da variabilidade na umidade do farelo

- Proteína solúvel em KOH

A proteína solúvel está relacionada com a quantidade da proteína ingerida será realmente absorvida pelos animais que a utilizam. Cada dia mais, os clientes dão maior importância a esta característica. A exigência é que não seja menor que 80%. Os dados da Tabela 22 ilustram que a planta trabalha com números seguros nesta característica, não apresentando grande mudança, o que significa que a tostagem não está sendo realizada com excesso de temperatura.

A princípio, os índices que parecem estar mais intimamente relacionados com a implantação do HACCP e do CEP são os resultados de umidade do farelo e urease, pois eles dependem diretamente do bom funcionamento do DT, onde está o PCC. Porém é preciso entender que em uma instalação como a que foi estudada, a maioria dos índices de performance estão correlacionados. O consumo de solvente, por exemplo, é influenciado, entre outros, pela temperatura do DT e pelo percentual de paradas (uma fábrica que pára pouco gasta pouco solvente, pois se expõe menos às situações críticas de controle presentes nas relargadas). A implantação das novas metodologias descritas nesse trabalho proporcionou à planta maior estabilidade, o que é fundamental para a melhoria de qualquer índice de controle, desde os custos de produção até a qualidade dos produtos finais.

4.7.7. Resumo do capítulo

Neste capítulo, descreveu-se os passos seguidos na implantação da HACCP numa planta produtora de farelo de soja. Foram descritas as etapas de preparação, a formação da

equipe de implantação e as melhorias nas edificações e equipamentos. Todos os documentos criados para desenvolvimento da metodologia foi exemplificada em tabelas, figuras ou anexos.

Discutiu-se a determinação do PCC, que nesse caso só ocorreu em uma etapa, a Dessolventização / Tostagem do farelo. Esperava-se, no início dos trabalhos, que fosse encontrada uma quantidade maior de PCCs, dada a grande quantidade de etapas do processo. No entanto, isso não foi observado: todas as etapas foram adequadamente detalhadas pela equipe de implantação e a conclusão a que se chegou foi da presença de apenas um PCC.

Apresentou-se também a análise estatística do PCC. Esta mostrou que o processo é capaz, mas está operando com uma margem de segurança muito grande, desperdiçando energia térmica, o que não pode ser desconsiderado numa indústria na qual o combustível para geração de energia representa um dos maiores custos na produção.

Apresentaram-se, a seguir, as melhorias conseguidas nos índices de performance da planta.

5. Conclusão

Este trabalho discutiu a implantação conjunta da HACCP e de técnicas estatísticas (CEP) numa fábrica produtora de farelo de soja. Inicialmente, foi realizada uma pesquisa bibliográfica, a qual contemplou conceitos de metodologia para pesquisa, microbiologia, tecnologia de alimentos, HACCP e CEP. A pesquisa em microbiologia e tecnologia de alimentos foi necessária para se facilitar a determinação dos perigos de contaminação do farelo produzido e, mais ainda, capacitar os profissionais envolvidos a propor formas de evitá-las. A pesquisa em HACCP e CEP objetivou dar suporte e segurança na implantação dessas metodologias.

Após, foi descrito o processo de produção de óleo e farelo de soja, sendo que este trabalho concentrou-se na produção do farelo de soja, uma vez que o óleo produzido nessa planta não se destina ao consumidor final, mas será enviado à outra unidade da empresa para refino. Todo o processo foi descrito, etapa fundamental na discussão, que viria adiante, dos perigos presentes em cada etapa. O conhecimento de cada etapa do processo, em detalhes, pela equipe de implantação, é condição fundamental para a discussão dos perigos, visto que a equipe multidisciplinar não estava, em sua totalidade, familiarizada com o processo, seu controle e suas características principais.

Durante esta etapa também foram desenvolvidos os treinamentos, externos e internos, para os participantes da equipe de implantação e para os demais funcionários da planta. Os treinamentos iniciaram com a implantação das Boas Práticas de Fabricação, etapa de difícil execução, pois implica na mudança de costumes de pessoas que a anos trabalham com a idéia de que o fazem corretamente. A inserção de novos conceitos de higiene no trabalho, por exemplo, é assunto delicado e deve ser feita com cuidado, sob pena de afastar os

trabalhadores do objetivo final, seja por se sentirem constrangidos ou mesmo por não acreditarem na proposta.

Instalações prediais também necessitaram de mudanças, como por exemplo a colocação de barreiras físicas de contenção para pragas e pássaros. Neste aspecto, é fundamental que haja o compromisso da alta direção para alocação de verbas para reformas e modificações em equipamentos.

A seguir foi elaborado o estudo de caso, onde se promoveu a implantação da HACCP no processo e a aplicação do CEP nos pontos críticos de controle determinados. No processo em estudo foi determinado apenas um PCC, apesar das extensas discussões a respeito. Questionava-se porque, num processo tão complexo, só haveria um PCC. No entanto a conclusão inicial (apenas um PCC) prevaleceu.

Com a análise estatística dos PCCs, inaugurou-se nessa planta uma nova visão de como gerenciar o processo. Os conceitos do CEP possibilitaram uma nova maneira de se enxergar o controle do PCC, possibilitando até mesmo uma extrapolação para a redução dos custos da planta. Embora esse trabalho só discuta a análise estatística para o PCC, ficou inculcada na planta a possibilidade do uso do CEP em várias outras etapas do processo.

O uso do CEP nos pontos críticos de controle, confere à HACCP uma possibilidade de avaliação quantitativa desses pontos, uma característica que enriquece a metodologia HACCP.

O objetivo principal desse trabalho, a implantação da metodologia HACCP foi alcançado. Os conceitos da HACCP foram completamente aceitos no dia a dia da fábrica, e todos os funcionários estão familiarizados com seus conceitos. No caso do CEP, seu uso é limitado aos engenheiros da planta.

Outro objetivo desse trabalho tratava-se da certificação, por uma instituição internacional, em HACCP. Esse objetivo também foi atingido: a HACCP foi avaliada por dois anos seguidos de maneira satisfatória. O certificado da auditoria está apresentado no Anexo 4.

Um terceiro objetivo era preparar a fábrica para conseguir a certificação na norma ISO 9001 e na norma ISO 14000. Atualmente a planta possui a certificação ISO 9001:2000, pelo segundo ano consecutivo (Anexo 5). Os trabalhos para a certificação ISO 14000 estão adiantados: já foram levantados todos os aspectos ambientais, toda a legislação ambiental vigente está sendo atendida e planeja-se submeter a instalação à uma auditoria em fevereiro de 2004. Para isso muitas obras para adequação do parque fabril estão sendo executadas,

como por exemplo a construção de uma nova estação de tratamento de efluentes, bacias de contenção para os tanques de óleo e combustíveis e locais adequados para a deposição de ácidos, lubrificantes e gases em cilindros. O desenvolvimento desses programas após a implantação da HACCP foi muito importante para a melhoria dos resultados da planta, ou seja, certamente os bons resultados decorrem também dessas melhorias, e não apenas do HACCP.

Finalmente, almejava-se proporcionar à fábrica melhoria em seus índices de desempenho, o que foi conseguido e demonstrado através da análise da evolução dos resultados da planta.

Pesquisas futuras

A aplicação do CEP no PCC encontrado criou no processo estudado uma nova possibilidade de controle. Uma continuação desse trabalho seria dada na forma da continuação da implantação do CEP nas demais etapas do processo de extração de óleo vegetal. Outra possibilidade seria a implantação da HACCP na linha de fabricação de óleo degomado.

A metodologia HACCP pode ser ainda melhorada com a adição de métodos quantitativos de análise de sua eficiência. Estabelecer uma metodologia de controle do nível de contaminação em cada etapa, objetivando sua redução sistemática, seria uma grande adição de valor à metodologia apresentada nesse trabalho.

Analogamente, o estudo de técnicas preditivas para a determinação de contaminações, utilizando modelos matemáticos, traria ao modelo apresentado possibilidades de redução de gastos, pois apontaria com maior segurança onde devem ser aplicados recursos e esforços.

Bibliografia

- AKTERIAN, S. *et al.*; Risk analysis of thermal sterilization process. **International Journal of Food Microbiology**, v 47, 51-57, 1999.
- ALMEIDA, R.C.C., MATOS, C.O., ALMEIDA, P.F., Implementation of a HACCP system for on-site hospital preparation of infant formula. **Food Control**, V 10, p 181-187, 1999.
- ALVES, M.F.C.C., **Avaliação metabólica de vacas leiteiras alimentadas com grão de soja cru e tratado com calor**. Porto Alegre, 2001. Dissertação (Mestrado em Ciências Veterinárias). Faculdade de Veterinária, Programa de Pós-Graduação em Ciências Veterinárias, Universidade Federal do Rio Grande do Sul.
- AQUARONE, E. *et al.* **Tópicos de microbiologia**. São Paulo, Edgard Blucher, 1975.
- BAFFI, M.AT., Métodos de Pesquisa: Um estudo Introdutório.
<http://www.pedagogiaemfoco.pro.br/met02a.htm>, capturado em 23 de março de 2003.
- BARROS, A.J.P., LEHFELD, N.A.S., Um guia para inicialização científica. São Paulo, McGraw Hill, 1986.
- BERENDS, B.R., KNAPEN, F., MOSSEL, D., BURT, A., SNIJDERS, J. *Salmonella spp* on pork at cutting plantis and the retail level and influence of particular risk factors. **International Journal of Food Microbiology**, v.44, 207-217, 1998.
- BORCH, E., NESBAKKEN, T., CHRISTENSEN, H., Hazard identification in swine slaughter with respect to foodborne bacteria. **International Journal of Food microbiology**, V 30, p 9-25, 1996.
- CESARI, D.L., NASCIMENTO, E.R. **Análise de Perigos e Pontos Críticos de Controle**. Sociedade Brasileira de Ciência e Tecnologia de Alimentos, segunda edição, Manual Série Qualidade, Campinas, 1995.
- CIAPARA, I.H., NORIEGA-OROZCO, L.O. Mandatory aspects of the seafood HACCP system for USA, Mexico and Europe. **Food Control**, v.11, 225-229, 2000.
- CODEX ALIMENTARIUS COMMISSION, **Food Hygiene – Basic Texts**. Secretariat of the joint FAO/WHO Food Standards Programme, Rome, 1999, 58 p.
- CORLEY, R.H.V. *et al.*; **Oil Palm Research**. Netherlands, Elsevier, 1976.

- DOUGLAS, H. J. HACCP principles can work effectively in a feed mill. **Feddstuffs**, v.73, i 19, p 27, 2001.
- DRUMONT, REGINA C. Qualidade Total – O Homem Fator de Sucesso. Belo Horizonte: Mazza Edições, 1991.
- ERICKSON, D. R. *et al.* **Handbook of Soy Oil Processing and Utilization**. Saint Louis, AOCS & ASA, Sexta edição, Cap 2, pg. 13, 1992a.
- ERICKSON, D. R. *et al.* **Handbook of Soy Oil Processing and Utilization**. Saint Louis, AOCS & ASA, Sexta edição, Cap 4, 1992b.
- GARCIA, M.D., **Uso integrado das técnicas de HACCP, CEP e FMEA**. Porto Alegre, 2000. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção). Escola de Engenharia, Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal do Rio Grande do Sul.
- GAVA, A. J. **Princípios da Tecnologia de Alimentos**. São Paulo, Livraria Nobel, 1977.
- HARRINGTON, H. J. **O Processo de Aperfeiçoamento**. São Paulo – McGraw-Hill, 1998.
- HARTOG den, J., Feed for food: HACCP in the animal feed industry. **Food Control**, V 14, p 95, 2003.
- HINGLEY, A. Focus on food safety. **FDA Consumer**, v.31, Issue 6, p8,4p, 1997.
- HOLANDA, V.B.; RICCIO, E.L., A Utilização da Pesquisa Acao para Perceber e Implementar Sistemas de Informações Empresariais.
<http://www.tecsi.fea.usp.br/riccio/tac/pdf/art-pesacao.pdf>, capturado em 20 de março de 2003.
- HOORNSTRA, E., NOTERMANS, S. Quantitative microbiological risk assesment. **International Journal of Food Microbiology**, v.66, 21-29, 2001.
- HULEBAK, K.L., SCHLOSSER, W. Hazard Analysis and Critical Control Point (HACCP) History and Conceptual Overview. **Risk Analysis**, v.22, No 3, 2002.
- JUNEJA, V., SNYDER, O., MARMER, B. Thermal destruction of Escherichia coli O157:h7 in beef and chicken: determination of D- and z- values. **International Journal of Food Microbiology**, v.35, 231-237, 1997.
- JURAN, J. M., GRZYNA Jr., F. M., BINGHAM Jr., R. S. **Quality Control Handbook**. V1 edition. New York: McGraw-Hill Co., 1991.
- JURAN, J. M., GRZYNA Jr., F. M., BINGHAM Jr., R. S. **Quality Control Handbook**. V2 edition. New York: McGraw-Hill Co., 1991.
- KURTZWEIL, P. A year of food safety accomplishment. **FDA Consumer**, v.32, issue 5, p 8 , 1998.
- LUBBEN, RICHARD T. **Just in time**. São Paulo – McGraw-Hill, 1989.

- MAZZOCCO, M.A. HACCP as a business management tool. **American Journal of Agricultural Economics**, V 78, i 3 p 770, 1996.
- McMEEKIN, T.A., ROSS, T. Predictive microbiology: providing a knowledge-based framework for change management. **International Journal of Food Microbiology**, v.78, 133-153, 2002.
- MORETTO, E., FETT, R.; **Óleos e Gorduras Vegetais: Processamento e Análises**. Florianópolis, Editora da UFSC, Segunda edição, 1989.
- NAKASHIMA, S.M.K. *et al.* Aspectos básicos da microbiologia preditiva. **Braz. Journal Food Technology**, n. 33, 2000 (revisão).
- NORTON, C. Conducting a hazard analysis: HACCP step-by-step part V. **Food Management**, V 37, i 8 p 58, 2002b.
- NORTON, C. Some other common hazards: HACCP step-by-step part VII. **Food Management**, V 37, i 10 p 70, 2002c.
- NORTON, C. Taking it step-by-step part I: If managing food safety is one of responsibilities, a HACCP program is probably in your future. **Food Management**, V 37, p 52, 2002a.
- NORTON, C. You've got to measure to manage: HACCP step-by-step part IX. **Food Management**, V 38, i 1 p 58, 2003.
- NOTERMANS, S., MEAD, G.C., Incorporation of elements of quantitative risk analysis in the HACCP system. **International Journal of Food Microbiology**, V 30, p 157-173, 1996.
- NOTERMANS, S., MEAD, G.C., JOUVE, J.L., Food products and consumer protection: a conceptual approach and a glossary of terms. **International Journal of Food Microbiology**, V 30, p 175-185, 1996.
- NOTERMANS, S., TEUNIS, P., Quantitative risk analysis and the production of microbiologically safe food: an introduction. **International Journal of Food Microbiology**, V 30, p 3-7, 1996.
- NOTERMANS, S., ZWIETERING, M.H., MEAD, G.C., The HACCP concept: identification of potentially hazardous micro-organisms. **Food Microbiology**, V 11, p 203-214, 1994.
- OLIVEIRA, M.R., BATISTA, C.R.V., AIDOO, K.E., Application of Hazard Analysis Critical Control points system to enteral feeding in hospital. **J. Hum. Nutr. Dietet**, V 14, p 397-403, 2001.
- PALMER, G. Hazard analysis control moves into healthcare. **Manufacturing Chemist**, V 68, i 5 p 26, 1997.
- PDV-JUNTA DE PRODUTOS PARA ALIMENTACAO ANIMAL, Controle de Qualidade dos Ingredientes Alimentícios para Alimentação Animal. Hague, Holanda, 2001.

- PIRES, V. T., Implantação do Controle Estatístico de Processos em Uma Empresa de Manufatura de Óleo de Arroz. Porto Alegre, 2000, 102 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção). Escola de Engenharia, Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal do Rio Grande do Sul.
- PORTER, Michael E. **Estratégia Competitiva**. Rio de Janeiro – Campus, 1985.
- PROCEP versão 3.01. **Manual do usuário**. Porto Alegre: Maxxi Gestão Empresarial, 1999.
- REIS, M. M., **Um Modelo para o Ensino Estatístico da Qualidade**. Florianópolis, 2001, Tese (Doutorado em Engenharia de Produção). Escola de Engenharia, Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina.
- RIBEIRO, J.L., CATEN, C.T. **Controle Estatístico de Processos – Apostila de Curso**. Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2000.
- RISWADKAR, A. V. An Introducing to HACCP. **Professional Safety**, v.45, Issue 6, p33, 4p, 2000.
- SGS DO BRASIL LTDA. Análise de Perigos e Pontos Críticos de Controle – Manual de Treinamento Bunge Alimentos SA. Revisão 00, p 1- 50 , Editora própria, 2001.
- SGS DO BRASIL LTDA. **Manual de Treinamento PDV**. Revisão 00, p 1- 30 , Editora própria, 2003.
- SILLIKER J.H. *et al.* Microorganisms in Foods. Application of HACCP to ensure microbiological safety and quality. New York, Blacwell Scientific Publications Limited, 1988.
- SILVA, T.D., O caso do estudo de caso: a preferência metodológica na produção discente do núcleo de pós graduação em administração da Universidade Federal da Bahia no período de julho de 1999 a julho de 2001. **Caderno de Pesquisas em Administração**, Vol. 09, número 03, São Paulo, 2002.
- SWERN, D. Bailey's Industrial Oil and Fats Products. New York, J. Wiley, 1964.
- USDA-United States Department of Agriculture. **Guidebook for the Preparation of HACCP Plans**. Food Safety and Inspection Service(FSIS), Washington, 1999.
- WEISS, T.J.; **Food Oil and Their Uses**. Connecticut, Ed. AVI, 1970.
- WOLF, W.J., COWAN, J.C.; **Soybeans as a Food Source**. Cleveland, CRC Press, 1975.
- WOODS, K., HART, B., HACCP in action in the meat industry. **Food Manufacture**, V 72, i 6 p 36, 1998.
- ZWIETERING, M.H., WIT, J.C., NOTERMANS, S. Applications of predictive microbiology to estimate the number of *Bacillus cereus* in pasteurised milk at the point of consumption. **International Journal of Food Microbiology**, v.30, 55-70, 1996.

Anexo 1 – Definições em HACCP

(segundo Cezari e Nascimento, 1995).

Ação corretiva / medida corretiva - qualquer ação a ser tomada quando se verifica que um variável está fora dos limites estabelecidos.

Alimento seguro - alimento livre de contaminações que possam causar problemas a saúde do consumidor final.

Análise de perigos - consiste na avaliação de todas as etapas envolvidas na produção de um alimento específico, desde a obtenção das matérias primas até o uso pelo consumidor final, para: (i) identificar presença de perigos nas matérias-primas, (ii) identificar no processo fontes potenciais de ocorrência de perigos, (iii) avaliar a possibilidade de sobrevivência ou de multiplicação de microorganismos e inclusão de materiais estranhos durante o processo e (iv) avaliar a gravidade dos perigos identificados.

Árvore decisória para identificação de Ponto Crítico de Controle (PCC) - sequência lógica de questões para determinar se uma matéria-prima ou ingrediente ou etapa do processo, para um determinado perigo, é um Ponto Crítico de Controle.

Avaliação do Programa de HACCP - revisões periódicas documentadas do Programa de HACCP com o objetivo de modificá-lo para adequá-lo às necessidades do processo.

Controle ou “estar sob controle” - há duas definições, uma quando se expressa como verbo e outra como substantivo. No caso de verbo, significa: gerenciar as condições da operação para mantê-la de acordo com os limites preestabelecidos (controlar um processo). No caso de substantivo, denota o estado no qual procedimentos corretos estão sendo aplicados e resultados obtidos estão de acordo com os limites preestabelecidos (diz-se que “o processo está sob controle”).

Critério - requisito no qual é baseada a tomada de decisão ou julgamento.

Defeito crítico - desvio ocorrido no PCC podendo resultar na produção de alimentos que contenham perigos que podem colocar em risco a saúde do consumidor.

Desvio - o não atendimento dos limites estabelecidos.

Equipe de HACCP - grupo de profissionais que é responsável pelo desenvolvimento e implantação do Programa de HACCP.

Exames aleatórios - observações ou mensurações que são efetuadas para suplementar as avaliações programadas requeridas pela HACCP.

Ingrediente susceptível - ingrediente que ecologicamente e historicamente foi associado a falhas e para o qual há razões para suspeitas de riscos à saúde do consumidor.

Limite crítico - valores ou atributos estabelecidos para cada variável que, quando não atendido pode colocar em risco a saúde do consumidor.

Limite de segurança - valores ou atributos que são mais estritos que os limites críticos e que são usados para reduzir o risco de desvios.

Medida preventiva de controle - fatores de natureza biológica, física ou química que podem ser usados na produção ou preparação de um alimento, para eliminar, reduzir ou prevenir perigos que podem causar prejuízo à saúde do consumidor.

Monitor - indivíduo que conduz a monitorização.

Monitorização - sequência planejada de observações ou mensurações, devidamente registradas, que permite avaliar se um PCC está sob controle.

Monitorização contínua - coleta e registro ininterrupto de dados tal como o registro contínuo de temperatura em um gráfico.

Perigo - contaminação inaceitável de natureza biológica, química ou física que leva o alimento a ser impróprio para o consumo.

Ponto de controle - qualquer ponto, etapa ou procedimento no qual fatores biológicos, físicos ou químicos podem ser controlados para garantir a qualidade do produto.

Ponto crítico de controle (PCC) - é uma operação onde se aplicam medidas preventivas de controle para mantê-la sob controle com o objetivo de eliminar, prevenir ou reduzir riscos que podem causar algum problema à saúde do consumidor. A perda de controle em um PCC pode resultar na produção de alimento com probabilidade de colocar em risco à saúde do consumidor. A operação pode ser identificada como sendo matéria-prima, procedimento, etapa do processo, local ou equipamento.

Procedimento de controle - dispositivo ou modo usado para controlar um PC ou PCC. Por exemplo: o controle da pasteurização é efetuado através da manutenção da temperatura e

tempo dentro dos limites preestabelecido. Isto pode ser efetuado por meios automáticos ou manual.

Plano HACCP - documentação escrita, baseado nos princípios de HACCP onde consta todas as etapas do estudo HACCP; identificação da equipe, do produto ou processo em estudo, forma de uso, consumidor alvo, cuidados especiais quanto ao transporte, armazenagem, preparação e consumidor alvo, ingredientes, fluxograma de processo, perigos, PCCs, procedimentos a serem seguidos para assegurar o controle do processo, limites e medidas corretivas para cada PCC.

Risco - é a estimativa da probabilidade de ocorrência de um perigo.

Sistema de HACCP - resultado da implantação da HACCP.

Validação do programa de HACCP - Revisão inicial pela equipe de HACCP para assegurar que todos os elementos do Programa de HACCP estejam corretos.

Variáveis - são características de natureza física (tempo, temperatura, atividade de água), química (concentração de sal, de ácido acético), biológica (presença de Salmonella) ou sensorial (odor, sabor)

Verificação ou auditoria - uso de métodos, procedimentos ou testes além dos usados na monitorização de um processo, para certificar se o sistema de HACCP está em concordância com o Programa de HACCP e se este necessita de modificações para adequá-lo às necessidades de segurança do processo.

Anexo 2 – Listas de Verificação

(Adaptadas de: SGS-Manual treinamento HACCP, 2001)

Lista de Verificação do Plano HACCP - Página 1/4		
Item a ser observado	C/NC/NA	Observações
1. Análise de Perigos		
1.1. Análise das etapas do processo		
Perigos relacionados a matéria-prima		
Perigos biológicos		
Perigos químicos		
Perigos físicos		
1.2. Ingredientes secundários		
1.3. Perigos de contaminação cruzada		
1.4. Produtos químicos não alimentícios		
1.5. Perigos de equipamentos		
1.6. Perigos dinâmicos		
1.7. Listagem e registros de perigos		
1.8. Condições de risco crescente		
1.9. Métodos de prevenção, redução e ou eliminação		
1.10. Controles atuais		
1.11. Verificação da análise de perigos		
1.12. Revisão e aprovação formal		
2. Estabelecimento de Pontos Críticos de Controle		
2.1. Plano de verificação e PCCs		
Cada ponto crítico selecionado é justificado pela árvore decisória?		
Toda a equipe de estudo foi envolvida na determinação do PCC?		
Cada PCC é justificado?		

Lista de Verificação do Plano HACCP - Página 2/4		
Item a ser observado	C/NC/NA	Observações
Algum PCC foi esquecido?		
Todos os PCCs encontrados estão relacionados na árvore decisória?		
O PCC pode ser monitorado com segurança e consistência?		
Houve revisão e validação de cada PCC?		
3. Estabelecimento dos limites de Controle		
3.1. Há limite crítico para cada medição?		
3.2. Há fontes confiáveis para definição de cada limite de controle?		
3.3. Os limites de controle podem ser prontos e consistentemente medidos?		
3.4. A determinação dos limites de controle é consistente?		
3.5. Todas as combinações dos PCCs com seus limites de controle são encontradas?		
Todos os limites de operação estão contidos nos limites de controle?		
Os limites de operação e os limites de controle foram revistos, após a consideração da variância do equipamento?		
Os limites de controle foram estabelecidos por pessoal treinado?		
Os limites de operação foram revisados?		
3.7. Os limites de controle foram aprovados formalmente?		
4. Monitoramento dos Pontos Críticos de Controle		
4.1. Todos os parâmetros são monitorados por PCC?		
4.2. Todo o esquema de monitoramento está listado no Plano de HACCP ?		
Descrição dos parâmetros		
Procedimento de monitoramento		
Aspectos qualitativos/ quantitativos		
Equipamentos utilizados		

Lista de Verificação do Plano HACCP - Página 3/4		
Item a ser observado	C/NC/NA	Observações
Condições e técnicas aplicáveis		
4.3. Nome do responsável pelo monitoramento e verificação		
4.4. Se o monitoramento não for contínuo, a frequência adotada é adequada?		
4.5. Os métodos e frequência de monitoramento forma validadas?		
4.6. Há procedimento operacional relacionado?		
4.7. Os responsáveis pelo monitoramento foram treinados?		
4.8. O esquema de monitoramento é adequado?		
4.9. Os formulários para registros são adequados?		
4.10. Os formulários para registros são corretamente preenchidos?		
4.11. As ações corretivas são tomadas quando o monitoramento demonstra desvio?		
5. Medidas corretivas		
5.1. As medidas corretivas em caso de desvio são adequadamente protocoladas?		
5.2. Há procedimentos adequados para as medidas corretivas?		
5.3. As medidas corretivas foram predeterminadas, de acordo com algum critério oficial?		
5.4. As medidas corretivas estão presentes no Plano de HACCP ?		
5.5. O processo de desvio é especificado?		
5.6. Os limites de controle são aplicáveis ao parâmetro de controle?		
5.7. A autoridade é definida?		
5.8. A quantidade de produto a ser retido em caso de desvio é determinada?		
5.9. Há nomes envolvidos em medidas corretivas?		
5.10. Há identificação do produto envolvido em medida corretiva?		
5.11. Há opções de disposição ao produto passível de medida corretiva?		

Lista de Verificação do Plano HACCP – Página 4/4		
Item a ser observado	C/NC/NA	Observações
5.12. Há reprocessamento do produto passível de medida corretiva?		
5.13. Há rejeição/remoção de produtos não conformes?		
5.14. Há destruição de produtos não conformes?		
5.15. Há contabilização de produtos não conformes?		
5.16. Há procedimentos adequados de retrabalho?		
5.17. Há situações em que registros devem ser consultados em caso de desvio?		
5.18. Os dados registros informam que houve desvio em relação aos limites críticos?		
5.19. Há registro de data e hora do desvio?		
5.20. Há indicação do nome do responsável pela tomada da medida corretiva?		
5.21. Há registro dos nomes das pessoas notificadas sobre o desvio?		
5.22. Há descrição do produto?		
5.23. Há descrição do perigo?		
5.24. Há registro da natureza da medida corretiva tomada?		
5.25. Há registro da ação/desvio?		
5.26. As ações tomadas são adequadas e verificadas?		
5.27. Todos os produtos são corretamente dispostos?		
5.28. A medida corretiva tomada é válida?		
5.29. É feita revisão pela equipe de estudo do HACCP ?		
5.30. As falhas em limites de controle são registradas?		

Lista de Verificação do Sistema HACCP - Página 1/4		
Item a ser observado	C/NC/NA	Observações
1. Verificação do programa de HACCP		
1.1. Verificação de registros		
1.2. Verificação adequada para cada PCC ?		
1.3. As atividades de verificação documentadas ?		
1.4. Há utilização de BPF e de Sanitização em utilização ?		
1.5. Há um estudo preliminar de HACCP?		
1.6. Os princípios de HACCP são seguidos? (Verificar registros)		
1.7. Há descrição do produto condizente com as características reais?		
1.8. Há revisão de fornecedores?		
1.9. Foi feita análise de perigos?		
1.10. Os PCCs são corretamente monitorados?		
1.11. As ações corretivas são tomadas?		
1.12. As verificações são adequadamente conduzidas?		
1.13. As verificações preventivas são conduzidas adequadamente?		
1.14. As pessoas envolvidas nos controles de HACCP estão cientes de sua responsabilidade e conduzem os trabalhos adequadamente?		
1.15. Observações em campo do HACCP		
1.16. Os equipamentos de medição são adequados?		

Lista de Verificação do Sistema HACCP - Página 2/4		
Item a ser observado	C/NC/NA	Observações
1.17. Os equipamentos de medição são calibrados periodicamente?		
1.18. São executados swabs?		
1.19. São realizadas análises d efluentes?		
1.20. Há critérios de amostragem e de análises?		
1.21. Os planos de amostragem de produtos acabados são adequados?		
1.22. Os dados validados são revisados?		
1.23. As não aderências ao Plano são registradas e avaliadas?		
1.24. As não aderências ao Plano discutidas pela equipe de HACCP ?		
1.25. Os formulários de auditoria são preenchidos com precisão?		
1.26. Os registros são mantidos por tempo suficiente?		
1.27. Verificações são repetidas quanto necessário?		
2. Registros		
2.1. Há registros relacionados a BPF ?		
2.2. Há registros das etapas preliminares ao HACCP ?		
2.3. Há registros da equipe de HACCP ?		
2.4. Há layout da planta e fluxograma de processo?		
2.5. Os procedimentos de higiene e de controle de pragas são adotados com eficiência?		

Lista de Verificação do Sistema HACCP - Página 3/4		
Item a ser observado	C/NC/NA	Observações
2.6. Há registros do estudo de HACCP ?		
2.7. Há registro da descrição do produto e do processo?		
2.8. Há revisão do processo de seleção e monitoramento de fornecedores?		
2.9. Há formulários de HACCP ?		
2.10. Há documentos do Plano d HACCP e de suporte?		
2.11. Há registros de monitoramento de PCCs ?		
2.12. Há registros dos desvios de processo?		
2.13. Há registros das reuniões da equipe da qualidade?		
2.14. Há dados de validação?		
2.15. Há verificação dos registros de auditoria?		
3. Plano de HACCP		
3.1. Análise de perigos		
3.2. PCCs		
3.3. Limites de controle		
3.4. Ações corretivas		
3.5. Monitoramento		
3.6. Verificação		

Anexo 3 – Análise dos perigos e medidas de controle.

Descrição dos perigos e medidas de controle					
Produto / Processo: Soja					
Perigos deste produto:					
Perigo	Descrição	Risco	Gravidade	Procedimento controle atual	Justificativa
F1	Sementes tóxicas – mamona	B	A	Inspeção Visual e rejeição da carga na classificação.	Risco: É baixo por não termos históricos de ocorrências. Gravidade: É Alta pois a ingestão das sementes de mamona em grande quantidade causam náuseas, vômitos, cólicas abdominais, diarreia, nos casos mais graves podem ocorrer convulsões coma e óbito.
F2	Sementes tóxicas – fedegoso.	B	M	Inspeção Visual e rejeição da carga na classificação	Risco: É baixo por não termos históricos de ocorrências. Gravidade: É média pois as sementes de fedegoso ingeridas cruas em grande quantidade são tóxicas podendo provocar degeneração dos tecidos do fígado, coração e pulmão.
Q1	Soja geneticamente modificada (GMO)	B	M	Certificação SGS do Brasil.	Risco: É baixo, por não haver históricos de ocorrência. Gravidade: É média em função de fornecermos o produto para clientes que exigem que seja soja GMO free.
F3	Materiais sólidos provenientes da lavoura ou do transporte.	A	A	Moega retém impurezas grandes - 1º Pré - limpeza retira impurezas médias - 2º Pré - limpeza retira impurezas pequenas - Imãs (fita transportadora de soja, quebra, laminação, peleteiras e fita de alimentação armazém de farelo) retiram excedentes metálicos.	Risco: É alto devido a grande ocorrência, por não haver controle nas etapas anteriores. Gravidade: É alta pois materiais sólidos quando ingeridos podem causar cortes, sangramentos, etc.
F4	Pragas como ratos, baratas, besouros, cascudos	M	A	Moega retém impurezas grandes 1º Pré-limpeza retira impurezas médias 2º Pré-limpeza retira impurezas pequenas Tratamento térmico posterior	Risco: É médio devido não haver programa de controle de pragas implementado nas etapas anteriores: lavoura, transporte e armazenamento. Gravidade: É alta pois pragas transmitem doenças e suas fezes contaminam o produto.
Q2	Soja com inoculante	B	M	Inspeção Visual e rejeição da carga na classificação.	Risco: É baixo por não termos históricos de ocorrências. Gravidade: É Médio pois a soja com inoculante causam paralisia no estômago de suínos e aves.

Q3	Herbicidas, Fungicidas, Acaricidas e Inseticidas	B	A	Descontaminação pela lavagem de hexano. Análise de verificação de resíduos tóxicos no farelo estocado - Semestral	Risco é baixo para os herbicidas que foram aplicados no início da cultura e os dessecantes possuem período de carência curto que se degrada em função do tempo de colheita, transporte, armazenagem até o processamento desse produto. Gravidade: É alta pois resíduos desses compostos são cumulativos e danosos ao organismo.
Q4	-Óleos lubrificantes ou combustíveis provenientes de equipamentos na lavoura, misturados nas cargas	B	A	Inspeção Visual e rejeição da carga na classificação.	Risco: É baixo por não termos históricos de ocorrências . Gravidade: É alta pois resíduos desses compostos são cumulativos e danosos.
B1	Presença de Salmonella	A	A	etapa posterior de secagem e ressecagem etapa posterior de passagem pelo DT. Boas Práticas de Fabricação (Controle de pragas)	Risco: É alto em função da lavoura até o recebimento podem existir contaminação por pragas (aves, etc). Gravidade: É alta porque se presente no alimento causa toxinfecção alimentar (Salmonellose).
Q6	Dioxina proveniente do processo de secagem pelos produtores que possuem armazéns próprios.	B	A	Análise de Dioxina no farelo Semestral	Risco: É baixo devido não haver históricos de ocorrências nos resultados das análises realizadas semestralmente. Gravidade: A gravidade é alta por tratar-se de uma substância cancerígena, às dioxinas podem causar: mortalidade pré-natal, crescimento reduzido, disfunção dos órgãos envolvendo efeitos no sistema nervoso central.

Produto / Processo: Classificação GMO e Contaminantes

Perigos deste produto: não há perigos nesta etapa do processo

F5	Os adornos utilizados pelo pessoal durante a coleta da amostra.	B	A	Moega retira impurezas grandes; Limpeza retira impurezas pequenas e médias Imãs (fita transportadora de soja, quebra, laminação, peleteiras e fita de alimentação armazém de farelo) retiram excedentes metálicos. BPF - Treinamento	Risco: É baixo pois as pessoas envolvidas seguem as Boas Práticas de Fabricação. Gravidade: É alta pois materiais sólidos, metálicos, etc, quando ingeridos podem causar cortes, sangramentos, etc.
----	---	---	---	---	--

Q7	Contaminação cruzada da Soja geneticamente modificada (GMO) devido o descarte das amostras depositadas	B	M	Segregação das amostras GMO positivo.	Risco: É baixo pois os amostradores são orientados a não devolver aos caminhões a soja retirada para amostra antes do resultado. Gravidade: É média devido maior volume de produção ser exportado para o mercado europeu e internos e eles consideram grave produtos geneticamente modificados.
----	--	---	---	---------------------------------------	--

Produto / Processo: Pesagem

Perigos deste produto: não há perigos nesta etapa do processo

Produto / Processo: Amostragem / Classificação

Perigos deste produto: não há perigos nesta etapa do processo

Produto / Processo: Descarga / moega / tombador

Perigos deste produto:

Perigo	Descrição	Risco	Gravidade	Procedimento controle atual	Justificativa
F6	Contaminações oriundas dos caminhões como pedras presas nas rodas, metais, borrachas de fixar lona, etc.	M	A	<ul style="list-style-type: none"> - Moega retém impurezas grandes - 1º Pré-limpeza retira impurezas médias - 2º Pré-limpeza retira impurezas pequenas - Imãs (fita transportadora de soja, quebra, laminação, peleteiras e fita de alimentação armazém de farelo) retiram excedentes metálicos. 	<p>Risco: É médio, devido não haver implantado programa de boas práticas de fabricação na etapa de lavoura, armazenagem e transporte.</p> <p>Gravidade: É alta pois materiais sólidos como pedras, borrachas entre outros quando ingeridos podem causar cortes, sangramentos, etc.</p>
B2	Salmonella e outros microorganismos provenientes das rodas ou manuseio do rodo.	M	A	<ul style="list-style-type: none"> - Boas Práticas de Fabricação – Hábitos higiênicos. - Boas Práticas de Fabricação (Controle de pragas) - Etapa posterior de secagem e ressecagem - Etapa de passagem pelo DT. - Análise do farelo estocado - Bimestral 	<p>Risco: É médio devido a exposição do produto à contaminação durante a descarga.</p> <p>Gravidade: É alta porque se presente no alimento causa toxinfecção alimentar (Salmonellose).</p>

Produto / Processo: Silo Pulmão**Perigos deste produto:**

Perigo	Descrição	Risco	Gravidade	Procedimento controle atual	Justificativa
F7	Metais diversos, provenientes dos transportadores que antecedem o silo pulmão do tombador	B	A	<p>Manutenção Preventiva</p> <p>Pré-limpeza retira impurezas médias</p> <p>Limpeza retira impurezas pequenas</p> <p>Imãs (fita transportadora de soja, quebra, laminação, peleteiras e fita de alimentação armazém de farelo) retiram excedentes metálicos.</p> <p>Procedimentos adequados de manutenção (IT 19302)</p>	<p>Gravidade: É alta pois materiais sólidos como pedras, borrachas entre outros quando ingeridos podem causar cortes, sangramentos, etc.</p> <p>Risco: É considerado baixo em função dos equipamentos minimizarem a presença deste perigo.</p>

Produto / Processo: Pré limpeza

Perigos deste produto: não foram detectados perigos nesta etapa

Produto / Processo: Ar quente (gases de combustão) do secador**Perigos deste produto:**

Perigo	Descrição	Risco	Gravidade	Procedimento controle atual	Justificativa
Q8	Presença de Dioxina proveniente de combustíveis inorgânicos	B	A	<ul style="list-style-type: none"> - Utilização de combustível orgânico (lenha). - Boas Práticas de Fabricação – Não incinerar nenhum material nas fomalhas. - Análise de Dioxina no Farelo - Semestral 	<p>Risco: É baixo pois só utilizamos combustível orgânico (lenha).</p> <p>Gravidade: A gravidade é alta por tratar-se de uma substância cancerígena, às dioxinas podem causar: mortalidade pré-natal, crescimento reduzido, disfunção dos órgãos envolvendo efeitos no sistema nervoso central.</p>

Produto / Processo: Secagem

Perigos deste produto: não foram detectados perigos nesta etapa

Produto / Processo: Limpeza

Perigos deste produto: não foram detectados perigos nesta etapa

Produto / Processo: Armazenagem**Perigos deste produto:**

Perigo	Descrição	Risco	Gravidade	Procedimento controle atual	Justificativa
F8	Metais diversos, provenientes dos transportadores que antecedem o silo graneleiro	B	A	<ul style="list-style-type: none"> - Manutenção Preventiva - Imãs retiram o excedente metálico. - Procedimentos adequados de manutenção (IT 19302) 	<p>Risco: É considerado baixo em função dos equipamentos minimizarem a presença deste perigo.</p> <p>Gravidade: É alta pois metais quando ingeridos podem causar cortes, sangramentos, etc.</p>
B3	Aparecimento de Pragas	B	A	<ul style="list-style-type: none"> - Controle Integrado de Pragas - Barreiras Físicas 	<p>Risco: É baixo devido a existência de barreiras físicas no local de armazenagem.</p> <p>Gravidade: É alta pois pragas transmitem doenças e suas fezes contaminam o produto.</p>

Q9	Micotoxinas provenientes do desenvolvimento de fungos, gerados pela água de infiltração.	B	A	- Boas Práticas de Fabricação - Manutenção Preventiva.	Risco: É baixo em função da manutenção preventiva e a históricos de ocorrência. Gravidade: É alta pois o residual desse perigo causa enfermidade aguda (aflatoxicidade) e não há nenhuma espécie animal resistente aos efeitos tóxicos das aflatoxinas.
B4	- Salmonella proveniente de práticas inadequadas dos operadores.	B	A	- Boas Práticas de Fabricação (treinamento) - Boas Práticas de Fabricação (Controle de pragas) - Etapa posterior de ressecagem - Etapa de passagem pelo DT.	Risco: É baixo por estar coberto pelo BPF. Gravidade: É alta porque se presente no alimento causa toxinfecção alimentar (Salmonellose).

Produto / Processo: Ar quente (gases de combustão) do secador

Perigos deste produto:

Perigo	Descrição	Risco	Gravidade	Procedimento controle atual	Justificativa
Q10	- Presença de Dioxina proveniente de combustíveis inorgânicos	B	A	- Utilização de combustível orgânico (lenha). - Boas Práticas de Fabricação – Não incinerar nenhum outro material nas fornalhas. - Análise de Dioxina no farelo estocado - Semestral	Risco: É baixo por utilizarmos combustível orgânico (lenha). Gravidade: A gravidade é alta por tratar-se de uma substância cancerígena, às dioxinas podem causar: mortalidade pré-natal, crescimento reduzido, disfunção dos órgãos envolvendo efeitos no sistema nervoso central.

Produto / Processo: Ressecagem

Perigos deste produto: não foram detectados perigos nesta etapa

Produto / Processo: Silo pulmão (Fábrica)

Perigos deste produto:

Perigo	Descrição	Risco	Gravidade	Procedimento controle atual	Justificativa
F9	Metais diversos, provenientes dos transportadores que antecedem o silo pulmão (fábrica)	B	A	- Manutenção Preventiva - Procedimentos adequados de manutenção (IT 19302) - Imãs retiram o excedente metálico.	Risco: É baixo em função dos equipamentos anteriores minimizarem a presença deste perigo. Gravidade: É alta pois metais quando ingeridos podem causar cortes, sangramentos, etc.

Q 11	Micotoxinas provenientes do desenvolvimento de fungos, gerados pela água de infiltração.	B	A	- BPF - Manutenção preventiva	<p>Risco: É baixo devido não haver históricos de ocorrências nos resultados das análises realizadas semestralmente e em função de manutenção preventiva e BPF.</p> <p>Gravidade: É alta pois o residual desse perigo causa enfermidade aguda (aflatoxidade) e não há nenhuma espécie animal resistente aos efeitos tóxicos das aflatoxinas.</p>
------	--	---	---	-------------------------------	---

Produto / Processo: Pesagem (balança de fluxo)
Perigos deste produto: não foram detectados perigos nesta etapa

Produto / Processo: Quebrador
Perigos deste produto: não foram detectados perigos nesta etapa

Produto / Processo: Vapor direto

Perigos deste produto:

Perigo	Descrição	Risco	Gravidade	Procedimento controle atual	Justificativa
Q12	Contaminantes provenientes dos produtos químicos de tratamento da água da caldeira.	B	B	- Certificado do fornecedor com FDA.	<p>Risco: É baixo porque utilizamos produtos a base de grau alimentício e com baixa dosagem.</p> <p>Gravidade: É baixa pois os produtos químicos usados no tratamento de água da caldeira serem aprovados pelo FDA, eles são grau alimentício.</p>

Produto / Processo: Vapor Indireto
Perigos deste produto: não foram detectados perigos nesta etapa

Produto / Processo: Condicionamento

Perigos deste produto:

Perigo	Descrição	Risco	Gravidade	Procedimento controle atual	Justificativa
Q13	-Aflatoxinas e fungos oriundos de sujidade, infiltrações causando incrustações de pó que podem soltar-se.	B	A	<p>- Boas Práticas de fabricação</p> <p>- Limpeza regular no equipamento (IT 19203).</p> <p>- Análise Aflatoxina no farelo estocado – Semestral.</p>	<p>Gravidade: É alta pois o residual desse perigo causa enfermidade aguda (aflatoxidade) e não há nenhuma espécie animal resistente aos efeitos tóxicos das aflatoxinas.</p> <p>Risco: É baixo devido as Boas Práticas de Fabricação, pois com a limpeza do equipamento evita-se incrustações</p>

Produto / Processo: Laminação
Perigos deste produto: não foram detectados perigos nesta etapa

Produto / Processo: Vapor direto**Perigos deste produto:**

Perigo	Descrição	Risco	Gravidade	Procedimento controle atual	Justificativa
Q14	Contaminantes provenientes dos produtos químicos de tratamento da água da caldeira.	B	B	- Certificado do fornecedor com FDA.	Risco: É baixo porque utilizamos produtos a base de grau alimentício e com baixa dosagem. Gravidade: É baixa pois os produtos químicos usados no tratamento de água da caldeira serem aprovados pelo FDA, eles são grau alimentício.

Produto / Processo: Expander

Perigos deste produto: não foram detectados perigos nesta etapa

Produto / Processo: Ar frio

Perigos deste produto: não foram detectados perigos nesta etapa

Produto / Processo: Resfriamento / Secagem

Perigos deste produto: não foram detectados perigos nesta etapa

Produto / Processo: Vapor indireto

Perigos deste produto: não foram detectados perigos nesta etapa

Produto / Processo: Hexano**Perigos deste produto:**

Perigo	Descrição	Risco	Gravidade	Procedimento controle atual	Justificativa
Q15	- Presença de benzeno no hexano.	B	A	- Garantia do fornecedor - Avaliação de Benzeno no Hexano (bimestral)	Risco: É baixo pois existe um termo de garantia do fornecedor. Gravidade: É alta pois em função do benzeno (composto residual do Hexano) ser cancerígeno.

Produto / Processo: Extrator**Perigos deste produto:**

Perigo	Descrição	Risco	Gravidade	Procedimento controle atual	Justificativa
F10	Metais diversos, provenientes dos transportadores que antecedem o extrator.	B	A	- Manutenção Preventiva - Procedimentos adequados de manutenção (IT 19302) - Imãs (peleteiras e fita alimentação de armazém de farelo) retiram o excedente metálico.	Risco: É baixo manutenção preventiva. Gravidade: É alta pois metais quando ingeridos podem causar cortes, sangramentos, etc.
Q16	Contato da graxa do eixo do batedor de solvente.	M	B	- Uso de graxa em grau alimentício. - Manutenção Preventiva.	Risco: É médio devido a um procedimentos inadequados ocasionando excesso de graxa. Gravidade: É baixo em função do uso de graxa grau alimentício.

Produto / Processo: Destilaria

Perigos deste produto: não foram detectados perigos nesta etapa

Produto / Processo: Condensado**Perigos deste produto:**

Perigo	Descrição	Risco	Gravidade	Procedimento controle atual	Justificativa
B5	Coliformes presentes.	B	B	- Análise anual e passagem por equipamentos com temperatura elevada.	Risco: É baixo devido sofrer alta temperatura. Gravidade: É baixa porque não causa uma toxi infecção.
Q17	Presença de metais pesados como Chumbo.	B	A	- Análise anualmente da água	Risco: É baixo devido não haver históricos de ocorrências nos resultados das análises realizadas anualmente. Gravidade: É alta em função dos metais presentes serem cumulativos e prejudiciais a saúde do consumidor .
Q18	Orgânicos voláteis (benzeno)	B	A	- Análise anualmente da água	Risco: É baixo devido não haver históricos de ocorrências nos resultados das análises realizadas anualmente. Gravidade: É alta pois o benzeno é cancerígeno.
Q19	Contaminantes provenientes dos produtos químicos de tratamento da água da caldeira e do próprio condensado.	B	B	- Certificado do fornecedor com FDA.	Risco: É baixo porque utilizamos produtos a base de grau alimentício. Gravidade: É baixa pois os produtos químicos usados no tratamento de água da caldeira serem aprovados pelo FDA, eles são grau alimentício.

Produto / Processo: Hidratação**Perigos deste produto: não foram detectados perigos nesta etapa****Produto / Processo: Centrifugação****Perigos deste produto: não foram detectados perigos nesta etapa****Produto / Processo: Vapor indireto****Perigos deste produto: não foram detectados perigos nesta etapa****Produto / Processo: Vapor direto****Perigos deste produto:**

Perigo	Descrição	Risco	Gravidade	Procedimento controle atual	Justificativa
Q20	Contaminantes provenientes dos produtos químicos de tratamento da água da caldeira.	B	B	- Certificado do fornecedor com FDA.	Risco: É baixo porque utilizamos produtos a base de grau alimentício e com baixa dosagem. Gravidade: É baixa pois os produtos químicos usados no tratamento de água da caldeira serem aprovados pelo FDA, eles são grau alimentício.

Produto / Processo: Dessolventização e secagem**Perigos deste produto:**

Perigo	Descrição	Risco	Gravidade	Procedimento controle atual	Justificativa
Q21	Contato da graxa do mancal do eixo do RD14 e do eixo motriz da eclusa que alimenta e descarrega o DT.	B	B	- Utilização de graxa grau alimentício	Risco: É baixo devido a utilização de grau alimentício. Gravidade: É baixa pois a graxa utilizada é grau alimentício.
B6	Salmonella provenientes das etapas anteriores	A	A	- Temperatura da massa no 7º Piso. - Análise de Salmonella no Farelo estocado – Bimestral	Risco: É alto devido este perigo ter sido contaminado por etapas anteriores. Gravidade: É alta porque se presente no alimento causa toxi infecção alimentar (Salmonellose).
Q22	Presença solvente residual (hexano).	B	A	- Detector de Gases. - Análise de Hexano residual no Farelo – Semestral.	Risco: É baixo devido não haver históricos de ocorrências nos resultados das análises realizadas semestralmente e devido aos controles de temperatura de saída dos gases feitos. Gravidade: É alta pois em função do residual do hexano que é o benzeno ser cancerígeno.
Q23	Fator Anti-tripsina	A	A	- Controle da temperatura da massa no 7º piso. - Análise de urease no farelo – 1 vez por semana.	Risco: É alto pois ocorre naturalmente na soja, fazendo parte de sua composição. Gravidade: É alto pois o fator anti-tripsina reduz a digestibilidade da proteína do farelo pelo animal.

Produto / Processo: Reservatório de goma

Perigos deste produto: não foram detectados perigos nesta etapa

Produto / Processo: Moinho de bolas

Perigos deste produto: não foram detectados perigos nesta etapa

Produto / Processo: Vapor indireto

Perigos deste produto: não foram detectados perigos nesta etapa

Produto / Processo: Secagem

Perigos deste produto: não foram detectados perigos nesta etapa

Produto / Processo: Peletização**Perigos deste produto:**

Perigo	Descrição	Risco	Gravidade	Procedimento controle atual	Justificativa
F11	Metais diversos, provenientes dos transportadores que antecedem a peletização	B	A	- Imãs na Peletização. - Imãs da Fita de alimentação do Armazém de farelo. - Manutenção Preventiva	Risco: É baixo manutenção Preventiva e existência de imãs em etapas posteriores. Gravidade: É alta pois metais quando ingeridos podem causar cortes, sangramentos, etc.

Q24	- Contato da graxa lubrificante dos roletes de prensagem com o farelo.	B	B	- Utilização de graxa grau alimentício. - Manutenção Preventiva.	Risco: É baixo devido a quantidade de graxa ser de grau alimentício e manutenção preventiva. Gravidade: É baixa pois a graxa utilizada é grau alimentício
-----	--	---	---	---	--

Produto / Processo: Ar frio

Perigos deste produto: não foram detectados perigos nesta etapa

Produto / Processo: Resfriamento

Perigos deste produto:

Perigo	Descrição	Risco	Gravidade	Procedimento controle atual	Justificativa
F12	Metais, adornos durante a coleta de amostra ou durante a limpeza	B	A	- Boas Práticas de Fabricação (Treinamentos) - Manutenção preventiva. - Procedimentos adequados de manutenção (IT 19302)	Risco: é baixo devido as Boas Práticas de Fabricação Gravidade: É alta pois materiais sólidos como metais quando ingeridos podem causar cortes, sangramentos, etc.
Q25	Micotoxinas provenientes do desenvolvimento de fungos, gerados pela água de infiltração.	B	A	- Boas Práticas de Fabricação. - Procedimentos para esta remoção (IT 19203). - Manutenção preventiva - Boas Práticas de Fabricação (Edifício e Instalação)	Risco: É baixo devido haver procedimento de limpeza e manutenção preventiva. Gravidade: É alta pois o residual desse perigo causa enfermidade aguda (Aflatoxicidade) e não há nenhuma espécie animal resistente aos efeitos tóxicos das aflatoxinas.

Produto / Processo: Armazenagem do farelo

Perigos deste produto:

Perigo	Descrição	Risco	Gravidade	Procedimento controle atual	Justificativa
F13	Metais diversos, provenientes dos transportes anteriores a armazenagem	B	A	- Manutenção preventiva - Imãs da fita alimentação do armazém de farelo. - Procedimentos adequados de manutenção (IT 19302).	Risco: É baixo devido as Boas Práticas de Fabricação. Gravidade: É alta pois metais quando ingeridos podem causar cortes, sangramentos, etc.

Q26	Micotoxinas provenientes do desenvolvimento de fungos, gerados pela água de infiltração.	B	A	- Manutenção preventiva - Procedimento de Limpeza do armazém (IT 19202)	Risco: É baixo em função da manutenção preventiva e BPF. Gravidade: É alta pois o residual desse perigo causa enfermidade aguda (aflatoxidade) e não há nenhuma espécie animal resistente aos efeitos tóxicos das aflatoxinas.
Q27	Presença de óleo lubrificante da pá carregadeira	B	A	- Cronograma de manutenção preventiva. - Check-list de verificação da pá carregadeira.	Risco: É baixo pois há manutenção preventiva e inspeções periódicas. Gravidade: É alta pois são cumulativos e danosos ao organismos
B7	Salmonella, proveniente de pragas ou manuseio inadequado da pá carregadeira práticas inadequadas dos operadores.	B	A	- Boas Práticas de Fabricação (treinamento) - Boas Práticas de Fabricação (Controle de pragas) - Barreiras físicas - Procedimento de Limpeza do armazém (IT 19202) - Procedimento de limpeza e sanitização da pá carregadeira (IT 19201) - Análise bimestral do produto.	Risco: é baixo em função do armazém possuir barreiras físicas dificultando a entrada de pássaros e pragas, e o setor possui Boas Práticas de Fabricação. Gravidade: É alta porque se presente no alimento causa toxinfecção alimentar (Salmonellose).
F14	Presença de Concreto	B	A	- Boas Práticas de Fabricação (treinamento) - Boas Práticas de Fabricação (Edifício e Instalação)	Risco: É baixo devido as Boas Práticas de Fabricação (treinamento) Boas Práticas de Fabricação (Edifício e Instalação) Gravidade: É alta pois materiais sólidos quando ingeridos e os compostos do concreto além de causar cortes, sangramentos, podem conter compostos tóxicos, podem conter substâncias tóxicas, etc.

Produto / Processo: Veículo (caminhão)

Perigos deste produto:

Perigo	Descrição	Risco	Gravidade	Procedimento controle atual	Justificativa
F15	- Presença de materiais estranhos dentro do veículo (madeiras, restos, lonas, etc.)	B	A	- Check-list de verificação do veículo (CBA 002). - Expedição de farelo em caminhões (IT 19204) - Orientação aos caminhoneiros	Risco: é baixo pois os caminhões são inspecionados e só liberado para carregamento se aprovado e é dada orientação aos caminhoneiros. Gravidade: É alta pois estes materiais quando ingeridos podem causar cortes, sangramentos, etc.

Q28	Resíduos de cargas anteriores como adubos, calcário.	B	A	<ul style="list-style-type: none"> - Check-list de verificação do veículo (CBA 002). - Expedição de farelo em caminhões (IT 19204) - Orientação aos caminhoneiros 	<p>Risco: é baixo pois os caminhões são inspecionados e só liberado para carregamento se aprovado e é dado orientação aos caminhoneiros.</p> <p>Gravidade: É alta pois resíduos dessas cargas quando ingeridos podem além de causar cortes, sangramentos, podem conter compostos tóxicos, etc.</p>
B8	Salmonella, proveniente de fezes de aves e outras pragas.	B	A	<ul style="list-style-type: none"> - Check-list de verificação do veículo (CBA 002). - Expedição de farelo em caminhões (IT 19204) - Orientação aos caminhoneiros 	<p>Risco: é baixo pois os caminhões são inspecionados e só liberado para carregamento se aprovado e é dado orientação aos caminhoneiros.</p> <p>Gravidade: É alta porque se presente no alimento causa toxi infecção alimentar (Salmonellose).</p>



Produto / Processo: Expedição

Perigos deste produto: não foram detectados perigos nesta etapa

Produto / Processo: Pesagem

Perigos deste produto: não foram detectados perigos nesta etapa

Anexo 4 – Certificado HACCP

 SGS Product & Process Certification A section of Internationale Controle Maatschappij (I.C.M.) B.V.	
P.O. Box 200 3200 AE Spijkenisse The Netherlands	
Certificate No. 1102/ 921439	
Quality Control of Feed Ingredients Reg. Nr. SGSNLGMP20024	
Producer	Name Bunge Alimentos S.A. – Cuiabá Address Av. "O",1804 – Distrito Industrial Location(s) Cuiabá Country Brasil
This is to certify that the factory/warehouses mentioned above has been successfully inspected and audited in accordance with the requirements for foreign suppliers, mentioned in the standard GMP Animal Feed, and specified in the standard Quality Control of Feed Ingredients for Animal Feed. In recognition of this, you are entitled to announce that you comply with the requirements (based on HACCP principles) for foreign suppliers of feed ingredients, mentioned in the standard GMP Animal Feed	
Standard	Quality Control of Feed Ingredients for Animal Feed (Version dd. 1, May 2001)
This certificate is only valid for the scope and period mentioned below.	
Period: 27 December 2001 to 26 December 2003.	
Scope: Production of Soybean Meal.	
This statement is based on audits executed by:	
<p style="text-align: center;">SGS do Brasil Ltda.</p>	
Spijkenisse, 27 December 2001	Certification Manager,  G.P. van Brenkelen.
All orders are executed only in accordance with the latest version of our general terms and conditions and our supplementary general terms and conditions filed at the Rotterdam District Court. Upon request the conditions will be sent to you.	
182	only valid with sgs-watermark.

