

PAULO CARTERI CORADI

**AVALIAÇÃO DE UMA FÁBRICA DE RAÇÃO PARA AVES: INSTALAÇÕES,
PROCESSOS E PRODUTO FINAL**

Tese apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola para obtenção do título de *Doctor Scientiae*.

VIÇOSA
MINAS GERAIS – BRASIL
2010

PAULO CARTERI CORADI

**AVALIAÇÃO DE UMA FÁBRICA DE RAÇÃO PARA AVES: INSTALAÇÕES,
PROCESSOS E PRODUTO FINAL**

Tese apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola para obtenção do título de *Doctor Scientiae*.

APROVADA: 28 de outubro de 2010.

Prof. Adílio Flauzino de Lacerda Filho
(Co-orientador)

Pesq. Sérgio Maurício Lopes Donzeles

Profa. Mônica Ribeiro Pirozi

Prof. Jadir Nogueira da Silva

Prof. Evandro de Castro Melo
(Orientador)

DEDICO

À Deus, pela mais sagrada oportunidade que ele oferece, “A VIDA”.

Aos meus avôs, referências de vida, muita fé, força e luta.

Aos meus pais, Demétrio e Luci, pelo carinho e incentivo, eternamente agradecido.

À minha irmã Patrícia e ao meu irmão Pablo, sempre presentes na minha vida.

AGRADECIMENTOS

Minha gratidão aos meus pais, Demétrio e Luci, a minha irmã Patrícia e ao meu irmão Pablo, a minha namorada Lívia e família, pela ajuda, motivação, paciência, compreensão durante todo o trabalho.

Ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola da Universidade Federal de Viçosa (UFV) por está grande oportunidade.

Ao professor e orientador Dr. Evandro de Castro Melo pelas orientações, paciência, apoio e amizade.

Aos professores Co-orientadores Dr. Adílio Flauzino de Lacerda Filho e Dr. José Benício Paes Chaves pelos ensinamentos, assistência, sugestões e grande contribuição na realização deste trabalho.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelas bolsas de estudos e auxílios financeiros disponibilizados para o desenvolvimento da pesquisa.

A empresa Pif Paf Alimentos, unidade fabril de Visconde do Rio Branco, MG, representada pelo seu Diretor Geral, o Dr. Jairo Gomes da Fonseca Júnior, meus agradecimentos pelo espaço cedido na empresa, para realização dos experimentos.

Ao Dr. Reginaldo Rodrigues dos Santos, supervisor de produção da unidade de fabricação de ração da Pif Paf Alimentos de Visconde do Rio Branco, MG, e aos funcionários da empresa, pela colaboração, atenção e assistência durante a realização dos experimentos.

Ao professor e diretor Dr. Dirk E. Maier do Department of Grain Science and Industry da Kansas State University (KSU), Kansas, EUA, pela orientação e atenção durante o estágio doutoral realizado no exterior.

Aos professores Dr. Leland McKinney e Dr. Jeffrey Gwartz pelos ensinamentos e assistência nos experimentos conduzidos no estágio doutoral.

À professora Dra. Mônica Ribeiro Pirozi pela colaboração no processo de doutorado sanduíche.

Aos funcionários do Departamento de Engenharia Agrícola da Universidade Federal de Viçosa (UFV) e do Department of Grain Science and Industry da Kansas State University (KSU) da Kansas State University: Claudinilson Luiz Filomeno, Edna Maria Soares, José Galinari Sobrinho, José Mauro Ferreira, Hamilton Oliveira

Reis, Maria das Graças Lourenço Soares de Freitas, Renato Augusto da Conceição Alves, Sebastião Jorge Rodrigues, Anita McDiffet, Brenda Heptig, Heather Markson, Liz Savage que tiveram importante participação nas atividades administrativas e nas práticas experimentais.

Aos meus colegas Carlos André da Costa, Cristiano Lúcio Cardoso Rodrigues, Douglas Romeu da Costa, Ernandes Rodrigues de Alencar, Fabio Luiz Zanatta, José Américo Trivellato Messias, Marcus Bochi da Silva Volks, Ronicely Pereira da Rocha, Roberta Jimenez de Almeida Rigueira, Samuel Martin, Adrian Martinez, Anne Rigdon, Carlos Campabadal e Lakshmikantha Channaiah pelos bons momentos e experiências compartilhadas.

Aos colegas de moradia e amigos de futebol, especialmente Rafael Tassinari, Ricardo Scarcely, Rômulo Coelho, Colby Diamond, Lauren Prather, Tyler Stafford.

BIOGRAFIA

Paulo Carteri Coradi, filho de Demétrio Roman Coradi e Luci Carteri Coradi, nasceu em 21 de abril de 1982, na comunidade de São Paulo, pertencente ao município de Arvorezinha e localizada na região do Vale do Taquari, estado do Rio Grande do Sul.

Em março 2000, deixou sua cidade natal e mudou-se para Santa Cruz do Sul, quando ingressou no curso de graduação de Engenharia Agrícola, na Universidade de Santa Cruz do Sul (UNISC). Após um ano, transferiu-se para a Universidade Federal de Pelotas (UFPEL), graduando-se em março de 2005.

Em abril de 2005 ingressou no curso de pós-graduação em nível de mestrado, na Universidade Federal de Lavras (UFLA), no estado de Minas Gerais, finalizando-o em julho de 2006.

Dois meses depois, em outubro de 2006 ingressou no curso de pós-graduação em nível de doutorado, na Universidade Federal de Viçosa (UFV). Durante este período (setembro de 2009 a junho de 2010) teve a oportunidade de realizar um estágio “doutorado sanduíche” no Department of Grain Science and Industry da Kansas State University (KSU), Estados Unidos.

ÍNDICE

	Pg.
LISTA DE TABELAS	xiv
LISTA DE FIGURAS	xv
RESUMO	xviii
ABSTRACT	xx
1.0 INTRODUÇÃO	01
2.0 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	04
2.1 Sistemas de recepção, armazenamento de produtos e industrialização da ração..	04
2.2 Produtos e subprodutos utilizados para fabricação da ração.....	06
2.3 Qualidade dos ingredientes usados para formulação da ração.....	08
2.3.1 Milho.....	08
2.3.2 Sorgo.....	10
2.3.3 Soja.....	11
2.3.4 Farelos.....	11
2.3.5 Farinhas de origem animal.....	13
2.3.6 Óleos e gorduras.....	14
2.4 Contaminações microbiológicas de produtos, subprodutos e rações.....	14
2.4.1 Atividade de água (a_w).....	14
2.4.2 Insetos-praga.....	15
2.4.3 Ácaros.....	16
2.4.4 Fungos.....	17
2.4.5 Micotoxinas	18
2.4.6 <i>Salmonella</i> sp. nos produtos, subprodutos e rações	19
2.5 Perdas físicas de produtos	21
2.6 Boas Práticas de Fabricação (BPF)	22
2.7 Sistema de Análise de Perigos e Pontos Críticos de Controle (APPCC)	23
3.0 MATERIAL E MÉTODOS	26
3.1 Caracterização das áreas experimentais.....	26
3.2 Primeira etapa do trabalho (Brasil).....	27
3.2.1 Fluxogramas da unidade de fabricação da ração da Pif Paf Alimentos- Unidade Fabril de Visconde do Rio Branco, MG.....	27
3.2.2 Área externa.....	29
3.2.3 Sistema de recepção dos grãos.....	30
3.2.4 Sistema de pré-limpeza.....	31
3.2.5 Sistema de secagem.....	31
3.2.6 Sistema de movimentação produtos.....	31
3.2.7 Sistema de armazenagem.....	32
3.2.8 Sistema de armazenagem, pesagem e dosagem dos microingredientes.....	32
3.2.9 Sistema de pesagem e dosagem automática dos ingredientes.....	33
3.2.10 Sistema de mistura.....	34

3.2.11 Sistema de moagem de granulados.....	34
3.2.12 Sistema de peletização.....	35
3.2.13 Sistema de expedição da ração.....	35
3.2.14 Sistema de transporte e movimentação de produtos durante a fabricação de ração.....	35
3.2.15 Outros setores.....	36
3.2.16 Avaliação do sistema de gestão da fábrica de ração.....	36
3.2.17 Avaliação da estrutura física da fábrica de ração.....	48
3.2.18 Amostragem.....	49
3.2.18.1 Amostragem das matérias-primas e rações processadas.....	49
3.2.18.2 Amostragem da água potável.....	50
3.2.18.3 Amostragem nas superfícies dos equipamentos, objetos e no ar ambiente...	51
3.2.19 Análises físico-químicas.....	51
3.2.19.1 Qualidade física do milho proveniente das diferentes regiões do estado de Minas Gerais.....	52
3.2.19.2 Teor de água dos grãos de milho e soja.....	53
3.2.19.3 Teor de água para farelos, farinhas e rações.....	53
3.2.19.4 Índice de acidez.....	53
3.2.19.5 Índice de peróxidos.....	54
3.2.19.6 Fibra bruta.....	55
3.2.19.7 Proteína bruta.....	55
3.2.19.8 Extrato etéreo.....	56
3.2.20 Análises microbiológicas, controle de pássaros, roedores, insetos e ácaros....	57
3.2.20.1 Insetos.....	58
3.2.20.2 Ácaros.....	58
3.2.20.3 Fungos.....	58
3.2.20.4 <i>Salmonella</i> sp.....	59
3.2.20.5 <i>Staphylococcus</i> sp.....	59
3.2.20.6 <i>Escherichia coli</i> , coliformes totais, coliformes a 45 °C e mesófilos totais...	59
3.2.20.7 Controle de roedores e pássaros na fábrica de ração.....	60
3.2.21 Perdas de produtos na fábrica de ração.....	61
3.2.21.1 Quantificação e amostragem das perdas de produtos.....	61
3.2.21.2 Levantamento de custos das perdas de produtos quantificados.....	63
3.2.22 Avaliações do sistema de manutenção da fábrica de ração.....	63
3.2.23 Análise estatística.....	63
3.3 Segunda etapa do trabalho (Estados Unidos).....	64
3.3.1 Origem e condições iniciais do milho.....	64
3.3.2 Separações do milho em frações.....	64
3.3.3 Formulações das rações.....	68
3.3.4 Processamentos das rações e o sistema de amostragem.....	68
3.3.5 Análises físicas, microbiológicas e micotoxinas.....	70
3.3.5.1 Teor de água no milho.....	70
3.3.5.2 Teor de água das rações.....	70
3.3.5.3 Massa específica das frações do milho.....	70
3.3.5.4 Contagem de <i>Aspergillus</i> sp. e <i>Fusarium</i> s.....	71
3.3.5.5 Análises totais de aflatoxinas e fumonisinas.....	71
3.3.6 Análise estatística.....	72

4.0 RESULTADOS E DISCUSSÃO	73
4.1 Primeira etapa do trabalho (Brasil).....	73
4.1.1 Avaliação do sistema de gestão da fábrica de ração.....	73
4.1.2 Avaliação da estrutura física da fábrica de ração.....	76
4.1.3 Avaliação dos setores da fábrica de ração.....	77
4.1.4 Qualidade físico-química das matérias-primas usadas na ração.....	78
4.1.4.1 Amostras.....	78
4.1.4.2 Teor de água.....	79
4.1.4.3 Índices de acidez e de peróxidos.....	82
4.1.4.4 Proteína bruta, extrato etéreo e fibra bruta.....	83
4.1.5 Classificação física do milho de diferentes regiões do estado de Minas Gerais	88
4.1.5.1 Amostras.....	88
4.1.6 Qualidade microbiológica das farinhas de origem animal fornecidas para a fábrica de ração.....	91
4.1.7 Distribuição de fungos e bactérias no fluxo de produção de ração.....	95
4.1.8 Contaminação microbiológica da água, ar, superfícies e equipamentos.....	101
4.1.9 Pontos críticos de controle na fábrica de ração.....	105
4.1.10 Levantamento de custos das perdas físicas de produtos na fábrica de ração...	112
4.2 Segunda etapa do experimento.....	119
4.2.1 Distribuição de aflatoxinas e fumonisinas totais em frações de milho.....	119
4.2.2 Reduções dos níveis de aflatoxinas e fumonisinas durante o processamento de rações para aves.....	123
5.0 CONCLUSÕES	130
6.0 SUSGETÕES PARA FUTUROS TRABALHOS	131
7.0 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	132
APÊNDICES A	144
APÊNDICES B	151
APÊNDICES C	162
APÊNDICES D	164

LISTA DE TABELAS

	Pg.
Tabela 1. Valores de teor de água, proteína bruta, extrato etéreo e de fibra bruta necessários para se obter padrões de qualidade aceitáveis para as matérias-primas destinadas à fabricação de ração.....	07
Tabela 2. Composição percentual dos nutrientes e valores nutricionais calculados das rações para frangos de corte nas fases iniciais, de crescimento e de acabamento.....	08
Tabela 3. Padrões de qualidade do milho, conforme os atributos especificados na Portaria n°. 845 de 8 de novembro de 1996.....	09
Tabela 4. Taxa de crescimento de fungos durante o armazenamento, em função dos níveis de teores de água nos produtos.....	10
Tabela 5. Taxa de crescimento de fungos durante o armazenamento, em função da temperatura na massa de produtos.....	10
Tabela 6. Atividade de água favorável ao desenvolvimento de algumas espécies de fungos e leveduras nas temperaturas de 25 a 30 °C.....	15
Tabela 7. Temperaturas mínimas e ótimas, favoráveis ao desenvolvimento de algumas espécies de insetos-praga.....	16
Tabela 8. Temperatura e umidade relativa do ar intergranular favoráveis ao desenvolvimento de algumas espécies de fungos toxigênicos.....	17
Tabela 9. Valores de umidade relativa de equilíbrio e de teores de água favoráveis ao desenvolvimento de algumas espécies de fungos que infectam os grãos armazenados.....	18
Tabela 10. Sistema de avaliação dos serviços e funções para o atendimento dos critérios e dos atributos qualitativos do sistema de produção da ração.....	48
Tabela 11. Notas e conceitos utilizados para a avaliação da fábrica de ração, conforme as orientações sobre Boas Práticas de Fabricação (BPF) definidas pela SINDIRAÇÕES.....	48
Tabela 12. Distribuição de armadilhas para controle de roedores na fábrica de ração.....	61
Tabela 13. Datas e horários em que os produtos foram quantificados.....	62
Tabela 14. Frações de grãos de milho obtidas pelo método de separação física.....	68

Tabela 15. Formulação da ração para baixos e altos níveis de contaminações microbiológicas micotoxinas.....	68
Tabela 16. Resultados da avaliação do sistema de gestão da fábrica de ração, contendo os requisitos avaliados, o número de questões aplicadas, os valores médios e os níveis de implementação.....	73
Tabela 17. Avaliação dos aspectos estruturais e física da fábrica de ração, contendo as notas médias atribuídas, os conceitos e o nível de implementação de cada aspecto.....	77
Tabela 18. Avaliação dos setores da fábrica de ração, contendo as notas médias atribuídas, os conceitos e o nível de implementação de cada setor.....	77
Tabela 19. Frequência de amostras de produtos abaixo dos padrões de qualidade da fábrica de ração.....	79
Tabela 20. Determinação da frequência de amostras de milho coletadas de diferentes regiões do estado de Minas Gerais durante o ano de 2008, abaixo dos padrões de classificação física.....	88
Tabela 21. Limites toleráveis (bom, aceitável, inaceitável) de bactérias e fungos em (UFC.g ⁻¹ e *NMP.g ⁻¹ de produto) para as farinhas de origem animal usadas na formulação das rações para aves.....	92
Tabela 22. Frequência (%) da distribuição de bactérias e fungos, em amostras de farinhas de origem animal, provenientes de diferentes fornecedores do estado de Minas Gerais.....	92
Tabela 23. Contagem de bactérias e fungos em farinhas de vísceras de diferentes fornecedores da fábrica de ração do estado de Minas Gerais.....	93
Tabela 24. Contagem em de bactérias e fungos em farinhas de carne, ossos e penas de diferentes fornecedores da fábrica de ração do estado de Minas Gerais.....	93
Tabela 25. Teor médio de água (% b.u.) dos produtos avaliados.....	96
Tabela 26. Frequência de amostras infectadas por fungos e bactérias no fluxo de produção de ração.....	97
Tabela 27. Porcentagem de amostras infectadas por microorganismos nos diferentes setores da fábrica de ração.....	102
Tabela 28. Qualidade microbiológica da água nos diferentes setores da fábrica de ração.....	102
Tabela 29. Contaminação microbiológica nas superfícies das mãos dos manipuladores de produtos dos diferentes setores da fábrica de ração...	103

Tabela 30. Contaminação microbiológica na superfície de equipamentos usados nos diferentes setores da fábrica de ração.....	104
Tabela 31. Avaliação da contaminação microbiológica do ar ambiente dos diferentes setores da fábrica de ração.....	105
Tabela 32. Pontos críticos de controle nos diferentes setores da fábrica de ração....	106
Tabela 33. Frequência de amostras de milho, farelos de soja e rações infestadas por insetos, ácaros e infectadas por fungos.....	107
Tabela 34. Teores de água (% b.u.), número médio de insetos, ácaros e fungos das amostras coletadas nos diferentes setores de recebimento, armazenamento das matérias-prima e produção da ração.....	108
Tabela 35. Infestação de roedores na área externa dos setores de recebimento, armazenamento de matérias-prima e produção da ração.....	110
Tabela 36. Infestação de pássaros na área externa nos setores de recebimento, armazenamento de matérias-prima e produção da ração.....	111
Tabela 37. Perdas de produtos por setor da área externa da fábrica de ração.....	113
Tabela 38. Perdas de produtos por equipamento da área externa da fábrica de ração.....	114
Tabela 39. Perdas de produtos por equipamento da área externa da fábrica de ração.....	115
Tabela 40. Perdas de produtos por equipamento na área interna da fábrica de ração.....	116
Tabela 41. Perdas de produtos por setor na área interna da fábrica de ração.....	116
Tabela 42. Perdas físicas de produtos e custos totais.....	117
Tabela 43. Determinação dos índices de contaminações microbiológicas dos produtos coletados no chão de fábrica durante as etapas de processamento.....	118
Tabela 44. Análises do teor de água e massa específica das frações de milho, obtidos pela separação física (tamanho e massa específica) dos grãos.	119
Tabela 45. Distribuição de <i>Fusarium</i> sp., <i>Aspergillus</i> sp., aflatoxinas e fumonisinas nas diferentes frações de milho obtidos pela separação física (tamanho e massa específica) dos grãos.....	120

Tabela 46. Distribuição de <i>Fusarium</i> sp., <i>Aspergillus</i> sp., aflatoxinas e fumonisinas pela diferença de massa específica das frações de milho, obtidos do processo de separação física.....	121
Tabela 47. Distribuição de <i>Fusarium</i> sp., <i>Aspergillus</i> sp., aflatoxinas e fumonisinas em cada etapa da separação física do milho.....	122
Tabela 48. Avaliação da eficiência dos métodos utilizados para a separação física do milho na redução dos índices de contaminação por fungos das espécies <i>Fusarium</i> , <i>Aspergillus</i> e de micotoxinas (aflatoxinas e fumonisinas).....	122
Tabela 49. Distribuição de <i>Fusarium</i> sp., <i>Aspergillus</i> sp., aflatoxinas e fumonisinas nos lotes de milho em condição normal de uso na fábrica de ração e contaminado.....	123
Tabela 50. Contaminação microbiológica durante as etapas de processamento das rações e os efeitos do uso de temperatura de 82 °C em um tempo de 30 segundos na etapa de peletização para redução do nível de contaminação.....	124
Tabela 51. Contaminação de micotoxinas durante as etapas de processamento das rações e os efeitos do uso de temperatura de 82 °C em um tempo de 30 segundos na etapa de peletização para redução do nível de contaminação.....	124
Tabela 52. Contaminação microbiológica durante as etapas de processamento das rações e os efeitos do uso de temperatura de 82 °C em um tempo de 45 segundos na etapa de peletização para redução do nível de contaminação.....	124
Tabela 53. Contaminação de micotoxinas durante as etapas de processamento das rações e os efeitos do uso de temperatura de 82 °C em um tempo de 45 segundos na etapa de peletização para redução do nível de contaminação	125
Tabela 54. Contaminação microbiológica durante as etapas de processamento das rações e os efeitos do uso de temperatura de 82 °C em um tempo de 60 segundos na etapa de peletização para redução do nível de contaminação.....	125
Tabela 55. Contaminação de micotoxinas durante as etapas de processamento das rações e os efeitos do uso de temperatura de 82 °C em um tempo de 60 segundos na etapa de peletização para redução do nível de contaminação.....	125
Tabela 56. Comparação entre os diferentes tempos (30, 45 e 60 segundos) de exposição da ração a temperatura de 82 °C, antes da etapa de peletização, avaliando a redução do nível de contaminação microbiológica.....	127

Tabela 57. Comparação entre os diferentes tempos (30, 45 e 60 segundos) de exposição da ração a temperatura de 82 °C, antes da etapa de peletização, avaliando a redução do nível de contaminação de micotoxina.....	128
Tabela 58. Comparação entre os diferentes tempos (30, 45 e 60 segundos) de exposição da ração a temperatura de 82 °C, após a etapa de peletização, avaliando a redução do nível de contaminação microbiológica.....	128
Tabela 59. Comparação entre os diferentes tempos (30, 45 e 60 segundos) de exposição da ração a temperatura de 82 °C, após a etapa de peletização, avaliando a redução do nível de contaminação de micotoxina.....	128
Tabela 60. Teores de água (% b.u.) médios mensais determinados nas matérias-primas e rações processadas, durante o ano de 2008 (Figura 26).....	145
Tabela 61. Teores de água (% b.u.) médios mensais determinados nas matérias-primas e rações processadas, durante o ano de 2008 (Figura 26).....	145
Tabela 62. Teores de proteína bruta (%) médios mensais determinados nas matérias-primas e rações processadas durante o ano de 2008 (Figura 29).....	146
Tabela 63. Teores médios de proteína bruta (%) mensais determinados nas matérias-primas e rações processadas, durante o ano de 2008 (Figura 29).....	146
Tabela 64. Teores médios de extrato etéreo (%) mensais determinados nas matérias-primas e rações processadas, durante o ano de 2008 (Figura 30).....	147
Tabela 65. Teores médios de extrato etéreo (%) mensais determinados nas matérias-primas e rações processadas, durante o ano de 2008 (Figura 30).....	147
Tabela 66. Teores médios de fibra bruta (%) mensais determinados nas matérias-primas e rações processadas, durante o ano de 2008 (Figura 31).....	148
Tabela 67. Teores médios de fibra bruta (%) mensais determinados nas matérias-primas e rações processadas, durante o ano de 2008 (Figura 31).....	148
Tabela 68. Índices médios de acidez (mg NaOH ⁻¹ g) mensais determinados nas matérias-primas e rações, durante o ano de 2008 (Figura 27).....	149
Tabela 69. Índices médios de acidez (mg NaOH ⁻¹ g) mensais determinados nas matérias-primas e rações, durante o ano de 2008 (Figura 27).....	149
Tabela 70. Índices médios de peróxidos (mEq.kg ⁻¹) mensais determinados nas matérias-primas e rações, durante o ano de 2008 (Figura 28).....	150

Tabela 71. Índices médios de peróxidos (mEq.kg^{-1}) mensais determinados nas matérias-primas e rações, durante o ano de 2008 (Figura 28).....	150
Tabela 72. Classificação física dos grãos de milho (%) provenientes de diferentes regiões do estado de Minas Gerais, para uso na formulação da ração (Figura 32).....	152
Tabela 73. Valores máximos, mínimos e médios da classificação física dos grãos de milho (%) provenientes das diferentes mesorregiões do estado de Minas Gerais (Figura 32).....	161
Tabela 74. Índices de contaminação por fungos nas diferentes etapas do fluxo de produção da ração (UFC.g^{-1} de produto) (Figura 33).....	163
Tabela 75. Índices de contaminação por bactérias nas diferentes etapas do fluxo de produção da ração (UFC.g^{-1} de produto) (Figura 34).....	163
Tabela 76. Número de manutenções realizadas para os transportadores de corrente na fábrica de ração (Figura 35).....	165
Tabela 77. Número de manutenções realizadas para as roscas transportadoras na fábrica de ração (Figura 35).....	166
Tabela 78. Número de manutenções realizadas para as roscas dosadoras na fábrica de ração (Figura 35).....	166
Tabela 79. Número de manutenções realizadas para os elevadores de caçamba na fábrica de ração (Figura 35).....	167
Tabela 80. Número de manutenções realizadas para nos silos armazenadores na fábrica de ração (Figura 35).....	167
Tabela 81. Número de manutenções realizadas nos exaustores, compressores e bombas da fábrica de ração (Figura 35).....	168
Tabela 82. Número de manutenções realizadas nos moinhos de martelo, resfriador, trituradores, prensas e misturadores da fábrica de ração (Figura 35).....	168
Tabela 83. Manutenções (%) dos equipamentos realizadas na fábrica de ração (Figura 35).....	169
Tabela 84. Manutenções (%) dos equipamentos realizadas na fábrica de ração (Figura 35).....	169

LISTA DE FIGURAS

	Pg.
Figura 1. Fluxograma genérico para processamento de rações para animais.....	05
Figura 2. Vista da fábrica de ração em Visconde do Rio Branco, MG.....	26
Figura 3. Vista parcial da área interna da fábrica de ração, Kansas, EUA.....	27
Figura 4. Vista parcial do laboratório de análises microbiológicas e micotoxinas.....	27
Figura 5. Fluxograma do sistema operacional de armazenagem da unidade fabril de Visconde do Rio Branco, MG.....	28
Figura 6. Fluxograma do sistema operacional da unidade industrial de fabricação de rações da PIF PAF Alimentos localizada em Visconde do Rio Branco, MG.....	29
Figura 7. Vista parcial da área externa da indústria de rações, destinada ao estacionamento dos veículos de carga.....	30
Figura 8. Vista parcial da moega para recepção dos grãos.....	30
Figura 9. Vista parcial dos transportadores de caçambas e de correntes.....	31
Figura 10. Vista parcial do sistema de armazenagem de milho.....	32
Figura 11. Área de armazenagem de micros ingredientes e premix.....	33
Figura 12. Sistema de controle automático de pesagem e dosagem de ingredientes.	33
Figura 13. Vista parcial do sistema de pesagem em fluxo e mistura dos ingredientes.....	34
Figura 14. Vista parcial do sistema de moagem dos ingredientes para a fabricação de rações.....	34
Figura 15. Vista do sistema de expedição de ração a granel.....	35
Figura 16. Identificação das mesorregiões do estado de Minas Gerais onde é adquirido o milho para a fabricação de ração.....	52
Figura 17. Armadilha para captura de roedores.	60
Figura 18. Sinalização da armadilha.....	60
Figura 19. Cilindros de separação.....	65

Figure 20. Mesa densimétrica	65
Figure 21. Peneira manual.....	65
Figure 22. Sistema de aspiração.....	65
Figure 23. Fluxograma de separação das frações de milho.....	66
Figura 24. Amostras das diferentes frações de milho.....	67
Figura 25. Diagrama do fluxo de processamento das rações. 1 – Baixo nível de contaminação. 2 – Alto nível de contaminação.....	69
Figura 26. Teores médios de água (% b.u.) mensais determinados nas matérias-primas recebidas e rações processadas, na fábrica de ração, durante o ano de 2008. Farinhas de origem animal (A); farelos de trigo, de soja, de arroz e grãos de soja (B); grãos de sorgo e gérmen de milho (C); soja integrada e extrusada (D); ração inicial, crescimento, abate (E).....	80
Figura 27. Índices médios de acidez (mg NaOH ¹ g) mensais determinados nas matérias-primas recebidas de diferentes fornecedores do estado de Minas Gerais e nas rações processadas para aves durante o ano de 2008.....	82
Figura 28. Índices médios de peróxidos (mEq.kg ⁻¹) mensais determinados nas matérias-primas recebidas de diferentes fornecedores do estado de Minas Gerais e nas rações processadas para aves, durante o ano de 2008.....	83
Figura 29. Teores médios de proteína bruta (PB %) mensais determinados nas matérias-primas e rações, durante o ano de 2008. Gérmen de milho, grãos de milho e sorgo (A); soja extrusada e desativada (B); grãos e farelos de soja (C); farelos de arroz e trigo (D); padrão de qualidade para cada produto recomendado pela empresa (P).....	84
Figura 30. Teores médios de extrato etéreo (EE %) mensais determinados nas matérias-primas e rações, durante o ano de 2008. Gérmen de milho e farelo de arroz (A); soja extrusada e desativada (B); grãos de milho, sorgo e farelos de trigo (C); grãos e farelos de soja (D); padrão de qualidade para cada produto recomendado pela empresa (P).....	86
Figura 31. Teores médios de fibra bruta (FB %) mensais determinados nas matérias-primas e rações, durante o ano de 2008. Gérmen de milho, grãos de milho e sorgo (A); farelos de soja, soja extrusada e desativada (B); grãos de soja, e farelos de arroz e trigo (C) padrão de qualidade para cada produto recomendado pela empresa (P).....	87

Figura 32. Quantificação dos valores mínimos, médios e máximos da qualidade do milho, pela classificação física, provenientes de diferentes regiões do estado de Minas Gerais, para uso na formulação de rações para aves. Teor de água (% b.u.) (A); matérias estranhas, impurezas e fragmentos (B); grãos avariados (C) e grãos ardidos, mofados e britados (D).....	89
Figura 33. Comparação e distribuição dos índices de contaminação por fungos nas diferentes etapas do fluxo de produção da ração. Letras maiúsculas com significados semelhantes nas colunas e letras minúsculas com mesmos significados nas linhas. y = número de colônias de fungos multiplicado por 10^3	99
Figura 34. Comparação e distribuição dos índices de contaminação por bactérias nas diferentes etapas do fluxo de produção da ração. Letras maiúsculas com significados semelhantes nas colunas e letras minúsculas com mesmos significados nas linhas. y = número de colônias de bactérias multiplicado por 10^2	99
Figura 35. Manutenções (%) dos equipamentos realizadas na fábrica de ração.....	112

RESUMO

CORADI, Paulo Carteri, D.Sc., Universidade Federal de Viçosa, outubro, 2010.
Avaliação de uma fábrica de ração para aves: instalações, processos e produto final. Orientador: Evandro de Castro Melo. Co-Orientadores: Adílio Flauzino de Lacerda Filho e José Benício Paes Chaves.

Objetivou-se, com este trabalho, analisar e caracterizar quantitativamente e qualitativamente uma indústria de fabricação de ração para aves. Para isto, realizou-se um estudo inicial, avaliando-se a fábrica de ração, a partir das normas das Boas Práticas de Fabricação de Rações e da norma internacional da gestão da qualidade ISO 9000:2000. Verificou-se nos resultados, que a indústria de fabricação de ração não atendeu, em completo, as normas supra mencionadas, apesar das mesmas serem implementadas na indústria. Avaliaram-se as matérias-primas usadas para a fabricação das rações, provenientes de diferentes regiões do estado de Minas Gerais. Observou-se que o milho fornecido para a indústria de ração teve classificação “tipo 1”. Por outro lado, entre os derivados de outros produtos avaliados, como as farinhas de origem animal, verificaram-se altos índices de contaminações bacterianas, principalmente da espécie *Salmonella* ($5,3 \times 10^2$ UFC.g⁻¹). Infestações por insetos-praga, roedores, ácaros e a presença de fungos foram encontrados presentes nos setores de maior movimentação de matérias-primas e rações. A contaminação cruzada foi outro fator presente na indústria, proveniente da água, ar ambiente e superfícies de equipamentos de trabalho. Durante o processo de industrialização da ração observou-se a possibilidade de reduzir os índices de contaminação de $7,0 \times 10^3$ para $1,5 \times 10^2$ UFC.g⁻¹, conforme era concluído o processo de fabricação. O uso de temperaturas elevadas nos processos de secagem do milho, sistemas de moagem, de mistura dos ingredientes e de peletização da ração podem ter influenciado na redução da contaminação microbiológica nos lotes de produtos avaliados. Os procedimentos operacionais de manutenção dos equipamentos influenciaram as perdas físicas de grãos, farelos, farinhas, microingredientes e rações, chegando a aproximadamente 120 kg, com um custo médio de perdas de R\$ 55,23 à hora. Verificou-se alto índice de contaminação de fungos nas análises realizadas nos produtos considerados como perdas ($7,4 \times 10^4$ UFC.g⁻¹). Avaliaram-se a contaminação do milho e da ração, por micotoxinas, e as possíveis alternativas para reduzir e controlar estes problemas a partir dos processos de separação física do milho e da industrialização da ração. Os

resultados com a separação física do milho pelo tamanho e massa específica foram positivos. Os altos níveis de concentração de aflatoxinas (166,0 ppb) e fumonisinas (12,6 ppm) foram observados nas frações de 0,7 para 0,9 g.cm⁻³ de massa específica. Os métodos de separação por peneiras e aspiração foram os que tiveram maiores reduções nos níveis de contaminação por aflatoxinas e fumonisinas, chegando a aproximadamente 60%. No processamento da ração, observou-se que, para os diferentes níveis iniciais de contaminações, houve redução de aflatoxinas (2,4 ppb) e fumonisinas (0,2 ppm), quando a ração foi exposta há 60 segundos e temperatura de 82 °C. Com base nos resultados experimentais e nas condições operacionais em que foi conduzido o experimento, conclui-se que: as matérias-primas e rações processadas têm características físico-químicas adequadas para alimentação de aves, porém apresentam problemas de contaminações microbiológicas que podem causar doenças e reduzir a produção; o monitoramento de algumas etapas do processo de fabricação da ração poderá reduzir os níveis de contaminações microbiológicas e de micotoxinas na ração final; a não implementação adequada de um programa de manutenção preventiva e corretiva traz como conseqüências perdas de matérias-primas e rações, aumentando os custos de produção.

ABSTRACT

CORADI, Paulo Carteri, D. Sc., Universidade Federal de Viçosa, October, 2010.
Evaluation of a feed mill for poultries: installation, process, and final product. Adviser: Evandro de Castro Melo. Co-advisers: Adílio Flauzino de Lacerda Filho and José Benício Paes Chaves.

The work of research aimed to characterize and analyze qualitatively and quantitatively a feed mill for poultries. For this, an initial study to evaluate the feed mill using the manual of Good Manufacturing Practice of Feed and the international norm of quality management ISO 9000:2000. The results verified that the feed mill did not respond in full the mentioned norm, although they are implemented in the industry evaluated. The raw materials used for the feed formulation of the various regions of Minas Gerais State were evaluated. In the results observed that the corn supplier for the feed industry maintained with classification "type 1". On the other hand, among the by-products evaluated, as animal meals were verified high levels of bacterial contamination, mainly of the *Salmonella* species (5.3×10^2 CFU.g⁻¹). Infestations of insects, rodents, mites and the presence of fungi were found in the sectors of greater exposure of raw materials and feed. The cross-contamination by ambient air, water, and work surface of equipment surface were also a problem in the feed mill. During the feed industrialization the reduction of contamination of 7.0×10^3 to 1.5×10^2 CFU.g⁻¹ were observed, as the product has reached the final stage of production. The use of high temperatures in drying processes of corn, grinding system, ingredients mixing, and feed pelleting can be influenced in the contamination reduction of microbiology in the products lots evaluated. The system of maintenance of equipment influenced in the physical losses of grains, meals, microingredients, and feed, even approximately 120 kg to an average cost of R\$ 55.23 per hour. The analyses realized of fungi in the products losses were verified high levels of contamination (7.4×10^4 CFU.g⁻¹). The corn and feed contamination by mycotoxins, and the alternatives to reduce and control these problems by processes of physical separation of corn and in the feed industrialization were evaluated. The results to physical separation of corn by size and mass specific were positive. The high levels of aflatoxins concentrations (166.0 ppb) and fumonisins (12.6 ppm) were observed in the fractions of 0.7 to 0.9 g.cm⁻³ of mass specific. The separation system by sieves and aspiration had more reductions of contamination levels of aflatoxins and

fumonisin, even approximately 60%. For the different initial levels of contamination in the feed processing were observed aflatoxins (2.4 ppb) and fumonisins (0.2 ppm) reductions to 60 seconds of feed exposition, using temperature at 82 °C. To according the experimental results and the operational conditionals of the experimental executed were concluded: the raw materials and the feed processed have physico-chemical characteristics adequate to poultry feed. However, the products presented problems of microbiology contamination that can cause disease and reduction in the production. The monitoring of some process steps of feed industrialization will can reduce the levels of microbiology contamination and mycotoxins in the final feed. The not adequate implementation of a program of corrective and preventive maintenance increase the production costs with raw materials and feed losses.

1.0 INTRODUÇÃO

O setor avícola, dentro da cadeia do agronegócio, tem possibilitado ao Brasil, nos últimos anos, grande representatividade no comércio internacional de carne de frango e maior produção de proteína animal, devido às inúmeras condições favoráveis, como a extensão territorial, o clima, o potencial de produção de grãos e a tecnificação em alguns segmentos. No contexto internacional, o Brasil, hoje, é o terceiro maior produtor de alimentos balanceados para animais, atrás somente dos Estados Unidos e China e o maior produtor latino americano, com 50% da produção. A demanda brasileira do total de ingredientes para a produção de rações é de aproximadamente 47 milhões de toneladas, sendo que a soja e o milho representam, respectivamente, cerca de 60% e 20% da produção nacional e são os principais ingredientes neste segmento (SINDIRAÇÕES, 2009).

As exigências pela qualidade vêm crescendo muito nos últimos anos, principalmente porque a economia mundial está cada vez mais globalizada e os mercados estão mais competitivos, isto mostra que não é suficiente a busca incessante do lucro pelas empresas, focada em uma análise simplista de redução de custos e aumento de produção, elas devem buscar novas alternativas que as façam diferenciar de seus concorrentes. A via para manterem e ganharem novos mercados são qualidade e produtividade. A busca da qualidade e produtividade passa por diversas questões, como as políticas de gestão da qualidade, análise do melhor sistema de produção, treinamento, manutenção da produção, escolha apropriada de fornecedores e outros fatores estratégicos.

As aplicações dos conceitos de melhoria da qualidade propiciam às empresas melhor participação na disputa pelo mercado, uma vez que mercados e clientes estão exigindo padrões de produtos e serviços mais qualificados, fazendo com que as exigências por qualidade estejam em evolução constante. Esse processo de evolução constante da qualidade de produtos e serviços propicia também, dentro do conceito moderno da qualidade, custos mais baixos e aumento da produtividade (CHAVES, 1980).

Os países importadores estão tomando medidas preventivas para limitar a entrada de produtos no mercado, por meio de justificativas ambientais, de saúde e de segurança alimentar, baseadas em normas internacionais. Por meio das normas internacionais entendem-se como qualidade para rações e ingredientes, a composição de proteína e aminoácidos, ácidos graxos, minerais, vitaminas e a energia digestível

dos componentes e da ração em si. A qualidade tecnológica implica nas características físicas dos ingredientes e rações, bem como aquelas relacionadas com o processo de fabricação. Relativamente à segurança, a qualidade envolve, também, a ausência de substâncias e microrganismos nocivos à saúde dos animais, ambiente e dos consumidores. Uma vez que as rações têm relação direta com a segurança alimentar, essa deve ser mantida e provada em caso de questões judiciais.

Para que as rações produzidas tenham qualidade é necessário um rígido trabalho de avaliação, controle e gestão em todas as fases de processamento do produto, envolvendo as matérias-primas, os ingredientes, as embalagens, os equipamentos e os operadores. Depreende-se que todo esse processo deve ser realizado de forma que os procedimentos sejam aplicados de maneira lógica, baseados nos fatos e dados coletados. Para isto, alguns programas de controle e gestão da qualidade estão sendo utilizados, como: as Boas Práticas de Fabricação (BPF); os Procedimentos Operacionais e Padrões de Higienização (POPH); as Boas Práticas de Transporte (BPT), juntamente com a utilização de um sistema de Análise de Perigos e Pontos Críticos de Controle (APPCC).

No intuito de atender à legislação pertinente e às inspeções dos órgãos federais normatizadores do setor de produção de ração, bem como, o desenvolvimento de produtos com qualidade, certificação e segurança, minimizando as perdas e reduzindo os custos com o aumento da produção, objetivou-se com este trabalho, analisar e caracterizar, quantitativamente e qualitativamente, a qualidade de uma indústria de fabricação de ração para aves, considerando-se o seu regime normal de produção em escala experimental e comercial. O trabalho de pesquisa foi desenvolvido em duas etapas: na primeira etapa, avaliou-se a qualidade das instalações, dos processos e dos produtos, em uma unidade de fabricação de ração em nível comercial, no Brasil; na segunda etapa, analisou-se a qualidade da ração durante as etapas de fabricação em uma unidade experimental nos Estados Unidos.

No Brasil, especificamente objetivou-se:

- (i) Avaliar e caracterizar a estrutura física, os setores de produção e o sistema de gestão da qualidade de uma fábrica de ração, com base no manual das Boas Práticas de Fabricação de Ração e nas normas internacionais da ISO 9000:2000;
- (ii) Avaliar a qualidade física do milho proveniente das diferentes mesorregiões do estado de Minas Gerais;

(iii) Avaliar a qualidade físico-química e microbiológica de produtos e subprodutos usados como ingredientes para a formulação da ração para aves;

(iv) Avaliar a contaminação por fungos e bactérias nas matérias-primas e rações nas etapas de processamento, e verificar os índices de contaminação microbiológica da água, do ar ambiente, das superfícies dos equipamentos e manipuladores de produtos dos diferentes setores, identificando os principais pontos críticos;

(v) Avaliar tecnicamente o sistema de manutenção dos equipamentos da fábrica de ração, correlacionando as perdas de produtos, subprodutos e rações e os custos gerados.

Nos Estados Unidos, especificamente objetivou-se:

(i) Avaliar a eficiência do processo de separação física do milho, quanto à distribuição de *Aspergillus* sp., *Fusarium* sp., aflatoxinas e fumonisinas nas diferentes frações, e as possíveis reduções de contaminação durante as etapas de processamento da ração, variando o nível inicial de contaminação do milho (baixo e alto) e controlando o tempo de exposição da ração (30, 45 e 60 segundos) para uma mesma temperatura de 82 °C na peletização.

2.0 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Sistemas de recepção, armazenamento de produtos e industrialização da ração

O setor de recepção é um local onde é possível segregar a matéria-prima de recebimento, excluindo-se a de baixa qualidade de produção, pois uma vez descarregados em uma moega, o produto será destinado a um silo de armazenamento e dificilmente será possível diferenciar e separar o ingrediente de baixa qualidade com o de boa qualidade (BUTOLO, 2002). O responsável pela recepção deve saber, antecipadamente, qual a qualidade do produto adquirido (especificações de compra), deve ter suficientes informações do Sistema de Qualidade e estar habilitado a reconhecer a qualidade aparente dos ingredientes e ter suficiente autoridade para recusar o produto antes da descarga. As amostras dos produtos recebidos em uma fábrica devem ser retiradas e analisadas fisicamente, através de testes qualitativos rápidos e, posteriormente, arquivadas para diminuir dúvidas posteriores por problemas que possam ocorrer com o produto final (BUTOLO, 2002).

A estocagem de produtos a granel deve ser bem controlada, evitando-se misturas de matéria-prima com características qualitativas diferenciadas ou produtos diferentes (LACERDA FILHO et al., 2000). As matérias-prima ensacadas devem receber maiores cuidados quanto à identificação dos rótulos e lotes, em especial produtos medicamentosos, aditivos e minerais, que devem ser cuidadosamente catalogados para evitar o uso indevido, principalmente quanto às suas concentrações (BUTOLO, 2002). Cuidados adicionais devem ser tomados quando a matéria-prima for armazenada durante mais tempo. Em se tratando de armazenagem a granel de milho ou soja, o principal fator de controle é o monitoramento da umidade e da temperatura da massa granular. Observando-se alguma elevação ou pontos de aquecimento deve ser realizar a aeração, quando o silo for dotado de um sistema que a permita (SILVA et al., 2008).

Nos processos de fabricação de rações é preciso ter conhecimento dos fluxogramas, das operações e dos procedimentos que caracterizam a qualidade do produto acabado. No processamento da ração as etapas de moagem, dosagem, misturam e peletização são os principais fatores críticos de produção (KLEIN, 1996). Na Figura 1 ilustra-se as principais operações unitárias de uma fabricação de ração.



Figura 1. Fluxograma genérico para processamento de rações para animais.

As matérias-primas destinadas à moagem são os grãos de cereais, como: milho, sorgo ou ainda, ingredientes peletizados, como o farelo de soja e de algodão. Muita atenção precisa ser dada ao processamento, pois o produto resultante do processo deve ser uniforme para ser bem aceito pelos animais, não devendo permitir segregação, quando em mistura com outros ingredientes (BUTOLO, 2002). Assim, a adequação da granulometria é um fator decisivo para a mistura, pois quanto maior a uniformidade das partículas, melhor será a mistura (TOLEDO et al., 2001). Para que o processamento seja consistente, é importante um programa de manutenção dos equipamentos, que assegure que os mesmos atinjam o desempenho conforme projetados. Os equipamentos para processamento, tais como, moinhos de rolo ou de martelo, devem ser sempre ajustados para que mantenham uma uniformidade na produção (BUTOLO, 2002).

Após a moagem, o farelo resultante poderá apresentar grande variação no tamanho e na uniformidade das partículas, o que pode gerar comportamentos alimentares distintos, por parte das aves (TOLEDO et al., 2001). Entre eles, está a ingestão seletiva relacionada ao tamanho das partículas, provavelmente em função do tamanho do bico (TOLEDO et al., 2001), o que ocasiona um desbalanceamento

nutricional, trazendo alterações no desempenho das aves. A dosagem, por se tratar de uma atividade repetitiva e monótona, induz ao erro humano, necessitando, portanto, ser automatizada sempre que possível. Caso contrário deve-se investir em treinamento dos operadores e em controles (SILVA, 1998). A uniformidade da mistura pode ser obtida com o monitoramento periódico dos misturadores, sendo que uma boa mistura passa ser essencial para obtermos performances zootécnicas máximas (BUTOLO, 2002). No processo de mistura um dos aspectos de importância e nem sempre conhecido, é o tempo ótimo de mistura de um misturador. É absolutamente essencial que os ingredientes que vão constituir o alimento sejam corretamente pesados e que, depois de misturados, tornem-se um produto homogêneo.

A peletização da ração é uma das formas de reduzir a deterioração e as perdas, além de garantir o consumo, aumentar a eficiência e as características de manuseio das rações (BIAGI, 1990). Essa prática pode ter algumas desvantagens, como: maior custo de produção e comprometimento da disponibilidade de algumas vitaminas, antibióticos e enzimas adicionadas à ração (NILIPOUR, 1993). Entretanto, a ela tem sido atribuída uma série de benefícios ao desempenho das aves, tais como: a melhora da digestibilidade de alguns nutrientes (ÁVILA et al., 1995), diminuição do desperdício e prevenção da seletividade (MAIORKA, 1998), maior capacidade de consumo em menor tempo (JENSEN et al., 1962), diminuição na concentração microbiana da ração e melhora na eficiência da ração (NILIPOUR, 1993). A ração peletizada induz aumento no consumo da ração e evita que a ave selecione as partículas maiores. A temperatura empregada no processo de peletização, se adequadamente controlada, gelatiniza parcialmente o amido, solubiliza as proteínas e facilita a ação e o acesso das enzimas, aumentando a digestibilidade, se a pressão decorrente do processo, romper parte da parede celular do alimento. Além disso, permite menor esforço físico das aves e, conseqüentemente, menor gasto energético para consumir a ração (CAPDEVILA, 1997).

2.2 Produtos e subprodutos utilizados para fabricação da ração

Os valores nutricionais das matérias-prima podem variar de acordo com os métodos de processamento, condições climáticas locais, estação do ano e entre outros. Segundo Rostagno (2000), a matriz da formulação da ração deverá ser adequada ao local, acompanhada por uma rotina de análises químicas e exames de

contaminações (ex. salmonela, fungos e micotoxinas) de todas as matérias-primas. A variedade de matérias-primas oferecidas para formulação da ração, em mínimo custo, deve ser adequada aos frangos. Alguns limites de formulação devem ser impostos aos ingredientes, que trazem problemas quando usados em excesso (ex. farelo de mandioca, soja com baixo nível protéico, farelo de algodão, etc.) (ROSTAGNO, 2000).

Os mercados, no mundo inteiro, diferem em suas exigências pelo produto final, segundo Rostagno (2000), as especificações das rações variam, dependendo do produto final, e conseqüentemente uma série de rações é necessária para atender essas diferentes demandas de mercado. Alguns fatores que influenciam na formulação são: disponibilidade e preço de matérias-primas; peso ao abate; idade ao abate; rendimento e qualidade da carcaça; pigmentação da pele; criação em sexos separados. As Tabelas 1 e 2 contêm os percentuais de nutrientes exigidos em matérias-primas e rações, para que atendam a segurança alimentar das aves.

Tabela 1. Valores de teor de água, proteína bruta, extrato etéreo e de fibra bruta necessários para se obter padrões de qualidade aceitáveis para as matérias-primas destinadas à fabricação de ração

Produtos	Teor de água (% b.u.)	Proteína bruta (%)	Extrato etéreo (%)	Fibra bruta (%)
Milho gérmen	13,00	8,20	8,00	1,32
Milho grão	14,50	7,80	3,10	1,95
Sorgo grão	13,00	8,80	2,50	2,23
Soja grão	11,00	39,30	2,50	4,38
Soja extrusada	10,00	38,00	20,70	4,59
Soja integrada desativada	11,00	36,70	20,00	4,31
Farelo arroz	12,00	13,20	13,57	7,20
Farelo trigo	12,00	16,50	2,71	9,20
Farelo soja	12,00	45,00	1,92	4,93
Farinha de vísceras	8,5	60,00	16,00	-
Farinha de penas	8,5	82,20	5,60	-
Farinha de carne e ósseos	8,5	44,50	8,50	-
Farinha de carne suína	8,5	47,50	9,00	-

Fonte: ROSTAGNO (2000).

Tabela 2. Composição percentual dos nutrientes e valores nutricionais calculados das rações para frangos de corte nas fases iniciais, de crescimento e de acabamento

Ingrediente	Ração		
	Inicial	Crescimento	Acabamento
Milho	59,160	64,387	69,884
Farelo de soja (46%)	31,720	26,994	22,086
Farinha de carne e ossos (40%)	5,690	4,847	4,611
Óleo de soja	1,420	1,554	1,388
Calcário (39%)	0,874	1,035	1,001
Sal	0,362	0,359	0,370
DL-Metionina (99%)	0,192	0,206	0,154
L-Lisina	0,082	0,118	0,005
Premix vitamínico-mineral	0,500	0,500	0,500
Total	100,00	100,00	100,00
Nível nutricional			
Proteína bruta, %	22,00	20,00	18,00
Energia metabolizável (kcal/kg)	2980	3050	3100
Cálcio, %	0,980	0,950	0,900
Sódio, %	0,230	0,220	0,220
Fósforo disponível, %	0,480	0,420	0,400
Metionina, %	0,525	0,512	0,437
Metionina + Cistina, %	0,900	0,860	0,760
Lisina, %	1,230	1,120	0,900
Treonina, %	0,825	0,748	0,676
Triptofano, %	0,259	0,229	0,199

Fonte: ROSTAGNO (2000).

Existe uma série de ingredientes utilizados para formulações de rações, sendo que todos eles têm suas características nutricionais próprias e, também, suas peculiaridades quanto aos problemas que poderão ocasionar, em caso de mal uso ou processamento. Nos itens abaixo, estão apresentadas as principais matérias-primas utilizadas para a composição da ração.

2.3 Qualidade dos ingredientes usados para formulação da ração

2.3.1 Milho

O milho é a matéria-prima mais utilizada nas dietas de aves (como fonte energética). Segundo Lima et al. (2004), o valor energético é devido ao endosperma, que é composto principalmente por amilopectina, e o gérmen, que contém a maioria do óleo. Existem muitas variedades de milho que contêm 3 a 4 % de óleo, ainda que, novas variedades atinjam até 8 % de óleo, proporcionando maior teor energético. Estas variedades com alto teor de óleo contêm 2 a 3 % a mais de proteína (BARTOV &

BARZUR, 1995). Dependendo das condições do produto na lavoura e na estocagem, a presença de micotoxinas pode ser um problema. A contaminação é comum nos grãos de milho danificados por insetos, principalmente em áreas quentes e úmidas. O limite máximo de aflatoxinas admissível, no Brasil, para todos os ingredientes de origem vegetal é de 50 ppb (WEBER, 2001). A Organização Mundial de Saúde admite como 30 partes por bilhão (ppb) o máximo tolerável de aflatoxina em produtos para alimentação animal e na ração pronta. Entretanto, a maioria dos países adotam limites mais estreitos para protegerem a sua população e são rigorosos, especialmente na importação de grãos, rações e óleos (WEBER, 2001). O limite estabelecido pelos Estados Unidos e Canadá para produtos de origem vegetal são de 20 ppb; no Japão é 10 ppb; na Polônia e Hungria é 5 ppb; no Mercado Comum Europeu o limite fixado é de 0,01 a 0,05 ppb, e na Alemanha é de 0,005 a 0,05 mg.kg⁻¹ (WEBER, 2001).

A classificação física é um dos fatores importantes que caracterizam a qualidade comercial do milho para uso na fabricação da ração. Segundo Lorini et al. (2002), para que seja considerado um produto de qualidade o mercado exige que o milho tenha teor máximo de água de 14% b.u.; índice de impurezas de até 1% na peneira de 3 mm ou, até 3% na peneira de 5 mm; índice máximo de ardidos de 6% e evitar a presença de fungos e toxinas. O grão de milho destinado à alimentação animal deve ser isento de fungos, micotoxinas, sementes tóxicas e resíduos de pesticidas e deve se enquadrar nos tipos 1, 2 ou 3, conforme a Portaria nº. 845 de 8 de novembro de 1996, atendendo aos atributos mínimos de qualidade apresentados na Tabela 3.

Tabela 3. Padrões de qualidade do milho, conforme os atributos especificados na Portaria nº. 845 de 8 de novembro de 1996

Tipos	Teor de água Máx. (% b.u.)	Material estranho (%)	Grãos avariados	
			Total – Máx.	Ardidos/ Brotados
1	14,5	1,5	11	8
2	14,5	2	18	6
3	14,5	3	24	10

Fonte: BRASIL (1996).

Com a finalidade de se obter milho com qualidade satisfatória é recomendável que os teores de água para colheita e armazenamento, sem risco de

qualquer deterioração, sejam de 24 a 32 % b.u. na colheita; 13 a 14 % b.u. até um ano de armazenagem e 12 % b.u. para armazenagem acima de um ano (SILVA et al., 2000). A temperatura e o teor de água são os principais indutores de desenvolvimento fúngico nos grãos. Nas Tabelas 4 e 5 observam-se os valores críticos de temperatura e de teor de água que possibilitam diferentes velocidades de desenvolvimento de fungos.

Tabela 4. Taxa de crescimento de fungos durante o armazenamento, em função dos níveis dos teores de água nos produtos

Teor de água (% b.u.)	Taxa de crescimento
< 13,00	Lento
13,00 – 16,00	Rápido
> 16,00	Explosivo

Fonte: LAZZARI (1993).

Tabela 5. Taxa de crescimento de fungos durante o armazenamento, em função da temperatura na massa de produtos

Temperatura (°C)	Taxa de crescimento
< 15,00	Lento
20,00 – 30,00	Ótimo
40,00 – 55,00	Máximo

Fonte: LAZZARI (1993).

A granulometria ideal do milho para aves deve variar entre 0,7 a 0,9 mm, e as partículas devem ser mais uniformes possíveis, sem grandes variações no diâmetro. As aves que se alimentam de partículas muito finas de milho, tendem a ter digestibilidade mais baixa. O milho possui, também, problemas na manufatura de dietas peletizadas, e muitas vezes dietas contendo mais de 30 % de milho só obtêm boa peletização com a adição de substâncias ligantes (ÁVILA et al., 1995).

2.3.2 Sorgo

Em muitos aspectos, o sorgo é comparado ao milho no valor nutricional, com a diferença de que o sorgo tem menor conteúdo energético (ROSTAGNO, 1977). Para as indústrias ou produtores que não querem a pigmentação dos ovos ou pele, o sorgo oferece a melhor alternativa. O valor nutritivo do sorgo, comparativamente ao milho, é de 95-96% (ROSTAGNO, 1977). O amido no sorgo está intimamente ligado

à proteína, e isto leva a uma pequena redução na digestibilidade, especialmente na ausência de qualquer processamento pelo calor. Segundo Trevino et al. (1992), a maior preocupação em relação ao sorgo é a presença de taninos, que são um grupo de fenóis com a propriedade de se combinar com várias proteínas. O animal alimentado com tanino exibe taxa de crescimento menor e maior incidência e severidade de desordens esqueléticas. Normalmente, quanto mais escura a semente, maior o conteúdo de tanino.

Os taninos são mais prejudiciais quando fornecidos a aves jovens e especialmente quando o conteúdo protéico da dieta é marginal (TREVINO et al., 1992). O tanino também aumenta a incidência de problemas de perna, especialmente em galinhas, não adiantando suplementar com qualquer nível de minerais ou vitaminas quando altos níveis de tanino são encontrados no sorgo. Vários mecanismos têm sido usados para se tentar diminuir os níveis de tanino. A grande maioria envolve processos químicos que apesar de simples se tornam caros se considerarmos a necessidade de reidratação do sorgo (TREVINO et al., 1992).

2.3.3 Soja

No padrão comercial para a soja utilizada na indústria de concentrados admite-se que se tenha teor de água de até 14% b.u.; impureza até 1% na peneira de 3 mm e avariados de até 8%. Os grãos de soja é uma excelente fonte, tanto de energia quanto de proteína para as aves. Como ingrediente, seu uso depende dos valores econômicos, mas isso também é dependente do preço da farinha de soja e de gordura suplementar. A soja integral contém apenas 39,30% de proteína bruta, mas é uma fonte concentrada de energia, pois contém 20% de óleo (SAKOMURA et al., 1998). No processamento, a soja deve ser aquecida para inativar o inibidor de tripsina e aumentar a digestibilidade protéica (STRICKLER, 1991). Se for fornecida soja crua ou soja não processada corretamente irá causar menor crescimento, menor postura e menores ovos.

2.3.4 Farelos

O farelo de arroz integral pode conter variações bastante altas nos teores de proteína, gordura, amido, entre outros nutrientes. Assim, os valores de energia metabolizável podem ter grandes variações, tais como: 2.090 kcal.kg⁻¹ (ROSTAGNO et al., 1994), 2.980 kcal.Kg⁻¹ (NRC, 1994) e 2.860 kcal.Kg⁻¹ (ALBINO, 1991).

Segundo NRC (1994), devido ao alto teor de óleo (6 a 10%), o farelo de arroz é altamente susceptível a rancidez oxidativa. Os farelos crus, se mantido em temperatura moderada por 10 a 12 semanas, pode conter 75-80% de óleo, como ácidos graxos livres, que são mais susceptíveis a rancidez. O farelo de arroz deve ser estabilizado com produtos como etoxiquina ou por tratamento pelo calor. A extrusão a 130 °C reduz grandemente a chance de rancidez e de desenvolvimento de ácidos graxos livres (ROSTAGNO et al., 1994).

O farelo de trigo é o principal e mais abundante subproduto da moenda de grãos e consiste em um recurso alimentar renovável e pouco explorado (BEAUGRAND et al., 2004; YUAN et al., 2005), principalmente em dietas para aves. A principal característica do farelo de trigo é a alta fibra, baixa densidade e baixa energia, porém possui boa concentração de proteína (15,52%, com base na matéria natural) de acordo com ROSTAGNO et al. (2005). Segundo Bedford & Partridge (2001), o farelo tem um efeito promotor de crescimento para pintinhos que não está diretamente relacionado com a fibra da dieta, mas pode estar ligado à mudança da microflora intestinal. O valor energético pode ser aumentado em 10% pela simples peletização, ao passo que o fósforo disponível aumenta nas mesmas condições. O farelo de trigo deve ser considerado somente onde limites para taxa de crescimento são requeridos e quando a ingestão de ração não é problema (BEDFORD & PARTRIDGE, 2001).

O farelo de soja tem sido usado mundialmente como padrão, se comparada com outras fontes protéicas. O nível de proteína no farelo de soja pode variar, e isto pode ser reflexo da variação de sementes e, ou das condições de processamento (ALBINO et al., 1991). Tradicionalmente, os farelos com alto índice de proteína provêm da soja sem casca, enquanto que as de baixo índice de proteína (44% PB) invariavelmente contêm as cascas e possuem altos índices de fibras e baixos de energia. Existem variações nos tipos de sementes usadas, e isto afeta o conteúdo protéico e a gordura que são negativamente correlacionados (ROSTAGNO et al., 1994). Enquanto que o conteúdo de gordura é determinado cedo no desenvolvimento do grão, a proteína é depositada quase no final da maturidade, portanto as condições de crescimento e colheita tendem a ter maior efeito no conteúdo protéico do grão.

2.3.5 Farinhas de origem animal

Muitas farinhas de carne são subprodutos do processamento de bovinos e suínos e podem ter composição variável. Para cada tonelada de carne preparada para consumo humano, cerca de 300 kg são descartados como não comestíveis, e disso cerca de 200 kg acabam como farinha de carne (DESOUZART, 1998). No passado, o termo farinha de carne referia-se somente a tecidos moles. Hoje, a farinha de carne, normalmente refere-se a subprodutos animais com ossos. Pelo fato dos minerais virem dos ossos, a proporção de Ca:P devem ser de 2:1, e desvios desses valores, usualmente indicam adulteração com outras fontes de minerais (NRC, 1998). Segundo Bellaver (2000a), as estimativas sugerem que o conteúdo energético é maior atualmente do que no passado, em baixas inclusões (5-10%), isto pode ser explicado, pelo sinergismo entre fontes de gorduras e proteínas, mas as razões não são claras. As recentes preocupações consideram o potencial de contaminação por *Salmonella* sp., cuja incidência de contaminação chega aos 15 %. O principal problema é a recontaminação durante o processamento. Para isto, o controle com adições de ácidos orgânicos, em farinhas recém-processadas, pode eliminar grande parte das contaminações bacterianas (JOHN, 1991).

Segundo Rostagno et al. (2005), as farinhas de vísceras, por ser resultante do processamento de resíduos e ter gordura em sua composição, podem deteriorar-se com facilidade, tornando-se importante as análises laboratoriais de acidez e índice de peróxido para avaliar a conservação. A análise da digestibilidade é necessária para a avaliação da qualidade do processamento da farinha. A presença de muito sangue fará com que a mesma apresente digestibilidade elevada, mas não indica que a farinha esta bem processada (ROSTAGNO et al., 2005). Para formulação da farinha de vísceras permite-se a inclusão de todas as partes resultantes do abate de animais, inclusive ovos não desenvolvidos, mas não é permitida a inclusão de penas, cuja inclusão caracteriza adulteração. A proteína varia de 55 a 65 % e sua cor é dourada a marrom, com densidade de 545 a 593 kg.m⁻³ (ROSTAGNO et al., 2005).

Segundo NASCIMENTO (2002), a farinha de pena pode ser uma excelente fonte de cistina e uma boa fonte de proteína bruta. No entanto, seu uso é limitado pela deficiência de metionina, lisina e histidina. A farinha de pena normalmente contém 4,5 a 5,0 % de cistina, e deve ser cerca de 60 % digerível. A energia metabolizável é alta (cerca de 3300 kcal.kg⁻¹). A variação na qualidade está ligada ao processamento. O uso de altas temperaturas obviamente provoca a destruição da

lisina. A farinha também contém lantionina, que não é normalmente achado em tecidos animais (PENZ JUNIOR, 1999).

2.3.6 Óleos e gorduras

Uma vez que não existe uma classificação de gorduras por sua qualidade organoléptica, torna-se extremamente importante ter um programa de desenvolvimento de fornecedores de gorduras e óleos para as indústrias de rações. Em adição, há muito comércio interestadual de gorduras destinadas a outras finalidades que não a alimentação animal e que em dado momento por questões econômicas podem vir a ser utilizadas na produção de rações. Muitas vezes, pelo falta de controle da indústria, as coletas de amostras para os testes químicos são feitos pelos próprios motoristas dos caminhões de carga, ou então, pelos corretores de ingredientes, os quais compram e distribuem as gorduras e óleos em vários pontos do país. Portanto, avaliar a qualidade geral das gorduras e óleos de animais é uma tarefa a ser regulamentada oficialmente, o que já têm evoluído muito hoje em dia no Brasil (MENTEN et al., 2003).

Segundo o mesmo autor, as gorduras provêm de uma fonte concentrada de energia e pequenas mudanças na inclusão podem ter efeito significativo na energia metabolizável da dieta. Dependendo da demanda de durabilidade do pellet, o nível máximo de gordura é de 3 a 4 %. Disto, 2 a 3 % podem ser adicionadas na forma de “spray” para o pellet formado (MENTEN et al., 2003). As gorduras também provem quantidades variáveis de ácido linoleico, que é um nutriente essencial, a menos que a dieta contenha quantidade considerável de milho, pois todas as dietas devem conter um mínimo de 1 % (BARBI e LÚCIO, 2003).

2.4 Contaminações microbiológicas de produtos, subprodutos e rações

2.4.1 Atividade de água (a_w)

Para o desenvolvimento de microorganismos necessita-se de teores mínimos de água, em forma disponível, para que possam crescer e realizar suas atividades metabólicas (Tabela 6). Mede-se a água disponível nos alimentos por meio da atividade de água.

Tabela 6. Atividade de água favorável ao desenvolvimento de algumas espécies de fungos e leveduras nas temperaturas de 25 a 30 °C

Fungos	a_w
<i>Aspergillus flavus</i>	0,78
<i>A. niger</i>	0,77
<i>A. ochraceus</i>	0,77
<i>A. restrictus</i>	0,75
<i>A. terreus</i>	0,78
<i>Errotum (Aspergillus) nidulans</i>	0,70
<i>P. veridicatum</i>	0,81
Leveduras	
<i>Debaryomyces hansenii</i>	0,83
<i>Saccharomyces bailli</i>	0,80
<i>S. cerevisiae</i>	0,90
<i>S. rouxii</i>	0,62

Fonte: ICMSF (1980).

Segundo a ICMSF (1980), a a_w de um alimento ou solução é definida como a relação entre a pressão de vapor da água no alimento ou solução e a pressão de vapor da água pura à mesma temperatura. À medida que a concentração de uma solução aumenta, sua pressão de vapor da água diminui e os valores de A_w decrescem a partir de um valor máximo igual a 1, que corresponde à A_w da água pura. O ponto de congelamento e o ponto de ebulição também influenciam os valores de a_w de uma solução ou alimento assim como a umidade relativa de equilíbrio e a pressão osmótica. Nos grãos, os primeiros estudos sobre a resposta dos microorganismos em função do teor de água foram descritos em termos da umidade relativa de equilíbrio (URE) ou da pressão osmótica. Segundo Arora et al. (1991), a URE é a umidade relativa do ar intergranular em equilíbrio com a água contida no grão e é numericamente igual à a_w , porém expressa em porcentagem.

2.4.2 Insetos-praga

Os principais insetos-praga que infestam os grãos de milho armazenados são o gorgulho (*Sitophilus zeamais*) e a traça dos cereais (*Sitotroga cerealella*). O *Sitophilus* sp. alimenta-se do grão inteiro, enquanto que *Tribolium* sp dos grãos quebrados, farelos e restos (ROESLI et al., 2003). Este mesmo autor afirmou que o *Sitophilus* sp. reproduz em temperatura mais baixa do que *Tribolium* sp. As condições ótimas de taxas intrínsecas de aumento de *Sitophilus* sp. por mês, é cerca de 15 vezes, quando comparadas com 60 vezes para *Cryptolestes* sp. (WRIGHT et

al., 2002). A maioria dos insetos-praga de grãos armazenados tem distribuição agregada dentro da massa de grãos. Assim, a variabilidade em quantidade de insetos-praga, entre duas amostras de grão do mesmo local, é tão grande quanto entre quadrantes diferentes de um silo ou entre silos (ROESLI et al., 2003). A variação em temperatura e umidade, dentro da massa de grãos, torna algumas áreas mais vantajosas para desenvolvimento dos insetos-praga que outras (SUBRAMANYAM et al., 2005). A Tabela 7 contém os valores de temperaturas favoráveis ao desenvolvimento de insetos, conforme a espécie.

Tabela 7. Temperaturas mínimas e ótimas, favoráveis ao desenvolvimento de algumas espécies de insetos-praga

Espécies	Temperatura para o desenvolvimento (°C)	
	Mínima	Ótima
<i>Sitophilus oryzae</i>	17	27 – 30
<i>Tribolium castaneum</i>	22	32 – 35
<i>Lasioderma serricome</i>	22	32 – 35
<i>Cryptolestes dominica</i>	23	32 – 35
<i>Rhyssoperta dominica</i>	23	32 – 35
<i>Traças</i>	16	25 – 30

Fonte: BAKKER – ARKEMA (1999).

2.4.3 Ácaros

O ambiente artificial criado pelos depósitos e armazéns de grãos armazenados favorece o desenvolvimento de diversas espécies de ácaros. Apesar da ocorrência de grande número de espécies de ácaros nas unidades de armazenamento em diferentes partes do mundo, poucas são capazes de causar danos aos grãos armazenados (KRANTZ, 1961). De acordo com a alimentação, os ácaros são divididos em: primários (Acaridida), que se alimentam diretamente dos produtos armazenados; secundários (Gamasida e Actinedida), que compreendem os predadores e parasitos e, os terciários (Actinedida, Acaridida, Gamasida e Oribatida), que são micófagos (KRANTZ, 1961).

Os ácaros que habitam os depósitos seguem uma ordem cronológica de infestação nos produtos, ocorrendo inicialmente os primários, depois os secundários e por fim os terciários (LORINI, 1998). Esses ácaros são geralmente conduzidos por roedores, aves e insetos, que foram atraídos ou introduzidos do solo e da matéria orgânica de áreas adjacentes ou de áreas de plantio (OLSEN, 1983). As condições de armazenamento podem favorecer o desenvolvimento de ácaros, estando diretamente

relacionada, entre outros fatores, com o grau de limpeza dos depósitos, umidade relativa do ar, temperatura e infestação de insetos (LORINI, 1998). O armazenamento torna-se inadequado sob condições de umidade relativa do ar superior a 70%, favorecendo o desenvolvimento de ácaros e microrganismos (LORINI, 1998).

O controle de ácaros geralmente é dificultado, pelo fato de passarem despercebidos, devido ao seu tamanho reduzido. Porém quando detectados podem ser controlados através da alteração das condições ambientais nas estruturas de armazenamento (LORINI, 1998). Os ácaros também podem ser controlados com inseticidas fumigantes, como a fosfina, além de piretróides e organofosforados (ZDARKOVA, 1994). Tem sido estudado o uso de predadores das famílias *Cheyletidae* e *Ascidae*, para controle biológico de ácaros em grãos armazenados (REZK, 2000), e o tratamento de grãos com óleos vegetais (SANCHEZ RAMOS & CASTANERA, 2001).

2.4.4 Fungos

Os principais fungos capazes de infectarem e danificarem as sementes, grãos, fibras naturais e seus derivados são divididos em classes, como fungos de campo, intermediários e de armazenamento (LAZZARI, 1993; MAGNOLIA et al., 2004; FRAGA et al., 2007). As principais espécies de fungos de campo são dos gêneros *Alternaria*, *Cladosporium*, *Fusarium* e *Helminthosporium* e podem alterar a aparência dos grãos e o valor comercial do produto, enquanto os do gênero *Aspergillus* e *Penicillium* são os fungos de armazenamento, mais freqüentemente encontrados. O desenvolvimento de algumas espécies de fungos é limitado à determinada faixa de temperatura e umidade relativa (Tabela 8).

Tabela 8. Temperatura e umidade relativa do ar intergranular favoráveis ao desenvolvimento de algumas espécies de fungos toxigênicos

Fungos	Temperatura (°C)	Umidade relativa (%)
<i>Aspergillus flavus</i>	10 – 40	80 – 82
<i>A. parasiticus</i>	10 – 40	80 – 82
<i>A. ochraceus</i>	8 – 35	79 – 81
<i>Penicillium verrucosum</i>	0 – 35	80 – 84

Fonte: BAKKER – ARKEMA (1999).

Segundo Bakker-Arkema (1999), ao se discutir a atividade de microorganismos e a preservação da qualidade e segurança dos grãos em relação, principalmente, a produção de metabólicos tóxicos, é importante considerar a umidade intergranular ou a umidade relativa de equilíbrio entre o grão e o ambiente em que este se encontra (Tabela 9).

Tabela 9. Valores de umidade relativa de equilíbrio e de teores de água favoráveis ao desenvolvimento de algumas espécies de fungos que infectam os grãos armazenados

Espécies de fungos	Umidade relativa de equilíbrio (%)	Teor de água (% b.u.)
<i>A. halophilus</i>	68	12 – 14
<i>A. restrictus</i>	70	13 – 15
<i>A. glaucus</i>	73	13 – 15
<i>A. candidus e ochraceus</i>	80	14 – 16
<i>A. flavus e parasiticus</i>	82	15 – 18
<i>A. parasiticus</i>	80 - 90	15 – 18

Fonte: BAKKER – ARKEMA (1999).

No armazenamento, em geral, se emprega o termo teor de água seguro do grão que indica o nível no qual este grão pode ser armazenado seguramente sem sofrer danos decorrentes do desenvolvimento da microflora fúngica, naturalmente presente no produto. Como os microorganismos são incapazes de se multiplicarem quando os valores de URE estão abaixo de 65%, para garantir o armazenamento seguro dos grãos, principalmente em relação à proliferação de fungos, a URE máxima permitida ou aceitável é de 70% (NAVARRO et al., 2001; BHATNAGAR et al., 2004). Existem alguns métodos para obter os valores de a_w , dentre estes métodos, podemos dizer que a medição da umidade de equilíbrio higroscópico é muito utilizada, já que nestas condições os valores desta umidade e a_w são numericamente iguais.

2.4.5 Micotoxinas

Um dos grandes problemas na armazenagem dos grãos e, conseqüentemente, do preparo das rações está relacionado à presença de micotoxinas. As principais micotoxinas que contaminam os grãos de milho são a aflatoxina, a fumonisinas, a zearalenona (F-2), a ocratoxina e dois tricotecenos: a toxina T-2 e o deoxinivalenol, sendo os três primeiros, mais freqüentemente encontrados. A aflatoxina é uma toxina

produzida pelo fungo *Aspergillus flavus* e são as mais comumente encontradas nos grãos de milho contaminados e, também, as que têm causado mais prejuízos (WEIDENBORNER, 2001; WU, 2004; SCHATZMAYR et al., 2006).

Apesar dos problemas conhecidos com as aflatoxinas, a sua incidência em níveis mais altos é bastante variável. Esse fato é demonstrado nos estudos de Sabino (1995), que, analisando 165 amostras da região Sul e 163 amostras na região Sudeste, observou apenas 30 e 14 amostras positivas, respectivamente, para aflatoxina B1; destas, só uma estava contaminada com níveis superiores a 500 ppb. Rostagno (1993) ressalta que os grãos de má qualidade têm o valor nutritivo prejudicado em relação ao grão normal, por alteração da composição química, diminuição da biodisponibilidade de alguns nutrientes, presença de fatores antinutricionais e proliferação de fungos com ou sem produção de micotoxinas. As aflatoxinas caracterizam-se como um problema freqüente para a produção avícola. Sua ação tóxica que determina os piores resultados de desempenho inclui redução da atividade de enzimas pancreáticas e diminuição da concentração de bile (WYATT, 1993; BENNET & KLICH, 2003), aumento da incidência de problemas de pernas, lesões no nervo ciático (WHITAKER, 2003) e antagonismo ao metabolismo de vitaminas, proteínas e aminoácidos, lipídios e carboidratos, agindo sobre coenzimas ou complexos enzimáticos, principalmente no fígado, além de afetar a estrutura química do DNA (HALLOY et al., 2005).

A presença de fungos nas rações ou nos grãos pode representar importantes perdas em termos da qualidade nutricional, tornando o processo de descontaminação oneroso e difícil (PETTERSSON, 2004). Estes problemas podem ser reduzidos, com a introdução de antifúngicos, que inibem a produção de colônias fúngicas nos grãos e rações ou a adição de compostos adsorventes de micotoxinas incorporados às rações, destacando-se os aluminossilicatos, a bentonita e os manano oligossacarídeos.

2.4.6 *Salmonella* sp. nos produtos, subprodutos e rações

O controle de salmonela certamente passa pelo alimento porque este pode ser uma fonte em potencial de contaminação. Os produtos de origem animal como: farinhas de carne, peixe, pena, carne e ossos, vísceras e sangue são os que mais preocupam e passa a ser notável quando estes produtos são eliminados da formulação, diminuindo as chances da ração ser contaminada. Esta prática é largamente usada pela indústria avícola (BACK et al., 2006). A ração é conhecida

como fonte de contaminação de salmonela desde 1948. Entretanto, a significância da incidência de salmonela na ração, como veículo de contaminação das carcaças dos animais tem sido muito discutido recentemente pela indústria.

Diversos estudos epidemiológicos sobre a contaminação por salmonela em aves foram realizados na década de 90, quando os pesquisadores relataram que os serotipos de salmonela tipicamente encontrados nas rações não eram os mesmos encontrados nas plantas de processamento de aves (WAGNER, 2004). Entretanto, existem diversos fatores que podem justificar essa não conformidade com a realidade, incluindo o sistema de amostragem, a virulência da bactéria no animal e a metodologia de isolamento de salmonela adotada nos laboratórios.

A adoção de procedimentos adequados de amostragem na fábrica de ração são críticos para se avaliar o impacto da contaminação bacteriana de rações e ingredientes na carcaça dos animais. Segundo Jones e Ricke (1994) uma tonelada de ração possuem $9,09 \times 10^{11}$ pontos potenciais de contaminação por bactérias. O desenvolvimento de programas de amostragem, que colem amostras de forma adequada e em quantidades suficientes, aumentaria a probabilidade de se isolar salmonela na ração. Em estudos recentes, utilizando procedimentos adequados, pesquisadores foram capazes de demonstrar que vários serotipos de salmonela isolados em ração estavam também presentes nas cascas de ovos (SHIROTA et al, 2001a, 2001b).

As farinhas de origem animal são os principais subprodutos a ser controlados na fábrica de ração, no intuito de eliminar a contaminação por *Salmonella* sp. nas rações produzidas. Para reduzir o risco de bactérias em farinhas, tem sido prática comum nas graxarias, adicionar no processo de fabricação, substância a base de formaldeído, que impedem o crescimento bacteriano. Embora, seja um procedimento desejável, isso pode em hipótese reduzir a digestibilidade dos aminoácidos e da energia das farinhas, havendo que se testar o efeito dessas substâncias sobre ao metabolismo digestivo dos animais (JOHN, 1991). O tratamento químico das rações contribui para a redução da incidência de salmonelas nas criações de aves, e a adição de ácidos orgânicos às rações, principalmente, os ácidos graxos de cadeia curta, tem reduzido as infecções por salmonelas em frangos. A peletização pode reduzir até 100% da salmonela do alimento. Mesmo que o tempo seja curto, a temperatura de cerca de 80 °C é suficiente para destruir as salmonelas (BACK et al., 2006).

2.5 Perdas físicas de produtos

Não existe um consenso exato sobre os valores de perdas de grãos no Brasil, no entanto, alguns autores estimam um índice de 10%, praticamente em todas as safras, embutindo às perdas na colheita e pós-colheita (JARDINE, 2002). As perdas na colheita são causadas principalmente pela falta de manutenção e regulagem das colheitadeiras, e também, por adversidades climáticas. Segundo Jardine (2002), as perdas na colheita são as mais significativas e para minimizá-las é necessário que o agricultor observe uma série de cuidados; à falta de manutenção das colheitadeiras; à falta de regulagem ou de ajuste fino das máquinas, que devem ser feitos no momento da colheita, levando-se em conta o grau de umidade e o estágio de maturação dos grãos; à idade ou obsolescência da frota; ao número ainda reduzido de operadores de colheitadeiras devidamente capacitados; e a não observância da velocidade ideal de operação das máquinas e dos elementos mecânicos mais diretamente responsáveis por uma proficiente colheita (molinete, barra de corte, caracol, etc.).

Quanto às perdas pós-colheita, pode-se dizer que é o item de maior dificuldade de obtenção de valores, devido às dimensões territoriais. Segundo Jardine (2002), não existem estatísticas precisas sobre perdas pós-colheita, porque não há levantamentos sistemáticos. A Fundação Getúlio Vargas realizou um estudo de 1982 até 1986 e outro de 1986 a 1990 sobre o balanço e disponibilidade de alimentos vegetais, onde empregou índices de perdas de pós-colheita para grãos (LORINI, 2003). Hoje, estes índices provavelmente necessitam de uma revisão. A própria Associação Brasileira de Pós-Colheita - ABRAPOS admite a escassez de informações a respeito de perdas pós-colheita, tendo indicado como último trabalho mais amplo o relatório produzido pela Comissão Técnica para Redução das Perdas na Agropecuária, do Ministério da Agricultura, do Abastecimento e da Reforma Agrária (JARDINE, 2002).

Contudo, é notória a lacuna da FAO, quanto a um valor de perdas pós-colheita para a soja brasileira. É consenso no Brasil, que há perdas sérias de soja durante o transporte e armazenamento deste produto, bem como de outros grãos (JARDINE, 2002). As perdas na armazenagem decorrem, em geral, da insuficiência estrutural ou inadequação da rede de armazenagem, bem como do baixo nível de qualificação da mão-de-obra que opera os secadores, as câmaras de expurgo, os aeradores e outros equipamentos de recepção, movimentação e conservação dos produtos nas unidades armazenadoras (LACERDA FILHO et al., 2000). No

armazenamento da produção podem ocorrer perdas físicas e perdas na qualidade do produto. As perdas físicas expressam-se pela redução do peso dos estoques, principalmente em razão do ataque de insetos, e pela perda da umidade dos grãos (JARDINE, 2002). Tanto as perdas físicas como as de qualidade dos grãos, estão associadas ao tempo de existência dos estoques e às condições de armazenamento dos mesmos (LACERDA FILHO et al., 2000).

2.6 Boas Práticas de Fabricação (BPF)

A razão da existência das Boas Práticas de Fabricação está em ser uma ferramenta poderosa para combater, minimizar e sanar as contaminações microbiológicas, físicas e químicas. O primeiro objetivo diz respeito a uma unificação da linguagem dos princípios básicos de como ter e obter boas práticas de fabricação para produtos destinados à saúde humana e animal. O resultado final será a qualidade de produtos acabados dentro de padrões (especificações) e, conseqüentemente, a perpetuação da imagem e da vida da organização na comunidade. O segundo objetivo está em comprovar que a empresa que faz uso das BPF já se encontra em estágio superior na qualidade de seus produtos, o que é importante no mercado competitivo e global em que vivemos. O terceiro objetivo é proporcionar que seja atingida, em toda a sua amplitude, a qualidade assegurada dos produtos acabados (CANTO, 1998).

Convém ainda assinalar que as BPF mantêm estreita relação com o ser humano que atua nos processos envolvidos, salvaguardando sua saúde, segurança e bem-estar e conferindo a ele educação e qualificação nos aspectos de higiene, sanitização, desinfecção e disciplina operacional (CANTO, 1998). Desta forma, aplicar as BPF na fabricação de produtos farmacêuticos, cosméticos, alimentícios, químico-farmacêuticos, veterinários / biológicos e insumos para essas áreas que garantem a tais produtos aspectos como segurança, identificação, concentração, pureza e qualidade. O maior beneficiário é, sem dúvida, a saúde pública, mas também lucram as organizações que adotam as BPF, pois além de evitar problemas, poderão obter maior lucro e uma imagem de respeito no mercado (SINDIRAÇÕES, 2008).

Em resumo, as Boas Práticas de Fabricação se constituem em um poderoso mecanismo de controle e prevenção de contaminações, misturas e falhas que possam ocorrer num produto para a saúde humana e/ou animal. Deve ser utilizada, assim, de

forma clara e transparente no processo de fabricação desses produtos, através de seus componentes fundamentais e princípios mínimos básicos, para a obtenção da qualidade assegurada (SINDIRAÇÕES, 2008).

2.7 Sistema de Análise de Perigos e Pontos Críticos de Controle (APPCC)

A Comissão do *Codex Alimentarius* (CCA), estabelecida em 1961, é um organismo intergovernamental, da qual participam 152 países. Desde 1962, está encarregada de implementar o Programa de Padrões para Alimentos do Comitê Conjunto FAO/OMS, cujo princípio básico é a proteção da saúde do consumidor e a regulação das práticas de comércio de alimentos (LEITÃO, 1996).

O *Codex Alimentarius*, termo latino que significa código alimentar ou legislação alimentar, é uma coletânea de padrões para alimentos, códigos de práticas e de outras recomendações, apresentadas em formato padronizado. Os padrões, manuais e outras recomendações do *Codex* têm por objetivo que os produtos alimentícios não representem riscos à saúde do consumidor e possam ser comercializados com segurança entre os países. Os padrões de segurança alimentar são definidos pelo acordo SPS (Aplicação de Medidas Sanitárias e Fitossanitárias) da OMC (Organização Mundial do Comércio), como aqueles relacionados com os aditivos alimentares, as drogas veterinárias e resíduos de pesticidas, os contaminantes, os métodos de análise e de amostragem e os códigos e manuais de Práticas de Higiene. Esses padrões são usados como referência pela OMC (WTO) (LEITÃO, 1996).

A CCA, nestes anos, estabeleceu limites máximos de resíduos para 182 substâncias químicas de uso veterinário e em agricultura, 39 códigos de Higiene e de Boas Práticas de Fabricação e 227 padrões *Codex*. Avaliou ainda, cerca de 700 substâncias químicas propostas como aditivos alimentares e estabeleceu níveis de tolerância recomendados para um número significativo de contaminantes ambientais e industriais em alimentos (LEITÃO, 1996). A higiene dos alimentos representa a maior atividade do *Codex* desde o estabelecimento do CCA. Como a higiene dos alimentos é mais bem controlada na etapa de produção e processamento, o principal objetivo deste Comitê tem sido a prática de higiene, em vez dos padrões microbiológicos do produto acabado (LEITÃO, 1996).

Levando esta filosofia para uma etapa adiante, o *Codex* adotou o Manual para a aplicação do sistema de Análise de Perigos e Pontos Críticos de Controle (APPCC)

nos Comitês de Higiene Alimentar. Ao fazer isto, reconhece que o APPCC tem sido uma ferramenta importante para identificar os perigos e estabelecer um sistema de controle que enfoca as medidas preventivas, em vez de ter por base primária a análise do produto final. O APPCC (Análise de Perigos e Pontos Críticos de Controle) significa do inglês “*Hazard Analysis and Critical Control Points – HACCP*”, ou seja, é uma abordagem científica e sistemática para controle de processo que pode ser utilizado como um instrumento de ações preventivas para a identificação dos perigos e dos pontos críticos de controle, cujo foco é a atenção para o controle de fatores-chave que afetam diretamente a segurança e a qualidade da cadeia alimentar (LEITÃO, 1996).

Segundo Leitão (1996), o APPCC é um sistema elaborado para prevenir a ocorrência de problemas, assegurando que os controles são aplicados em determinadas etapas no sistema de produção de alimentos, onde possam ocorrer perigos em situações críticas. O sistema pode ser aplicado em todas as etapas da cadeia de alimentos, desde a produção, incluindo processamento, transporte, comercialização e, por fim, o uso em estabelecimentos comerciais ou diretamente pelo consumidor. Athayde (1999), diz que para a implementação do sistema APPCC é fundamental possuir toda a informação sobre o alimento e os procedimentos relacionados com ele, pois somente dessa maneira pode-se identificar o lugar onde a contaminação pode ocorrer e a maneira pela qual seria possível evitá-la.

No Brasil, o Sistema APPCC iniciou sua implantação na indústria do pescado a partir de 1991, sob a coordenação do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA). Em 1993, a Portaria n.º. 1428 do Ministério da Saúde (BRASIL, 1993) forneceram diretrizes para o estabelecimento de Boas Práticas de Produção e de Serviços na área de alimentos e para o uso do Sistema APPCC, bem como relacionou os conhecimentos básicos sobre alimentos, necessários aos responsáveis técnicos.

Já em 1998, o MAPA lançou as Portarias n.º. 40 e n.º. 46, estabelecendo o Manual de Procedimentos no Controle de Bebidas e Vinagres, baseado no Sistema APPCC e o Manual de Procedimentos para implantação do Sistema APPCC nas indústrias de Produtos de Origem Animal, respectivamente. Tais medidas foram tomadas tendo em vista, a exigência dos Estados Unidos e da União Européia em seus conceitos de equivalência de sistemas de inspeção, da aplicação de programas

com base no Sistema APPCC. Este sistema, hoje adotado pelos principais mercados mundiais, basicamente assegura que os produtos industrializados:

- a) Sejam elaborados sem riscos à saúde pública;
- b) Apresentem padrões uniformes de identidade e qualidade;
- c) Atendam às legislações nacionais e internacionais, no que tange aos aspectos sanitários de qualidade e de integridade econômica.

Segundo Motarjemi e Käferstein (1999), o sistema APPCC quando utilizado em curto prazo, requer capacitação de pessoas, suporte técnico e equipamentos adicionais encarecendo o processo de implantação. Por outro lado, o retorno do investimento em longo prazo, possibilita diminuição na devolução de alimentos contaminados, melhoria na qualidade e segurança do produto, aumento na confiança do cliente com conseqüente ampliação de mercado.

3.0 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Caracterização das áreas experimentais

O trabalho de pesquisa foi conduzido em duas unidades experimentais diferentes, separando-se o trabalho em duas etapas. A primeira etapa da pesquisa foi desenvolvida no Departamento de Engenharia Agrícola da Universidade Federal de Viçosa (UFV) e em uma unidade de fabricação de ração farelada e peletizada (Figura 2), com capacidade de produção de 1.000 t.dia^{-1} , localizada no município de Visconde do Rio Branco, no estado de Minas Gerais. Nesta primeira etapa, as análises físico-químicas e microbiológicas foram feitas nos laboratórios da Pif Paf Alimentos-Unidade Fabril e da empresa Nutron, localizado na cidade de Itapira, estado de São Paulo.



Figura 2. Vista da fábrica de ração em Visconde do Rio Branco, MG.

A segunda parte do experimento foi executada em uma unidade de fabricação de ração farelada e peletizada (Figuras 3 e 4), de capacidade de produção de $4,0 \text{ t.dia}^{-1}$, localizada no Department of Grain Science and Industry da Kansas State University (KSU), Manhattan, estado de Kansas, Estados Unidos. Para esta etapa, as análises físicas, microbiológicas e de micotoxinas foram realizadas no “Grain and Feed Microbiology and Toxicology Laboratory” da respectiva universidade.



Figura 3. Vista parcial da área interna da fábrica de ração, Kansas, EUA.



Figura 4. Vista parcial do laboratório de análises microbiológicas e micotoxinas.

3.2 Primeira etapa do trabalho (Brasil)

3.2.1 Fluxogramas da unidade de fabricação da ração da Pif Paf Alimentos- Unidade Fabril de Visconde do Rio Branco, MG

Nas Figuras 5 e 6 observa-se os fluxos de recebimento e armazenamento de matérias-primas, industrialização e expedição da ração.

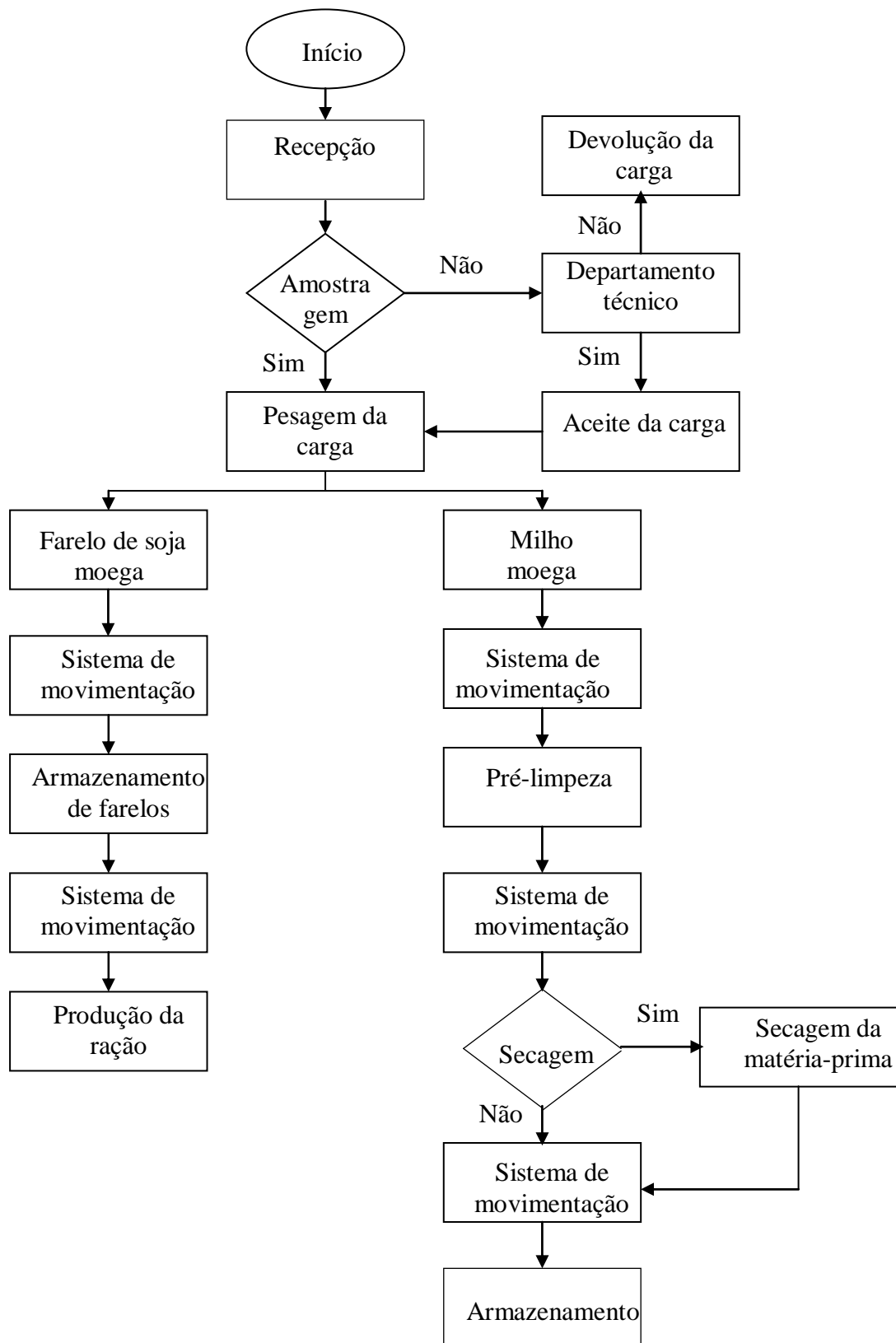


Figura 5. Fluxograma do sistema operacional de armazenagem da unidade fabril de Visconde do Rio Branco, MG.

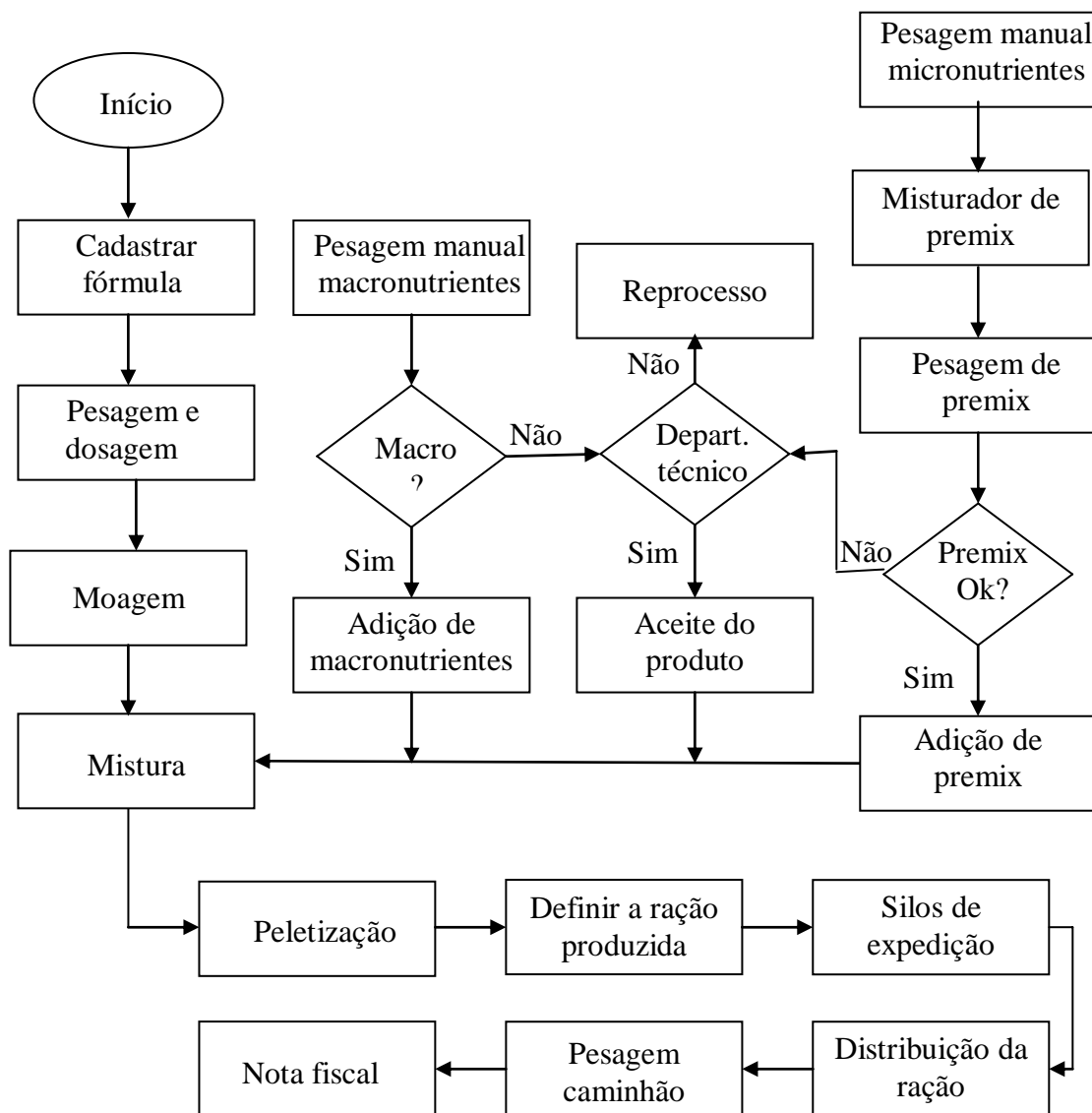


Figura 6. Fluxograma do sistema operacional da unidade industrial de fabricação de rações da PIF PAF Alimentos localizada em Visconde do Rio Branco, MG.

3.2.2 Área externa

A área externa da fábrica de rações dispõe de espaço para estacionamento de caminhões graneleiros para transporte de matérias-primas e rações, veículos automotores para transporte de pessoal. A Figura 7 é uma vista parcial da área externa da fábrica de rações.



Figura 7. Vista parcial da área externa da indústria de rações, destinada ao estacionamento dos veículos de carga.

3.2.3 Sistema de recepção dos grãos

A pesagem da matéria-prima é realizada em uma balança rodoviária com plataforma de 18 m e capacidade de 80 t, onde são registradas as informações sobre a massa do veículo, massa total, massa da carga, identificação do veículo, nome do proprietário da carga, características do produto transportado, horário de entrada e saída do veículo. Em seguida é feita a descarga a granel dos produtos em moegas separadas ou a descarga braçal quando os produtos são acondicionados em veículos apropriados. A Figura 8 observa-se, em vista parcial, o sistema de descarga.



Figura 8. Vista parcial da moega para recepção dos grãos.

3.2.4 Sistema de pré-limpeza

O sistema de pré-limpeza é composto por uma máquina de ar e peneira com capacidade nominal de $60 \text{ t} \cdot \text{h}^{-1}$. O processo de separação das impurezas leves e grãos são realizados por meio de ventilação. As impurezas e grãos danificados são separados em peneira, com base nas diferentes formas, considerando-se os padrões de perfurações das peneiras e os padrões de qualidade adotados pela indústria (máximo de 3% de impurezas).

3.2.5 Sistema de secagem

A secagem de grãos é realizada pelo sistema de seca-aeração. É composto por um secador, cuja capacidade estática é de 60 t (massa específica do produto de 750 kg m^{-3}), quatro silos "pulmões", com capacidade estática de 200 t por silo, para recebimento do produto úmido proveniente da máquina de pré-limpeza, quatro silos secadores com capacidade estática de 200 t por silo e transportadores para a movimentação dos grãos. O sistema de aquecimento do ar é feito por meio de uma fornalha a lenha ou qualquer resíduo sólido com características semelhantes. Durante a secagem são monitoradas a temperatura do ar de secagem e o teor de água inicial e final do produto.

3.2.6 Sistema de movimentação produtos

O sistema de movimentação de produtos na indústria é realizado por meio de 15 transportadores de caçamba, 22 de corrente (redlers) e 12 roscas transportadoras. Na Figura 9 observa-se, em vista parcial os transportadores de caçambas e de correntes utilizados para a movimentação de grãos e de farelos.



Figura 9. Vista parcial dos transportadores de caçambas e de correntes.

3.2.7 Sistema de armazenagem

A estrutura de armazenagem tem oito silos metálicos, sendo quatro com capacidade estática de 1.200 toneladas cada, e os outros quatro com capacidade estática de 2.100 toneladas. Durante a entressafra de milho são utilizados os silos "pulmões" e os silos secadores para a armazenagem de milho. Nos picos de safra, estes silos são usados para seca-aração. A armazenagem do farelo de soja é feita em dois armazéns horizontais de alvenaria, com capacidade estática de 350 toneladas cada e em seis silos metálicos com capacidade estática de 100 toneladas por silo. A Figura 10 contém uma vista parcial do sistema de armazenagem de grãos.



Figura 10. Vista parcial do sistema de armazenagem de milho.

3.2.8 Sistema de armazenagem, pesagem e dosagem dos microingredientes

Os micros ingredientes como, metionina, lisina, calcário, sal, bicarbonato de sódio, premix, vitaminas e os farelos de arroz e trigo, especificamente, são armazenados na área interna da fábrica. A pesagem desses ingredientes é feita manualmente e a dosagem é realizada no pré-misturador. O sistema dispõe de duas balanças para pesagem de micros ingredientes e um pré-misturador. Na Figura 11 visualiza-se, parcialmente, sistema de armazenagem dos micros ingredientes.



Figura 11. Área de armazenagem de micros ingredientes e premix.

3.2.9 Sistema de pesagem e dosagem automática dos ingredientes

O sistema de pesagem e dosagem de ingredientes é composto por uma moega destinada ao recebimento das farinhas de origem animal, uma balança de fluxo com função de dosadora, onze silos dosadores, dois tanques de óleo (gordura) e uma balança de pesagem. O sistema de controle é automático e computadorizado. Os seguintes produtos são dosados: o farelo e gérmen de milho, farelo de soja, farinha de pena, de vísceras, de carne de suíno, farinha de carne de frango e óleo de vísceras, de acordo com a ração a ser produzida. Por meio da Figura 12 ilustra-se, em uma vista parcial, o sistema de controle automático da pesagem e dosagem de ingredientes.



Figura 12. Sistema de controle automático de pesagem e dosagem de ingredientes.

3.2.10 Sistema de mistura

O sistema de mistura dos componentes das diferentes formulações de rações é composto por um pré-misturador, dois misturadores com capacidade para 4.000 kg, por misturador, e um silo pulmão. A abertura e fechamento do registro do fluxo de descarga do silo pulmão é pneumático e controlado, automaticamente, por meio de um sistema informatizado, comandado por um "software", sensível ao controle de massa dos ingredientes da formulação desejada (Figura 13).

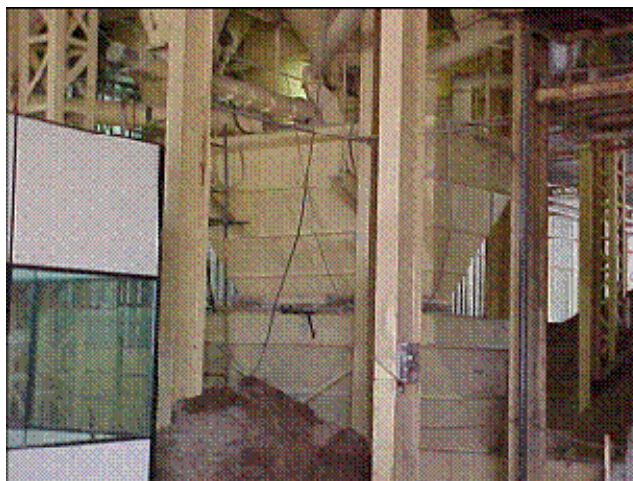


Figura 13. Vista parcial do sistema de pesagem em fluxo e mistura dos ingredientes

3.2.11 Sistema de moagem de granulados

Após a dosagem e pesagem dos ingredientes, os produtos são moídos conjuntamente. O sistema de moagem é composto por dois moinhos à martelo, com potência de 128,80 kW (175 cv) cada. A Figura 14 contém uma vista parcial do sistema de moagem dos ingredientes.



Figura 14. Vista parcial do sistema de moagem dos ingredientes para a fabricação de rações.

3.2.12 Sistema de peletização

O sistema de peletização é composto por duas peletizadoras com capacidade individual de 25 toneladas e funcionando com temperatura e pressão na ordem de 73 °C e 7,4 kPa, respectivamente. A produção de vapor saturado é feita em uma caldeira à partir da queima de cavacos e tem a capacidade de 4 kPa de vapor por hora. Depois de produzido o pellet ele é resfriado, retirando-se ao mesmo tempo o excesso de umidade, cujo objetivo é mantê-lo em melhores condições, por mais tempo de armazenamento, evitando-se a infecção por fungos e bactérias e buscando-se propiciar a melhor conservação do produto.

3.2.13 Sistema de expedição da ração

O sistema de expedição da ração dispõe de dois silos "pulmão" e seis silos de expedição, com capacidade estática individual de 60 toneladas. A descarga é feita, diretamente, em caminhões graneleiros, por meio de gravidade conforme ilustrado na Figura 15.



Figura 15. Vista do sistema de expedição de ração a granel.

3.2.14 Sistema de transporte e movimentação de produtos durante a fabricação de ração

Todo o sistema de transporte de ingredientes e da ração pronta é realizado continuamente, e em funcionamento intensivo, conforme a necessidade de produção. Os grãos, o farelo de soja e as farinhas chegam à fábrica de rações por meio de caminhões graneleiros. Os farelos de trigo, arroz e os micros ingredientes, bem como os premix e vitaminas são transportados para a fábrica em caminhões para transporte

em sacarias. As rações produzidas na fábrica são transportadas para as granjas de aves em caminhões graneleiros.

3.2.15 Outros setores

Os outros setores que complementam a estrutura da fábrica de ração são: setor de manutenção, setor de caldeira (produção de vapor), setor administrativo, refeitório, sala de reuniões, setor de controle de qualidade, lavatórios e vestiário e laboratório para análises físico-químicas e microbiológicas.

3.2.16 Avaliação do sistema de gestão da fábrica de ração

A indústria de ração avaliada têm implementado, em toda a sua unidade de trabalho, o Sistema de Gestão da Qualidade ISO 9000:2000, por isto, fez-se uma avaliação do sistema de gestão da fábrica de ração baseando-se nas próprias normas, através de entrevistas e com aplicação de questionários aos responsáveis técnicos imediatos de cada setor.

Com o Diretor Geral da fábrica de ração discutiu-se sobre os itens relacionados à responsabilidade da administração, análises críticas de contrato, contratos de projetos e serviços terceirizados. Com o Gerente e o responsável pelo setor de qualidade avaliou-se o sistema da qualidade, o de controle de documentos e dados do sistema da qualidade, a identificação e rastreabilidade dos produtos, o controle de processo, a inspeção e ensaios no recebimento de produtos, a inspeção e ensaios no processo produtivo, a inspeção e ensaios no produto acabado, o controle de produtos não-conformes, os registros da qualidade, as auditorias internas da qualidade, o treinamento de pessoas e as técnicas estatísticas utilizadas para avaliação dos produtos.

Com o gerente imediato do setor de manutenção de equipamentos, avaliou-se o sistema de trabalho e as ações sobre o controle de equipamentos de inspeção, a medição e ensaios, a inspeção e ensaios e as ações corretivas e preventivas. No setor comercial, representado pelo Gerente Comercial, avaliou-se o sistema de aquisição e controle de produtos recebidos pelos fornecedores. No setor de produção, o supervisor responsável respondeu sobre o manuseio, o armazenamento, as embalagens, a preservação e a entrega de produtos. Segue-se, abaixo, a descrição do questionário aplicado, de acordo com os critérios e atributos que envolvem a qualidade.

a) Quanto à responsabilidade da administração

1. Existe uma Política de Qualidade devidamente normatizada, assinada e divulgada?
2. Esta política é conhecida por todos os níveis da organização?
3. Existem indicadores para avaliar a efetivação dessa política?
4. Está definido um organograma da empresa?
5. Este organograma contém a estrutura para a qualidade, incluindo desde as atividades gerenciais até os níveis de inspeção?
6. Estão definidas as responsabilidades e autoridades do pessoal que inclui na qualidade?
7. Existe um representante da administração para a qualidade, formalmente designado?
8. Estão previstas análises críticas do sistema de qualidade em intervalos pré-estabelecidos?
9. São mantidos registros dessa análise?

b) Quanto ao sistema da qualidade

1. Existe um manual da qualidade?
2. Este manual da qualidade está devidamente aprovado e divulgado internamente à empresa?
3. Existe uma relação dos documentos que compõem cada função do sistema?
4. Existe uma definição clara sobre a estrutura e hierarquia desses documentos?
5. Esses documentos estão devidamente implantados? Existem registros dessas implantações?
6. Existe um Plano de Qualidade, por produto ou por linha de fabricação?
7. Este plano está implantado na empresa e é de conhecimento de todos os envolvidos?
8. Existem mecanismos para garantir o perfeito entendimento das necessidades do cliente e sua adaptação ao produto?
9. Existe responsável por analisar as técnicas de verificação e sugerir melhorias em métodos e equipamentos?

c) Quanto à análise crítica de contrato

1. Está claramente definida a responsabilidade por receberem pedidos e iniciar o processo de análise?
2. Em caso de dúvidas ou indefinições, está definida a responsabilidade pelo contato com o fornecedor?
3. Em caso de pedidos verbais, o responsável pelo atendimento ao fornecedor possui um formulário especial onde consta todas as informações necessárias ao processo produtivo?
4. Existe um procedimento que prevê a análise crítica de contrato, definindo, inclusive, a autoridade e responsabilidade?
5. Existe uma lista de verificações com as especificações mínimas a serem conferidos?
6. Em caso de contratos para produtos ou condições especiais, estão previstas reuniões com envolvidos para analisar a capacidade em se atender essas condições?
7. Essas reuniões são registradas?
8. Sobre emendas ao contrato, está definida a responsabilidade pela negociação com o cliente?
9. Se aceita essas emendas, existe uma definição de responsabilidade e método de comunicação das informações ao setor produtivo?
10. Todas essas atividades são registradas?

d) Quanto ao sistema de contrato de projeto

1. Existe um procedimento definindo-se as macros atividades de um projeto, com as responsabilidades definidas para cada pessoa?
2. Existe um plano para cada projeto (fluxograma) com as atividades e responsabilidades definidas?
3. Nesse plano estão relacionadas às áreas envolvidas e as interfaces estão definidas?
4. Está definida a coordenação do projeto e a forma de troca de informações de maneira formal?
5. Está definida a responsabilidade pela análise dos dados de entrada e sua interação ao projeto?
6. Está definida a responsabilidade pela verificação, análise e registros dos dados de saída, bem como a sua compatibilidade com o processo produtivo?

7. Estão identificados os pontos críticos do processo e as verificações necessárias? (Plano de Qualidade)

8. Estão previstas reuniões sobre a análise dos resultados para cada fase crítica do projeto?

9. Essas reuniões são documentadas?

10. Está definida a responsabilidade pela aprovação do projeto?

11. Está definida a forma de passar as informações do projeto para o processo produtivo?

12. Está definido um critério para as alterações de projeto, que contemple todas as fases aplicáveis do desenvolvimento?

e) Quanto ao controle de documentos e dados do sistema da qualidade

1. Existe um procedimento que identifique a forma de se emitir documentos?

2. Os critérios de elaboração, análise e aprovação, bem como a responsabilidade dessas funções estão definidos?

3. Existem formas de, rapidamente, se conhecer número de cópias e seus respectivos responsáveis?

4. As cópias estão colocadas nos locais onde são necessárias, perfeitamente identificadas e de fácil acesso?

5. Existe um procedimento que defina a forma de revisão de documentos, a retirada dos obsoletos, sua inutilização, bem como definam essas responsabilidades?

6. Em caso da necessidade de guarda dos documentos antigos e, ou obsoletos, existe uma clara orientação quanto à forma de inutilizar, arquivar e manusear, bem como a responsabilidade?

7. As modificações em documentos são submetidas à análise e implementação adequada, de maneira formal, sendo aprovadas pelas mesmas funções que realizaram a original?

8. Existe um sistema de registro das modificações introduzidas nos documentos?

9. Existem um índice ou procedimento equivalente de forma a identificar a revisão atual dos mesmos?

f) Quanto à aquisição de produtos

1. Existem documentos onde são definidos, claramente, os requisitos de cada material a ser comprado que poderá interferir na qualidade?
2. Existe um documento onde informa-se sobre todos os dados necessários à compra, bem como a responsabilidade pela emissão?
3. Está definida a responsabilidade pela efetivação da compra?
4. Estão relacionados os subcontratos possíveis para cada produto?
5. Existe uma política formal de desenvolvimento de subcontrato?
6. Existe um registro da qualidade para cada subcontrato, de forma a ser possível uma análise ao longo do tempo?
7. Existe uma lista de verificações para o recebimento de cada material adquirido?
8. Estão definidos os critérios de aceitação e rejeição dos produtos?
9. Esses critérios estão formalmente levados ao conhecimento do subcontrato?
10. Estão definidas claramente as responsabilidades dos subcontratos?
11. Em caso de verificação nas instalações do subcontrato, estão definidas as condições de inspeção, aparelhagem, custos, plano de inspeção e grau de interferência do cliente sobre o subcontrato?
12. Existe um critério para qualificação dos fornecedores claramente definido e acordado?
13. Existe uma metodologia para seleção de subcontrato?

g) Quanto ao controle de produtos recebidos dos fornecedores

1. Existe um procedimento específico para o tratamento de materiais recebidos dos fornecedores?
2. Este procedimento define responsabilidade de admissão desse sistema?
3. Estão definidos critério de verificação, como plano de amostragem, critério de aceitação e rejeição e notificações?
4. Existe um procedimento definindo condições de manutenção do material?
5. Existe um procedimento definindo condições de armazenamento e manuseio deste material?
6. Está definida a responsabilidade para tratamento com o fornecedor em caso de extravio, dano ou inadequação ao uso?

7. Estão claramente definidas as responsabilidades do fornecedor quanto ao produto fornecido e o final?

8. Existe um sistema de rastreamento garantindo a correta utilização dos produtos fornecidos destinados à incorporação?

h) Quanto à identificação e rastreabilidade dos produtos

1. São estabelecidos procedimentos para identificação de produtos na fase de recebimento de matérias-primas?

2. São estabelecidos procedimentos para identificação de produtos no processo produtivo?

2. São estabelecidos procedimentos para identificação de produtos na fase de expedição

3. São estabelecidos procedimentos para identificação de produtos na fase de despacho, entrega ou instalação?

4. Existe um tempo definido formalmente para arquivo dessas identificações?

5. Essas identificações são registradas?

i) Quanto ao sistema de controle de processo

1. Os processos de produção são identificados e planejados?

2. Os processos de montagem, instalação e serviços pós-entrega são identificados e planejados?

3. Existem procedimentos que asseguram a execução de acordo com os requisitos exigidos pelo processo?

4. Existe uma definição clara dos equipamentos a utilizar?

5. Estão claramente definidos os processos especiais da empresa?

6. Estão definidos os requisitos para qualificação (pessoal e equipamentos) desses processos?

7. Para processos especiais existe a qualificação dos operadores?

8. Existem registros dessa qualificação?

9. Existe um plano de manutenção para os equipamentos que interferem na qualidade?

10. Existem procedimentos específicos para a manutenção de cada tipo de equipamento?

11. Existem registros dessas manutenções

12. Existe um critério para definir as condições ambientais de trabalho, como iluminação, ventilação, poeiras, etc.?

13. Existe um plano para correções ou adequações dessas condições?

14. Existem documentos que definem as condições de produção, montagem e instalação, detalhando os equipamentos, seqüência de operações, métodos de trabalho?

j) Quanto ao sistema de inspeção e ensaios no recebimento de produtos

1. É garantido que materiais recebidos são utilizados somente após liberação do setor competente?

2. Este setor está claramente definido?

3. Está verificação é feita conforme o plano de qualidade e procedimentos documentados?

4. Quando os materiais são liberados em regime, tal fato é registrado de forma a garantir seu rastreamento?

5. Está definida a autoridade para essa liberação?

6. Os materiais não-conformes são identificados?

l) Quanto ao sistema de inspeção e ensaios no processo produtivo

1. Os produtos são verificados conforme o plano de qualidade e procedimentos documentados?

2. Os produtos ficam retidos até a liberação pelo setor competente?

3. Este setor está claramente definido?

4. Os produtos não-conformes são identificados?

m) Quanto ao sistema de inspeção e ensaios no produto acabado

1. Os produtos são verificados conforme o plano de qualidade e procedimentos documentados?

2. Em caso de produto sob encomenda, está garantido que todas as especificações do cliente estão sendo contempladas?

3. Está definida autoridade para análise dos resultados finais?

4. Existem registros dessa inspeção final, que comprovem que os critérios de aceitação foram cumpridos?

5. Está definida a forma e o tempo de arquivo desses resultados?

6. Está assegurado que nenhum produto pode ser expedido sem a liberação do setor competente?

7. Está claramente definida a autoridade para essa liberação?

n) Quanto ao controle dos equipamentos de inspeção, medição e ensaios

1. Existem documentos definindo o tipo de equipamento ser utilizado em cada verificação?

2. Existe uma relação de todos os equipamentos utilizados, devidamente atualizada?

3. Estes equipamentos são identificados visualmente e é de conhecimento geral que só estes podem ser utilizados?

4. Existe um plano para calibração dos equipamentos com intervalos preestabelecidos?

5. Estão definidos critérios para contratação de serviços para calibração?

6. Existem registros dessas calibrações?

7. Existe uma forma prática de identificar a validade das calibrações?

8. Existem procedimentos para calibrações realizadas na empresa?

9. São definidos critérios de rejeição e ajustes?

10. Está definido um critério para ação a ser tomada quando os resultados são insatisfatórios?

11. Se um equipamento fora de calibração for utilizado, é possível rastrear os materiais/produtos suspeitos?

12. Existe um procedimento implantado para manuseio, preservação e armazenamento de equipamentos?

13. Estão garantidas as condições ambientais nos locais de calibração, armazenamento e verificações?

14. Os padrões, gabaritos, dispositivos ou programas de computador estão inclusos no programa de calibração, com os cuidados pertinentes?

o) Quanto à inspeção e ensaios

1. Existe um procedimento documentado para garantir as indicações do estado de inspeção?

2. A situação da inspeção é indicada de maneira simples e clara?

3. Esta indicação é mantida ao longo do processo de forma a garantir que somente os aprovados sejam utilizados ou expedidos?

4. Existe uma clara diferenciação entre os produtos aprovados e notificados?

p) Quanto ao controle de produto não - conforme

1. Existe procedimento que assegure os materiais não-conformes não sejam utilizados?

2. Existem procedimentos para identificação, segregação e notificação dos materiais não-conformes?

3. Existem procedimentos para disposição do material não - conforme?

4. A responsabilidade pela disposição perfeitamente definida?

5. Existe procedimento para análise das não-conformidades de forma a buscar a melhoria contínua?

6. A responsabilidade por esta análise está perfeitamente definida?

7. Existe procedimento que define condições de avaliações para materiais retralhados?

8. Existe procedimento que define responsabilidade de contato com cliente para materiais não-conformes, uma vez definido em contrato?

q) Quanto ao uso de ações corretivas e preventivas

1. São elaborados documentos que relatem não-conformidades no processo e no serviço pós-entrega?

2. Existem procedimentos para análise desses relatórios, investigação e sugestões de ações corretivas?

3. Existem procedimentos definindo passos de implantação, responsabilidade e verificação da eficácia dessas ações corretivas?

4. Existem registros dessas ações corretivas?

5. Existem procedimentos de pesquisa de causas potenciais de não-conformidades?

6. Existem procedimentos definindo passos para a implantação, responsabilidade e verificação de eficácia dessas ações preventivas?

7. Existem registros dessas ações preventivas?

r) Quanto ao manuseio, armazenamento, embalagem, preservação

1. Existem documentos que definam cuidados a serem tomados no manuseio das matérias-primas?
2. Existe um local apropriado para armazenamento das matérias-primas, que garanta a sua integridade, conservação e segregação?
3. As matérias-primas são controladas de forma a serem utilizadas dentro de critérios de rodízio e dentro do prazo de validade?
4. O estado das matérias-primas estocadas é avaliado em intervalos regulares?
5. Existem documentos que definam cuidados a serem tomados no manuseio de semi-elaborados?
6. Existem documentos definindo condições de embalagem para produtos acabados?
7. Existem procedimentos de armazenagem, estoque e despacho desses materiais?
8. Existem procedimentos de carga e transporte de materiais a serem expedidos?
9. Está definido local apropriado para estoque de produtos acabados?
10. Está definida a responsabilidade pela conservação da qualidade dos produtos liberados na inspeção final?
11. Estão definidos métodos apropriados para autorização de recepção e expedição nas áreas de estoque?

s) Quanto ao controle de registros da qualidade

1. Estão definidos procedimentos para a coleta e análise dos registros da qualidade?
2. Existe uma relação dos documentos que são considerados registros da qualidade?
3. Está definido procedimento para a indexação, guarda, arquivo desses registros?
4. Está estabelecido formalmente o tempo de arquivo?
5. O local de arquivo desses documentos está estabelecido e é apropriado, tornando possível um rápido acesso aos documentos em considerados?
6. Quando contratual, o arquivo está disponível ao cliente de forma simples e prática?

7. Em caso de arquivos em computadores, existe um procedimento de segurança, guarda e acesso apropriado?

t) Quanto ao processo de auditorias internas da qualidade

1. Existe um sistema de auditoria interna da qualidade, definindo periodicidade e pessoal capacitado para esse fim?

2. As auditorias são programadas com antecedência necessária, considerando a situação atual e a importância das atividades?

3. O pessoal é selecionado tendo-se em vista a independência necessária aos auditores em relação à área auditada?

4. Existem sistemas de registros dessas auditorias com seus respectivos resultados?

5. Está previsto em documento a análise crítica do resultado das auditorias?

6. São elaborados planos de ação para correção dos pontos encontrados em não-conformidades nas auditorias, com designação de responsáveis e prazos?

7. Existe uma avaliação da efetiva implementação dessas correções e melhorias?

8. Essas correções e melhorias são registradas?

u) Quanto ao treinamento de pessoas

1. É mantido um procedimento para identificação das necessidades de treinamento?

2. Existe um plano sistemático de treinamentos a serem realizados?

3. A empresa providencia o treinamento do pessoal?

4. O pessoal é treinado conforme as necessidades?

5. São mantidos registros desses treinamentos?

6. Os cursos realizados externamente à empresa são registrados como qualificação do funcionário?

7. Existe uma relação de funções onde são requeridos conhecimentos específicos, que necessitem uma qualificação especial?

8. Existe um procedimento determinado à forma dessa qualificação?

9. Essas pessoas são qualificadas conforme esse procedimento e devidamente registradas?

v) Quanto aos serviços associados

1. Existe um documento definindo o que a empresa estabelece como serviços associados?
2. Existe um serviço ou setor interno responsável por atender reclamações ou sugestões de fornecedores e usuários?
3. Essas reclamações, ou sugestões são registradas e analisadas por setores competentes da empresa?
4. Existem registros dessas análises e relatórios de atividades para atender a esses clientes?
5. Existe um procedimento de como a empresa deve atender e tratar esses clientes?
6. Existe um procedimento para verificação da efetiva implementação das melhorias ou correções?
7. Existe um mecanismo de verificação do grau de satisfação do cliente em relação aos serviços ou produtos da empresa?
8. Existe um setor responsável pela análise desses dados?

x) Quanto às técnicas estatísticas

1. Existe um plano que define claramente onde são necessárias técnicas estatísticas específicas?
2. Nesses pontos são aplicadas essas técnicas conforme definido no procedimento?
3. O pessoal que atua nesses pontos está devidamente qualificado?
4. Existe um setor interno responsável pelo desenvolvimento dessas técnicas, bem como pela análise dos dados coletados?

Para todas as questões acima, foram atribuídas notas de 0 até 5, conforme o nível de implementação, de acordo com a Tabela 10. A média das notas atribuídas, de cada item avaliado, determinou o nível final de implementação, que caracterizou a qualidade do item. Estabeleceu-se o seguinte critério: as notas médias obtidas da avaliação, imediatamente inferiores a casa decimal 5, tendeu ao número exato inferior.

Tabela 10. Sistema de avaliação dos serviços e funções para o atendimento dos critérios e dos atributos qualitativos do sistema de produção da ração

Notas	Nível de Implementação
0	não atendido
1	atendido parcialmente , de maneira informal .
2	atendido integralmente , de maneira informal .
3	atendido parcialmente , de maneira formal .
4	atendido integralmente , de maneira informal , porém sujeito as melhorias previstas.
5	totalmente atendido.
N. A.	não aplicável

Fonte: SILVA (1998).

3.2.17 Avaliação da estrutura física da fábrica de ração

Na fábrica de ração avaliada tem-se implementado as Boas Práticas de Fabricação (BPF) de ração, de acordo com as normas da SINDIRAÇÕES (2006). Desta forma fez-se uma avaliação das condições estruturais da indústria, com base nestas normas. Para a avaliação, atribuíram-se notas e conceitos conforme o nível de implementação (Tabela 11) de cada aspecto estrutural avaliado.

Tabela 11. Notas e conceitos utilizados para a avaliação da fábrica de ração, conforme as orientações sobre Boas Práticas de Fabricação (BPF) definidas pela SINDIRAÇÕES

Notas	Nível de implementação	Conceito
1	Ainda não implementado	Insuficiente
2	Em estágio inicial de implementação	Ruim
3	Em nível parcial de implementação	Regular
4	Implementado recentemente	Bom
5	Totalmente implementado, há pelo menos um ano	Ótimo
N.A.	Não aplicável	-

Fonte: SILVA (1998).

Foram avaliados os seguintes aspectos estruturais: acessos, pisos, tetos, portas, janelas, paredes e divisórias, iluminação e ventilação. Avaliou-se por setores da fábrica de ração: área de estacionamento, setor de entrada, setor de recebimento de produtos, setor de armazenagem de matérias-primas, setor de produção, setor de expedição de ração, setor de manutenção, setor de administração, banheiros e vestiário, laboratório e refeitório. A média simples das notas caracterizou a nota final de cada aspecto e setor avaliado. O mesmo critério do item anterior foi usado, para arredondamento das médias atribuídas.

3.2.18 Amostragem

3.2.18.1 Amostragem das matérias-primas e rações processadas

Foram feitas amostragens dos produtos nas linhas de recebimento, armazenamento e processamento das matérias-primas, industrialização e expedição das rações. Foram amostrados os seguintes produtos: gérmen e grãos de milho, grãos de sorgo, grãos de soja, grãos de soja extrusada, farelos de arroz, trigo e soja, farinhas de carne, ossos, penas, vísceras, óleos de vísceras e rações processadas. Nos setores de recebimento da fábrica de ração, antes da pesagem foram coletadas amostras de produtos no interior dos caminhões de transporte ou durante a descarga do produto, na moega de recepção, através das bicas de descarga.

Durante o sistema de movimentação dos produtos foram coletadas amostras, na saída das correias transportadoras, na entrada dos elevadores de caçamba e no final das roscas transportadoras. Nos sistemas de armazenagem do milho e farelo de soja, as amostras foram coletadas antes e depois do armazenamento, o mesmo foi feito para as etapas de pré-limpeza e secagem do milho. Na área de industrialização da ração, as amostras de produtos foram coletadas no final da moagem, mistura, peletização e expedição das rações.

Para a coleta das amostras dos produtos nos setores de recebimento e armazenamento foram utilizados equipamentos do tipo “calador”. Os caladores do tipo composto foram utilizados para coleta das amostras de produtos a granel e os caladores do tipo manual, para os produtos em sacaria. Nos equipamentos de movimentação de produto e nas etapas de pré-limpeza, secagem, moagem, mistura, peletização e expedição de rações, as amostras foram coletadas nas comportas de saída, com auxílio de baldes plásticos, de cor branca e com capacidade líquida de 20 litros.

Os grãos de milho e gérmen transportados nos caminhões foram amostrados em diferentes pontos da carga, sendo o número de pontos determinados pelo tamanho do lote, de acordo com as normas descritas em BRASIL (1996). Em uma quantidade de milho inferior a 100 toneladas foi retirada uma amostra de 20 kg, enquanto que, em quantidades de milho superiores a 100 toneladas, retirou-se uma amostra de 15 kg, para cada 100 toneladas. O mesmo sistema de amostragem foi adotado para os grãos de sorgo e soja, de acordo com as normas descritas em BRASIL (1984) e BRASIL (1983), respectivamente. De acordo com BRASIL (1993), a amostragem

dos farelos de origem vegetal (soja, arroz e trigo) foi realizada com a retirada de amostras aleatórias, de 10 kg para cada 10 toneladas.

Como não existe uma metodologia oficial que descrevesse os procedimentos de amostragem das farinhas de origem animal e dos óleos de vísceras para uso na formulação da ração, decidiu-se em função do fluxo dos produtos e layout da fábrica, amostrar 10 kg a cada 10 toneladas, aleatoriamente, e 5 kg de óleos de vísceras para cada 100.000 litros de produto. Para as rações, em todas as etapas de industrialização e expedição foi coletado um total de 45 kg de amostra, para cada 1.000 t.dia⁻¹ processada, seguindo as normas recomendadas pelo Laboratório de Análises Micotoxicológicas (LAMIC) da Universidade Federal de Santa Maria.

Todas as amostras de grãos foram homogeneizadas, reduzidas e divididas em três partes, com auxílio de um equipamento “quarteador de amostra”. Em seguida elas foram pesadas e devidamente identificadas em sacos plásticos. As rações, os farelos de origem vegetal e as farinhas de origem animal foram divididos em três partes de um 1 kg cada, e devidamente identificadas e acondicionadas em sacos plásticos. Os óleos de vísceras foram amostrados em pote plástico de cor branca, com capacidade de 5 litros, e em seguida foram identificadas. Todas as amostras, em três vias, foram encaminhadas para o laboratório para análises físico-químicas e microbiológicas.

3.2.18.2 Amostragem da água potável

As amostragens de água potável, para análises microbiológicas foram realizadas em torneiras de banheiros e laboratório, bebedouros e caixa da água da indústria. Antes mesmo de fazer a amostragem foi realizada a limpeza dos pontos de coleta, com auxílio de álcool. Em seguida, abriu-se a torneira deixando-se a água escorrer, aproximadamente, durante 3 minutos e eliminar qualquer tipo de contaminação que pudesse interferir nos resultados da qualidade da água (BRASIL, 1999). Para coletar as amostras foram utilizados frascos esterilizados, com capacidade mínima de 150 ml de água, o suficiente para análise. Os frascos com água coletada foram fechados adequadamente, de acordo com a numeração do ponto de coleta (BRASIL, 1999). Em seguida foram colocados em caixa de isopor e enviados para análises.

3.2.18.3 Amostragem nas superfícies dos equipamentos, objetos e no ar ambiente

Foram amostradas as superfícies de equipamentos e objetos de laboratório, bancadas e utensílios diversos usados para análises, como também, as superfícies das mãos dos manipuladores dos setores de refeitório, laboratório, armazenagem de matérias-primas e produção da ração. Nestes mesmos setores foi amostrado o ar ambiente em circulação natural.

Para a amostragem das superfícies dos equipamentos e objetos, utilizou-se Swab estéril (algodão). A coleta procedeu-se com a passagem Swab estéril sobre uma área de 100 cm² da superfície do equipamento, utilizando o molde vazado devidamente higienizado para demarcar a área. A coleta foi repetida quatro vezes para cada superfície de equipamento. Para coletar amostras em utensílios pequenos, passou-se o Swab por toda a área de contato com o produto (BRASIL, 1999). A amostragem nas mãos dos funcionários foi realizada com a passagem do Swab estéril sobre a palma da mão e entre os dedos das duas mãos (BRASIL, 1999).

Ao terminar de fazer a coleta das amostras, colocou-se o Swab nos tubos com a solução tampada. Logo após, identificou-se o tubo e acondicionou-se em caixa de isopor. Todas as amostras foram enviadas para o laboratório para análises microbiológicas.

Para a amostragem do ar ambiente, colocou-se uma placa de Petri na área a ser analisada sobre uma superfície plana. Retirou-se a tampa das placas de Petri de modo que a metade da placa ficasse exposta, e a outra metade, coberta pela própria tampa, deixando-as por um tempo de 15 minutos (BRASIL, 1999).

3.2.19 Análises físico-químicas

As matérias-primas e rações foram submetidos para análises físico-químicas nos laboratórios da fábrica de ração, do departamento de Engenharia Agrícola e da empresa Nutron. A classificação física do milho foi realizada para os diferentes fornecedores das mesorregiões do estado de Minas Gerais. As análises de teor de água, proteína bruta, extrato etéreo e fibra bruta foram realizadas para os grãos de milho, grãos de sorgo, grãos de soja, soja extrusada, farelo de arroz, trigo e soja. Os índices de acidez, peróxidos e os teores de água foram determinados para as farinhas de origem animal (carne, ossos, vísceras e penas), óleos de vísceras, rações para estágio de desenvolvimento inicial, crescimento e terminação das aves.

3.2.19.1 Qualidade física do milho proveniente das diferentes regiões do estado de Minas Gerais

A avaliação da qualidade física do milho foi realizada no setor de qualidade da fábrica de ração, em três repetições, para cada amostra, a partir de uma amostra simples de trabalho de 250 g, obtidas de acordo com o sistema de amostragem descrita no item 3.2.18. Esta amostra foi passada em uma peneira com furos circulares, com diâmetro de cinco milímetros, conforme a Portaria nº. 845 de 8 de novembro de 1996, para a classificação de milho, elaborada pelo Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento (BRASIL, 1996).

Para avaliar a qualidade do produto, primeiramente determinou-se o teor de água da amostra, em seguida pesaram-se, separadamente, as partes de grãos ardidos, grãos inteiros, grãos quebrados, trincados, mofados, brotados, fermentados, matérias estranhas e impurezas classificadas. Verificou-se, também, a presença de insetos e sementes tóxicas na amostra. Determinou-se o percentual de cada parte classificada, em relação ao peso original e compararam-se os resultados com a tabela padrão de classificação de milho (Tabela 3). Assim, o milho classificado foi avaliado como “tipo 1”, “tipo 2”, “tipo 3” ou “desclassificado”. Todos os fornecedores de milho a fábrica de ração das diferentes mesorregiões do estado de Minas Gerais foram avaliados, de acordo com a Figura 16.



Figura 16. Identificação das mesorregiões do estado de Minas Gerais onde é adquirido o milho para a fabricação de ração.

A classificação física do milho foi realizada diariamente no setor de recebimento da indústria. Foram obtidos os dados mínimos, máximos e médios de cada mesorregião avaliada, durante o ano de 2008.

3.2.19.2 Teor de água dos grãos de milho e soja

O teor de água dos grãos em (% b.u.) foi determinado no setor de qualidade da fábrica de ração, pelo método indireto, utilizando o aparelho medidor de umidade portátil da marca Geole (G-800) após ser aferido com o método oficial da estufa, regulado a $103\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$, durante 24 h. Os testes foram feitos com amostras de 50 g, em três repetições, conforme recomendações contidas em Regra para Análises de Sementes (BRASIL, 1992). Para cada amostra foram realizadas três repetições.

3.2.19.3 Teor de água para farelos, farinhas e rações

Para determinação do teor de água em produtos de origem animal, vegetal e rações, primeiramente, foram realizados à pesagem das cápsulas, limpas e previamente secas, em estufa a $105\text{ }^{\circ}\text{C}$ por uma hora e resfriadas em dessecador até temperatura ambiente. Em seguida, pesou-se uma amostra de 5 g e colocou-se em estufa pré-aquecida, a $103^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ até o peso constante (4 horas). Após este tempo, retirou-se o recipiente da estufa, esfriou-se em dessecador até o equilíbrio, com a temperatura ambiente e, realizou-se a pesagem (BRASIL, 1993). O cálculo do teor de água em (% b.u.) foi realizado de acordo com a equação 1. Para cada amostra foram realizadas três repetições.

$$U (\% \text{ b.u.}) = \frac{(A - B) \times 100}{C} \quad (1)$$

onde

A = massa do recipiente + amostra, em g;

B = massa do recipiente + amostra, após secagem em g;

C = massa da amostra, em g.

3.2.19.4 Índice de acidez

De acordo com a metodologia descrita pela AOAC (1990), determinou-se o índice de acidez nos produtos amostrados, em três repetições. O procedimento procedeu-se com a colocação de 5 g de amostra em um Becker de 250 ml,

adicionando-se 150 ml de etanol deixando-se em repouso durante, aproximadamente, 30 minutos, fazendo agitações a cada 5 minutos. Em seguida, filtrou-se o sobrenadante em papel filtro (0,5 mm), passando-o para um Erlemeyer. Após, adicionou-se em outro Erlemeyer 100 ml de etanol, deixando-o em repouso durante 15 minutos, com agitações a cada 5 minutos. Filtrou-se novamente a solução e no erlemeyer, adicionou-se 4 a 5 gotas de solução indicadora de fenolftaleína (1%), e em seguida titulou-se, com solução de NaOH 0,1N até obter a cor rósea. Utilizando-se a equação 2 fez-se o cálculo do índice de acidez, em mg de NaOH.g⁻¹.

$$\text{Índice de acidez} = \frac{V \times N \times F \times 40}{P} \quad (2)$$

onde

V = volume de NaOH 0,1N gasto na titulação;

N = normalidade;

F = fator de correção;

P = massa da amostra, em g;

40 = equivalente-grama do NaOH.

3.2.19.5 Índice de peróxidos

Os índices de peróxidos foram determinados, em três repetições, de acordo com a metodologia descrita pela AOAC (1990). A metodologia descrita consistiu na pesagem dos frascos contendo gordura, em seguida, adicionando-se 0,5 ml de solução de KI saturado e 30 ml da solução de ácido acético e clorofórmio (3:2) agitando-se a solução até a completa dissolução. Depois, a solução foi deixada em repouso durante, aproximadamente, 1 minuto, agitando-se 2 vezes neste intervalo de tempo. Após 1 minuto, adicionou-se 30 ml de água destilada e agitou-se a solução. Finalizando o processo, adicionou-se 1 ml da solução de amido (1%) e titulou-se com solução de tiosulfato de sódio 0,01N até o desaparecimento da cor azul. Os cálculos de índice de peróxidos foram realizados de acordo com a equação 3 e os resultados informados em (meq.1000⁻¹ g):

$$IP = \frac{(V_1 - V_2) \times N \times F \times 1000}{P} \quad (3)$$

onde

IP = índice de peróxidos em meq/1000 g de gordura;

V_1 = volume (ml) de tiosulfato de sódio 0,01N gasto na titulação;

V_2 = volume (ml) de tiosulfato de sódio 0,01N na prova em branco;

N = normalidade;

P = massa da gordura, em g;

F = fator de correção da solução de tiosulfato de sódio 0,01N;

1000 = conversão para milequivalente.

3.2.19.6 Fibra bruta

Na análise de fibra bruta, primeiramente, foi feita a secagem e desengordurarão da amostra, em seguida a amostra foi submetida às digestões ácidas (H_2SO_4 - 1,25%) e básica (NaOH - 1,25%) durante 30 minutos. O resíduo foi recebido em cadinho de vidro. Calculou-se a fibra bruta em (%) pela diferença de peso do cadinho antes e após a queima do resíduo em mufla, a 500 °C (AOAC, 1990). Repetiu-se o processo de análise três vezes, para cada amostra avaliada.

3.2.19.7 Proteína bruta

A proteína bruta foi determinada em três repetições para cada amostra, a partir do nitrogênio, feito pelo processo de digestão Kjeldahl, segunda metodologia descrita na AOAC (1990). Este método foi idealizado em 1983 e baseia-se em três etapas: digestão, destilação e titulação. O processo ocorre através da digestão da matéria orgânica da amostra com transformação da proteína em sulfato de amônia (NH_3SO_4) e com ação da mistura digestora (catalisador), ácido sulfúrico e calor. A matéria orgânica existente na amostra foi decomposta com ácido sulfúrico e com catalisador, onde o nitrogênio foi transformado em sal amoniacal.

Para determinar a digestão da proteína pesou-se 1g da amostra e a acondicionou em papel filtro. Em seguida, a amostra foi colocada em tubo digestor. No tubo digestor foi adicionado 1 pastilha de catalisador de cobre (Cu) e 15 ml de ácido sulfúrico (H_2SO_4). Após a adição dos produtos, os tubos foram levados para o aparelho digestor de proteína a uma temperatura de 420 °C, de onde foi retirado

apenas quando adquiriu a cor verde clara (cerca de 1 hora). Após o esfriamento da amostra foi adicionado 70 ml de água destilada em um Erlenmeyer com 30 mL de ácido bórico.

Na etapa de destilação do nitrogênio, a amônia foi liberada do sal amoniacal pela reação com hidróxido. Com isso ocorreu à captação do nitrogênio que foi titulado e quantificado. Este procedimento foi realizado com o uso de um destilador pré-aquecido e um tubo digestor. Nesse tubo foi adicionado NaOH (40%) com auxílio de uma alavanca contida em um destilador, procedendo-se a destilação por cerca de 4 minutos. Após a destilação foi feita a titulação com H_2SO_4 0,1N até ter atingido a coloração rosa. O volume titulado foi parte do cálculo (equação 4) que resultou na porcentagem de proteína bruta contida na amostra.

$$PB (\%) = \frac{V_1 \times 0,4 \times F \times 6,25}{P} \quad (4)$$

onde

PB (%) = porcentagem de proteína bruta;

V_1 = volume titulado, em ml;

0,14 = equivalente grama do nitrogênio;

F = fator de correção da solução de H_2SO_4 0,1N;

P = massa da amostra, em g;

6,25 = fator de transformação do nitrogênio em proteína considerando 16% de nitrogênio ($100/16 = 6,25$).

3.2.19.8 Extrato etéreo

Para a determinação da quantidade de extrato etéreo, utilizou-se a metodologia descrita pela AOAC (1990). Primeiramente fez-se a pesagem de 2 g de amostra, em seguida, colocou-se a amostra em papel filtro em um cartucho de celulose, devidamente identificado. Após está etapa o cartucho foi colocado em estufa, a 105 °C por 2 horas, em seguida, na mesma condição, por cerca de 1 hora foi colocado o copo de extração de gordura.

Após o copo ser retirado da estufa, ele foi devidamente esfriado em dessecador até ter atingido a temperatura constante, identificado conforme o cartucho e pesado. Na máquina extratora de gordura, utilizou-se o solvente N-hexano e procedeu-se a extração conforme as instruções do equipamento. O procedimento

levou cerca de 3 horas e meia para se completar. Após o período de extração, colocou-se o copo em estufa até que todo o solvente evaporasse. Depois, ele foi colocado no dessecador, até atingir a temperatura constante para pesagem. Os valores obtidos na pesagem foram aplicados à equação 5. O processo foi repetido três vezes para cada amostra.

$$EE (\%) = \frac{P_1 - P_2}{P} \times 100 \quad (5)$$

onde

EE (%) = porcentagem de extrato etéreo;

P_1 = massa do copo + resíduo, em ml;

P_2 = massa do copo vazio, em ml;

P = massa da amostra, em g.

3.2.20 Análises microbiológicas, controle de pássaros, roedores, insetos e ácaros

Foram realizadas as seguintes análises microbiológicas: insetos, ácaros, fungos (*Fusarium* sp., *Penicillium* sp. e *Aspergillus* sp.) e bactérias (*Salmonella* sp., coliformes totais, coliformes a 45 °C, mesófilos totais, *Staphylococcus* sp. e *Escherichia coli*). Foi controlada, também, a presença de roedores e pássaros em toda a fábrica de ração.

Nos setores de recebimento e armazenagem do milho e farelos de soja, na mistura dos ingredientes e na expedição das rações foram realizadas a contagem de insetos, ácaros e fungos com a identificação das colônias (*Fusarium* sp., *Penicillium* sp. e *Aspergillus* sp.). Nas amostras das perdas de produtos coletadas do chão da fábrica foi realizada apenas a contagem de fungos.

Nos setores de mistura e expedições das rações foram realizadas as análises de *Salmonella* sp. e *Escherichia coli*. No recebimento das farinhas de origem animal (carne, ossos, penas e vísceras) foram feitas as análises de *Salmonella* sp., *Staphylococcus* sp., coliformes totais, coliformes a 45 °C, mesófilos totais e fungos.

Para avaliar a qualidade da água foram feitas as análises de coliformes totais, coliformes a 45 °C e mesófilos totais nas torneiras de entrada da fábrica de ração, administração, refeitório, setor de produção da ração, área de manutenção dos equipamentos, laboratório e na caixa de água. Na superfície de equipamentos e objetos foram realizadas análises de coliformes totais e mesófilos totais. No ar

ambiente do refeitório, laboratório, setor de armazenagem de matérias-primas e setor de produção da ração foi realizada a contagem de fungos.

3.2.20.1 Insetos

A avaliação de insetos nos produtos foi feita pela contagem visual, em 1 kg de produto amostrado (LORINI, 2002). A amostra de produto coletada de 1 kg foi despejada em uma mesa, com iluminação artificial, em seguida, retirou-se com auxílio de uma pinça todos os insetos da amostra e fez-se a contagem deles.

3.2.20.2 Ácaros

As amostras examinadas, primeiramente foram peneiradas em malha de aço inoxidáveis abertura de 0,50 mm sobre uma folha de papel para separar os ácaros das partículas da amostra. Os ácaros foram quantificados sob microscópio estereoscópico. Cada um dos resultados foi expresso em função de 50 g de amostra (HUGHES, 1976).

3.2.20.3 Fungos

A análise de fungos toxigênicos foi realizada pelo método DHINGRA & SINCLAIR (1995). As análises foram realizadas em triplicata e os resultados foram expressos em Unidade Formadora de Colônia por grama (UFC.g^{-1}) de produtos contaminados. No processo de preparação das amostras, pesou-se 25 g em saco de Stomacher estéril (Seward Stomacher 400 Lab System, Inglaterra), em seguida misturou-se 225 ml do diluente de água salina e peptonada a 0,1%, obtendo-se desta forma a diluição 10^{-1} . Após a homogeneização da amostra, foram realizadas as diluições seriadas até 10^{-6} , utilizando-se tubos de ensaio com 9,0 ml do mesmo diluente.

Para o processo de semeadura, utilizou-se a técnica de plaqueamento em superfície, através do uso do meio de cultura Batata-Dextrose-Ágar acidificado (PDA acidificado) com ácido tartárico 10%, a um pH de 3,5. A metodologia foi usada da seguinte forma: pipetou-se 0,1 ml de cada diluição da amostra em placa de Pétri estéril, contendo 20 ml do meio de cultura PDA acidificado solidificado e com uma alça de Drigalski, espalhou-se o inóculo por toda a superfície do meio. Em seguida, incubou-se a uma temperatura de $25\text{ °C} \pm 1\text{ °C}$, por um período de 4 dias. Após este período, realizou-se a quantificação das colônias (UFC.g^{-1}). Em algumas amostras,

de acordo exposto no item anterior, foram identificadas as colônias de *Aspergillus* sp., *Fusarium* sp. e *Penecillium* sp., utilizando microscópio ótico.

3.2.20.4 *Salmonella* sp.

Utilizou-se, como regra geral o método descrito pela Associação Americana de Saúde Pública “American Public Health Association - APHA”, (SPECK, 1984). As análises foram realizadas em três repetições. O preparo da amostra para análise foi feito da mesma forma da análise anterior 3.2.20.3. A incubação do material foi à temperatura de 370 °C, em estufa bacteriológica por 18 h como pré-enriquecimento, para o isolamento inicial de *Salmonella* sp. Alíquotas de 1 ml da amostra pré-enriquecida foram inoculadas nos caldos tetracionato Muller Kauffmann (TMK) e incubados a 370 °C por mais 18 h. Após o período de incubação, realizou-se a quantificação e expressaram-se os resultados em Unidade Formadora de Colônia por grama (UFC.g⁻¹).

3.2.20.5 *Staphylococcus* sp.

Para as análises em triplicata de *Staphylococcus* sp. procedeu-se também pela metodologia descrita na “American Public Health Association - APHA”, (SPECK, 1984). O preparo das amostras seguiu-se da mesma maneira que foram realizadas para as análises citadas acima 3.2.20.3. Após as diluições (até 10⁻⁶), retirou-se uma alíquota de 0,1 mL e inoculou-se a alíquota em um meio de cultura específico de Baird-Parker (BP). Depois da inoculação, com o auxílio de bastão em “L”, espalhou-se o inoculo por todo o meio, e em seguida incubou-se a 35 °C ± 1 °C por 48 h. Transcorrido o tempo, verificou-se o crescimento das colônias de *Staphylococcus* sp. e fez-se a contagem por UFC.g⁻¹.

3.2.20.6 *Escherichia coli*, coliformes totais, coliformes a 45 °C e mesófilos totais

Após o preparo da amostra, como descritas nas outras análises acima, determinou-se o número mais provável de coliformes pelo método dos tubos múltiplos, utilizando-se o caldo Lauril Sulfato de Sódio-CLS (Biobrás S.A., Montes Claros, Minas Gerais, Brasil) e caldo Lactosado Bile Verde Brilhante-CLBVB (Biobrás S.A.). Para determinação de coliformes a 45 °C foi empregado o caldo E.C. (Biobrás S.A.). Alíquotas de 1 ml de cada diluição (até 10⁻⁶) foram transferidas para séries de três tubos contendo CLS, com tubos de Durham invertidos. Os tubos foram

incubados a $35\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 1\text{ }^{\circ}\text{C}$ durante 24 h, e uma alçada de cada tubo apresentando crescimento e produção de gás foi semeada em tubos contendo 10 ml de E.C., com tubos de Durham invertidos.

Os tubos contendo CLBVB foram incubados a $35\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 1\text{ }^{\circ}\text{C}$ por 24 e 48 h, enquanto tubos de E.C. foram incubados por 24 e 48 h a $45\text{ }^{\circ}\text{C}$ em banho Maria. A formação de gás nos tubos de CLBVB indicou a presença de coliformes totais, sendo o resultado expresso em NMP de coliformes totais por grama ou mililitro de produto avaliado. Para contagem de *Escherichia coli*, os tubos de E.C. com gás foram repicados para placas contendo Ágar Eosina Azul de Metileno-EMB (Merck, São Paulo, São Paulo, Brasil) e incubadas a $35\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 1\text{ }^{\circ}\text{C}$. Após 24 h as colônias negras foram identificadas como *E. coli*. Os resultados foram expressos em UFC.g⁻¹. Para a contagem de mesófilos totais em UFC.g⁻¹ ou UFC.ml⁻¹ nos produtos avaliados, utilizou-se o “Plate Count Agar” (PCA) na temperatura de $37\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 1\text{ }^{\circ}\text{C}$ para 24 h de incubação. Todas as análises descritas neste item foram realizadas em três repetições.

3.2.20.7 Controle de roedores e pássaros na fábrica de ração

Para o controle de roedores foram instaladas armadilhas com iscas “raticida do tipo bloco parafinado” (Figuras 17 e 18), distribuídas em todos os setores da fábrica de ração, a cada 40 m² (Tabela 12).



Figura 17. Armadilha para captura de roedores. Figura 18. Sinalização da armadilha.

Quinzenalmente, durante os quatro meses de avaliação (maio, junho, julho e agosto de 2008) foram feitas vistorias das armadilhas, para verificar a presença de vestígios de roedores (fezes, urina, pêlos, iscas consumidas, iscas roídas), roedores vivos e mortos.

Tabela 12. Distribuição de armadilhas para controle de roedores na fábrica de ração

Setores avaliados	Área (m ²) dos setores	Nº de armadilhas instaladas
Portaria (recebimento)	80	2
Manutenção de equipamentos	200	5
Produção de ração	1000	25
Moega de milho	120	3
Moega de farelo de soja	120	3
Armazenagem de milho 1	800	20
Armazenagem de farelo de soja	295	7
Armazenagem de milho 2	400	10
Pré-limpeza de milho	36	1
Secagem de milho	34	1

Os ratos mortos identificados foram recolhidos e incinerados (MATIAS et al., 2002). A frequência de pássaros nos setores foi identificada pela presença de fezes, penas, pássaros vivo e pássaros mortos.

3.2.21 Perdas de produtos na fábrica de ração

3.2.21.1 Quantificação e amostragem das perdas de produtos

Avaliaram-se as perdas físicas de produtos, diariamente, durante quatro meses (maio, junho, julho e agosto do ano de 2008). Para avaliação das perdas de produtos, foram quantificados os farelos de soja, os grãos de milho, as farinhas de origem animal, os grãos de sorgo, a soja integral, os óleos de vísceras, as rações e todos os outros microingredientes que fazem parte da formulação da ração. Foi considerado como perdas, todo produto encontrado no chão da fábrica, fossos de elevadores ou em outros ambientes que não seja o adequado para o produto. As perdas foram quantificadas na parte externa e na parte interna da fábrica de ração. Foram utilizados dois métodos de quantificação: por setor da fábrica e por equipamento.

A quantificação das perdas por setor consistiu na determinação do tipo de produto, do tempo de funcionamento dos equipamentos e da área total de cada setor. Com o auxílio de um gabarito de um metro quadrado, mediram-se cinco pontos, representando de maneira mais homogênea possível todas as perdas do setor quantificado, em seguida, recolheu-se e pesou-se o produto. Os pontos de coleta de amostra foram fixados para todas as outras medições. A pesagem deste produto representou a quantidade de produto no chão da fábrica, em cinco metros quadrados. Assim, extrapolaram-se os resultados encontrados para a área total, estimando-se a quantidade de produto total perdido. Repetiu-se este procedimento para o mesmo

setor, cinco vezes, em horários diferentes de funcionamento dos equipamentos do mesmo dia (Tabela 13). A mesma metodologia foi adotada para todos os outros setores e para cada produto quantificado.

Tabela 13. Datas e horários em que os produtos foram quantificados

Meses	Semanas	Datas	Tempo (h)
Maio	1	05/05	7:00 / 10:00 / 13:00 / 16:00 / 19:00
		05/07	8:00 / 11:00 / 14:00 / 17:00 / 20:00
		05/09	6:00 / 9:00 / 12:00 / 15:00 / 18:00
	2	05/12	7:00 / 10:00 / 13:00 / 16:00 / 19:00
		05/14	8:00 / 11:00 / 14:00 / 17:00 / 20:00
		05/16	6:00 / 9:00 / 12:00 / 15:00 / 18:00
	3	05/19	7:00 / 10:00 / 13:00 / 16:00 / 19:00
		05/21	8:00 / 11:00 / 14:00 / 17:00 / 20:00
		05/23	6:00 / 9:00 / 12:00 / 15:00 / 18:00
	4	05/26	7:00 / 10:00 / 13:00 / 16:00 / 19:00
		05/28	8:00 / 11:00 / 14:00 / 17:00 / 20:00
		05/30	6:00 / 9:00 / 12:00 / 15:00 / 18:00
Junho	1	06/02	7:00 / 10:00 / 13:00 / 16:00 / 19:00
		06/04	8:00 / 11:00 / 14:00 / 17:00 / 20:00
		06/06	6:00 / 9:00 / 12:00 / 15:00 / 18:00
	2	06/09	7:00 / 10:00 / 13:00 / 16:00 / 19:00
		06/11	8:00 / 11:00 / 14:00 / 17:00 / 20:00
		06/13	6:00 / 9:00 / 12:00 / 15:00 / 18:00
	3	06/16	7:00 / 10:00 / 13:00 / 16:00 / 19:00
		06/18	8:00 / 11:00 / 14:00 / 17:00 / 20:00
		06/20	6:00 / 9:00 / 12:00 / 15:00 / 18:00
	4	06/23	7:00 / 10:00 / 13:00 / 16:00 / 19:00
		06/25	8:00 / 11:00 / 14:00 / 17:00 / 20:00
		06/27	6:00 / 9:00 / 12:00 / 15:00 / 18:00
Julho	1	07/07	7:00 / 10:00 / 13:00 / 16:00 / 19:00
		07/09	8:00 / 11:00 / 14:00 / 17:00 / 20:00
		07/11	6:00 / 9:00 / 12:00 / 15:00 / 18:00
	2	07/14	7:00 / 10:00 / 13:00 / 16:00 / 19:00
		07/16	8:00 / 11:00 / 14:00 / 17:00 / 20:00
		07/18	6:00 / 9:00 / 12:00 / 15:00 / 18:00
	3	07/21	7:00 / 10:00 / 13:00 / 16:00 / 19:00
		07/23	8:00 / 11:00 / 14:00 / 17:00 / 20:00
		07/25	6:00 / 9:00 / 12:00 / 15:00 / 18:00
	4	07/27	7:00 / 10:00 / 13:00 / 16:00 / 19:00
		07/29	8:00 / 11:00 / 14:00 / 17:00 / 20:00
		07/31	6:00 / 9:00 / 12:00 / 15:00 / 18:00
1	1	08/04	7:00 / 10:00 / 13:00 / 16:00 / 19:00
		08/06	8:00 / 11:00 / 14:00 / 17:00 / 20:00
		08/08	6:00 / 9:00 / 12:00 / 15:00 / 18:00
	2	08/11	7:00 / 10:00 / 13:00 / 16:00 / 19:00
		08/13	8:00 / 11:00 / 14:00 / 17:00 / 20:00

Agosto	3	08/15	6:00 / 9:00 / 12:00 / 15:00 / 18:00
		08/18	7:00 / 10:00 / 13:00 / 16:00 / 19:00
		08/20	8:00 / 11:00 / 14:00 / 17:00 / 20:00
	4	08/22	6:00 / 9:00 / 12:00 / 15:00 / 18:00
		08/25	7:00 / 10:00 / 13:00 / 16:00 / 19:00
		08/27	8:00 / 11:00 / 14:00 / 17:00 / 20:00
		08/29	6:00 / 9:00 / 12:00 / 15:00 / 18:00

A quantificação por equipamento foi realizada com a especificação do tipo de produto em fluxo, a capacidade do equipamento de transporte e o tempo de funcionamento do equipamento. Fez-se a pesagem dos produtos que estiveram fora do ambiente de transporte e quantificou-se o total. Para cada equipamento e produto transportado, repetiu-se cinco vezes a mesma metodologia, como descrito acima. Semanalmente, uma amostra dividida em três partes de 1 kg cada, das perdas de produtos de todos os setores foi coletada, para análise de infecção de fungos e *Salmonella* sp., infestação de ácaros e insetos.

3.2.21.2 Levantamento de custos das perdas de produtos quantificados

Após a quantificação das perdas de produtos, fez-se uma análise de custos de cada produto quantificado, por hora de funcionamento de cada equipamento e de cada setor da fábrica de ração, tanto da área interna (setores de produção e expedição de rações) quanto da área externa (setores de recebimento, armazenamento e processamento das matérias-primas). A partir deste levantamento, obtiveram-se os custos totais no final de cada hora de trabalho da fábrica de ração (R\$).

3.2.22 Avaliações do sistema de manutenção da fábrica de ração

A avaliação do sistema de manutenção da fábrica de ração foi feita a partir de um levantamento (%) do número de manutenções preventivas realizadas no prazo programado, não realizadas, não atendidas dentro do prazo estabelecido e manutenções antecipadas para cada maquinário ou equipamento da fábrica de ração do ano de 2006 até o final de 2008.

3.2.23 Análise estatística

O sistema de gestão e da estrutura física da fábrica de ração foram avaliados pela média das notas atribuídas, e enquadrados em conceitos, de acordo com o nível de implementação apresentados nas Tabelas 10 e 11. Para avaliação física do milho

fez-se um levantamento da frequência (%) das amostras abaixo dos níveis de classificação, para todos fornecedores de milho de cada região do estado de Minas Gerais, do ano de 2008. Obtiveram-se, os valores mínimos, médios e máximos de cada região. As outras matérias-primas foram avaliadas, mensalmente, durante o ano de 2008, através dos resultados da frequência (%) das amostras abaixo dos padrões de qualidade e pela média dos resultados obtidos de cada produto.

Os resultados das análises microbiológicas foram avaliados pelas médias e comparadas com os padrões de qualidade dos produtos analisados. Os resultados da quantificação das perdas físicas de produtos foram analisados como descrita na Tabela 13. Para o processamento e análise dos dados foram utilizadas tabelas e gráficos gerados pelo software Excel (MICROSOFT, 2003).

3.3 Segunda etapa do trabalho (Estados Unidos)

3.3.1 Origem e condições iniciais do milho

Foi usado um tipo de milho de variedade amarelo-duro, colhido no estado do Texas, no ano de 2008 e armazenado em condições naturais na unidade de armazenagem do Department of Agricultural Engineering at Purdue University, Indiana, EUA, até agosto de 2009. Depois de um ano e meio de armazenamento, amostrou-se 35 kg do milho, com teor de água de 11,78%, massa específica de $1,2479 \text{ g.m}^{-3}$, contaminação de 71,33 ppb e 4,2 ppm por aflatoxina e fumonisina total, respectivamente.

3.3.2 Separações do milho em frações

Primeiramente, separou-se o lote de 35 kg, em trinta e cinco amostras de 1 kg. Em seguida, fez-se a separação do milho por tamanho (maior, médio e menor) em cilindros de 22' e 15' (Carter-Day Company, Figura 19), girando a uma velocidade controlada de 30 rotações por minuto (rpm). Em seguida, as frações de milho foram separadas pela massa específica (alta e baixa) usando uma mesa de gravidade (Sutton Steele Company, Figura 20). A partir da obtenção das amostras de milho de baixa massa específica, fez-se a separação das partículas de milho de maior granulometria das menores, utilizando uma peneira manual de número 2540 (Figura 21). Usando um sistema de aspiração (Kice Multipass Aspirator, Figura 22), separaram-se as partículas “poeira” das partículas finas do milho.



Figure 19. Cilindros de separação.



Figure 20. Mesa densimétrica.



Figure 21. Peneira manual.



Figure 22. Sistema de aspiração.

Na Figura 23 está descrito em fluxograma, a seqüência lógica da separação das frações de milho, que podem ser visualizadas claramente nas amostras exemplares apresentadas na Figura 24. Denominou-se como “grãos maiores” todos os grãos de milho que não passaram pelo cilindro de 22’, enquanto que, “grãos médios” todos os grãos de milho que não passaram pelo cilindro de 15’ e para os “grãos menores” todos os grãos de milho que passaram pelo cilindro 15’. Determinaram-se também, que os grãos com “baixa massa específica” foram os grãos de milho que passaram pelas bicas localizadas na posição inferior da mesa densimétrica, e “alta massa específica” para os grãos de milho que passaram pelas bicas da posição superior da mesa densimétrica.

Consideraram-se como grãos de “alta granulometria”, todos os grãos de milho retidos pela peneira manual de 2540, enquanto que, “baixa granulometria” todos os grãos de milho que passaram pela mesma peneira. Caracterizou-se, como fração “poeira” o pó de milho separado da massa de grãos de “baixa granulometria”.

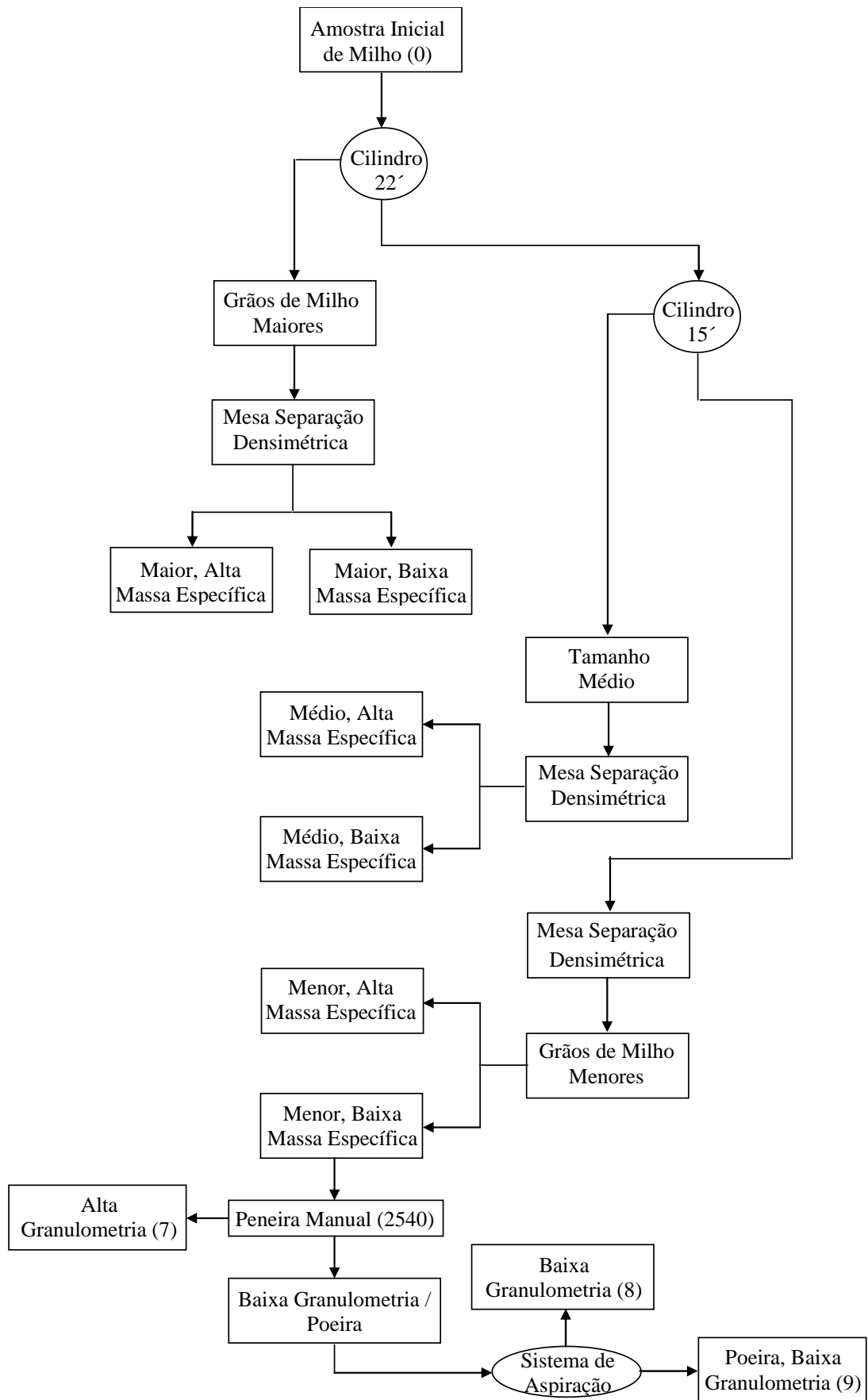


Figura 23. Fluxograma de separação das frações de milho.

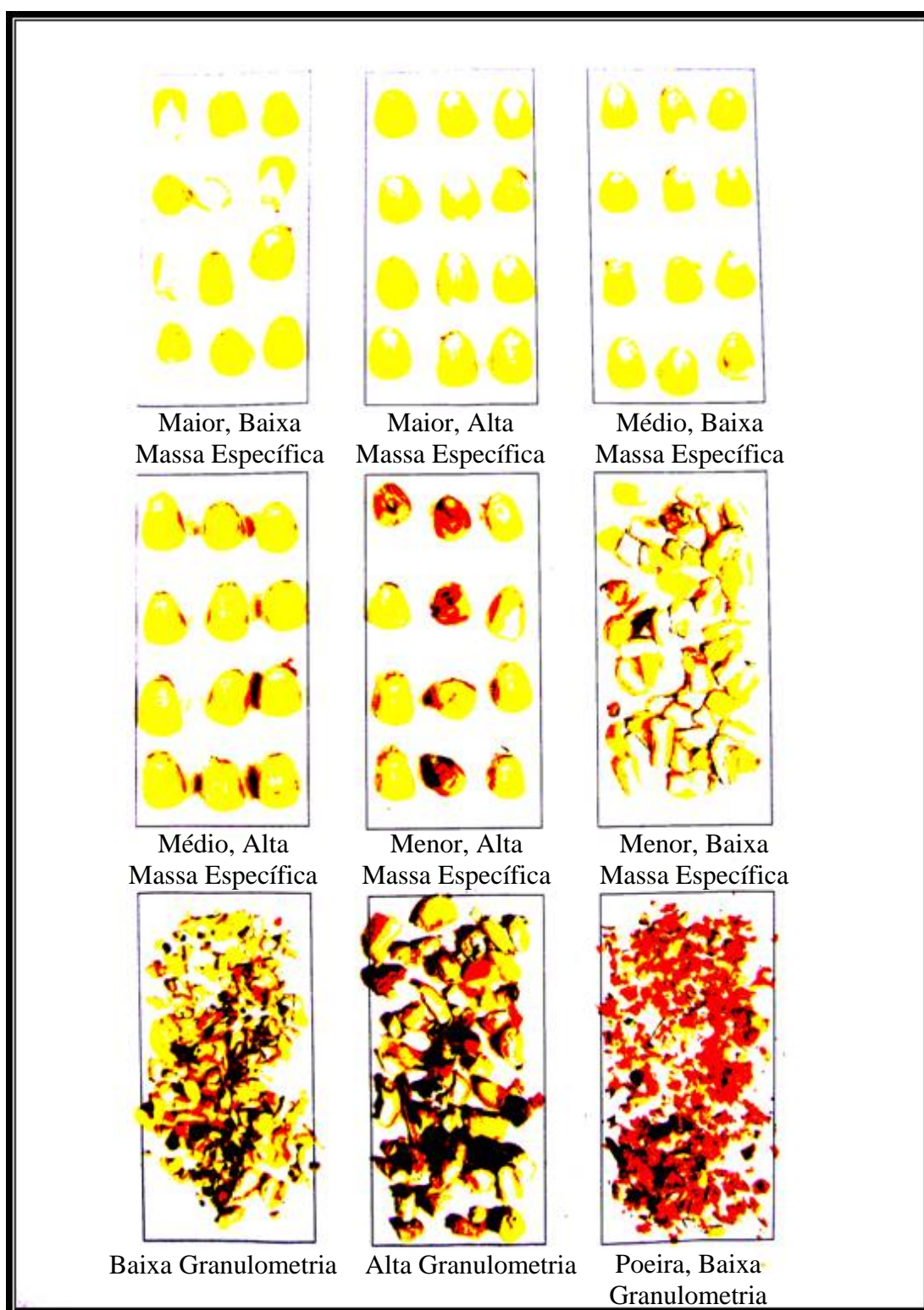


Figura 24. Amostras das diferentes frações de milho.

Na Tabela 14 abaixo estão às quantidades de cada fração de milho separadas, de acordo com a metodologia descrita acima.

Tabela 14. Frações de grãos de milho obtidas pelo método de separação física

Método de separações	Frações de Milho (kg)	Porcentagem Frações de Milho (%)
Amostra Inicial de Milho	35,250	100,00
Maior, Alta Massa Específica	17,249	48,93
Maior, Baixa Massa Específica	6,489	18,40
Médio, Alta Massa Específica	5,680	16,11
Médio, Baixa Massa Específica	3,432	9,73
Menor, Alta Massa Específica	1,529	4,33
Menor, Baixa Massa Específica	0,489	1,38
Alta Granulometria	0,206	0,58
Baixa Granulometria	0,111	0,31
Poeira, Baixa Granulometria	0,068	0,19

3.3.3 Formulações das rações

Na Tabela 15 observa-se a formulação da ração para aves, usada para os dois tratamentos (baixos e altos níveis de contaminação) testados, para verificar as reduções do índice de contaminação microbiológica e micotoxinas durante as diferentes etapas de processamento da ração.

Tabela 15. Formulação da ração para baixos e altos níveis de contaminações microbiológicas e micotoxinas

Ingredientes	Baixa Contaminação		Alta Contaminação	
	(kg)	(%)	(kg)	(%)
Milho	91,09	66,94	66,87	0,49
Milho Contaminado	4,08	3,00	28,30	20,80
Farelo de Soja	27,76	20,40	27,76	20,40
Farinhas de Peixe	7,48	5,50	7,48	5,50
Monacal	0,69	0,51	0,69	0,51
Calcário	0,79	0,60	0,79	0,60
Sal	0,45	0,33	0,45	0,33
Metionina	0,42	0,31	0,42	0,31
Lisina	0,24	0,18	0,24	0,18
Nicarbazina 3000	0,34	0,25	0,34	0,25
Óleo de Soja	2,72	2,00	2,72	2,00

3.3.4 Processamentos das rações e o sistema de amostragem

A amostra inicial do milho contaminado foi armazenada em sacos de papel reciclado, em seguida, as amostras foram coletadas em cinco diferentes pontos e profundidade do recipiente, com auxílio de um calador composto, específico para coleta de amostras.

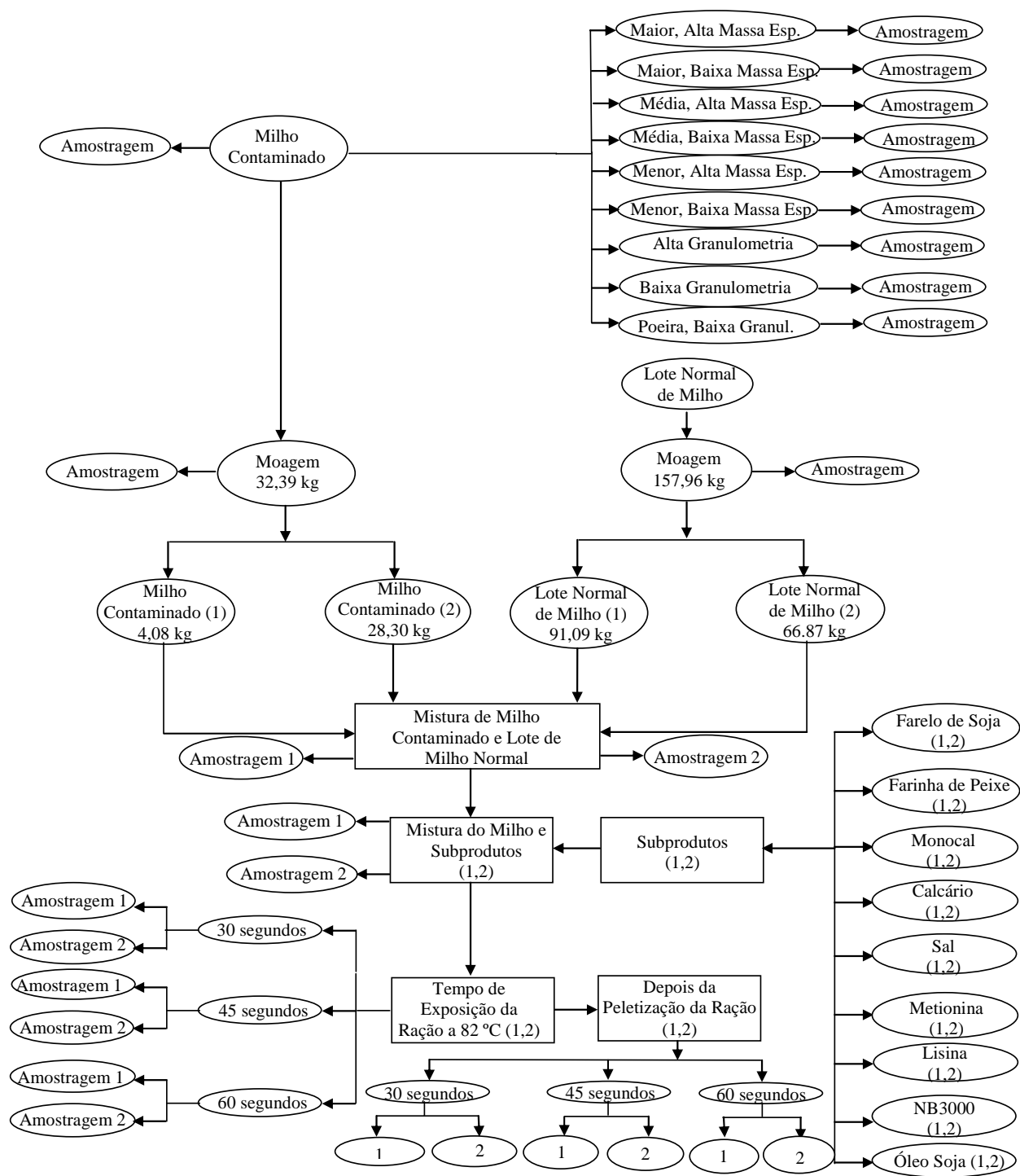


Figura 25. Diagrama do fluxo de processamento das rações. 1 – Baixo nível de contaminação. 2 – Alto nível de contaminação.

As amostras coletadas foram colocadas em balde plástico, de cor branca e de capacidade de 20 litros, para homogeneização manual. A partir da amostra homogeneizada, três amostras de 1 kg foram retiradas e armazenadas em sacos

plásticos e submetidas para análises. Os mesmos procedimentos foram feitos, para a coleta de amostras, no lote de milho usado para a formulação da ração e após a moagem e mistura dos produtos e subprodutos (Figura 26). As rações formuladas dos tipos farelada e peletizada, após passarem pela temperatura de 82 °C, em diferentes tempos de exposição (30, 45 e 60 segundos) foram colocadas em uma câmara de resfriamento, em seguida, as amostras foram coletadas, da mesma forma que as anteriores. Para todas as amostras foram realizadas análises físicas (teor de água e massa específica), microbiológicas (*Aspergillus* sp., *Fusarium* sp., *Penicillium* sp.) e de micotoxinas (aflatoxinas e fumonisinas).

3.3.5 Análises físicas, microbiológicas e micotoxinas

3.3.5.1 Teor de água no milho

Para determinar o teor de água do milho, primeiramente, fez-se em três repetições a moagem e pesagem de 15 g de amostra, em seguida, colocaram-se as amostras em estufa com ventilação e aquecimento de ar regulado em uma temperatura de 103 °C \pm 1 °C durante 72 h, segundo as recomendações da AOAC (n^o. 968.11, 2000). Em seguida, as amostras foram retiradas e colocadas em um dessecador para resfriamento. O teor de água em (% b.u.) foi determinado pela diferença de massa entre a amostra inicial e final.

3.3.5.2 Teor de água das rações

Para determinar o teor de água das rações, foram pesados 2 g de amostras em três repetições. As amostras foram colocadas em estufa regulada a uma temperatura de 135 °C \pm 2 °C durante 2 horas. Após as duas horas, as amostras foram retiradas e colocadas para resfriar em um dessecador. Em seguida, determinou-se o teor de água em (% b.u.) pela diferença de peso da amostra inicial e final (AAFCO, 2003).

3.3.5.3 Massa específica das frações do milho

A massa específica das frações de milho foi determinada com auxílio de um picnômetro (modelo SPY2, Quantachrome Corp., Sysset, NY), a qual tem seu funcionamento baseado nos princípios de Arquimedes, de acordo com a metodologia descrita por Nelson (1980). A massa específica da amostra de milho foi determinada pela relação massa/volume, dada em (g.m⁻³). Foram feitas três repetições para cada amostra.

3.3.5.4 Contagem de *Aspergillus* sp. e *Fusarium* sp.

Em uma amostra de 20 g de produto foram adicionados 200 ml de água destilada. Em seguida, as amostras foram colocadas em um Stomacher estéril (Seward Stomacher 400 Lab System, Inglaterra) durante 30 segundos para homogeneização, procedendo-se a diluição da concentração em 10^{-1} . Para cada amostra, 1 ml da diluição (em triplicata) foram distribuídas na superfície sólida de placa de Pétri, contendo meio de cultura Agar Dicloran-Rose-Bengal-Chloramphenicol (DRBC) (ABARCA et al., 1994). Todas as amostras foram incubadas por 3 dias, em temperatura de $28\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 1\text{ }^{\circ}\text{C}$, em seguida foram feitas a contagem de colônias de *Aspergillus* sp. e *Fusarium* sp. em UFC.g⁻¹.

3.3.5.5 Análises totais de aflatoxinas e fumonisinas

As análises de aflatoxinas totais (B1, B2, G1 e G2) e fumonisinas totais (FM1 e FM2), em três repetições foram realizadas com uso da metodologia Enzyme Linked Immunosorbent Assay (ELISA), utilizando o kit comercial AgraQuant[®] da Romers Lab. O procedimento das análises iniciou-se com a pesagem de 25 g de amostra, devidamente preparadas, adicionando-se 250 ml (70% metanol + 30% água destilada). Após a homogeneização das amostras em Stomacher estéril (Seward Stomacher 400 Lab System, Inglaterra), colocou-se as mesmas amostras para filtrar, em papel de filtro de um 1 milímetro de permeabilidade.

Em seguida, retirou-se uma amostra de extrato de 1 ml, misturando-a de forma homogênea com 2 ml de produto conjugado. Após, uma amostra de 1 ml de cada diluição foi transferida para uma placa coberta de anticorpos, as quais foram deixadas durante 15 minutos, em temperatura ambiente. Em seguida, as amostras foram lavadas com água destilada cinco vezes e em seguida, muito bem secas em papel descartável. Então, uma amostra de 1 ml de substrato de enzima foi adicionada para cada diluição e incubada durante 5 minutos em temperatura ambiente. Após, foi adicionado uma solução final “stop solution” de 1 ml até atingir uma intensidade de cor amarelada. Ao final deste processo, as amostras foram levadas até o equipamento de medição (Stat Fax 303 microwell readers, Awareness Technology Inc.) para determinar o índice de contaminação, em partes por bilhão (ppb) de aflatoxinas de cada amostra (USDA, 1998).

Para fumonisinas, foi adotado o mesmo procedimento das análises de aflatoxinas apenas de diferente, foi feito uma diluição inicial do extrato da amostra

(1/20) e usado um tempo de incubação de 5 minutos inicialmente, ao invés de 15 minutos (USDA, 1998). Os resultados neste caso foram expressos em partes por milhão (ppm).

3.3.6 Análise estatística

A análise estatística foi realizada com auxílio do programa SISVAR, versão 4.0 (FERREIRA, 2000). Os resultados médios foram comparados pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Na primeira etapa, compararam-se os resultados médios, entre as diferentes frações da massa de grãos de milho contaminada, obtidos pela separação física, realizada pela diferença de tamanho e massa específica dos grãos. Na segunda avaliação, compararam-se os resultados médios, entre as diferentes etapas de processamento da ração, para duas condições iniciais de contaminação (baixa e alta), e para os três tempos de exposição da ração (30, 45 e 60 segundos) a uma mesma temperatura de peletização de 82 °C. Para todos os tratamentos avaliaram-se os índices de contaminação microbológica (*Aspergillus* sp. e *Fusarium* sp.), em UFC.g⁻¹ e aflatoxinas (ppb) e fumonisinas (ppm).

4.0 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Primeira etapa do trabalho (Brasil)

4.1.1 Avaliação do sistema de gestão da fábrica de ração

Na Tabela 16 estão os resultados obtidos da avaliação do sistema de gestão ISO 9000:2000 da fábrica de ração.

Tabela 16. Resultados da avaliação do sistema de gestão da fábrica de ração, contendo os requisitos avaliados, o número de questões aplicadas, os valores médios e os níveis de implementação

Requisitos ISO 9000:2000	Questões	Média	Nível de implementação
Responsabilidade da administração	9	3,78	Parcial / formal
Sistema da qualidade	9	3,00	Parcial / formal
Análise crítica de contrato	10	3,13	Parcial / formal
Sistema de contrato de projeto	12	1,17	Parcial / informal
Controle de documentos e dados	9	3,22	Parcial / formal
Aquisição de produtos	13	2,08	Integral / informal
Controle de produtos de fornecedores	8	1,75	Parcial / informal
Identificação e rastreabilidade	6	4,00	Integral / informal / melhorias
Controle de processo	14	2,64	Integral / informal
Inspeção e ensaios no recebimento	6	3,90	Parcial / formal
Inspeção, ensaios no processo produtivo	4	5,00	Totalmente atendido
Inspeção e ensaios no produto acabado	7	3,71	Parcial / formal
Controle dos equipamentos de medição	14	3,29	Parcial / formal
Inspeção e ensaios	4	1,88	Integral / informal
Controle de produto não - conforme	8	3,00	Integral / informal
Ações corretivas e preventivas	7	2,14	Integral / informal
Manuseio, armazenamento, embalagem	11	2,77	Parcial / formal
Controle de registros da qualidade	7	4,43	Integral / informal / melhorias
Auditorias internas da qualidade	8	3,38	Parcial / formal
Treinamento de pessoas	9	3,89	Parcial / formal
Serviços associados	8	0,88	Não atendido
Técnicas de estatística	4	0,00	Não aplicável

Verificou-se, que os requisitos referentes à responsabilidade da administração, ao sistema da qualidade, a análise crítica de contrato, ao controle de documentos, ao controle de equipamentos de inspeção, as auditorias internas e as técnicas de treinamentos caracterizaram-se com nível de implementação “parcial” e “formal”. A implementação “parcial” dos requisitos, significa em “estágio de desenvolvimento”, observando-se que as pessoas envolvidas nos processos sabem da importância e tem o comprometimento com as atividades envolvidas.

Quando os requisitos de controle do setor de responsabilidade da administração não está totalmente implementado é preocupante para a empresa, uma vez que a administração, em qualquer indústria vem em primeiro lugar, exigindo dela uma política de qualidade, coerente com seus objetivos e metas, assegurando a compreensão e implementação em todos os níveis da organização, definindo atribuições e responsabilidades, disponibilizando recursos e pessoal qualificado para execução das atividades, analisando criticamente o sistema da qualidade.

O sistema de qualidade vem em seguida, e a elaboração de um manual de qualidade é de suma importância para orientação e execução das atividades. A implementação parcial deste requisito, como observado na Tabela 16, poderá influenciar negativamente na padronização do sistema de gestão da qualidade dos produtos recebidos e processados. A análise crítica de contrato é orientada ao processo de compra e venda de produtos, quando não atendido totalmente, compromete a organização da empresa, quanto aos seus fornecedores e produtores integrados.

O controle de equipamentos de inspeção, medição e ensaios, refletem diretamente ao sistema produtivo. O atendimento “parcial” deste requisito está relacionado diretamente com a seleção dos equipamentos e calibração. Outros requisitos, como a auditoria interna da qualidade e o sistema de treinamento de pessoal, quando realizados “parcialmente”, sem uma avaliação do desempenho das atividades afetam diretamente a qualidade dos produtos processados.

Entre os requisitos do sistema ISO 9000:2000 avaliados, apenas “inspeção e ensaios realizados nos processos produtivos” obtiveram nota média igual a 5, com total nível de implementação. Os resultados obtidos significam que existe na fábrica de ração um sistema de monitoramento e controle das etapas de produção e que atendem as exigências mínimas do controle de qualidade dos produtos recebidos e processados na fábrica.

Os ensaios de inspeção realizados nas etapas de recebimento de matérias-primas e no produto acabado, receberam notas entre 3 e 4 e nível de implementação “parcial”. Apesar disto, observou-se no contexto da avaliação, que as pessoas envolvidas diretamente com estes requisitos estão cientes da necessidade de desenvolvimento e evolução para alcançar melhores resultados. A atividade de inspeção deve ser continua aos produtos recebidos de fornecedores durante os processos produtivos. Este requisito, quando não atendido adequadamente, poderá

comprometer a padronização e qualidade dos produtos industrializados. Segundo Moura & Carillo (1994), definir critérios adequados à inspeção, verificação e ensaios de produtos pode proporcionar ainda agilidade e melhorias na qualidade das atividades executadas. Lamprecht (1995) afirmou que para ter sucesso nesta etapa é preciso envolver a avaliação do desempenho de fornecedores, da capacidade dos processos, planejamento das inspeções e ensaios e elaboração de procedimentos de inspeção e testes.

Aos requisitos de identificação, rastreabilidade dos produtos e controle de registros da qualidade, foram atribuídas notas, entre 4 e 4,43 com nível de implementação “integral” e “informal” havendo necessidades de melhorias. Nesta avaliação, vale ressaltar a falta de informação dos colaboradores da indústria no encadeamento do sistema. A importância da identificação e rastreabilidade dos produtos foram ressaltadas também por Maranhão (1993), quando afirmou que os clientes exigem mais adequação das empresas, relativamente aos princípios de qualidade, com a implantação de programas do sistema de gestão da qualidade.

Na avaliação dos requisitos de aquisição, controle de processo e de produto não - conforme, ação corretiva e preventiva, manuseio, armazenamento, embalagem, preservação e entrega dos produtos, atribuíram-se notas, entre 2 e 3, enquadrando-se no nível de implementação “integral” e “informal”. Observou-se, nestes requisitos, que os colaboradores envolvidos não têm informação clara dos procedimentos para execução das atividades. A aquisição faz parte do processo de suprimento da empresa e a qualidade de quaisquer produtos depende da capacidade dos fornecedores em produzir produtos aceitáveis. Desta forma é importante saber todas as informações dos fornecedores para adquirir produtos de qualidade.

O controle de processos é feito na produção e, quando aplicável, estende-se à atividade de instalação e aos serviços associados de entrega e distribuição do produto aos produtores integrados. É preciso executar um bom planejamento para o controle de processos, requerendo avaliação e seleção dos equipamentos e ambiente de trabalho. As atividades relacionadas ao requisito de controle de processos envolvem o departamento de engenharia e a utilização eficaz de técnicas estatísticas. Falhas de controle nos processos de produção e qualidade podem resultar na fabricação de produtos não-conformes e estes devem ser devidamente identificados, comentados, avaliados conforme as funções envolvidas. Segundo Lamprecht (1995), adotar

procedimentos para ações corretivas e preventivas ajuda a controlar este tipo de problema.

No sistema de manuseio, armazenamento, embalagem, preservação e entrega das matérias-primas, os materiais processados ou produtos acabados, liberados para uso, podem sofrer danos decorrentes das deficiências destas atividades. Portanto, torna-se importante conhecer e manter procedimentos muito bem definidos para estas atividades. Na avaliação dos requisitos relacionados ao controle de projeto, controle de produto fornecido pelos fornecedores e procedimentos de inspeção e ensaios, foram atribuídas notas médias, entre 1 e 2, nível de implementação “parcial” e “informal”. A parcialidade dos resultados indica que os requisitos avaliados estão implementados de forma incompleta.

Para o controle de projeto, os resultados citados representam um mal planejamento e desorganização dos responsáveis pelas atividades (ROTHERY, 1993). Observou-se, parcialidade e informalidade no controle de produto fornecido, verificação do armazenamento e manutenção desses produtos. A verificação das inspeções e ensaios deve ser realizada nas diversas fases produtivas, porém, observou-se que não ocorre dessa maneira na fábrica de ração avaliada. A inspeção é realizada apenas na entrada e nas saídas dos produtos, eventualmente em algum processo intermediário.

Dentre os requisitos avaliados, os serviços terceirizados e as técnicas estatísticas para avaliação foram os que tiveram os piores resultados. Conforme as notas atribuídas foram possíveis notificar que os serviços terceirizados não atenderam aos índices de qualidade, em função da eficiência e capacidade de trabalho adotado, quando contratados. Quanto às técnicas estatísticas, não existem procedimentos claros para análise dos processos.

4.1.2 Avaliação da estrutura física da fábrica de ração

Na Tabela 17 estão os resultados da avaliação estrutural e física da fábrica de ração. Observou-se que o item “D”, representando o componente “porta”, obteve na avaliação, notas entre 4 e 5, conceito “ótimo” e nível de implementação “total”, atendendo todas as exigências de qualidade, segundo o manual das Boas Práticas de Fabricação - BPF (SINDIRAÇÕES, 2006).

Tabela 17. Avaliação dos aspectos estruturais e física da fábrica de ração, contendo as notas médias atribuídas, os conceitos e o nível de implementação de cada aspecto

Aspectos avaliados	Média	Conceito	Nível de implementação
Acessos	2,50	Regular	Parcial
Pisos	2,63	Regular	Parcial
Tetos	4,00	Bom	Recente
Portas	4,25	Ótimo	Recente
Janelas	3,88	Bom	Recente
Paredes e Divisórias	3,13	Bom	Recente
Iluminação	3,13	Bom	Recente
Ventilação	3,57	Bom	Recente

Para os itens “tetos, janelas, paredes e divisórias, iluminação e ventilação” respectivamente, receberam notas entre 3 e 4, conceito “bom” e nível de implementação “recente”. Na avaliação observaram-se nos telhados, paredes e janelas trincas, rachaduras e mal estado de conservação. Os sistemas de iluminação e ventilação foram adequados para as atividades desenvolvidas nos diferentes ambientes da fábrica, porém, observaram-se deficiências na manutenção, quando detectado problema. Para os itens avaliados, “acessos e pisos”, respectivamente, foram atribuídas notas entre 2 e 3, conceito “regular” e nível de implementação “parcial”. Observou-se nos acessos da fábrica, principalmente, da área externa para a área interna, o uso de sinalizações inadequadas para circulação de veículos de transporte.

4.1.3 Avaliação dos setores da fábrica de ração

Na Tabela 18, estão os resultados sobre a avaliação realizada para cada setor da fábrica.

Tabela 18. Avaliação dos setores da fábrica de ração, contendo as notas médias atribuídas, os conceitos e o nível de implementação de cada setor

Setores avaliados	Média	Conceito	Nível de implementação
Setor de estacionamento	2,37	Regular	Parcial
Setor de entrada	2,61	Regular	Parcial
Setor de recebimento de produtos	2,52	Regular	Parcial
Setor de armazenagem de matérias-prima	2,37	Regular	Parcial
Setor de produção	2,32	Regular	Parcial
Setor de expedição de ração	3,35	Bom	Recente
Setor de manutenção	3,05	Bom	Recente
Setor admin., vestiário, laboratório, refeitório	3,33	Bom	Recente

Dos setores avaliados, observou-se os melhores resultados, com notas entre 3 e 4, conceito “bom” e nível de implementação “recente”, nos setores de “expedição da ração, manutenção, administração, refeitórios, banheiros, vestiário e laboratório”, respectivamente.

Para os outros setores, representando as áreas de “estacionamento, entrada da fábrica, produção, armazenamento de matérias-prima, premixes, expedição da ração, sistema de recebimento e armazenagem de grãos, e farelos” foram atribuídas notas, entre 2 e 3, conceito “regular” e nível de implementação “parcial”. Observaram-se nestes setores irregularidades da estrutura física, em mal estado de conservação e sem um programa adequado de higienização, controle de pragas, pássaros e roedores. Outros problemas relacionados à contaminação cruzada, entre as áreas sujas e limpas da fábrica foram observados.

4.1.4 Qualidade físico-química das matérias-prima usadas na ração

Durante o recebimento das matérias-prima e expedição das rações foram realizadas análises físico-químicas para avaliação da qualidade dos produtos da fábrica de ração. Os resultados médios mensais das amostras de produtos avaliados, para um período de um ano (2008) foram comparados com os limites de qualidade estabelecidos pela indústria, objetivando-se quantificar os índices de qualidade da fábrica de ração, em relação aos seus produtos recebidos e fabricados.

4.1.4.1 Amostras

Na Tabela 19 é observada a frequência de amostras com características abaixo dos padrões de qualidade. Observa-se, que os maiores problemas foram relacionados com os grãos e farelos, relativamente ao teor de água, proteína bruta, extrato etéreo e fibra bruta.

Tabela 19. Frequência de amostras de produtos abaixo dos padrões de qualidade da fábrica de ração

Produtos amostrados	Frequência de amostras (%)					
	Teor de água (% b.u.)	Proteína bruta (%)	Extrato etéreo (%)	Fibra bruta (%)	Acidez (mg Na OH.g ⁻¹)	Peróxidos (mEq.kg ⁻¹)
Milho gérmen ^a	0,0	11,1	0,0	7,4	-	-
Grãos de milho ^b	64,7	67,4	12,3	66,1	-	-
Grãos de sorgo ^c	0,0	25,5	2,1	85,6	-	-
Grãos de soja ^d	23,7	38,9	26,4	10,7	-	-
Soja extrusada ^e	18,4	26,6	22,2	8,3	-	-
Farelo de arroz ^f	0,0	4,8	52,6	18,4	-	-
Farelo de trigo ^g	0,0	5,5	23,7	16,5	-	-
Farelo de soja ^h	14,7	5,3	6,4	3,7	-	-
Farinha víscera ⁱ	0,0	-	-	-	0,0	0,0
Farinha de pena ^j	13,7	-	-	-	0,0	5,4
Farinha carne ^l	0,0	-	-	-	0,0	0,0
Farinha ossos ^m	0,0	-	-	-	0,0	0,0
Óleos víscera ⁿ	-	-	-	-	0,0	0,0
Ração inicial ^o	15,3	-	-	-	0,0	2,5
Ração crescimento ^p	12,5	-	-	-	0,0	0,0
Ração final ^q	12,9	-	-	-	2,1	68,7

Número total de amostras analisadas: a = 27, b = 68, c = 24, d = 32, e = 21, f = 24, g = 38, h = 35, i = 53, j = 24, l = 24, m = 24, n = 24, o = 24, p = 32, q = 32

A fábrica de ração tem estrutura para recebimento e armazenamento de grãos, permitindo-lhe receber produtos com teores de água acima do recomendado, completando a secagem na própria unidade de produção. A grande frequência de amostras de produtos com baixos índices de proteínas, extrato etéreo e fibra bruta são conseqüências das variedades dos grãos, origem das matérias-primas, região de produção e as formas de processamento.

4.1.4.2 Teor de água

Nas Figuras 26 (A, B, C, D e E), avaliou-se a qualidade das matérias-primas recebidas dos fornecedores e das rações processadas na fábrica de ração, em função dos valores médios mensais dos teores de água no ano de 2008.

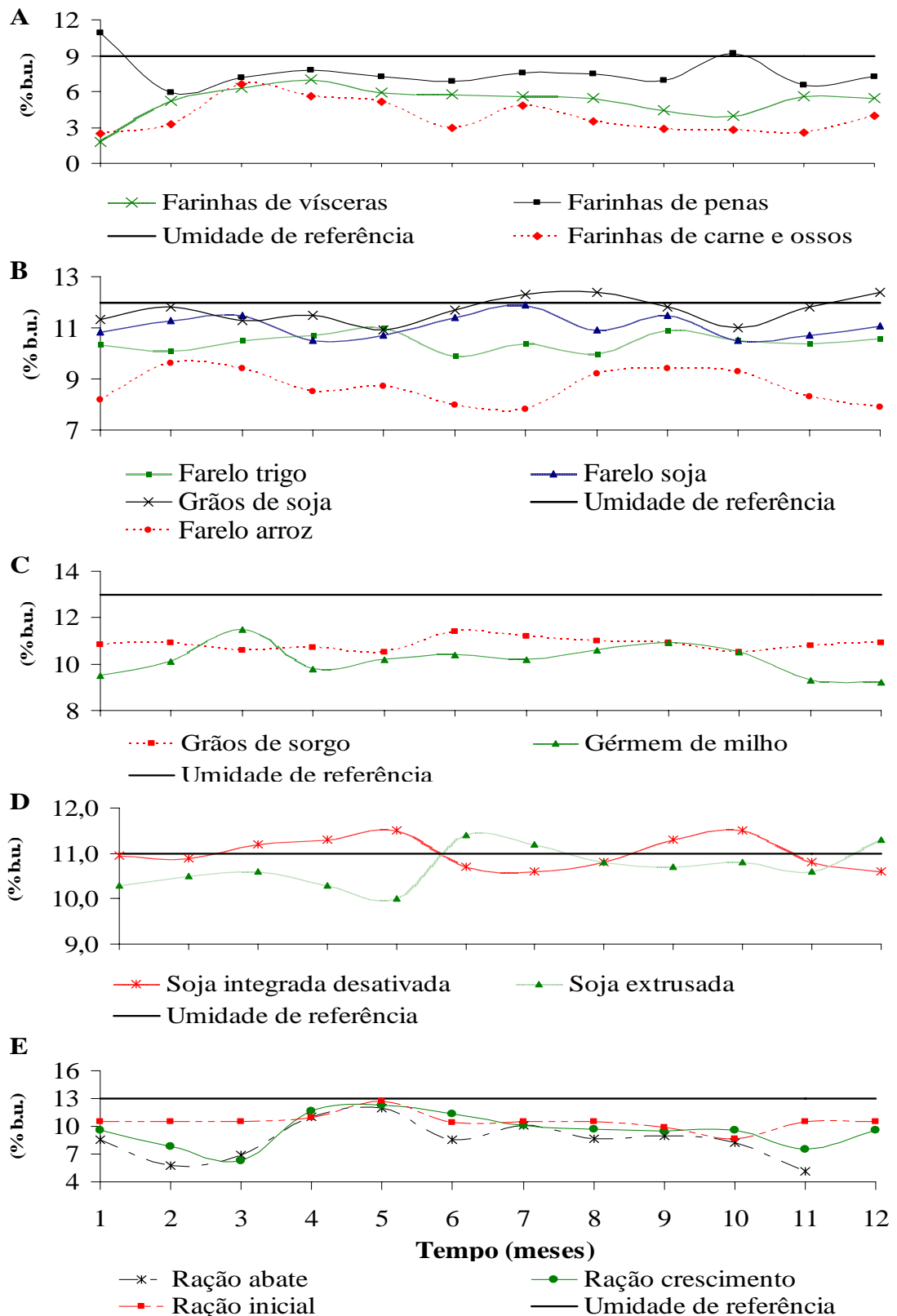


Figura 26. Teores médios de água (% b.u.) mensais determinados nas matérias-primas recebidas e rações processadas, na fábrica de ração, durante o ano de 2008. Farinhas de origem animal (A); farelos de trigo, de soja, de arroz e grãos de soja (B); grãos de sorgo e gérmen de milho (C); soja integrada e extrusada (D); ração inicial, crescimento, abate (E).

No geral, observou-se que os teores de água das farinhas de origem animal (Figura 26A) não comprometeram a qualidade das rações processadas, ficando abaixo dos limites de qualidade estabelecidos pela indústria (9% b.u.). O controle dos teores de água nas farinhas de origem animal é importante para inibir o crescimento microbiano, principalmente das bactérias da espécie *Salmonella*. Este tipo de contaminação pode aumentar o processo de rancificação da fração gordurosa dos produtos e causar enfermidades nos animais, caso principal da salmonelose. Por outro lado, valores de umidade excessivamente baixos, como observados nas farinhas de carne e ossos, podem estar relacionados ao excesso de temperatura durante o processamento, ocasionando redução na disponibilidade de nutrientes na formulação das rações.

Não diferente das farinhas de origem animal, observou-se, também nas Figuras 26B e 26C, para os farelos de origem vegetal, grãos de soja, sorgo e gérmen de milho, teores de água abaixo do limites recomendados (ELIAS et al., 2008; FARONI et al., 2009) para uso na formulação da ração. Enquanto, para a soja desativada e extrusada foram observadas variações significativas no teor de água, acima dos limites toleráveis pela indústria de 11% b.u. (Figura 26D).

Entre os principais microorganismos contaminantes no armazenamento estão os insetos-praga e os fungos de armazenamento. Os fungos da espécie *Aspergillus flavus* e *Aspergillus parasiticus* são os mais encontrados em grãos armazenados, e se desenvolvem facilmente com teor de água do substrato acima de 14% b.u., atividade de água maior de 0,70 e temperatura, entre 35 a 38 °C (RODRIGUEZ et al., 2004; RUPOLLO et al., 2006). Conseqüentemente a presença de fungos poderá ocorrer também a produção de micotoxinas nos produtos armazenados. As aflatoxinas produzidas por fungos do gênero *Aspergillus*, principalmente das espécies *A. flavus* e *A. parasiticus* e têm sido freqüentemente encontrados em milho, amendoim, feijão, arroz e trigo, sementes de algodão, sorgo, especiarias e rações.

Os fatores que afetam a magnitude da toxicidade de micotoxinas em animais que consomem rações contaminadas são os tipos de espécies, o mecanismo e modo de ação. As micotoxinas em geral são carcinogênicas e quando constatadas em excesso, causam problemas na maioria das vezes no fígado, rins, intestino e pulmão dos animais reduzindo os índices de produção.

4.1.4.3 Índices de acidez e de peróxidos

Nos produtos avaliados, os valores médios de acidez e de peróxidos são significativamente favoráveis à qualidade dos produtos. Observou-se, na Figura 27, que os índices de acidez, em geral, foi inferior a 3,5 mg de NaOH.g⁻¹ de produto, concordando com os resultados das tabelas recomendadas por Rostagno et al. (2005). Estes resultados observados de acidez passam principalmente pelo controle da umidade e temperatura no processamento dos produtos.

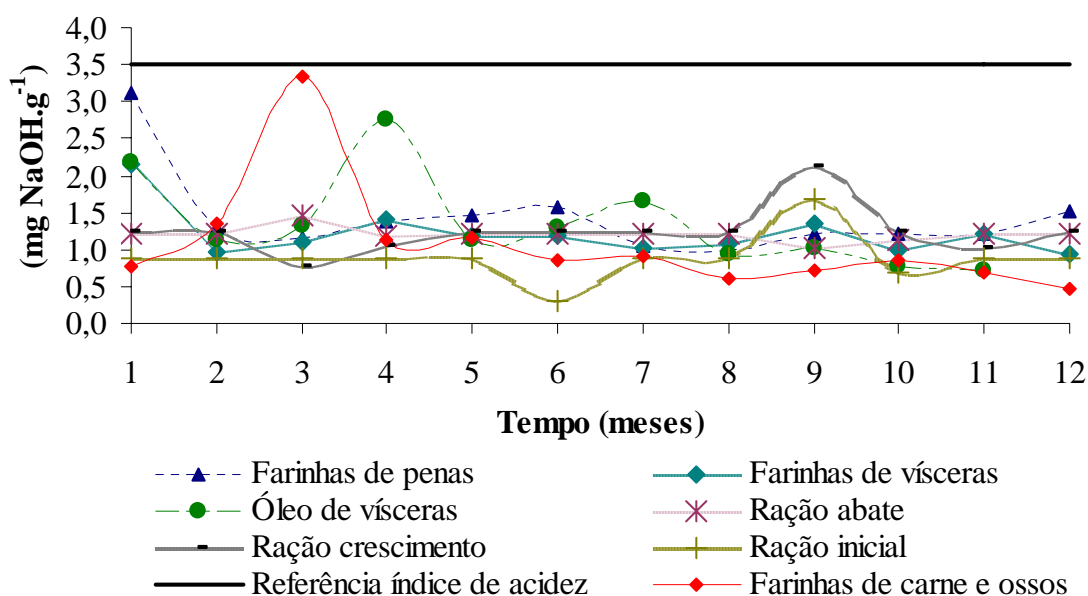


Figura 27. Índices médios de acidez (mg NaOH⁻¹g) mensais determinados nas matérias-primas recebidas de diferentes fornecedores do estado de Minas Gerais e nas rações processadas para aves durante o ano de 2008.

Por outro lado, os índices de peróxidos (Figura 28) foram verificados acima de 10 mEq.kg⁻¹ nas rações prontas, destinadas a fase final das aves. Este fato pode ter ocorrido devido ao uso inadequado do processamento das matérias-primas, como por exemplo, o armazenamento por longo período com teores de água acima dos recomendados nas unidades de produção. Ressalta-se, que a presença de peróxidos na situação observada, pode causar a formação de radicais livres, como acetonas, aldeídos e álcoois na ração formulada, quando consumida pelos animais acentua-se a toxidez, podendo causar distrofia muscular, diátese exudativa, necroses, etc. (ROSTAGNO et al., 2005).

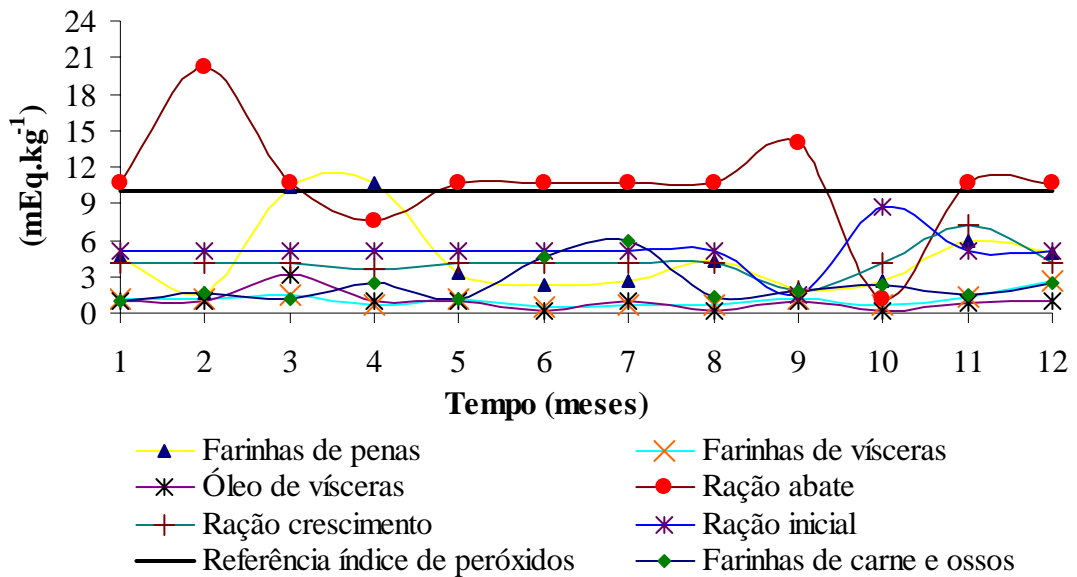


Figura 28. Índices médios de peróxidos (mEq.kg⁻¹) mensais determinados nas matérias-primas recebidas de diferentes fornecedores do estado de Minas Gerais e nas rações processadas para aves, durante o ano de 2008.

4.1.4.4 Proteína bruta, extrato etéreo e fibra bruta

A proteína é um ingrediente importante, que tem como função ajudar os animais na formação e manutenção dos tecidos, hormônios e enzimas. Os níveis de proteína bruta influenciam no ganho de peso e produção das aves. Entretanto, em níveis protéicos de rações exageradamente altos (acima de 50% de PB), também não são recomendados, uma vez que os ganhos de produtividade das aves não são alterados (KESHAVARS et al., 2004; COSTA et al., 2004).

Em função da importância deste parâmetro qualitativo, avaliaram-se nas Figuras 29 (A, B, C e D) as matérias-primas fornecidas para a indústria de ração, quanto à porcentagem de proteína bruta presentes na composição química dos produtos. Para a maioria dos ingredientes, ocorreram variações (Figura 29A, B, C e D) dos níveis de proteínas, em deficiência e outras vezes em excesso. Vistos de outras formas os resultados observados, os níveis elevados de proteína na ração podem aumentar a carga de calor a ser dissipada, comprometendo o desempenho das aves, enquanto que a redução dos níveis de proteína pode resultar decréscimo da produção de calor e ajudar as aves a manterem seu balanço energético, em condições de elevadas temperaturas.

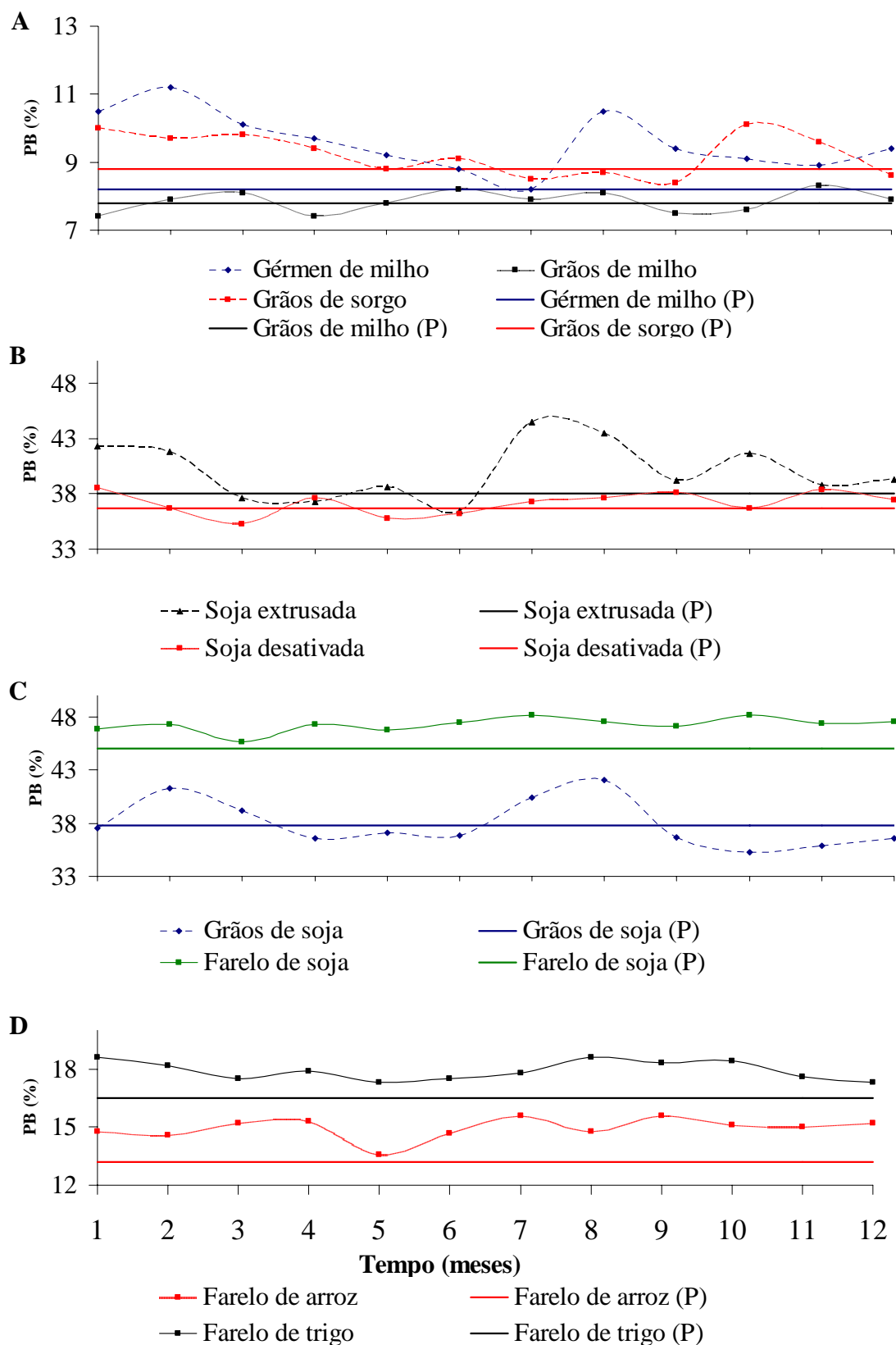


Figura 29. Teores médios de proteína bruta (PB %) mensais determinados nas matérias-primas e rações, durante o ano de 2008. Gérmen de milho, grãos de milho e sorgo (A); soja extrusada e desativada (B); grãos e farelos de soja (C); farelos de arroz e trigo (D); padrão de qualidade para cada produto recomendado pela empresa (P).

A qualidade dos farelos de soja (Figura 29C) quanto aos níveis protéicos são importantes. Em altos níveis evita a presença de potássio, o que pode levar a diarreia, má qualidade da cama e subsequente depreciação das carcaças das aves. No déficit de proteínas nas rações, o sorgo (Figura 29A) é uma boa alternativa, pois tem maior conteúdo do que o milho (8,8 a 15%), embora ele seja menos digestível. O farelo de trigo também tem alta concentração de proteína (15,5%) de acordo com Rostagno et al. (2005), entretanto, sua adição na dieta para aves deve ser limitada pela alta concentração de fibras (9,6%).

Na Figura 30, observam-se os resultados das análises de extrato etéreo nos produtos e subprodutos avaliados no ano de 2008. Observam-se nos resultados, oscilações abaixo dos padrões de qualidade estabelecidos pela indústria, principalmente, para os farelos e grãos de soja. Em rações, os baixos teores de extrato etéreo, justificam o uso de ingredientes de baixa digestibilidade e palatabilidade, com excessos de fibras e material mineral, caracterizando-se como produtos de baixos valores comerciais.

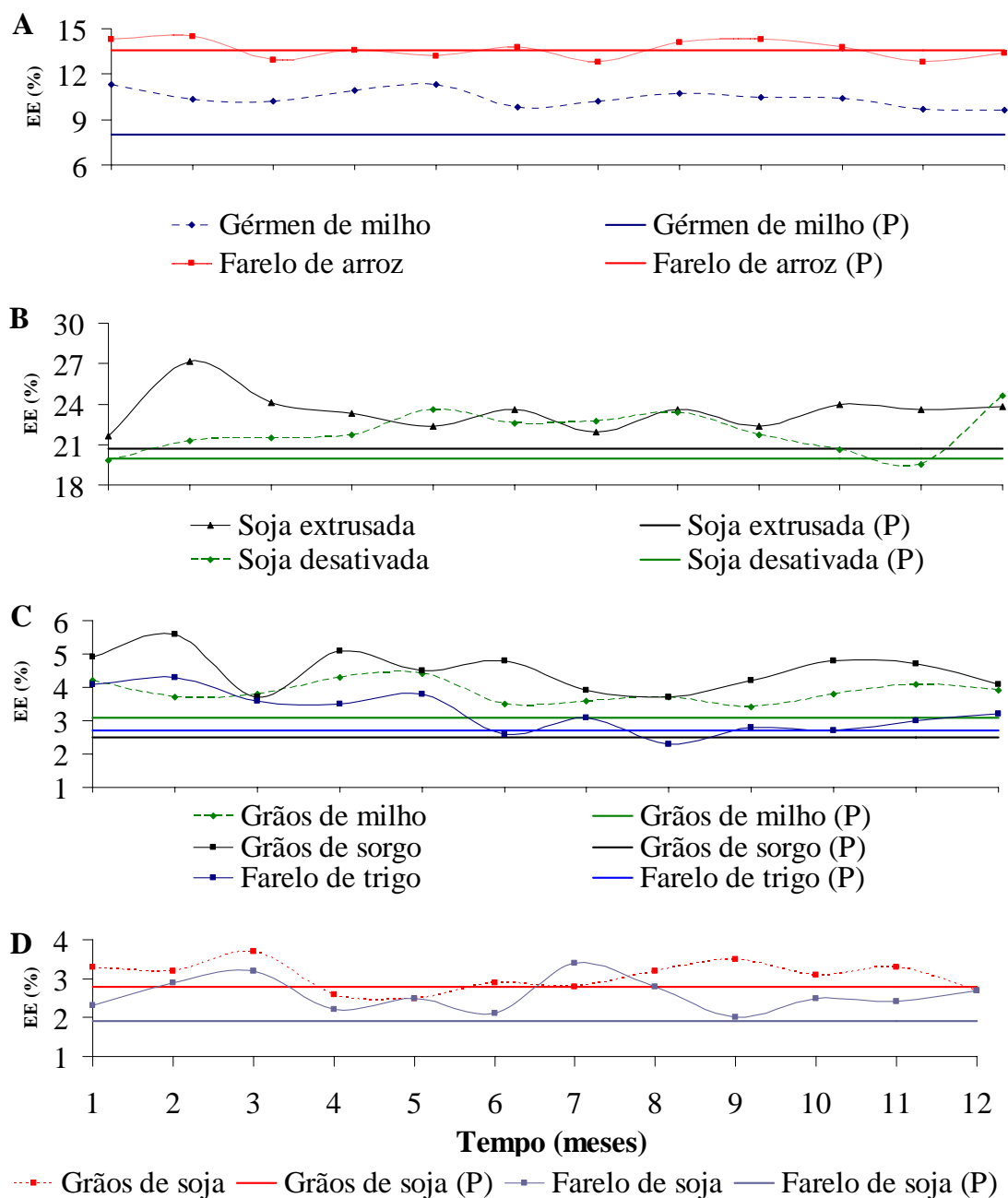


Figura 30. Teores médios de extrato etéreo (EE %) mensais determinados nas matérias-primas e rações, durante o ano de 2008. Gérmen de milho e farelo de arroz (A); soja extrusada e desativada (B); grãos de milho, sorgo e farelos de trigo (C); grãos e farelos de soja (D); padrão de qualidade para cada produto recomendado pela empresa (P).

A fibra bruta é muito importante para manter a saúde intestinal, porém a inclusão de farelos vegetais em excesso, pode elevar o nível além do recomendado e comprometer a digestão e absorção da matéria orgânica e energia, em muitas espécies, incluindo as aves (EARLE et al., 1998). Na Figura 31, observam-se os resultados de fibra bruta determinada ao longo do ano de 2008, para os ingredientes

usados na formulação da ração. Como nos resultados observados nas outras análises, variações foram constatadas ao longo dos meses, destacando-se os grãos de milho, sorgo e soja.

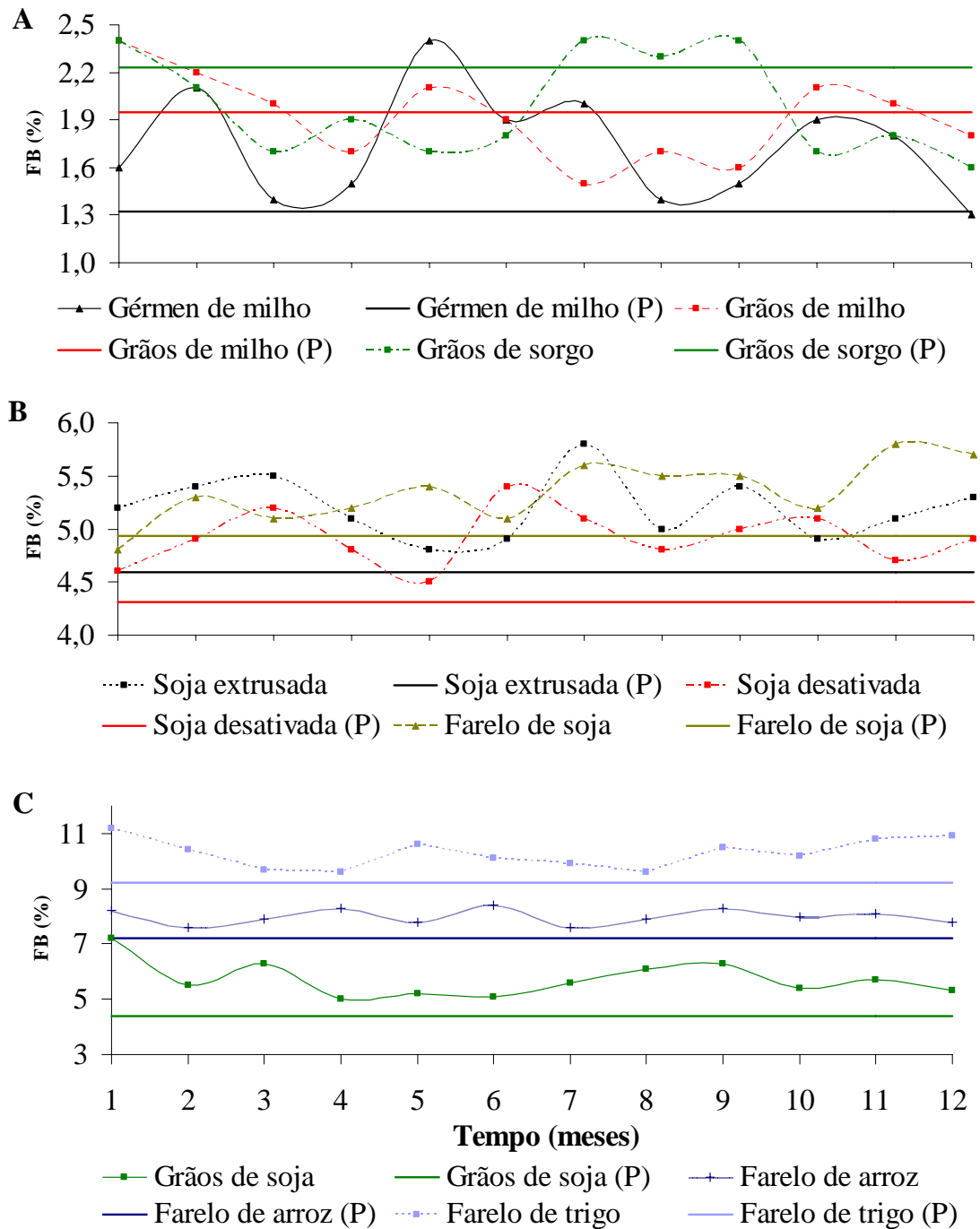


Figura 31. Teores médios de fibra bruta (FB %) mensais determinados nas matérias-primas e rações, durante o ano de 2008. Gérmen de milho, grãos de milho e sorgo (A); farelos de soja, soja extrusada e desativada (B); grãos de soja, e farelos de arroz e trigo (C) padrão de qualidade para cada produto recomendado pela empresa (P).

4.1.5 Classificação física do milho de diferentes regiões do estado de Minas Gerais

4.1.5.1 Amostras

Na classificação física do milho (Tabela 20), observou-se grande número de amostras fora dos padrões da qualidade estabelecida pela indústria de ração, quanto aos teores de água.

Tabela 20. Determinação da frequência de amostras de milho coletadas de diferentes regiões do estado de Minas Gerais durante o ano de 2008, abaixo dos padrões de classificação física

Regiões	Frequência (%)	
	Teor de água (% b.u.)	Matérias estranhas, impurezas e fragmentos (%)
Zona da Mata ^a	77,3	0,0
Triângulo Mineiro ^b	64,4	0,0
Sul e Sudoeste de Minas ^c	62,7	0,0
Oeste de Minas ^d	53,1	0,0
Noroeste de Minas ^e	48,6	0,0
Metropolitana de Belo Horizonte ^f	68,2	0,0
Campo das Vertentes ^g	78,9	0,0

Regiões	Grãos avariados (%)	Grãos ardidos, mofados e brotados (%)
Zona da Mata ^a	0,0	0,0
Triângulo Mineiro ^b	0,0	0,0
Sul e Sudoeste de Minas ^c	0,0	0,0
Oeste de Minas ^d	0,0	0,0
Noroeste de Minas ^e	0,0	0,0
Metropolitana de Belo Horizonte ^f	0,0	0,0
Campo das Vertentes ^g	0,0	0,0

Número de fornecedores das diferentes regiões do estado de Minas Gerais: ^a (71), ^b (23), ^c (49), ^d (7), ^e (16), ^f (6), ^g (39). Número total de amostras: a = 213, b = 69, c = 147, d = 21, e = 48, f = 18, g = 117.

Na Figura 32 estão os resultados das análises físicas de classificação de milho, de acordo com as normas descritas por BRASIL (1996) e usadas pela indústria de fabricação de ração. De acordo com os resultados, observou-se que os teores de água do milho, nas diferentes regiões, estiveram acima dos 14,5% b.u., recomendados em BRASIL (1996). Os elevados teores de água, para a maioria dos produtos analisados, podem aumentar os riscos de contaminação por fungos durante as etapas de processamento, principalmente do gênero *Aspergillus*, *Penicillium* e *Fusarium*.

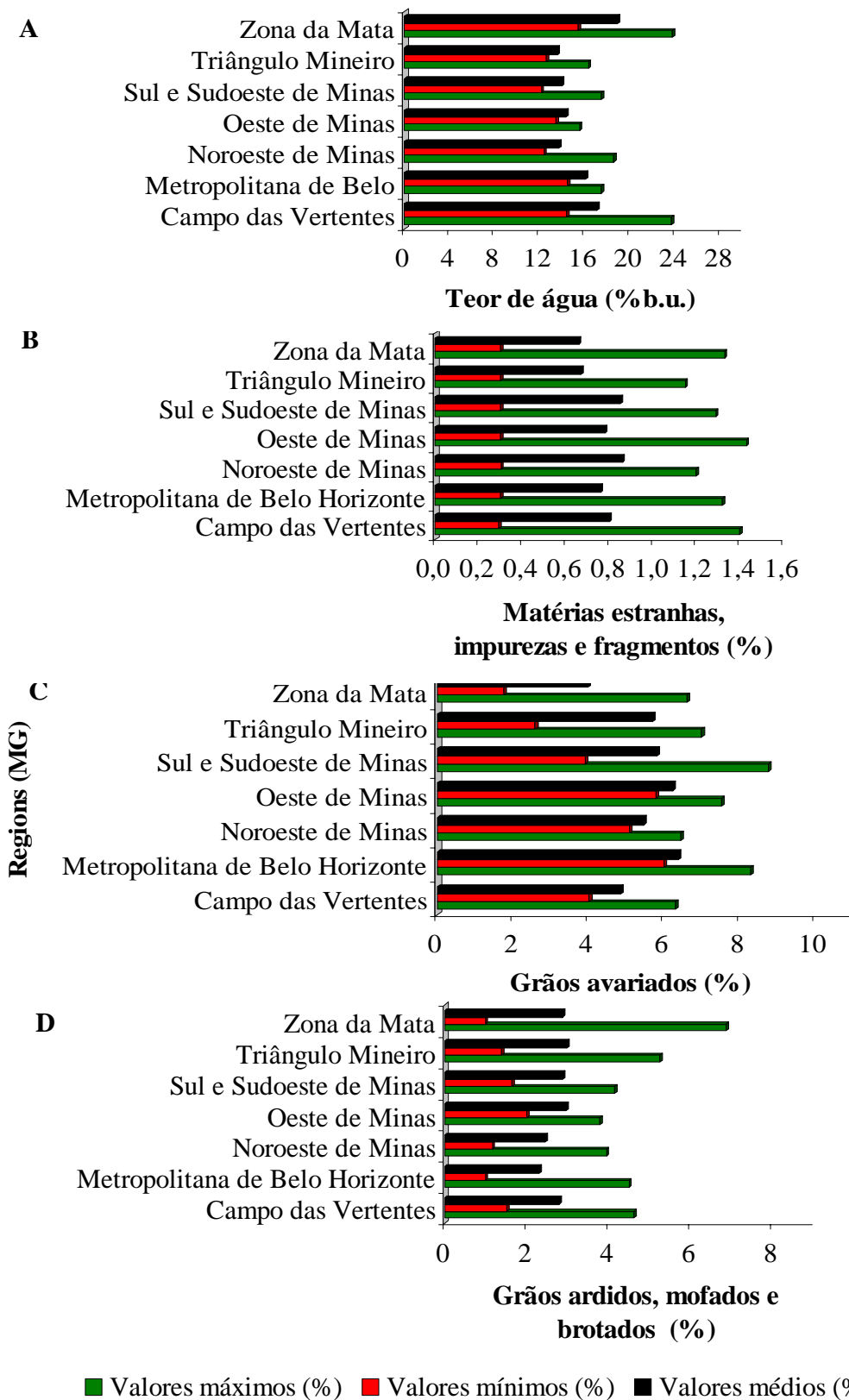


Figura 32. Quantificação dos valores mínimos, médios e máximos da qualidade do milho, pela classificação física, provenientes de diferentes regiões do estado de Minas Gerais, para uso na formulação de rações para aves. Teor de água (% b.u.) (A); matérias estranhas, impurezas e fragmentos (B); grãos avariados (C) e grãos ardidos, mofados e brotados (D).

Existem vários estudos que comprovam os riscos de contaminação por fungos nos grãos de milho, dentre eles podemos citar Dilkin et al. (2000) que encontraram contaminações de *Aspergillus* sp., *Fusarium* sp. e *Penicillium* sp., em grãos de milho recém colhidos, com 18% b.u. de teores de água. Por outro lado, o milho colhido com teores de água inferiores a 18% b.u. tende a perder massa seca no campo por respiração segundo Brooker et al. (1992). Além disto, os grãos podem sofrer maiores injúrias dos mecanismos de debulha, gerando trincas no endosperma e escarificações no pericarpo do grão, expondo-o seu conteúdo à ação de fungos e de insetos, com reflexos negativos na potencialidade de armazenamento como, por exemplo, a redução da massa específica e a produção de micotoxinas.

A indústria de ração por sua vez, tem sido ainda mais exigente quanto este aspecto, e vem adotando como padrão interno para os teores de água do milho 12% b.u., tornando o produto mais seguro e livre da maioria das contaminações por microorganismos.

Na classificação física, a soma das matérias estranhas, impurezas e fragmentos foram menores na região da Zona da Mata, com 0,7% e maiores para a região do Noroeste de Minas, com 0,9%. Verificaram-se em algumas amostras, valores mínimos de matérias estranhas, impurezas e fragmentos de 0,3%, para todas as regiões, e valores máximos de 1,4%, para o Oeste de Minas. Observando-se a presença de produtos avariados, a região da Zona da Mata foi a que obteve os menores índices (6,5%), enquanto que a região metropolitana de Belo Horizonte, Oeste de Minas e Noroeste de Minas, os maiores (8,7%). A soma dos ardidos, mofados e brotados foram abaixo de 6,0%, com exceção da região da Zona da Mata, que ficou abaixo de 6,9%.

Os bons resultados da qualidade física do milho para região da Zona da Mata são reflexos da política de qualidade estabelecida pela indústria, em um sistema de integração com os produtores da região. A fábrica de ração por localizar-se nesta mesma região vê vantagens, quanto à qualidade e logística de transporte do milho, e para isto, fornece toda a assistência técnica necessária para a produção, e em troca adquire todo o produto com mais qualidade e a um custo de transporte mais baixo.

A boa classificação física do milho, de acordo com os resultados observados, com exceção dos teores de água, não significa para a indústria de ração qualidade dos seus produtos. Apenas a presença de grãos ardidos já são motivos para a desvalorização comercial e preocupação para a indústria, considerando-se que os

grãos ardidos são reflexos das podridões de espigas causadas no campo, e podem estar infectadas por fungos de diversas espécies.

A presença de fungos nos grãos de milho significa potencialidade para a produção de micotoxinas, tais como aflatoxinas, fumonisinas, zearalenona e toxina T-2, podendo comprometer a qualidade da ração processada e servir como uma ameaça à saúde dos animais. Cada uma dessas toxinas tem características particulares de ação nos animais, atingindo principalmente, fígado, rins, pulmões, baço e intestino. Segundo Tessari e Cardoso (2008), os principais sintomas observados nos plantéis de aves contaminados são: imunossupressão, alteração na função hepática, redução na absorção dos alimentos, redução na eficiência alimentar, despigmentação e empenamento irregular. Os sinais clínicos específicos em aves incluem anorexia, diminuição do ganho de peso, letargia, palidez da crista, barbela, além de sinais nervosos.

Para evitar estes tipos de problemas, é possível que a indústria de ração estabeleça seu padrão referencial que contemple os índices máximos aceitáveis de defeito nos grãos, para os atributos qualitativos que lhe convier, podendo ser mais rigoroso que o observado em portarias de classificação comercial.

4.1.6 Qualidade microbiológica das farinhas de origem animal fornecidas para a fábrica de ração

As farinhas de origem animal são resultantes do processamento de resíduos não usados para consumo humano direto, porém são ricas em nutrientes, compostas, basicamente, de proteínas, minerais, sais e vitaminas. Assim sendo, elas vem sendo muito úteis e utilizadas na formulação de dietas para animais. Entretanto, alguns fatores, principalmente de contaminação microbiana, limitam o seu uso na formulação de rações. Na Tabela 21, avaliou-se a qualidade microbiológica das farinhas de origem animal, dos diferentes fornecedores em níveis “Bom”, “Aceitável” e “Inaceitável”, de acordo com os limites estabelecidos por ANDRIGUETTO et al. (1990).

Tabela 21. Limites toleráveis (bom, aceitável, inaceitável) de bactérias e fungos em (UFC.g⁻¹ e *NMP.g⁻¹ de produto) para as farinhas de origem animal usadas na formulação das rações para aves

Bactérias e fungos	Bom	Aceitável	Inaceitável
<i>Salmonella</i> sp.	Ausente	Ausente	Presente
<i>Staphylococcus</i> sp.	<10 ³	10 ⁴ to 10 ⁵	>10 ⁶
Coliformes totais*	<10 ³	10 ⁴ to 10 ⁵	>10 ⁶
Coliformes* a 45 °C	<10 ³	10 ⁴ to 10 ⁵	>10 ⁶
Mesófilos totais*	<10 ⁶	10 ⁷	>10 ⁸
Fungos	<10 ⁴	10 ⁴ to 10 ⁵	>10 ⁶

Dados adaptados de Andriguetto et al. (1990).

Na Tabela 22, observa-se a frequência de amostras infectadas pela contaminação microbiológica. Entre os produtos, destacam-se as farinhas de carne e ossos, e entre os microorganismos analisados, o alto percentual de *Salmonella* sp. e fungos.

Tabela 22. Frequência (%) da distribuição de bactérias e fungos, em amostras de farinhas de origem animal, provenientes de diferentes fornecedores do estado de Minas Gerais

Bactérias e fungos	Farinhas de víscera ^a	Farinhas de penas ^b	Farinhas de carne e ossos ^c
<i>Salmonella</i> sp.	32,00	60,00	71,43
<i>Staphylococcus</i> sp.	44,00	66,67	77,14
Coliformes totais	56,00	60,00	62,86
Coliformes a 45 °C	40,00	46,67	54,28
Mesófilos totais	64,00	80,00	68,57
Fungos	68,00	80,00	80,00

65 de farinhas de vísceras^a, 80 amostras de farinhas de carne e ossos^b e 62 amostras de farinhas de penas^c.

Podem existir inúmeros fatores que comprometem a qualidade das farinhas de origem animal, no entanto, as condições de processamento e armazenamento, como o monitoramento de temperaturas, a manipulação e higiene no processo de fabricação são os principais pontos de controle, para evitar qualquer contaminação microbiológica.

Alguns estudos realizados comprovam este tipo de afirmação, entre eles podemos citar os trabalhos de RAMIREZ et al. (2005) e PATRICK et al. (2004). Ainda sobre o assunto, Oliveira (2003) avaliou os pontos críticos por contaminação com *Salmonella* sp., em uma planta de industrialização de farinhas de vísceras, e observou que o tratamento térmico, quando bem aplicado elimina a maioria das bactérias. Ao contrário, o resfriamento pode conservar as bactérias presentes por um

determinado período, para depois se desenvolver durante o armazenamento, motivos estes que podem elevar os níveis de contaminação em amostras de farinhas de origem animal em unidades de recebimento, das fábricas de rações, como observados na Tabela 22.

Nas Tabelas 23 e 24, observam-se a contagem de bactérias e fungos (UFC.g⁻¹ de produto), nas farinhas de vísceras, carne, ossos e penas de diferentes fornecedores.

Tabela 23. Contagem de bactérias e fungos em farinhas de vísceras de diferentes fornecedores da fábrica de ração do estado de Minas Gerais

Bactérias e fungos	Fornecedores de farinhas vísceras (UFC.g ⁻¹) e (NMP.g ⁻¹)*			
	A	B	C	D
<i>Salmonella</i> sp.	1,6x10 ¹ I	0,9x10 ² I	1,4x10 ² I	3,1x10 ¹ I
<i>Staphylococcus</i> sp.	2,2x10 ⁵ I	3,1x10 ⁵ I	4,4x10 ⁴ A	4,5x10 ⁵ I
Coliformes totais*	3,6x10 ³ A	4,2x10 ⁴ A	3,8x10 ³ A	2,8x10 ⁵ I
Coliformes a 45 °C*	4,7x10 ⁴ A	2,3x10 ³ A	5,1x10 ² B	4,2x10 ⁴ A
Mesófilos totais*	2,3x10 ⁴ B	3,5x10 ⁵ B	3,5x10 ³ B	3,6x10 ⁴ B
Fungos	3,1x10 ⁵ I	6,1x10 ⁴ A	5,6x10 ³ B	6,4x10 ⁴ A
	E	F	G	H
<i>Salmonella</i> sp.	2,8x10 ² I	3,1x10 ² I	4,0x10 ¹ I	5,3x10 ² I
<i>Staphylococcus</i> sp.	1,1x10 ⁶ I	2,9x10 ⁵ I	3,6x10 ⁴ A	3,2x10 ³ A
Coliformes totais*	3,2x10 ⁴ A	1,7x10 ⁵ I	4,2x10 ³ A	3,2x10 ³ A
Coliformes a 45 °C*	4,3x10 ⁵ I	2,4x10 ⁴ A	5,3x10 ⁴ A	4,1x10 ⁴ A
Mesófilos totais*	5,2x10 ⁴ B	3,8x10 ³ B	4,4x10 ⁴ B	4,6x10 ⁴ B
Fungos	2,7x10 ⁵ I	3,9x10 ⁵ I	4,2x10 ⁴ A	4,6x10 ⁵ I

B (Bom), A (Aceitável), I (Inaceitável), de acordo com a Tabela 21.

Tabela 24. Contagem em de bactérias e fungos em farinhas de carne, ossos e penas de diferentes fornecedores da fábrica de ração do estado de Minas Gerais

Bactérias e fungos	Fornecedores de farinhas de carne e ossos (UFC.g ⁻¹) e (NMP.g ⁻¹)*		Fornecedores de farinhas de penas (UFC.g ⁻¹) e (NMP.g ⁻¹)*	
	A	B	A	B
<i>Salmonella</i> sp.	3,6x10 ¹ I	2,3x10 ² I	4,1x10 ¹ I	5,1x10 ¹ I
<i>Staphylococcus</i> sp.	1,2x10 ⁴ A	4,6x10 ⁴ A	4,1x10 ³ A	5,5x10 ⁴ A
Coliformes totais*	3,8x10 ⁴ A	2,6x10 ⁵ I	2,7x10 ⁴ A	3,4x10 ⁴ A
Coliformes a 45 °C*	1,7x10 ⁵ I	3,4x10 ⁴ A	4,5x10 ³ A	6,1x10 ³ A
Mesófilos totais*	2,6x10 ⁵ B	4,3x10 ⁴ B	4,3x10 ⁴ B	4,7x10 ⁵ B
Fungos	3,3x10 ⁴ A	2,1x10 ⁵ I	3,8x10 ⁴ A	2,4x10 ⁴ A

B (Bom), A (Aceitável), I (Inaceitável), de acordo com a Tabela 21.

Em todos os fornecedores avaliados foram observados presença de *Salmonella* sp. (Tabela 23 e 24) em níveis inaceitáveis nas farinhas de origem animal, para uso na formulação da ração, de acordo com as recomendações informadas na Tabela 21. Nestes casos, os produtos deveriam ser rejeitados no

recebimento da fábrica, em inspeção preliminar, ou então, eliminadas as contaminações nos demais processos de fabricação da ração, caso contrário, conseqüências podem ocorrer com a infecção das aves alimentadas com rações contaminadas. Entre as principais doenças causadas pelas *Salmonella* sp., podemos destacar a salmonelose aviária (DAVIES et al., 2004). Elas causam pulrose em aves jovens (diarréia branca), tifo aviário em aves adultas (diarréia esverdeada) e paratifo aviário em aves adultas e jovens. Dentre as espécies de *Salmonella*, destacam-se a *Salmonella entéricas* causadoras de toxicações alimentares em seres humanos, através do consumo, principalmente de produtos de origem avícola, como carne, ovos e seus derivados.

O processo de contaminação de *Salmonella* sp. na cadeia de produção das aves envolve a transmissão vertical, via ovo, e desencadeando com o nascimento de pintos infectados. Pode ser também, pela transmissão horizontal, transmitida pelo ambiente ou rações, além da transmissão via animais que possuem reservatório da bactéria, como os roedores e insetos.

Entre os procedimentos recomendados para o controle de *Salmonella* sp. durante a fabricação da ração, estão o uso do processo de peletização ou então ácidos orgânicos. A peletização da ração, normalmente, é realizada com temperatura superior a 80 °C, nestas condições, as espécies de *Salmonella* seriam eliminadas, em 80% (JONES e RICHARDSON, 2004), desde que não houvesse recontaminação pelo manuseio durante as etapas seguintes, ou então, pela presença de ratos e insetos.

Outra forma de reduzir os índices de contaminação por *Salmonella* sp. é usando ácido fórmico e propiônico na formulação das rações (SILVA et al., 1973). Após a produção das rações, existem ainda algumas alternativas para controle, como por exemplo, o uso de vacinas nas aves, ou a prevenção, adotando um bom manejo sanitário nos aviários utilizando desinfetantes químicos na limpeza.

Nas Tabelas 23 e 24, pode-se observar que os níveis de contaminação das *Staphylococcus* sp. nas farinhas de origem animal foram altas na maioria dos fornecedores de vísceras, e consideradas “inaceitáveis” para os padrões de qualidade (Tabela 21). Por outro lado, a mesma bactéria não mostrou muitos problemas de contaminação nas farinhas de carne, ossos e penas.

As bactérias do gênero *Staphylococcus* necessitam de vários nutrientes para seu desenvolvimento. As intoxicações ocorrem normalmente em alimentos como laticínios ou então, produtos de carne. A origem desta bactéria é sempre a matéria

prima ou o manipulador de alimentos (FRAZIER e WESTHOFF, 2000). Ela se encontra na pele dos animais e humanos e podem chegar ao alimento através do próprio animal ou pelo contato com humanos.

Nas unidades de processamento de farinhas de origem animal, a falta de higiene no manuseio são os principais motivos das contaminações, como observadas nas Tabelas 23 e 24. Os maiores problemas, sem dúvida são a formação de toxinas (BERGDOLL, 1990). A mais comum das bactérias das *Staphylococcus* sp. é a *Staphylococcus aureus*. De acordo com Bergdoll (1990), uma vez as toxinas formadas (enteroxinas termoestáveis), elas não são removíveis. No caso das rações, por exemplo, a peletização não interfere no processo de descontaminação e, por isto, podem existir grandes possibilidades de intoxicações das aves, quando alimentadas pela ração contaminada.

Diferentemente das análises de *Staphylococcus* sp., observou-se para os Coliformes totais e Coliformes a 45 °C, determinados pelo número mais que provável (NMP.g⁻¹ de produto). Nesta avaliação, as farinhas de origem animal foram caracterizadas como “aceitáveis” na maioria dos fornecedores, de acordo com os padrões de qualidade estabelecidos na Tabela 21. A presença de Coliformes nas farinhas de origem animal fornece informações sobre a ocorrência de contaminação fecal, sobre a provável presença de patógenos, além de indicar condições sanitárias inadequadas durante o processamento, produção e armazenamento.

As bactérias do grupo Mesófilos totais, de acordo com os resultados observados nas Tabelas 23 e 24, não significaram problemas de contaminação para as rações. Por outro lado, a contagem de colônias de fungos foi caracterizada como “inaceitável”, principalmente para as farinhas de vísceras. A presença de fungos sempre é um problema, em função da produção de micotoxinas, que quando presentes nas dietas das aves causam uma série de problemas clínicos e econômicos para o setor avícola. Para evitar estes problemas deve-se monitorar a temperatura, a umidade relativa e o tempo de armazenamento dos produtos. Considera-se, que estes riscos de contaminação na indústria de fabricação de ração poderiam ser evitados, caso houvesse um controle na etapa de recebimento da fábrica de ração.

4.1.7 Distribuição de fungos e bactérias no fluxo de produção de ração

A indústria avaliada tem como critério próprio em utilizar grãos de milho no processo de fabricação da ração, com teores abaixo de 12% b.u., garantindo boas

condições de qualidade ao produto final, quanto aos aspectos microbiológicos. No entanto, nos resultados obtidos na Tabela 25, verificou-se, que houve variações dos teores de água, entre 10,76% b.u. para as farinhas de origem animal até 15,50% b.u. para os grãos de milho.

Os altos índices de teores de água nos grãos de milho, não são adequados para uso na indústria de ração, uma vez que, os produtos estão sujeitos às contaminações por fungos e a produção de micotoxinas. Alguns autores, entre eles Clarke e Hill (1981), El-Kady e Youssef (1993) vem relatando há muitos anos, que durante o armazenamento de grãos, quando a atividade de água for superior a 0,65 os fungos das espécies *Aspergillus* e *Penicillium* podem se desenvolver facilmente na massa de grãos e causar prejuízos qualitativos, caso for constatado a produção de algumas micotoxinas, como por exemplo, aflatoxinas e fumonisinas.

Tabela 25. Teor médio de água (% b.u.) dos produtos avaliados

Amostragem	Teor de água (% b.u.)
Milho	15,50 \pm 2,40
Farelo vegetal	12,14 \pm 1,80
Farinha animal	10,76 \pm 1,47
Moagem	11,15 \pm 1,36
Mistura	14,30 \pm 2,21
Ração farelada	10,20 \pm 1,18
Ração peletizada	11,20 \pm 1,31

Na Tabela 26 são observados a frequência (%) de amostras infectadas por fungos e bactérias durante o fluxo de produção da ração. Os maiores índices de contaminação da espécie *Fusarium* foi observada no milho, com 78,57% das amostras avaliadas. As espécies *Aspergillus* sp. foram encontradas com maior frequência em farelos de origem vegetal (principalmente farelo de soja), chegando a 75% das amostras infectadas e 68,57% nas amostras de milho. Semelhantes a estes resultados, foram observados com a infecção pela espécie *Penicillium* (87,14%) nas amostras de milho, e 81,25% em farelos.

Tabela 26. Frequência de amostras infectadas por fungos e bactérias no fluxo de produção de ração

Amostragem	Frequência ^a (%)				
	<i>Fusarium</i> sp.	<i>Aspergillus</i> sp.	<i>Penicillium</i> sp.	<i>E. coli</i>	<i>Salmonella</i> sp.
Milho ^b	78,57	68,57	87,14	-	-
Farelo vegetal ^c	62,50	75,00	81,25	-	-
Farinha animal ^d	-	-	-	64,58	45,83
Moagem ^e	33,33	41,66	50,00	25,00	0,00
Mistura ^e	8,33	50,00	33,33	58,33	41,67
Ração farelada ^e	33,33	41,67	50,00	66,67	50,00
Ração peletizada ^e	0,00	25,00	33,33	33,33	16,67

^aPorcentagem de amostras infectadas por fungos e bactérias. ^bNúmero total de amostras, $n = 16$. ^cNúmero total de amostras, $n = 10$. ^dNúmero total de amostras, $n = 10$. ^eNúmero total de amostras, $n = 10$.

O alto índice de infecção por fungos das espécies *Fusarium* no milho, significa baixa qualidade dos grãos que vem do campo, por exemplo, pelos altos índices de grãos ardidos, mofados e brotados, grãos trincados ou quebrados, como observado na Figura 39, provavelmente, em função de grandes intensidades de chuvas nas regiões de produção, associadas às altas temperaturas e retardamento da colheita.

A mal regulagem das colhedoras durante a colheita dos produtos é um dos fatores que levam a causar os defeitos nos grãos, e conseqüências negativas durante o armazenamento destes produtos com a deterioração por microorganismos. A presença de *Aspergillus* sp. e *Penicillium* sp. foram verificadas nas amostras coletadas. Podem-se associar a estes aspectos de contaminação os elevados teores de água, observados na Tabela 25, durante o período que os produtos ficaram armazenados. O stress do produto no campo, causado por insetos é uma outra possibilidade para potencializar o desenvolvimento dos fungos durante o armazenamento dos produtos.

Nos farelos, principalmente o de soja, também foram observados altos índices de contaminação, comparando-se inclusive com o milho. Neste caso, os motivos apontam para os teores de água dos produtos, favoráveis para o desenvolvimento das espécies *Fusarium*, *Aspergillus* e *Penicillium* (Tabela 26). Entre as espécies de *Aspergillus*, os *Aspergillus flavus* e o *A. parasiticus* se desenvolvem facilmente e produzem aflatoxinas, em temperaturas superiores a 21 °C (THOMPSON e HENKE, 2000).

No entanto, nas etapas seguintes, com a mistura e redução de tamanho específico das partículas dos produtos, observou-se que os números de amostras infectadas diminuíram, consideravelmente, e ainda mais após a peletização das rações, com uso de temperaturas acima de 80 °C. Mesmo assim, nas amostras de rações finais, detectaram-se contaminações, principalmente para os fungos da espécie *Aspergillus* e *Penicillium*, comprometendo a qualidade das rações processadas para aves.

Entre as bactérias, observou-se, na Tabela 26 que aproximadamente 65% e 46% das amostras de farinhas de origem animal analisadas, estavam infectadas pelas espécies *Escherichia coli* ou *Salmonella*, respectivamente. Da mesma forma que as espécies de fungos, ocorreram com as bactérias nas amostras finais das rações processadas, principalmente após a peletização, quando 16% e 33% das amostras foram verificadas infectadas por *Salmonella* sp. e *E. coli*, respectivamente.

Nas Figuras 33 e 34 estão os resultados dos índices de contaminação de fungos e bactérias, ao longo dos processos de fabricação das rações. Os pontos críticos podem ser claramente observados. Os índices de contaminação seguem os resultados observados pelo número de amostras contaminadas (Tabela 26).

De acordo com a Figura 40, os altos níveis de contaminações fúngica foram observados para o milho e farelo, destacando-se o *Fusarium* sp. ($6,8 \times 10^3$) e *Penicillium* sp. ($6,7 \times 10^3$), respectivamente. Em seguida, no fluxo de produção da ração, os níveis de infecção de fungos da espécie *Penicillium* ($3,9 \times 10^3$) aumentaram em relação às outras espécies. Porém, no contexto geral os níveis de infecção diminuíram no fluxo de produção da ração, em relação as matérias-primas, de $6,8 \times 10^3$ para $1,1 \times 10^3$ nas espécies *Fusarium*, de $6,7 \times 10^3$ para $1,5 \times 10^3$ nas espécies *Penicillium* e $5,8 \times 10^3$ para $0,5 \times 10^3$ nas espécies *Aspergillus*.

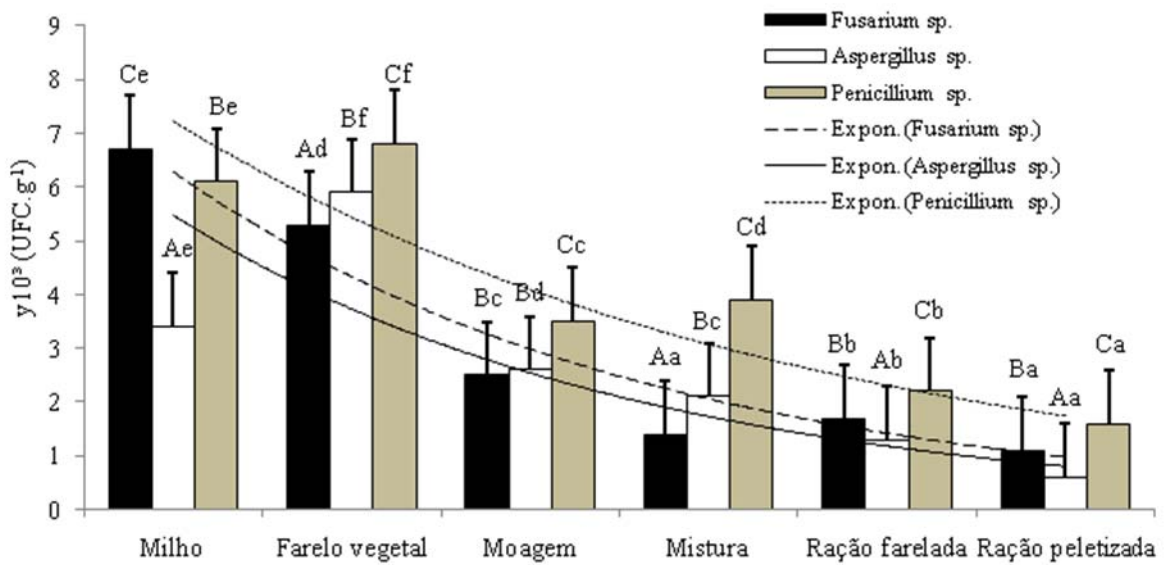


Figura 33. Comparação e distribuição dos índices de contaminação por fungos nas diferentes etapas do fluxo de produção da ração. Letras maiúsculas com significados semelhantes nas colunas e letras minúsculas com mesmos significados nas linhas. y = número de colônias de fungos multiplicado por 10³.

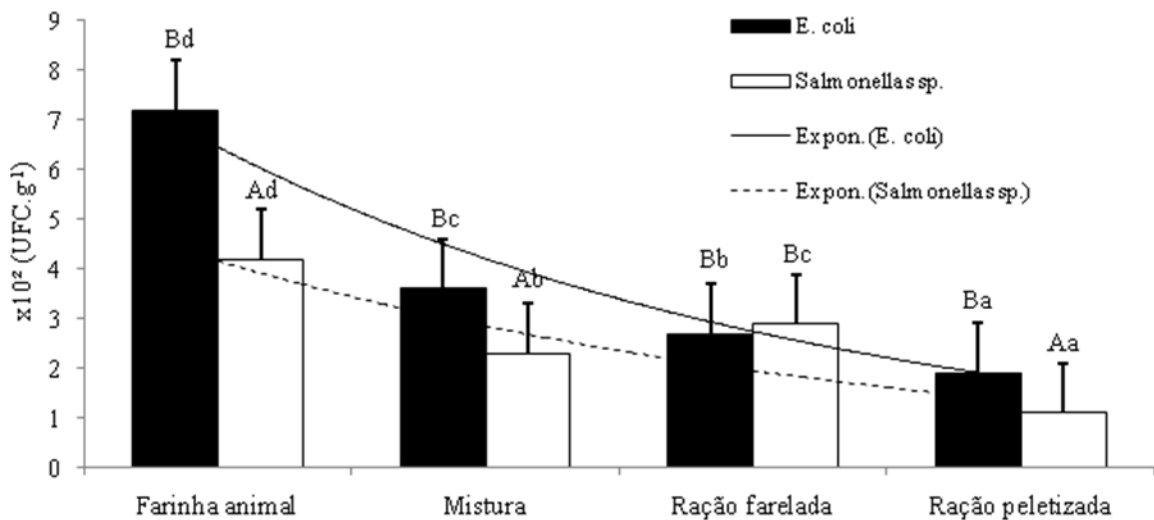


Figura 34. Comparação e distribuição dos índices de contaminação por bactérias nas diferentes etapas do fluxo de produção da ração. Letras maiúsculas com significados semelhantes nas colunas e letras minúsculas com mesmos significados nas linhas. y = número de colônias de bactérias multiplicado por 10².

Significativos resultados foram observados entre as rações fareladas e peletizadas. Verificaram-se reduções nos índices de infecção de fungos para as rações peletizadas, em todas as espécies avaliadas, concordando com os resultados de BOHRA e PUROHIT (2003). Mesmo assim, pode-se afirmar que o processo de

peletização não é totalmente seguro, uma vez que não elimina toda a contaminação de fungos nas rações prontas, podendo potencializar a produção de micotoxinas, durante o armazenamento das rações nas granjas de produção de aves, principalmente se os teores de água, como observados na Tabela 25, temperatura e umidade relativa do ar estiverem favoráveis.

Entre as bactérias, os maiores índices de contaminação ($7,1 \times 10^2$) foram observados nas farinhas de origem animal e os menores, nas rações peletizadas ($1,0 \times 10^2$). Resultados semelhantes foram observados em outras pesquisas, como a de Crump et al. (2002) que afirmaram que a contaminação das *Salmonella* sp. em rações estão associadas com a contaminação das farinhas de origem animal.

Como ocorreram para os fungos, reduções de infecção ao longo do processo de fabricação ocorreram também para as bactérias. As espécies *Salmonella* foram as mais infectadas, em todas as etapas do processo de fabricação da ração, e quando comparadas entre as rações fareladas e peletizadas, houve reduções significativas dos índices de contaminação de $2,6 \times 10^2$ para $1,8 \times 10^2$, respectivamente.

Um número relativamente pequeno de estudos tem analisado a presença de *Salmonella* sp. e *E. coli* durante os processos de fabricação de rações. No entanto, Veldman et al. (1995) inspecionando *Salmonella* sp. em rações fareladas e peletizadas de uma unidade de fabricação de ração na Alemanha observou 21% e 1,4% de amostras infectadas, respectivamente, e uma redução dos níveis de contaminação de 93,33%, concordando em parte, com os resultados observados neste trabalho. Porém, em outro estudo realizado por Israelsen et al. (1996) em uma unidade de fabricação na Dinamarca, observou que índices de contaminação por *Salmonella* sp. aumentaram ao decorrer da produção da ração, em função do aumento da umidade de condensação durante o resfriamento do pellet. Além disto, os pesquisadores estimaram que as taxas de contaminação pudessem vir a ser maiores, quando as temperaturas do ar aumentariam durante o ano.

Não diferente ocorreu com a bactéria da espécie *E. coli*, que ao final da ração processada, os índices de contaminação diminuíram, consistentemente. As reduções dos níveis de contaminação passaram-se, principalmente, pela mistura de ingredientes livres de contaminação, como por exemplo, os microingredientes e premixes, reduzindo a porcentagem das matérias-primas contaminadas (farinhas de origem animal) no lote final, como também os processos com uso de temperatura acima de 80 °C, caso da peletização.

Os efeitos destas contaminações nos animais, principalmente nas aves, foram discutidos em um item anterior. Observou-se, na oportunidade que os efeitos são maléficos e prejudiciais inclusive para os humanos, sem falar nos prejuízos econômicos causados a cadeia produtiva, ao longo da produção. Neste estudo, pode-se perceber, em alguns aspectos, como funciona a distribuição microbiológica durante o processo da ração e quais os limites de controle, nas condições normais de trabalho. Vale ressaltar que a indústria de fabricação da ração deve adotar uma linha de frente para monitorar ao máximo as suas matérias-primas e implementar programas de qualidade que auxiliem no monitoramento da fabricação da ração.

4.1.8 Contaminação microbiológica da água, ar, superfícies e equipamentos

Além das contaminações observadas diretamente nas matérias-primas e produtos processados, em fábricas de rações, como discutidos nos itens anteriores, podem-se determinar alguns aspectos em relação às condições de qualidade da indústria, avaliando-se também, os riscos de contaminações causadas pela água, pelo ar ambiente, equipamentos, superfícies de trabalho e pelos manipuladores dos produtos.

Na Tabela 27, verifica-se o número de amostras coletadas de vários setores da fábrica de rações, avaliando-se a porcentagem de amostras infectadas por bactérias e fungos. No setor de produção da ração, verificou-se o maior número de amostras infectadas, chegando a 90,48% para as análises de mesófilos totais e 78,57% para coliformes totais.

Tabela 27. Porcentagem de amostras infectadas por microorganismos nos diferentes setores da fábrica de ração

Amostragem	Frequência (%)			
	Mesófilos totais	Coliformes totais	<i>Salmonella</i> sp.	Fungos
Entrada fábrica ^a	69,05	51,19	-	-
Administração ^a	61,90	54,52	-	-
Refeitório ^a	55,95	73,80	-	-
Produção ração ^a	90,48	78,57	-	-
Setor manutenção ^a	50,00	52,38	-	-
Laboratório ^a	39,28	44,05	-	-
Reservatório água ^a	29,76	39,28	-	-
Refeitório ^b	-	29,76	-	59,52
Laboratório ^b	-	15,47	-	53,57
Armazenagem ^b	-	61,90	-	72,61
Produção ração ^b	-	69,04	-	89,28
Refeitório ^c	-	26,19	4,20	53,57
Laboratório ^c	-	32,14	2,38	30,95
Armazenagem ^c	-	58,33	23,80	73,10
Produção ração ^c	-	48,81	32,14	51,19
Refeitório ^d	-	-	-	33,33
Laboratório ^d	-	-	-	39,28
Armazenagem ^d	-	-	-	83,33
Produção ração ^d	-	-	-	48,81

^aAmostras de água, $n = 84$. ^bAmostras de superfícies de mãos de manipuladores, $n = 84$. ^cAmostras em superfícies de equipamentos e objetos, $n = 84$. ^dAmostras de ar ambiente dos setores, $n = 84$.

Observou-se, na Tabela 28, que níveis altos de contaminações microbiológicas ($4,3 \times 10^3$) foram identificados na água amostrada, para mesófilos e coliformes totais.

Tabela 28. Qualidade microbiológica da água nos diferentes setores da fábrica de ração

Locais amostrados	Mesófilos totais (UFC.mL ⁻¹)	Coliformes totais (NMP.100 mL ⁻¹)
Entrada fábrica	$2,3 \times 10^2$	$5,3 \times 10^3$
Administração	$1,7 \times 10^2$	$1,7 \times 10^2$
Refeitório	$3,1 \times 10^3$	$2,6 \times 10^2$
Produção ração	$1,4 \times 10^4$	$4,3 \times 10^3$
Setor manutenção	$4,2 \times 10^2$	$4,4 \times 10^2$
Laboratório	$2,9 \times 10^2$	$3,4 \times 10^2$
Reservatório água	$4,6 \times 10^2$	$4,3 \times 10^2$

De fato, a confirmação de contaminação por mesófilos e coliformes totais na água, usada na preparação dos alimentos e consumo humano pode causar ao longo do tempo doenças nas pessoas. De acordo com Jeffrey (2002), entre os problemas que

poderiam ocorrer com a contaminação da água, estariam às infecções intestinais, diarreia, cólera e hepatite. A aplicação de um produto químico composto por cloro é o método mais comum usado para descontaminação da água. A limpeza e desinfecção dos reservatórios e do sistema de escoamento da água, regularmente, ou seja, uma vez a cada três meses pelo menos, evitariam a grande parte dos problemas de contaminação, observados na Tabela 28.

Segundo Carter e Sneed (2004) a presença de diversos resíduos, como poeira, impurezas e odor, caso típico em fábricas de rações, possibilitam enormes riscos de contaminações da água. Outras fontes de contaminação da água são pelas infestações de insetos, roedores e inclusive a presença de pássaros nas redondezas da fábrica aumentam os riscos de contaminação. Nestes casos, a adoção de medidas preventivas, como isolamento, fechamento do reservatório principal de água e instalações de bebedouros em áreas limpas ajudariam a evitar estes problemas.

Nas análises realizadas de coliformes totais e fungos nas superfícies das mãos de manipuladores de produtos de diversos setores da fábrica, observou-se uma grande porcentagem de amostras infectadas, chegando a 69,04% e 89,28%, respectivamente (Tabela 27). Verificaram-se nesta avaliação, que os setores de armazenamento de matérias-prima e produção foram os principais responsáveis pelo alto índice de contaminação (Tabela 29).

Tabela 29. Contaminação microbiológica nas superfícies das mãos dos manipuladores de produtos dos diferentes setores da fábrica de ração

Locais amostrados	Coliformes totais (UFC.100 ⁻¹ cm ²)	Fungos (UFC.100 ⁻¹ cm ²)
Refeitório	2,5x10 ²	3,1x10 ²
Laboratório	2,2x10 ²	1,2x10 ³
Armazenagem	4,7x10 ⁴	4,2x10 ⁵
Produção ração	3,8x10 ⁴	2,4x10 ⁵

Justificam-se os altos índices de contaminação no armazenamento de matérias-prima e produção de ração (4,2x10⁵), considerando-se que são áreas sujas de trabalho. Por outro lado, os setores como o laboratório de análises físico-química e microbiológica e o refeitório de preparação de alimentos para alimentação, mesmo observando-se índices mais baixos de infecção por microorganismos (2,2x10²) são considerados de maior relevância, uma vez que, os produtos manipulados nestes setores poderão contaminar as pessoas diretamente pelo consumo dos alimentos.

Segundo AFS (1992), os cuidados com a higiene pessoal são os principais motivos da contaminação causada nos manipuladores de produtos, porém, a indústria tem sua parcela de responsabilidade, quando não implementa adequadamente as Boas Práticas de Fabricação, e não tem programas de treinamentos constantes para alertar os cuidados e as conseqüências que a contaminação podem causar na indústria, como para a própria pessoa que está manipulando os produtos.

O uso de luvas e máscaras de proteção é uma exigência pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária, servindo antes de qualquer coisa, para preservar a integridade das próprias pessoas contra contaminações dentro das indústrias de processamento de alimentos. Na fábrica de ração avaliada, constataram-se falhas quanto este aspecto, observando-se freqüentemente o uso de jalecos fora dos locais de trabalho, o não uso de luvas e máscaras em locais críticos de contaminação.

Nas análises realizadas nas superfícies dos equipamentos e objetos, observaram-se significativos índices de contaminação (Tabela 30). No local de armazenagem de matérias-primas e produção de ração, a identificação de amostras infectadas, chegou a 58,33% para Coliformes totais, 23,80% para *Salmonella* sp. e 73,10% para fungos (Tabela 27). Os sinais de contaminação na superfície dos equipamentos de produção, observados na Tabela 30 são importantes para a indústria de ração, como sinais de alerta de possíveis índices de contaminações dos produtos que circulam entre os equipamentos e maquinários.

Tabela 30. Contaminação microbiológica na superfície de equipamentos usados nos diferentes setores da fábrica de ração

Locais amostrados	Coliformes totais (UFC.100 ⁻¹ cm ²)	<i>Salmonella</i> sp. (UFC.100 ⁻¹ cm ²)	Fungos (UFC.100 ⁻¹ cm ²)
Refeitório	1,5x10 ²	1,1x10 ¹	2,9x10 ¹
Laboratório	1,6x10 ²	0,5x10 ¹	1,3x10 ²
Armazenagem	5,3x10 ⁵	3,4x10 ²	2,3x10 ⁶
Produção ração	4,9x10 ⁵	4,2x10 ³	3,5x10 ⁴

Nos setores de refeitório e laboratório de análises, o índice de infecção não foi alto, porém significativos. Segundo Subramanyam et al. (2005), para evitar problemas de contaminação na indústria de alimentos, dever-se-ia utilizar os métodos de limpeza e sanitização usando-se produtos químicos adequados para cada setor.

Outro importante ponto de contaminação observado na fábrica de ração foi o ar ambiente interno dos diferentes setores. De acordo com a Tabela 31, verificaram-

se índices de contaminação de fungos nas amostras de ar coletados nos ambientes de armazenamento de matérias-primas (grãos e farelos) em 83,33%, e 48,81% nos ambientes de produção da ração. Nos setores de refeitório e laboratório, a porcentagem de amostras infectadas foi de 33,33 e 39,28%, respectivamente.

Tabela 31. Avaliação da contaminação microbiológica do ar ambiente dos diferentes setores da fábrica de ração

Locais amostrados	Fungos (UFC.100 ⁻¹ cm ²)
Refeitório	3,3x10 ¹
Laboratório	4,2x10 ¹
Armazenagem	4,5x10 ⁴
Produção ração	3,8x10 ³

As infecções de fungos detectados nestes setores podem ser ainda mais preocupante pela presença de partículas finas de produtos de milho, soja e farelos, o que pode elevar. As consequências em função deste tipo de contaminação podem ser preocupantes. A produção de endotoxinas e uma variedade de bioaerosol (fungos, bactérias, parasitas e vírus) podem afetar principalmente a qualidade de trabalho dos funcionários, causando problemas de saúde ao longo do tempo.

4.1.9 Pontos críticos de controle na fábrica de ração

Os inúmeros problemas de contaminação alimentar associadas às exigências dos consumidores, como também os aspectos sociais e econômicos relacionados com as perdas de produtos na produção, fazem com que as indústrias, nos dias de hoje valorizem ainda mais a segurança e garantia dos alimentos, tanto quanto a produção em si. As fábricas de rações são alguns exemplos, e talvez uma das linhas de produção alimentar mais preocupantes, quanto aos aspectos de contaminação, uma vez que os produtos não são fornecidos diretamente aos consumidores, passando uma visão de descomprometimento na produção. Porém, isto já vem deixando de ser realidade há alguns anos, pelos resultados de pesquisas que estão mostrando a influência do conjunto da cadeia produtiva na qualidade dos produtos finais de consumo humano, como por exemplo, a carne de frango.

A presença de insetos, ácaros, fungos, roedores e pássaros são alguns dos problemas monitorados nas dependências das fábricas de rações e nos lotes de produtos armazenados, como já relatados por alguns autores (PASTEINER, 1998). Na Tabela 32 são observados os pontos críticos avaliados na fábrica de ração, quanto

à contaminação microbiológica, presença de roedores e pássaros. Os limites críticos foram estabelecidos de acordo com Lorini et al. (2002) e Lazzari (1993), como podem ser observados na Tabela 32.

Tabela 32. Pontos críticos de controle nos diferentes setores da fábrica de ração

PCC/Setores	Perigos	Limites Críticos*	Monitoramento
PCC1	Pássaros	Presente ou Ausente	Visual – Quinzenal
Moega de milho/farelos	Roedores	≤ 5 médio ≥ 29	Visual – Quinzenal
	Insetos	≤ 6 médio ≥ 25	Amostragem - Quinzenal
	Ácaros	Presente ou Ausente	Amostragem - Quinzenal
PCC 2	Roedores	≤ 5 médio ≥ 29	Visual - Quinzenal
Pré-limpeza milho	Pássaros	Presente ou Ausente	Visual - Quinzenal
PCC 3	Roedores	≤ 5 médio ≥ 29	Visual - Quinzenal
Secagem milho	Pássaros	Presente ou Ausente	Visual – Quinzenal
PCC 4 Armazenagem milho	Insetos	≤ 6 médio ≥ 25	Amostragem - Quinzenal
	Ácaros	Presente ou Ausente	Amostragem - Quinzenal
	Fungos	Presente ou Ausente	Amostragem - Quinzenal
	Roedores	≤ 5 médio ≥ 29	Visual - Quinzenal
PCC 5 Armazenagem farelos	Pássaros	Presente ou Ausente	Visual - Quinzenal
	Insetos	≤ 6 médio ≥ 25	Amostragem - Quinzenal
	Ácaros	Presente ou Ausente	Amostragem - Quinzenal
	Fungos	Presente ou Ausente	Amostragem - Quinzenal
PCC 6 Produção da ração	Roedores	≤ 5 médio ≥ 29	Amostragem - Quinzenal
	Pássaros	Presente ou Ausente	Visual - Quinzenal
	Insetos	≤ 6 médio ≥ 25	Amostragem - Quinzenal
PCC 7 Ração farelada	Ácaros	Presente ou Ausente	Amostragem - Quinzenal
	Fungos	Presente ou Ausente	Visual - Quinzenal
PCC 8 Ração peletizada	Insetos	≤ 6 médio ≥ 25	Amostragem - Quinzenal
	Ácaros	Presente ou Ausente	Amostragem - Quinzenal
	Fungos	Presente ou Ausente	Visual - Quinzenal

*Os limites críticos foram estabelecidos de acordo com as citações descritas no item material e métodos.

Para o monitoramento de fungos, ácaros e insetos na massa de grãos e rações, amostragens com medições dos teores de água dos produtos foram realizadas, enquanto que, para o controle de roedores, armadilhas com raticidas foram distribuídas, por metro quadrado, aos arredores de todos os setores da fábrica de ração. A infestação de pássaros foi controlada, realizando-se o monitoramento das entradas dos setores da fábrica de ração, como nas áreas de armazenamento de grãos e produção da ração.

Na Tabela 33, verificou-se que o milho foi o produto com maior frequência (%) de amostras infestadas por insetos (54,14%) e ácaros (66,67%). Enquanto que a

infecção de fungos foi identificada em todas as amostras avaliadas e todos os produtos (100%).

Tabela 33. Frequência de amostras de milho, farelos de soja e rações infestadas por insetos, ácaros e infectadas por fungos

Amostragem	Frequência ^a (%)		
	Insetos	Ácaros	Fungos
Setores de milho ^a	54,14	66,67	100,00
Setores de farelos de soja ^a	33,33	45,83	100,00
Setores de rações ^a	20,83	58,33	100,00

^aNúmero de amostras (insetos, ácaros e fungos), $n = 24$

Justificam-se os resultados da Tabela 33, com algumas variáveis ambientais e condições dos produtos. Os alimentos em determinadas condições ambientais, que envolvem temperatura e umidade relativa do ar, teor e atividade de água do produto, faz presente uma microflora típica (SCUSSEL, 1998). Assim, torna-se importante conhecer o estado de contaminação desse produto, para tomar as devidas precauções na preservação da qualidade.

Observou-se, nos quatro meses de medição, que as temperaturas e umidades relativas médias, permaneceram baixas. No mês de julho, foram observadas as menores temperaturas (15 °C), enquanto que, as maiores (22,5 °C) foram verificadas no mês de agosto. A umidade relativa média oscilou de 40 a 80% durante os quatro meses. No mês de junho, observaram-se as maiores médias de umidade relativa do ar e o mês de agosto, os menores.

De acordo com Navarro et al. (2001), as espécies de fungos são capazes de se desenvolver em ambientes com umidade relativa do ar maior que 70% e temperatura ótima na faixa de 20 a 30° C. Avaliando a temperatura e umidade relativa do ar para ácaros, Cunnington (1969) observou que os intervalos em que ocorreram maiores crescimento foram entre 10 °C a 34 °C e 65% a 90%.

Dos fatores que influenciam o desenvolvimento de microorganismos nos alimentos, inclusive nos grãos, é indiscutível que os teores de água são de extrema importância e determinam os tipos de microorganismos capazes de crescer e deteriorar tais produtos. Nesta condição, observaram-se, na Tabela 34, que os teores de água do milho foi de 13,6% b.u., dos farelos de soja e rações de 13,3 e 10,7% b.u., respectivamente.

Tabela 34. Teores de água (% b.u.), número médio de insetos, ácaros e fungos das amostras coletadas nos diferentes setores de recebimento, armazenamento das matérias-primas e produção da ração

Setores	Teores de água (% b.u.)	Insetos (N ^o .)	Ácaros (N ^o .)	Fungos (UFC.g ⁻¹)
Moega de milho	14,10	4,0 _± 1,0	3,0 _± 1,2	2,0x10 ²
Moega de farelos	13,50	3,0 _± 1,0	4,0 _± 1,5	3,7x10 ²
Armazenagem milho	13,10	14,0 _± 3,0	12,0 _± 3,6	5,2x10 ³
Armazenagem farelos	13,06	4,0 _± 2,0	9,0 _± 2,7	3,9x10 ³
Ração farelada	10,50	3,0 _± 1,0	12,0 _± 3,4	2,4x10 ²
Ração peletizada	10,90	2,0 _± 1,0	2,0 _± 1,3	1,2x10 ¹

Os teores de água dos produtos, observados na Tabela 29 são favoráveis para o desenvolvimento de fungos das espécies *Aspergillus*, *Fusarium* e *Penicillium*, e o crescimento de insetos-praga, principalmente da população de *Sitophilus oryzae* (BAKKER-ARKENA, 1999 e NAVARRO et al., 2001). De acordo com os resultados da Tabela 34, verificaram-se variações dos índices de contaminações de fungos, de 5,2x10³ na massa de milho armazenado a até 1,2x10¹ na ração peletizada (UFC.g⁻¹ de produto). A presença de colônias de fungos nos produtos analisados pode ser um risco, pela possibilidade da produção de micotoxinas (aflatoxinas, fumonisinas, ocratoxinas, entre outras) nas rações processadas.

As contaminações de aflatoxinas nas rações podem causar nas aves reduções da atividade de enzimas pancreáticas e diminuição da concentração de bile (WYATT, 1993), aumento da incidência lesões no nervo ciático (LEESON e SUMMERS, 1988) e antagonismo ao metabolismo de vitaminas, proteínas e aminoácidos, lipídios e carboidratos, agindo sobre coenzimas ou complexos enzimáticos, principalmente no fígado, além de afetar a estrutura química do DNA (SPEIGHT, 1993).

Para evitar estes riscos, especialmente para os grãos, a aplicação do processo de secagem a baixas temperaturas, evitando trincas, danos físicos nos grãos e reduzindo os teores de água dos produtos até 12% (b.u.) é um ponto favorável para controle do desenvolvimento microbiológico. O mesmo pode-se dizer em relação aos insetos-praga e ácaros, quando houve um alto índice de infestação nas amostras analisadas, principalmente nos setores de armazenamento de milho. Nestes casos, o uso da aeração ou o resfriamento da massa de grãos armazenado consistem como alternativas para controlar a contaminação (RIGUEIRA et al., 2009).

Para os setores de mistura, moagem, peletização e expedição das rações, também foram identificadas a presença de ácaros, fungos e insetos, porém em níveis mais baixos, quando comparados, por exemplo, com a análise de milho e de farelo de soja. A diminuição da contaminação nestes processos ocorreu em função da aplicação de temperaturas mais elevadas, principalmente na peletização, e também pela boa limpeza e higienização dos setores.

Tanto nas moegas de recebimento produtos, como nos sistemas de transporte interno da fábrica e nas máquinas de pré-limpeza é recomendável usar as Boas Práticas de Fabricação, fazendo uma boa limpeza e higienização dos equipamentos, mantendo-os em bom estado de conservação, com a aplicação de um programa de manutenção preventiva, evitando problemas de misturas dos lotes, perdas de produtos, sujidades na fábrica, e conseqüentemente, evitar o desenvolvimento de microorganismos indesejáveis, como insetos-praga, ácaros, fungos e infestação de roedores e pássaros.

Para a moagem, mistura e peletização, o controle dos teores de água dos produtos, o tempo de processamento e a limpeza e higienização constantes dos locais são os requisitos recomendáveis para obter uma ração de qualidade e livres de contaminações. Na expedição da ração, os silos devem permanecer cobertos, especialmente em regiões frias, quando a ração entra nos silos com temperaturas entre 30 °C a 40 °C e às vezes, a temperatura ambiente externa está muito mais baixa, podendo ocorrer condensação na parte superior e umedecimento dos produtos, dando possibilidade para desenvolvimento de microorganismos durante o tempo de armazenamento das rações nos silos das granjas. A limpeza, a organização e a desinfecção, como qualquer outra parte da fábrica, devem ser feitas periodicamente, nestes setores.

Na Tabela 35, verificou-se a presença de roedores, durante os meses de monitoramento de maio, junho, julho e agosto de 2008 na fábrica de ração.

Tabela 35. Infestação de roedores na área externa dos setores de recebimento, armazenamento de matérias-primas e produção da ração^a

Setores	Fezes	Urina	Pêlos	Íscas Roídas	Ratos Vivos	Ratos Mortos
Moega de milho	Alto	Presente	Alto	3	12	5
Moega de farelos	Alto	Presente	Alto	3	9	4
Armazenagem de milho	Médio	Presente	Alto	25	20	12
Armazenagem de farelos	Médio	Presente	Médio	7	10	4
Pré-limpeza de milho	Médio	Presente	Médio	4	6	4
Secagem de milho	Médio	Presente	Médio	6	5	3
Produção da ração	Alto	Presente	Médio	30	14	10

^aAvaliação média quinzenal.

O sistema de controle de roedores foi implementado por uma empresa terceirizada e especializada nesta atividade. No total foram instalados 35 pontos de captura. Para todos os meses, verificou-se a presença de vestígios, como fezes, urina e pêlos, roedores mortos e vivos, principalmente nos setores de armazenagem de milho, farelos e na produção da ração. Observaram-se também iscas roídas e conseqüentemente mofadas, precisando ser substituídas periodicamente.

Segundo Matias et al. (2002), a presença de sinais de roedores é considerada de baixa infestação quando não se observa trilhas, roeduras, manchas de gordura por atrito e apenas algumas fezes; de média infestação quando se observam algumas trilhas e roeduras, fezes em vários locais, e de alta infestação quando se encontram várias trilhas, roeduras e manchas de gordura com vários roedores vistos a noite e alguns durante o dia. O mesmo autor, menciona que a infestação de 1 a 5 roedores é considerada baixa; de 6 a 15 roedores média infestação e de 16 a 29 roedores alta infestação. Comparando-se, os resultados obtidos na Tabela 35, de acordo com os citados por Matias et al. (2002), pode-se afirmar a fábrica de ração avaliada tem o controle sobre a infestação de roedores, porém não está livre de problemas de contaminações nos produtos, uma vez detectados a presença de roedores nos interiores e arredores da fábrica de ração.

Por outro lado, a alta infestação de pássaros foi evidente (Tabela 36). Durante a avaliação foi constatada a presença de penas e fezes por todos os lados da indústria, pássaros mortos foram encontrados em fossos de elevadores, moegas e armazenagem de milho, farelos e rações, dando sinais, inclusive de que os produtos ingeridos pelos pássaros estariam contaminados, por exemplo, com micotoxinas. Observou-se visualmente, que um grande número de pássaros (pombos), sempre esteve presente no interior da fábrica de ração.

Tabela 36. Infestação de pássaros na área externa nos setores de recebimento, armazenamento de matérias-primas e produção da ração^a

Setores	Fezes	Penas	Pássaros Vivos	Pássaros Mortos
Moega de milho	Médio	Médio	6	7
Moega farelos	Médio	Médio	5	8
Armazenagem milho	Alto	Médio	14	4
Armazenagem farelos	Alto	Médio	13	6
Pré-limpeza de milho	Alto	Médio	16	8
Secagem de milho	Médio	Baixo	4	2
Produção da ração	Médio	Baixo	5	7

^aAvaliação média quinzenal.

Porém, uma das preocupações para a indústria de ração com a presença de roedores e pássaros é a contaminação pelas bactérias *Salmonella* sp. Os roedores como os pássaros são portadores e fontes de contaminação de bactérias *Salmonella* sp., transmitindo para as rações com simples contato. Entre as espécies, a *Salmonella Typhimurium* e *Etereditis* recebem destaque neste grupo, por serem líderes de toxinfecção alimentares no homem, podendo também ocasionalmente manifestar nas aves, principalmente jovens.

Nas aves, as espécies de *Salmonella* reagem no intestino podendo produzir enterotoxinas, causar diarreia e lesões nos órgãos. Via lesão da parede intestinal as *Salmonella* sp. podem produzir eventualmente, infecção sistêmica e invadir órgãos internos, inclusive o aparelho reprodutor. Porém as aves adultas não manifestam sinais clínicos, exceto no caso de tifo e pulorose (MICHAEL, 2003).

A adoção de medidas preventivas contra roedores e pássaros devem ser implementadas em fábrica de rações. Primeiramente, a limpeza e a higienização dos setores e a não exposição de alimentos fora das áreas desejáveis são formas de evitarem atrativos (DOWDY e FIELDS, 2002). A instalação de armadilhas para capturas de roedores (SUBRAMANYAM et al., 2005); proteger as áreas externas da fábrica de ração e eliminar sujidades, matas próximas às indústrias de rações (MEERBURG, et al., 2009) são algumas das alternativas para prevenir as infestações.

4.1.10 Levantamento de custos das perdas físicas de produtos na fábrica de ração

Em unidades de produção, como as fábricas de rações, o ganho de produtividade, a qualidade e os lucros se estendem aos sistemas de controle, entre eles, a manutenção preventiva dos equipamentos e maquinários da produção. Segundo Monchey (1989) e Mirshawka e Olmedo (1993) a aplicação de um programa de manutenção preventiva eficiente, sem que haja paradas e intervenções inesperadas dos equipamentos, durante a produção favorecem o rendimento, ganho de tempo e a qualidade dos produtos.

Para implementar um programa de manutenção preventiva é preciso observar cada um dos equipamentos de uma unidade de produção, quanto às especificações e necessidades e quanto aos registros, permitindo definir o cronograma de execução das manutenções; quanto à organização do almoxarifado, das peças de reposição e dos registros das informações sobre as manutenções executadas. Na Figura 35, avaliou-se em um levantamento a aplicação do programa de manutenção na fábrica de ração, durante os anos de 2006, 2007 e 2008.

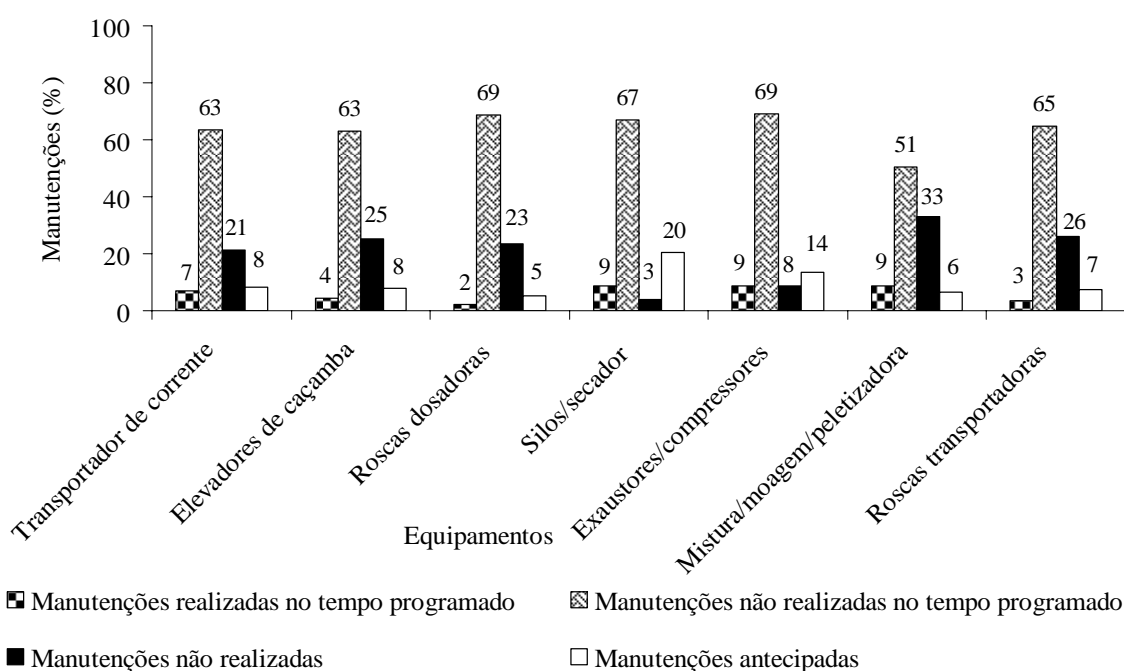


Figura 35. Manutenções (%) dos equipamentos realizadas na fábrica de ração.

Observou-se na Figura 35, que no período de 2006 a 2008, 70% das manutenções programadas não eram realizadas dentro do prazo estipulado, de acordo com o tipo de equipamento e tempo de funcionamento, no entanto, entre 10% a 20%

das manutenções programadas foram antecipadas. Por outro lado, observou-se que em menos de 10% das manutenções dos equipamentos foram feitas no prazo estabelecido, enquanto que entre 20% e 30% das manutenções não foram realizadas.

De acordo com os resultados observados na Figura 42, a adoção do programa de manutenção dos equipamentos não foi adequada à fábrica de ração. Segundo Slack (2002) quando não utilizado programas de manutenções corretamente, principalmente a preventiva, tendo como função reduzir a probabilidade de ocorrências de falhas dos equipamentos em um processo produtivo, prevendo a quebra e a troca desses equipamentos antecipadamente, pode ocorrer aumento dos custos de trabalho, perdas físicas de produtos com possibilidades de contaminações nos demais lotes.

Neste estudo, avaliaram-se os custos em função das perdas físicas de produtos geradas em toda a fábrica de ração. Para efeito de cálculo, determinaram-se a capacidade dos equipamentos, o tempo de funcionamento dos equipamentos, a área total e as perdas por m² dos setores, os preços por kg de produto e os custos totais. Na Tabelas 37, observaram-se os custos gerados pelas perdas físicas nas áreas de recebimento e armazenagem de milho e farelos de soja, calculadas pelas áreas dos setores.

Tabela 37. Perdas de produtos por setor da área externa da fábrica de ração

	Área (m ²)	Perdas (kg.m ⁻²)	Total (kg)	Total (%)	Custos ¹ (R\$.h ⁻¹)
Milho					
Moega	1071	0,652 ± 0,128	36,899 ± 7,584	82,32	13,320 ± 2,737
Pré-limpeza	36	0,015 ± 0,024	0,554 ± 0,864	1,24	0,199 ± 0,312
Secagem	34	0,018 ± 0,003	0,598 ± 0,102	1,33	0,216 ± 0,037
Armazenagem	1058	0,006 ± 0,002	6,771 ± 2,116	15,11	2,444 ± 0,764
Total			44,822 ± 10,666	100	16,180 ± 3,850
	Área (m ²)	Perdas (kg.m ⁻²)	Perdas totais (kg)	Totais (%)	Custos ² (R\$.h ⁻¹)
Farelos de soja					
Moega	171	0,036 ± 0,005	3,652 ± 0,531	21,88	2,301 ± 0,334
Armazenagem	695	0,036 ± 0,005	12,916 ± 1,790	78,11	8,137 ± 1,128
Total			16,535 ± 2,321	100	10,417 ± 1,462

¹Preço médio em Reais do quilograma de milho, em agosto de 2008, R\$ 0,361; ²Preço médio em Reais do quilograma de farelo de soja, em agosto de 2008, R\$ 0,630. Avaliação realizada para 1 hora de funcionamento dos equipamentos (fluxo de 60 toneladas de produtos).

De acordo com os resultados observados na Tabela 37, as perdas físicas de produtos (milho e farelos de soja) contabilizadas na área externa da fábrica de ração são significativas e quando analisadas, individualmente por setor, não são facilmente perceptíveis. Verificou-se durante a avaliação, que 72% e 78% das perdas observadas

nas áreas de milho e farelo de soja, respectivamente, foram encontrados no setor da moega e armazenagem. Somadas as perdas dos setores da área externa da fábrica de ração, avaliaram-se nas Tabelas 38 e 39, as perdas nos equipamentos do sistema produtivo, em função da capacidade de trabalho.

Tabela 38. Perdas de produtos por equipamento da área externa da fábrica de ração

Milho	Área (m ²)	Perdas (kg.m ⁻²)	Total (kg)	Total (%)	Custos ¹ (R\$.h ⁻¹)
Elevador de caçamba 1	7,5	0,176 ± 0,010	1,322 ± 0,075	5,60	0,474 ± 0,027
Elevador de caçamba 2	7,5	0,183 ± 0,008	1,373 ± 0,060	5,82	0,493 ± 0,022
Elevador de caçamba 3	7,5	0,192 ± 0,011	1,442 ± 0,083	6,11	0,518 ± 0,029
Elevador de caçamba 4	7,5	0,161 ± 0,012	1,204 ± 0,090	5,10	0,432 ± 0,032
Elevador de caçamba 6	7,5	0,195 ± 0,009	1,461 ± 0,068	6,19	0,524 ± 0,024
Elevador de caçamba 7	7,5	0,171 ± 0,010	1,283 ± 0,075	5,43	0,461 ± 0,027
Elevador de caçamba 8	7,5	0,301 ± 0,020	2,256 ± 0,150	9,55	0,809 ± 0,054
Elevador de caçamba 9	7,5	0,184 ± 0,013	1,380 ± 0,098	5,84	0,495 ± 0,035
Elevador de caçamba 10	7,5	0,141 ± 0,014	1,058 ± 0,105	4,48	0,379 ± 0,038
Elevador de caçamba 11	7,5	0,175 ± 0,016	1,316 ± 0,120	5,57	0,472 ± 0,043
Transp. de corrente 1	8,0	0,032 ± 0,008	0,256 ± 0,064	1,08	0,091 ± 0,022
Transp. de corrente 2	35,0	0,013 ± 0,002	0,445 ± 0,070	1,88	0,159 ± 0,025
Transp. de corrente 3	35,0	0,041 ± 0,009	1,422 ± 0,315	6,11	0,510 ± 0,113
Transp. de corrente 4	8,0	0,028 ± 0,006	0,224 ± 0,048	0,95	0,080 ± 0,017
Transp. de corrente 5	35,0	0,015 ± 0,004	0,523 ± 0,140	2,22	0,188 ± 0,050
Transp. de corrente 6	35,0	0,014 ± 0,003	0,484 ± 0,105	2,05	0,173 ± 0,037
Transp. de corrente 7	15,0	0,031 ± 0,010	0,466 ± 0,150	1,97	0,167 ± 0,053
Transp. de corrente 8	22,0	0,019 ± 0,007	0,414 ± 0,154	1,75	0,149 ± 0,055
Transp. de corrente 9	17,0	0,037 ± 0,005	0,628 ± 0,085	2,66	0,225 ± 0,031
Transp. de corrente 10	24,0	0,027 ± 0,007	0,638 ± 0,168	2,70	0,229 ± 0,060
Transp. de corrente 11	22,0	0,022 ± 0,005	0,493 ± 0,110	2,09	0,177 ± 0,039
Transp. de corrente 12	22,0	0,031 ± 0,006	0,678 ± 0,132	2,87	0,243 ± 0,047
Transp. de corrente 13	9,0	0,017 ± 0,005	0,156 ± 0,045	0,66	0,056 ± 0,016
Transp. de corrente 14	9,0	0,016 ± 0,003	0,143 ± 0,027	0,61	0,051 ± 0,009
Transp. de corrente 15	9,0	0,016 ± 0,004	0,141 ± 0,036	0,60	0,051 ± 0,013
Transp. de corrente 16	9,0	0,021 ± 0,004	0,187 ± 0,036	0,79	0,067 ± 0,013
Rosca Transp. 1	22,0	0,036 ± 0,008	0,787 ± 0,176	3,33	0,283 ± 0,063
Rosca Transp. 2	22,0	0,031 ± 0,007	0,691 ± 0,154	2,93	0,248 ± 0,055
Rosca Transp. 3	9,0	0,014 ± 0,003	0,126 ± 0,027	0,53	0,045 ± 0,009
Rosca Transp. 4	9,0	0,017 ± 0,004	0,156 ± 0,036	0,66	0,056 ± 0,013
Rosca Transp. 5	9,0	0,017 ± 0,005	0,152 ± 0,045	0,64	0,055 ± 0,016
Rosca Transp. 6	9,0	0,017 ± 0,006	0,154 ± 0,054	0,65	0,055 ± 0,019
Rosca Transp. 7	7,5	0,020 ± 0,007	0,152 ± 0,053	0,64	0,055 ± 0,019
Total			23,610 ± 0,671	100	8,476 ± 0,241

¹Preço médio em Reais do quilograma de milho, em agosto de 2008, R\$ 0,359. Avaliação realizada para 1 hora de funcionamento dos equipamentos (fluxo de 60 toneladas de produtos).

Tabela 39. Perdas de produtos por equipamento da área externa da fábrica de ração

Farelos de soja	Área (m ²)	Perdas (kg.m ⁻²)	Total (kg)	Total (%)	Custos ¹ (R\$.h ⁻¹)
Elevador caçamba 1	7,5	0,082 ± 0,020	0,618 ± 0,150	6,18	0,389 ± 0,095
Transp. de corrente 1	16,5	0,071 ± 0,016	1,176 ± 0,264	11,76	0,741 ± 0,167
Transp. de corrente 2	17,5	0,076 ± 0,021	1,337 ± 0,368	13,37	0,842 ± 0,232
Transp. de corrente 3	21,0	0,075 ± 0,024	1,578 ± 0,504	15,78	0,994 ± 0,318
Transp. de corrente 4	12,5	0,081 ± 0,014	1,017 ± 0,175	10,08	0,641 ± 0,110
Transp. de corrente 5	14,4	0,072 ± 0,023	1,033 ± 0,331	10,33	0,651 ± 0,208
Transp. de corrente 6	13,0	0,084 ± 0,012	1,092 ± 0,156	10,92	0,688 ± 0,098
Transp. de corrente 7	7,8	0,080 ± 0,021	0,625 ± 0,164	6,25	0,394 ± 0,103
Rosca Transp. 1	10,0	0,071 ± 0,018	0,714 ± 0,180	7,14	0,449 ± 0,113
Rosca Transp. 2	10,0	0,081 ± 0,017	0,809 ± 0,170	8,09	0,509 ± 0,107
Total			10,000 ± 2,462	100	6,300 ± 1,551

¹Preço médio em Reais do quilograma de milho, em agosto de 2008, R\$ 0,630. Avaliação realizada para 1 hora de funcionamento dos equipamentos (fluxo de 60 toneladas de produtos).

Constatou-se, que entre os principais motivos causadores das perdas, estão primeiramente, os altos fluxos de matérias-prima, associadas às falhas constantes mecânicas e humanas durante a produção. Neste contexto é importante enfatizar as dificuldades encontradas na logística de produção da fábrica de ração, quanto a realização das manutenções dos equipamentos e mão-de-obra operacional, reflexos dos resultados observados na Figura 42. Avaliando-se a situação, observou-se que operários e responsáveis pelos setores tinham conhecimento das perdas de produtos, porém sem as noções significativas das quantidades, apenas em situações extremas, como por exemplo, nas moegas e setores de armazenagem.

Associadas a estes fatos, enormes dificuldades de comunicação e de tempo eram encontradas para solucionar as perdas de produtos na fábrica de ração, em função, primeiramente, da não articulação do sistema produtivo, com o setor de manutenção e controle da qualidade, somadas a falta de informação da direção. Em nenhum dos casos as perdas de produtos eram contabilizadas, apenas solucionadas, eventualmente, em casos extremos quando haveria necessidade de substituição de equipamento pela quebra em função das horas de trabalho.

No interior da fábrica de ração, Tabelas 40 e 41 avaliaram-se as perdas de produtos usando a mesma metodologia da área externa. A redução do fluxo de produtos fez com que as perdas fizessem menos perceptíveis e mais difíceis de serem controladas e contabilizadas. No entanto, a agregação de valores dos produtos pré-processados e micro ingredientes usados na formulação da ração, caso dos premixes aumentaram os prejuízos econômicos em relação à área externa.

Tabela 40. Perdas de produtos por equipamento na área interna da fábrica de ração

Equipamentos	Área (m ²)	Perdas (kg.m ⁻²)	Total (kg)	Total (%)	Custos (R\$.h ⁻¹)
¹ Elevador caçamba 1	6,25	0,797 ± 0,145	4,984 ± 0,906	28,94	2,676 ± 0,486
² Elevador caçamba 2	6,25	0,231 ± 0,087	1,446 ± 0,544	8,40	0,884 ± 0,332
¹ Elevador caçamba 3	6,25	0,528 ± 0,104	3,299 ± 0,650	19,15	1,772 ± 0,349
¹ Elevador caçamba 4	6,25	0,438 ± 0,101	2,739 ± 0,631	15,90	1,471 ± 0,339
¹ Rosca Transp. 1	3,00	0,178 ± 0,047	0,535 ± 0,141	3,11	0,287 ± 0,075
³ Rosca Transp. 2	3,00	0,374 ± 0,087	1,121 ± 0,261	7,02	0,554 ± 0,129
³ Rosca Transp. 3	3,00	0,231 ± 0,076	0,694 ± 0,228	4,03	0,343 ± 0,113
⁴ Rosca Transp. 4	3,00	0,205 ± 0,064	0,616 ± 0,192	3,58	0,305 ± 0,095
¹ Rosca Transp. 5	3,00	0,154 ± 0,042	0,461 ± 0,126	2,68	0,248 ± 0,068
⁵ Rosca Transp. 6	6,00	0,110 ± 0,036	0,660 ± 0,216	3,83	0,354 ± 0,116
⁵ Rosca Transp. 7	3,00	0,116 ± 0,040	0,347 ± 0,120	2,01	0,186 ± 0,064
⁵ Rosca Transp. 8	3,00	0,107 ± 0,033	0,322 ± 0,099	1,87	0,173 ± 0,053
Total			17,222 ± 4,114	100	9,253 ± 2,219

Preço médio em Reais de quilograma de: ¹todos os produtos em média (R\$ 0,537), ²farelos vegetais (R\$ 0,611), ³grãos de milho (R\$ 0,495), ⁴farinhas de origem animal (R\$ 0,495), ⁵rações prontas (R\$ 0,537). Avaliação realizada para 1 hora de funcionamento dos equipamentos (fluxo de 60 toneladas de produtos).

Tabela 41. Perdas de produtos por setor na área interna da fábrica de ração

Setores	Área (m ²)	Perdas (kg.m ⁻²)	Total (kg)	Total (%)	Custos (R\$.h ⁻¹)
⁶ Pesagem	32,50	0,026 ± 0,009	0,837 ± 0,293	10,45	0,168 ± 0,059
⁶ Pesagem	10,20	0,016 ± 0,004	0,161 ± 0,041	2,01	0,032 ± 0,008
⁷ Pesagem	20,30	0,010 ± 0,002	0,194 ± 0,041	2,42	0,634 ± 0,134
² Moega	9,40	0,080 ± 0,018	0,752 ± 0,169	9,40	0,459 ± 0,082
⁹ Dosador	8,35	0,013 ± 0,003	0,109 ± 0,025	1,36	0,022 ± 0,005
⁴ Dosador	8,35	0,066 ± 0,022	0,549 ± 0,184	6,85	0,272 ± 0,091
⁴ Dosador	8,35	0,038 ± 0,010	0,314 ± 0,084	3,92	0,155 ± 0,042
⁴ Dosador	8,35	0,060 ± 0,025	0,498 ± 0,219	6,22	0,247 ± 0,108
² Dosador	8,35	0,148 ± 0,050	1,240 ± 0,428	15,48	0,758 ± 0,262
³ Dosador	8,35	0,106 ± 0,034	0,888 ± 0,284	11,08	0,439 ± 0,141
² Dosador	8,35	0,017 ± 0,005	0,146 ± 0,042	1,82	0,089 ± 0,025
⁴ Dosador	8,35	0,021 ± 0,007	0,176 ± 0,058	2,19	0,087 ± 0,029
¹ Adição	3,60	0,064 ± 0,022	0,230 ± 0,079	2,87	0,124 ± 0,042
¹ Pré-mistura	2,50	0,078 ± 0,020	0,195 ± 0,050	2,43	0,105 ± 0,027
¹ Moagem	3,40	0,076 ± 0,023	0,259 ± 0,078	3,23	0,139 ± 0,042
¹ Moagem	9,70	0,036 ± 0,013	0,352 ± 0,126	4,39	0,288 ± 0,068
⁵ Peletização	15,40	0,032 ± 0,008	0,493 ± 0,123	6,15	0,265 ± 0,066
⁵ Expedição	10,24	0,010 ± 0,003	0,106 ± 0,031	1,32	0,057 ± 0,017
⁵ Expedição	10,24	0,012 ± 0,004	0,123 ± 0,041	1,53	0,067 ± 0,022
⁵ Expedição	10,24	0,013 ± 0,002	0,134 ± 0,020	1,67	0,064 ± 0,011
⁵ Expedição	10,24	0,012 ± 0,005	0,120 ± 0,051	1,49	0,064 ± 0,027
⁵ Expedição	10,24	0,013 ± 0,004	0,135 ± 0,041	1,69	0,072 ± 0,022
Total			8,009 ± 2,508	100	4,607 ± 1,330

Preço médio em Reais de quilograma de: ¹todos os produtos em média (R\$ 0,537), ²farelos vegetais (R\$ 0,611), ³grãos de milho (R\$ 0,495), ⁴farinhas de origem animal (R\$ 0,495), ⁵rações prontas (R\$ 0,537), ⁶Microingredientes (R\$ 0,201), ⁷Lisina (R\$ 3,267), ⁸Premixes (R\$ 61,145), ⁹Óleos (R\$ 0,203). Avaliação realizada para 1 hora de funcionamento dos equipamentos (fluxo de 60 toneladas de produtos).

De acordo com a Tabela 42, os valores totais de perdas e custos obtidos na área externa e interna da fábrica foram de 120 kg e R\$ 55,23 a hora de trabalho.

Tabela 42. Perdas físicas de produtos e custos totais

Local	Tipo de avaliação	Produtos	Perdas totais (kg)	Perdas totais (%)	Custos totais (R\$.h ⁻¹)
Externo	Setores	Farelos	16,535 ± 2,321	13,75	16,180 ± 3,850
Externo	Setores	Milho	44,823 ± 10,666	37,29	10,417 ± 1,462
Externo	Equipamentos	Farelos	10,000 ± 2,462	8,32	8,476 ± 0,241
Externo	Equipamentos	Milho	23,613 ± 0,671	19,64	6,300 ± 1,551
Interno	Setores	Todos	8,009 ± 2,508	6,66	9,253 ± 2,219
Interno	Equipamentos	Todos	17,222 ± 4,114	14,33	4,607 ± 1,330
Total			120,201 ± 22,742	100	55,233 ± 10,653

Tendo em vista, que os custos de produção são cada vez mais elevados e que as margens de lucros são relativamente baixas, evitar qualquer perda é importante e racional nos sistemas produtivos, mesmo que elas sejam quase insignificantes quanto à montante da produção de uma fábrica. Estes custos, quando analisados no final de um mês ou de um ano serão muito mais relevantes e com certeza levará a indústria a repensar sobre a sua política de gestão da qualidade, sobre um melhor programa de manutenção dos equipamentos, prevendo as paradas de produção no tempo programado e antecipando as quebras e as paradas da produção inesperadas, investindo em treinamento e contratação de pessoal qualificado. Estes fatores custarão à fábrica de ração um preço inicial, porém facilmente reversível com alta produção, qualidade e lucros ao longo do tempo.

Analisando de outro ponto de vista, as perdas físicas de produtos passam a ser ainda mais relevantes, quando observados os prejuízos que elas causam quando mal administradas pela unidade de produção, na redução da qualidade dos demais lotes pela mistura e contaminação (Tabela 43). As perdas físicas de produtos em fábricas de rações são normalmente recolhidas do chão com teores de água elevados, em mal estado de conservação com sujidades e contaminações.

Entre os tipos de contaminações avaliadas nas amostras de produtos coletadas do chão de fábrica, detectou-se a presença de fungos, ácaros, insetos e *Salmonella* sp. em níveis elevados (Tabela 43).

Tabela 43. Determinação dos índices de contaminações microbiológicas dos produtos coletados no chão de fábrica durante as etapas de processamento

Produtos	Teor água (% b.u.)	Insetos (n ^o .)	Ácaros (n ^o .)	Fungos (UFC.g ⁻¹)	<i>Salmonella</i> sp. (UFC.g ⁻¹)
Milho	17,7	16	15	6,8x10 ⁴	1,2x10 ²
Farelos vegetais	18,5	12	12	7,4x10 ⁴	4,3x10 ²
Farinhas animais	17,4	7	8	5,3x10 ³	5,7x10 ³
Microingredientes	16,2	6	6	4,6x10 ²	3,9x10 ²
Rações	16,8	8	10	4,8x10 ⁴	3,6x10 ²

Os altos teores de água observados na Tabela 43 justificam a presença das contaminações microbiológicas nas amostras analisadas. Nestas condições, os produtos passam a serem susceptíveis ao desenvolvimento de microorganismos, destacando-se das espécies *Penicillium chrysogenum*, *Aspergillus flavus* e *Rhizopus chizopodiformis*. Em conseqüências ao desenvolvimento microbiológico, a produção de micotoxinas e a presença de bactérias das espécies *Salmonella* estão entre os principais problemas para os animais. Segundo a Food and Drug Administration (FDA), em um levantamento publicado no ano de 2003, os custos anuais em função das micotoxinas chegaram a US\$ 932 milhões.

A partir dos dados levantados e das discussões geradas, pode-se afirmar que o não conhecimento das perdas de produtos na pós-colheita para a maioria das indústrias do ramo do agronegócio é sem dúvida uma preocupação, do ponto de vista econômico e social. Para o desenvolvimento de um setor econômico é importante reduzir os erros que comprometem a qualidade dos produtos ao máximo.

4.2 Segunda etapa do experimento

4.2.1 Distribuição de aflatoxinas e fumonisinas totais em frações de milho

Nas Tabelas 44 e 45, verificou-se os níveis de contaminações microbiológicas e de micotoxinas nas diferentes frações de milho.

Tabela 44. Análises do teor de água e massa específica das frações de milho, obtidos pela separação física (tamanho e massa específica) dos grãos

Separações	Análises Físicas	
	Massa Específica (g.cm ⁻³)	Teores de água (%)
Amostra Inicial de Milho	1,2479 C	11,78 A
Maior, Alta Massa Específica	14295 D	11,71 A
Maior, Baixa Massa Específica	1,5027 D	11,78 A
Médio, Alta Massa Específica	1,4193 D	11,91 A
Médio, Baixa Massa Específica	1,2740 C	11,36 A
Menor, Alta Massa Específica	1,2057 C	11,74 A
Menor, Baixa Massa Específica	0,8805 B	11,52 A
Alta Granulometria	0,8112 B	11,07 A
Baixa Granulometria	0,7449 B	10,52 A
Poeira, Baixa Granulometria	0,1158 A	10,46 A

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na coluna não tem diferença significativa a 5% de probabilidade.

A massa específica (g.cm⁻³) das frações foi significativamente diferente. Os teores de água (%) determinados, entre as frações, não diferiram a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey, apesar dos resultados das análises de fungos, e principalmente de micotoxinas terem diferenças significativas. Segundo Scott (1993), isto poderia ser explicado, quando há formação de colônias de fungos e produção de micotoxinas no produto, em estágios anteriores a secagem, com possíveis teores e atividade de água acima de 12% b.u. e 0,65, respectivamente. Pode-se afirmar, que embora a secagem consiga reduzir os teores de água no produto, as micotoxinas formadas anteriormente a pós-colheita continuariam presentes, sendo esses os possíveis motivos pela identificação dos níveis de contaminação observados na Tabela 44 e 45.

Tabela 45. Distribuição de *Fusarium* sp., *Aspergillus* sp., aflatoxinas e fumonisinas nas diferentes frações de milho obtidos pela separação física (tamanho e massa específica) dos grãos

Separações	Microbiológicas		Micotoxinas	
	<i>Fusarium</i> sp. (UFC).g ⁻¹	<i>Aspergillus</i> sp. (UFC).g ⁻¹	AFLA ^a total (ppb)	F ^b total (ppm)
Amostra Inicial de Milho	31,33 A	65,67 B	71,3 C	4,2 D
Maior, Alta Massa Específica	27,33 A	25,33 A	18,0 A	0,5 A
Maior, Baixa Massa Específica	31,67 A	59,00 B	29,8 B	0,7 A
Médio, Alta Massa Específica	46,67 B	86,33 C	96,3 D	1,3 B
Médio, Baixa Massa Específica	59,00 B	120,00 D	78,8 C	2,6 C
Menor, Alta Massa Específica	57,33 B	236,33 F	85,0 C	2,9 C
Menor, Baixa Massa Específica	139,67 C	171,33 E	98,5 D	9,5 E
Alta Granulometria	131,45 C	177,35 E	160,3 E	9,4. E
Baixa Granulometria	135,00 C	163,33 E	159,3 E	9,1 E
Poeira, Baixa Granulometria	128,67 C	171,00 E	166,0 E	12,6 F

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na coluna não tem diferença significativa a 5% de probabilidade. ^aAflatoxina, ^bFumonisina.

Observaram-se que os resultados pela contagem de colônias da espécie *Aspergillus* (UFC.g⁻¹ de produto) foram significativamente diferentes, entre os processos de separação por tamanho e pela massa específica. Por outro lado, os índices de contaminação pela espécie *Fusarium*, apenas foi diferente significativamente nos grãos de milho separados por tamanho (maior, médio e menor). Resultados semelhantes foram obtidos por Miller (1995), Katta et al. (1997) e Bohra e Purohit (2003), em um trabalho realizado em uma unidade de recebimento de milho. Os autores verificaram que houve infecção de *Fusarium* sp. entre 10% a 28% nas amostras avaliadas, sendo que, as frações finas do milho foram as mais infectadas, com até 6,4x10⁴ (UFC.g⁻¹), enquanto que, as frações maiores, como os grãos de milho inteiros, não foi observado infecção por fungos.

Os níveis de aflatoxinas e fumonisinas, observados na Tabela 45, foram comparativamente o inverso na análise pela massa específica das frações do milho. As partículas grossas, finas e a poeira que compunha a massa de grãos de milho representaram 54% da contaminação, em 1% do total do lote avaliado. Em contrapartida, os grãos de milho separados por tamanho das partículas representaram 45% da contaminação por aflatoxina em um total de 98% do lote. Não diferente foram observados para os níveis de concentrações de fumonisinas, quando 63% de contaminação foram oriundos das partículas grossas e finas do milho.

Por outro lado, constatou-se que 36% dos grãos da massa de milho, separados pelo tamanho foram contaminados por fumonisinas. Comparando-se estes resultados, com dados citados em literatura, observou-se níveis de concentrações de fumonisinas variando de 0,1 $\mu\text{g.g}^{-1}$ em partículas grossas, para 1,1 $\mu\text{g.g}^{-1}$ em partículas finas (HOUSE et al., 2003 e FANDOHAN et al., 2005). Os mesmos autores em um novo estudo fizeram à separação dos grãos de milho de um lote, em cinco diferentes tamanhos e observaram que os maiores índices de contaminação por fungos da espécie *Fusarium* e concentrações de fumonisinas localizavam-se no pericarpo dos grãos, em gérmen de milho, partículas finas e na poeira da massa de grãos. Na Tabela 46, estão os resultados dos níveis de contaminações obtidas pela separação física do milho e analisados diretamente pela massa específica das frações.

Tabela 46. Distribuição de *Fusarium* sp., *Aspergillus* sp., aflatoxinas e fumonisinas pela diferença de massa específica das frações de milho, obtidos do processo de separação física

Massa específica (g.cm ⁻³)	Frações (%)	<i>Fusarium</i> sp. (%)	<i>Aspergillus</i> sp. (%)	Aflatoxinas (%)	Fumonisinias (%)
1,4193 – 1,4295	83,44 D	13,97 A	14,10 A	16,15 A	5,14 A
0,8805 – 1,4193	14,06 C	15,37 A	29,45 B	18,36 A	11,32 B
0,7449 – 0,8805	2,27 B	53,66 B	42,31 C	46,87 B	57,61 D
0,1158 – 0,7449	0,19 A	17,00 A	14,14 A	18,70 A	25,93 C

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na coluna não tem diferença significativa a 5% de probabilidade.

A fração de milho, com massa específica entre de 1,4193 a 1,4295 (g.cm⁻³) representaram 83% do lote total, e também os menores índices de contaminação. Ao contrário foram verificados para a massa específica entre 0,1158 a 0,7449 (g.cm⁻³). Estes resultados observados assemelham-se com Balzer et al. (2004), que verificou dez vezes mais índices de contaminações por aflatoxina em grãos de milho de baixa massa específica, principalmente em função da alta porcentagem de grãos com defeitos.

Entre a massa específica de 0,7449 a 0,8805 g.cm⁻³ foram observados os resultados mais significativos de contaminação, cerca de 2% da amostra total. A eliminação de grãos danificados e contaminados pela massa específica tem sido estudada há algum tempo em outros produtos, como o caso de Jackson et al. (1999), quando avaliaram um baixo índice de contaminação de micotoxinas em grãos de trigo de alta massa específica.

Na Tabela 47, compararam-se a distribuição microbiológica e de micotoxinas, por cada método de separação utilizado no experimento (cilindro, mesa de gravidade, peneira manual e aspiração). Na separação por cilindro, observaram-se as maiores diferenças (Tabela 47), ocorrendo o mesmo com o método de separação pela massa específica, nas análises de *Fusarium* sp. e fumonisinas. Para as análises de *Aspergillus* sp. e aflatoxinas os resultados não foram significativamente diferentes, o mesmo ocorreu nas partículas separadas pelo sistema de aspiração.

Tabela 47. Distribuição de *Fusarium* sp., *Aspergillus* sp., aflatoxinas e fumonisinas em cada etapa da separação física do milho

Separações	Frações (%)	<i>Fusarium</i> sp. (%)	<i>Aspergillus</i> sp. (%)	Aflatoxinas (%)	Fumonisinias (%)
Por cilindro	100	100	100	100	100
Grãos maiores	68,08 C	16,31 A	12,02 A	11,76 A	6,85 A
Grãos médios	26,13 B	29,21 B	29,42 B	43,08 B	22,28 B
Grãos menores	5,78 A	54,47 C	58,12 C	45,15 B	70,85 C
Por gravidade	100	100	100	100	100
Alta ¹	70,15 B	36,31 A	49,62 A	49,04 A	26,86 A
Baixa ²	29,85 A	63,69 B	50,38 A	50,96 A	73,14 B
Por peneira	100	100	100	100	100
Grãos sobre	64,98 B	49,33 A	52,05 A	50,15 A	50,81 A
Grãos através	35,02 A	50,66 A	47,95 A	49,85 A	49,19 A
Por aspiração	100	100	100	100	100
Material pesado	62,01 B	51,20 A	48,84 A	48,97 A	41,93 A
Material leve	37,91 A	48,80 A	51,16 A	51,03 A	58,07 A

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na coluna não tem diferença significativa a 5% de probabilidade. ¹Ponto mais alto da mesa de gravidade; ²Ponto mais baixo da mesa de gravidade.

Nos resultados da Tabela 48, comparando-se, exclusivamente a eficiência entre os métodos de separação utilizados, observou-se que a separação por tamanho de grãos (cilindro) e por massa específica (mesa de gravidade) foram às menos eficientes na redução dos níveis de contaminação (98% da massa de grãos). Ao contrário ocorreram para os métodos de separação por peneira e aspiração.

Tabela 48. Avaliação da eficiência dos métodos utilizados para a separação física do milho na redução dos índices de contaminação por fungos das espécies *Fusarium*, *Aspergillus* e de micotoxinas (aflatoxinas e fumonisinas)

Tipos de separações	Frações (%)	<i>Fusarium</i> sp. (%)	<i>Aspergillus</i> sp. (%)	Aflatoxinas (%)	Fumonisinias (%)
Cilindros/gravidade	98,92 B	40,55 B	50,96 B	38,65 B	30,32 A
Peneiras	0,89 A	29,89 A	25,75 A	30,40 A	32,06 A
Aspiração	0,51 A	29,56 A	23,70 A	30,95 A	37,62 B

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na coluna não tem diferença significativa a 5% de probabilidade.

4.2.2 Reduções dos níveis de aflatoxinas e fumonisinas durante o processamento de rações para aves

Na Tabela 49 são observadas as condições iniciais de contaminação microbiológica e de micotoxinas, nos lotes de milho recebidos pela indústria de fabricação de ração e da porção contaminada naturalmente, obtida para mistura e formulação da ração, em níveis diferentes de contaminação.

Tabela 49. Distribuição de *Fusarium* sp., *Aspergillus* sp., aflatoxinas e fumonisinas nos lotes de milho em condição normal de uso na fábrica de ração e contaminado

Milho	Análises Físicas		Análises Microbiológicas		Análises Micotoxinas	
	M ^a (g.cm ⁻³)	Teor água (%)	<i>Fusarium</i> (UFC).g ⁻¹	<i>Aspergillus</i> (UFC).g ⁻¹	Afla ^b (ppb)	F ^c (ppm)
Normal	1,4678 B	11,6 A	4,0 A	8,0 A	29,8 A	0,7 A
^d Contam.	1,2479 A	11,8 A	31,3 B	65,7 B	71,3 B	4,2 B

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na coluna não tem diferença significativa a 5% de probabilidade. ^aMassa específica, ^bAflatoxinas, ^cFumonisinias, ^dContaminado.

Na contagem de colônias de fungos das espécies *Fusarium* e *Aspergillus* foram observados que os grãos de milho contaminados naturalmente estavam 8,3 e 8,2 vezes mais contaminados que os grãos de milho de lote normal, respectivamente. Por outro lado, obsevou-se 2,39 e 6 vezes mais contaminação quanto aos índices de aflatoxinas e fumonisinas, respectivamente, nos grãos de milho contaminado naturalmente do que nos lotes de grãos recebidos para uso na fábrica de ração.

Nas Tabelas 50, 51, 52, 53, 54 e 55 foram comparados os resultados da redução de contaminação, para as rações formuladas com baixos e altos percentuais de milho contaminado, durante as etapas de processamento da ração, usando 30, 45 e 60 segundos de exposição das rações, a temperatura de 82 °C na peletização.

Tabela 50. Contaminação microbiológica durante as etapas de processamento das rações e os efeitos do uso de temperatura de 82 °C em um tempo de 30 segundos na etapa de peletização para redução do nível de contaminação

Tipo processamento	Teor de água (%)		<i>Fusarium</i> sp. (UFC).g ⁻¹		<i>Aspergillus</i> sp. (UFC).g ⁻¹	
	Baixo ^a	Alto ^a	Baixo ^a	Alto ^a	Baixo ^a	Alto ^a
^b Mist. milho	12,9 Ba	11,7 Ba	38,7 Ca	65,3 Cb	22,3 Ba	76,0 Bb
^c Mist. subpr.	10,8 Aa	10,6 Aa	27,7 Ba	55,0 Bb	24,7 Ba	75,0 Bb
^d Exp. ração 82°C	15,5 Da	14,6 Ca	0,0 Aa	0,0 Aa	0,0 Aa	0,0 Aa
Ração peletizada	14,3 Cb	12,4 Ba	0,0 Aa	0,0 Aa	0,0 Aa	0,0 Aa

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na coluna e letra minúscula na linha, não tem diferença significativa a 5% de probabilidade. ^aNível de contaminação. ^bMistura de lotes de milho em condições normais com diferentes níveis contaminações. ^cMistura de subprodutos e milho. ^dExposição da ração formulada a temperatura de 82 °C.

Tabela 51. Contaminação de micotoxinas durante as etapas de processamento das rações e os efeitos do uso de temperatura de 82 °C em um tempo de 30 segundos na etapa de peletização para redução do nível de contaminação

Tipo processamento	Aflatoxina total (ppb)		Fumonisina total (ppm)	
	Baixo ^a	Alto ^a	Baixo ^a	Alto ^a
^b Mist. milho	10,5 Aa	112,6 Cb	0,4 Aa	1,7 Ab
^c Mist. subpr.	9,2 Aa	86,3 Bb	0,7 Aa	2,2 Ab
^d Exp. ração 82°C	20,5 Ba	140,0 Db	6,1 Ca	14,8 Cb
Ração peletizada	8,3 Aa	58,8 Ab	2,8 Ba	6,5 Bb

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na coluna e letra minúscula na linha, não tem diferença significativa a 5% de probabilidade. ^aNível de contaminação. ^bMistura de lotes de milho em condições normais com diferentes níveis contaminações. ^cMistura de subprodutos e milho. ^dExposição da ração formulada a temperatura de 82 °C.

Tabela 52. Contaminação microbiológica durante as etapas de processamento das rações e os efeitos do uso de temperatura de 82 °C em um tempo de 45 segundos na etapa de peletização para redução do nível de contaminação

Tipo processamento	Teor de água (%)		<i>Fusarium</i> sp. (UFC).g ⁻¹		<i>Aspergillus</i> sp. (UFC).g ⁻¹	
	Baixo ^a	Alto ^a	Baixo ^a	Alto ^a	Baixo ^a	Alto ^a
^b Mist. milho	12,9 Bb	11,7 Ba	38,7 Ca	65,3 Cb	22,3 Ba	76,0 Bb
^c Mist. subpr.	10,8 Aa	10,6 Aa	27,7 Ba	55,0 Bb	24,7 Ba	75,0 Bb
^d Exp. ração 82°C	15,1 Ca	14,5 Ca	0,0 Aa	0,0 Aa	0,0 Aa	0,0 Aa
Ração peletizada	12,9 Ba	12,7 Ba	0,0 Aa	0,0 Aa	0,0 Aa	0,0 Aa

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na coluna e letra minúscula na linha, não tem diferença significativa a 5% de probabilidade. ^aNível de contaminação. ^bMistura de lotes de milho em condições normais com diferentes níveis contaminações. ^cMistura de subprodutos e milho. ^dExposição da ração formulada a temperatura de 82 °C.

Tabela 53. Contaminação de micotoxinas durante as etapas de processamento das rações e os efeitos do uso de temperatura de 82 °C em um tempo de 45 segundos na etapa de peletização para redução do nível de contaminação

Tipo processamento	Aflatoxina total (ppb)		Fumonisina total (ppm)	
	Baixo ^a	Alto ^a	Baixo ^a	Alto ^a
^b Mist. milho	10,5 Aa	112,6 Cb	0,4 Aa	1,7 Ab
^c Mist. subpr.	9,2 Aa	86,3 Bb	0,7 Aa	2,2 Ab
^d Exp. ração 82°C	18,3 Ba	151,7 Db	5,3 Ca	14,5 Bb
Ração peletizada	8,5 Aa	49,5 Ab	2,6 Ba	2,5 Aa

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na coluna e letra minúscula na linha, não tem diferença significativa a 5% de probabilidade. ^aNível de contaminação. ^bMistura de lotes de milho em condições normais com diferentes níveis contaminações. ^cMistura de subprodutos e milho. ^dExposição da ração formulada a temperatura de 82 °C.

Tabela 54. Contaminação microbiológica durante as etapas de processamento das rações e os efeitos do uso de temperatura de 82 °C em um tempo de 60 segundos na etapa de peletização para redução do nível de contaminação

Tipo processamento	Teor de água (%)		<i>Fusarium</i> sp. (UFC).g ⁻¹		<i>Aspergillus</i> sp. (UFC).g ⁻¹	
	Baixo ^a	Alto ^a	Baixo ^a	Alto ^a	Baixo ^a	Alto ^a
^b Mist. milho	12,9 Bb	11,7 Ba	38,7 Ca	65,3 Cb	22,3 Ba	76,0 Bb
^c Mist. subpr.	10,8 Aa	10,6 Aa	27,7 Ba	55,0 Bb	24,7 Ba	75,0 Bb
^d Exp. ração 82°C	15,6 Ca	16,1 Da	0,0 Aa	0,0 Aa	0,0 Aa	0,0 Aa
Ração peletizada	12,9 Ba	12,7 Ca	0,0 Aa	0,0 Aa	0,0 Aa	0,0 Aa

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na coluna e letra minúscula na linha, não tem diferença significativa a 5% de probabilidade. ^aNível de contaminação. ^bMistura de lotes de milho em condições normais com diferentes níveis contaminações. ^cMistura de subprodutos e milho. ^dExposição da ração formulada a temperatura de 82 °C.

Tabela 55. Contaminação de micotoxinas durante as etapas de processamento das rações e os efeitos do uso de temperatura de 82 °C em um tempo de 60 segundos na etapa de peletização para redução do nível de contaminação

Tipo processamento	Aflatoxina total (ppb)		Fumonisina total (ppm)	
	Baixo ^a	Alto ^a	Baixo ^a	Alto ^a
^b Mist. milho	10,5 Ca	112,6 Db	0,4 Aa	1,7 Bb
^c Mist. subpr.	9,2 Ca	86,3 Cb	0,7 Aa	2,2 Bb
^d Exp. ração 82°C	4,5 Ba	5,5 Ba	0,0 Aa	0,4 Aa
Ração peletizada	2,3 Aa	2,5 Aa	0,0 Aa	0,3 Aa

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na coluna e letra minúscula na linha, não tem diferença significativa a 5% de probabilidade. ^aNível de contaminação. ^bMistura de lotes de milho em condições normais com diferentes níveis contaminações. ^cMistura de subprodutos e milho. ^dExposição da ração formulada a temperatura de 82 °C.

Entre os tratamentos analisados, os teores de água não tiveram diferença significativa a 5% de probabilidade para o teste de Tukey, entretanto, entre os diferentes tipos de processamentos foram observados teores de água mais altos na etapa de peletização da ração, quando ocorreu a mistura de vapor e umedecimento dos ingredientes. No estudo realizado, pode-se observar que houve diferença

significativa entre os tratamentos (baixo e alto índices de contaminação), em relação à avaliação microbiológica (*Aspergillus* sp. e *Fusarium* sp.) nas etapas de mistura do milho e de subprodutos, sendo que neste último, os índices de contaminação microbiológica diminuíram, consideravelmente, após a mistura.

De fato, a presença de fungos em rações, em fase de processamento ou processadas já foi verificada em outros estudos. Moreno e Fernandez (1986) avaliaram a infecção por fungos rações fareladas comerciais e os resultados obtidos foram comparativos com os apresentados neste trabalho. Acrescentando a está informação, Magnolia et al. (2004) relataram que os maiores índices de infecção por fungos em rações já publicados foram de $1,2 \times 10^6$ em um estudo realizado por Tabib et al. (1983).

Analisando-se os níveis de aflatoxinas nos tratamentos de 30 e 45 segundos (Tabelas 50, 51, 52 e 53), observou-se que houve reduções das contaminações de 23% do início do processamento das rações, para 47% na ração final, enquanto para os níveis de fumonisinas, as reduções foram de 85%.

Nas etapas antecedentes a peletização da ração, os níveis de aflatoxinas e fumonisinas aumentaram, em relação às condições iniciais, voltando a diminuir após a etapa de peletização e resfriamento da ração. Entre os tratamentos (alto e baixo nível de contaminação) ocorreram diferenças significativas, quando as rações formuladas em níveis mais altos de contaminação prevaleceram com pior qualidade, em todas as etapas da produção. Em exceção, os níveis de fumonisinas mantiveram-se iguais, entre os tratamentos de alta e baixa contaminação com 45 segundos de exposição da ração a temperatura de 82 °C.

Avaliando-se os índices de contaminações por aflatoxinas e fumonisinas, Magnolia et al. (2004) observaram em condições normais de trabalho, 0,8 ppb de aflatoxinas e 15 ppm de fumonisinas presentes na ração final, enquanto isto, Fraga (2007), verificou que 100% das amostras das rações finais estavam contaminadas com níveis de 65,3 ppb de aflatoxinas.

Comparando-se os resultados deste trabalho com os citados, foi possível observar disparidade entre os níveis de contaminações das rações, no entanto, pode-se considerar que o controle na fase de processamento, como por exemplo, na peletização, consegue-se reduzir o nível de contaminação na fase final da ração. Isto podem ser claramente observados nos resultados com o tratamento de 60 segundos (Tabelas 54 e 55). Verificaram-se nesta condição de monitoramento,

comportamentos semelhantes com os tratamentos anteriores, quanto à redução dos índices de contaminação, durante as etapas de processamento, porém, em níveis mais baixos. Para aflatoxinas houve uma redução da contaminação da ração final formulada, tanto para baixo e alto índice de contaminação, de 97% e 78%, respectivamente. Enquanto para as fumonisinas, as reduções de contaminação chegaram a 100% e 97% para os tratamentos de baixo e alto nível inicial de contaminação.

Em relação à contaminação microbiológica por fungos das espécies *Aspergillus* e *Fusarium*, observou-se após a mistura dos produtos na fábrica de ração e exposição à temperatura de peletização, redução de 100% nas amostras verificadas. Estes resultados reforçam a idéia de que a produção das micotoxinas nos produtos ocorreu ainda nas etapas de armazenamento das matérias-primas. Nas Tabelas 56 e 57 foram comparados os tempos de 30, 45 e 60 segundos de exposição da ração a temperatura de 82 °C no processo de peletização, para os tratamentos com altos e baixos níveis de contaminações.

Tabela 56. Comparação entre os diferentes tempos (30, 45 e 60 segundos) de exposição da ração a temperatura de 82 °C, antes da etapa de peletização, avaliando a redução do nível de contaminação microbiológica

Tempo de exposição da Ração	Teor de água (%)		<i>Fusarium</i> sp. (UFC).g ⁻¹		<i>Aspergillus</i> sp. (UFC).g ⁻¹	
	Baixo ^a	Alto ^a	Baixo ^a	Alto ^a	Baixo ^a	Alto ^a
30 segundos	15,5 Aa	14,6 Aa	0,0 Aa	0,0 Aa	0,0 Aa	0,0 Aa
45 segundos	15,1 Aa	14,5 Aa	0,0 Aa	0,0 Aa	0,0 Aa	0,0 Aa
60 segundos	15,6 Aa	16,1 Aa	0,0 Aa	0,0 Aa	0,0 Aa	0,0 Aa

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na coluna e letra minúscula na linha, não tem diferença significativa a 5% de probabilidade. ^aNível de contaminação.

Na avaliação microbiológica, os resultados observados são estatisticamente semelhantes, independente do tempo analisado (Tabela 56). Nas micotoxinas (Tabela 57) foi possível observar reduções dos índices de contaminações no tempo de 60 segundos de exposição da ração, não diferindo entre os tratamentos de baixos e altos níveis de contaminação nas rações. Rosa (2002), avaliando reduções micotoxinas na peletização da ração, observou resultados significativos, porém contrariando os resultados deste trabalho, ele observou que a alta contaminação inicial do milho influenciou nos níveis de contaminações finais da ração, embora ainda os resultados

fossem favoráveis de acordo com os limites de micotoxinas em rações estabelecidos pela FAO (2004).

Tabela 57. Comparação entre os diferentes tempos (30, 45 e 60 segundos) de exposição da ração a temperatura de 82 °C, antes da etapa de peletização, avaliando a redução do nível de contaminação de micotoxina

Tempo de exposição da ração	Aflatoxina total (ppb)		Fumonisina total (ppm)	
	Baixo ^a	Alto ^a	Baixo ^a	Alto ^a
30 segundos	20,5 Ba	140,0 Bb	6,1 Ba	14,8 Bb
45 segundos	18,3 Ba	151,7 Bb	5,3 Ba	14,5 Bb
60 segundos	4,5 Aa	5,5 Aa	0,0 Aa	0,4 Aa

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na coluna e letra minúscula na linha, não tem diferença significativa a 5% de probabilidade. ^aNível de contaminação.

Nas Tabelas 58 e 59, observam-se os resultados dos níveis de contaminação microbiológica e micotoxinas após a peletização e resfriamento das rações, para os diferentes tempos de exposição dos produtos a temperatura de 82 °C.

Tabela 58. Comparação entre os diferentes tempos (30, 45 e 60 segundos) de exposição da ração a temperatura de 82 °C, após a etapa de peletização, avaliando a redução do nível de contaminação microbiológica

Tempo de exposição da ração	Teor de água (%)		<i>Fusarium</i> sp. (UFC).g ⁻¹		<i>Aspergillus</i> sp. (UFC).g ⁻¹	
	Baixo ^a	Alto ^a	Baixo ^a	Alto ^a	Baixo ^a	Alto ^a
Peletizada (30 seg.)	14,3 Bb	12,4 Aa	0,0 Aa	0,0 Aa	0,0 Aa	0,0 Aa
Peletizada (45 seg.)	12,9 Aa	12,7 Aa	0,0 Aa	0,0 Aa	0,0 Aa	0,0 Aa
Peletizada (60 seg.)	12,9 Aa	12,7 Aa	0,0 Aa	0,0 Aa	0,0 Aa	0,0 Aa

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na coluna e letra minúscula na linha, não tem diferença significativa a 5% de probabilidade. ^aNível de contaminação.

Tabela 59. Comparação entre os diferentes tempos (30, 45 e 60 segundos) de exposição da ração a temperatura de 82 °C, após a etapa de peletização, avaliando a redução do nível de contaminação de micotoxina

Tempo de exposição da ração	Aflatoxina total (ppb)		Fumonisina total (ppm)	
	Baixo ^a	Alto ^a	Baixo ^a	Alto ^a
Peletizada (30 seg.)	8,3 Ba	58,8 Bb	2,8 Ba	6,5 Bb
Peletizada (45 seg.)	8,5 Ba	49,5 Bb	2,6 Ba	2,5 Ba
Peletizada (60 seg.)	2,3 Aa	2,5 Aa	0,0 Aa	0,3 Aa

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na coluna e letra minúscula na linha, não tem diferença significativa a 5% de probabilidade. ^aNível de contaminação.

Para ambos os tratamentos, reduções significativas na contaminação foram observadas com o tempo de 60 segundos, não havendo diferenças significativas entre os tratamentos de baixos e altos níveis de contaminações. Assim, pode-se afirmar

que apesar dos resultados serem favoráveis para a eliminação de aflatoxinas e fumonisinas, usando 60 segundos e 82 °C na peletização precisa-se ainda avaliar os efeitos da qualidade nutricional das rações, nas mesmas condições. Por outro lado, o estudo realizado possibilita maiores discussões em trabalhos futuros, sobre o controle de micotoxinas, dentro do processo de fabricação da ração, relacionando tempo, temperatura, níveis iniciais de contaminações das matérias-primas e qualidade do produto final.

5.0 CONCLUSÕES

Com base nos resultados experimentais e nas condições operacionais em que foram conduzidos os experimentos é possível concluir que:

a) Experimento I (Brasil)

1. A fábrica de ração avaliada não atende em completo o manual das Boas Práticas de Fabricação de Ração, quanto aos aspectos estruturais e de produção, enquanto que, o sistema de gestão da qualidade não atende às normas internacionais da ISO 9000:2000. As instalações da fábrica de ração estão em processo de melhorias;

2. O milho produzido nas diferentes mesorregiões do estado de Minas Gerais possui características físicas que permitem a sua utilização para a fabricação de ração para a produção de aves;

3. As características físico-químicas dos ingredientes utilizados para a fabricação de ração para aves atendem ao prescrito no Manual de Boas Práticas de Fabricação. Entretanto, as características microbiológicas destes ingredientes, se não melhoradas podem causar contaminação ao produto final e, conseqüentemente, possíveis doenças aos animais e redução de produtividade;

4. A contaminação biológica e microbiológica nos ambientes externos, na recepção, movimentação e armazenagem dos produtos foi considerada como pontos críticos na linha de fabricação da ração;

5. O não atendimento da manutenção preventiva e corretiva resulta no desperdício de matéria prima e de ração pronta, aumentando o custo de produção e os riscos de contaminações microbiológicas, diminuindo a qualidade dos demais lotes quando mal administrados.

b) Experimento II (Estados Unidos)

1. O controle de algumas etapas de processamento do milho e das rações favoreceu a redução dos índices de contaminação de fungos e micotoxinas na ração final. O sistema de separação física do milho (tamanho e massa específica dos grãos) foi eficiente na redução dos níveis de contaminação de aflatoxinas e fumonosinas, em mais de 90% da massa total. As etapas de industrialização da ração influenciaram positivamente na distribuição dos níveis aflatoxinas e fumonosinas. O tempo condicional de 60 segundos exposto a temperatura de 82 °C na peletização da ração

reduziu em aproximadamente 97% dos níveis de contaminações, independente das condições iniciais dos produtos.

6.0 SUGESTÕES PARA FUTUROS TRABALHOS

Em busca de mais informações e soluções sobre as perdas físicas de produtos em fábricas de rações, sugere-se para futuros trabalhos, um acompanhamento de todo o sistema produtivo, ou seja, desde a colheita dos grãos, passando pelo transporte, armazenamento, produção da ração e estendendo-se as granjas de produção de aves. Sugere-se também uma descrição mais detalhada das contaminações observadas nas perdas de produtos e a influência dessas contaminações nos lotes finais, como também uma avaliação individual dos efeitos dos produtos contaminados diretamente nos animais. Além da avicultura, trabalhos semelhantes poderiam ser desenvolvidos em outras áreas dos setores do agronegócio.

7.0 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AAFCO-ASSOCIATION OF AMERICAN FEED CONTROL OFFICIAL. **Official Publication 2003**, Association of American Feed Control Official, 2003.

ABARCA, M. L.; BRAGULAT, M. R.; CASTELLA, G.; CABANES, F. J. Mycoflora and aflatoxin-producing strains in animal mixed feeds. **J. Food Prot.** v.57, p.256-258, 1994.

AFS-Applied Foodservice Sanitation, 4^o ed. **National Restaurant Association**, 1992.

ALBINO, L. F. T. **Sistemas de avaliação nutricional de alimentos e suas aplicações na formulação de rações para frangos de corte**. Tese de doutorado. Universidade Federal de Viçosa, Viçosa - Minas Gerais, 1991, 141p.

ANDRIGUETTO, J. M.; PERLY, L.; MINARDI, I. As bases e os fundamentos da nutrição animal. **Nutrição Animal**, v.1, n^o.4, 395p, 1990.

ARORA, D. K.; MUKEERJI, K. G.; MARTH, G. H. Handlook of Applied Mycology - **Foods and Fedds**. v. 3, Editora Marcel Dekker, Inc., New York, USA, 1991, 621p.

AOAC-ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemists**. 15 ed. Washington, 1990.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemists**. 17. ed. Gaithersburg, Maryland: AOAC, 2000, v.2. cap. 30, met. 968.11, p. 4.

ATHAYDE, A. Sistemas GMP e HACCP garantem produção de alimentos inócuos. **Revista Engenharia de Alimentos**, São Paulo, v.23, p.13-17, 1999.

AVILA, V. S. de; ROSA, P. S.; GUIDONI, A. L.; ROLL, V. F. B.; BRUM, P. R. Desempenho de frangos de corte machos criados no verão até 46 dias de idade, com rações de formas físicas diferente. In: CONFERÊNCIA APINCO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLAS, 1995, **Anais....** Campinas, SP, 1995, p.213-217.

BACK, A.; BELTRÃO N.; LEÃO J., Monitoria e controle de salmonela: Aspectos práticos. In: VII SIMPÓSIO BRASIL SUL DE AVICULTURA, 2006, **Anais....** Chapecó, SC, 2006, p. 95-103.

BAKKER-ARKENA, F. W. **Grains and grain quality**. In: BAKKER – ARKEMA, F. W.; DEBAERDEMAEKE, J.; AMIRANTE, P.; RUIZ – ALTISENT, M.; STUDEMAM, C. J. CIGR Handlook of Agricultural Engineering. Agro-Processing Engineering. v.4, ASAE, USA, 1999, 527p.

BALZER, A.; TARDIEU, D.; BAILLY, J. D.; GUERRE, P. The trichothecenes: the nature of toxins, natural occurrence in foods and feeds and ways of combating their occurrence. **Rev. Med. Vet.**, v.155, p.299-314, 2004.

BARBI, J. H. T. & LÚCIO, C. G. Qualidade e digestibilidade de gorduras e óleos na alimentação de aves. In: XI CONGRESO DE LA AMENA Y I DEL CLANA, 2003, **Anais...** México, 2003, p.159-177.

BARTOV, I & BARZUR, C. Comparative effects of Antifungal compounds on the nutritional value of diets containing moldy corn for broiler chicks. **Poult. Sci.**, v.64, p.1236-1238, 1995.

BHATNAGAR, D.; PAYNE, G. A.; CLEVELAND, T. E.; ROBENS, J. F. **Mycotoxins: current issues in USA**. In: BARUG, D.; EGMOND, H. V.; LOPEZ-GARCIA, R.; OSENBRUGGEN, T. V.; VISCONTI, A. (Eds.), Meeting the Mycotoxin Menace, Wageningen Academic Publishers, 2004, p.17-47.

BEAUGRAND, J.; CRÔNIER, D.; DEBEIRE, P. Arabinoxylan and hydroxycinnamate content of wheat bran in relation to endoxylanase susceptibility. **Journal of Cereal Science**, v.40, p.223-230, 2004.

BEDFORD, M. R.; PARTRIDGE, G. G. **Enzymes in farm animal nutrition**. Marlborough: CABI Publishing/Finnfeeds International, 2001, 432p.

BELLAVER, C. In vitro solubility of meat and bone meal protein with different pepsin concentrations. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.30, n.3, p.489-492, 2000a.

BENNET, J. W.; KLICH, M. Mycotoxins. **Clin. Microbiol Rev.**, v.16, p.497-516, 2003.

BERGDOLL, M. S. Analytical methods for *Staphylococcus aureus*. **International Journal of Food Microbiology**, v.10, p.91-100, 1990.

BIAGI, J. D. Tecnologia de peletização de rações. In: III SIMPÓSIO DO COLÉGIO BRASILEIRO DE NUTRIÇÃO ANIMAL E II SEMINÁRIO SOBRE TECNOLOGIA DA PRODUÇÃO DE RAÇÕES, Campinas, 1990, **Anais...** Campinas, CBNA, 1990. p.37-59.

BOHRA, N. K.; PUROHIT, D. K. Fungal toxicity with special reference to mycotoxins. **J. Environ. Biol.**, v.24, p.213-221, 2003.

BRASIL. Portaria nº. 262 de 23 de novembro de 1983. Normas de qualidade para classificação e comercialização da soja em grãos. **Dário Oficial**, Brasília, 1º de janeiro, 1983.

BRASIL. Portaria nº. 268 de 22 de agosto de 1984. Normas de identidade, qualidade, apresentação e embalagem de sorgo. **Dário Oficial**, Brasília, 22 de agosto, 1984.

BRASIL. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. **Regras para Análise de Sementes**. Brasília, DF, 1992.

BRASIL. Portaria nº. 1428, de 26 de novembro de 1993. Estabelece a necessidade da melhoria da qualidade de vida decorrente da utilização de bens, serviços e ambientes oferecidos à população na área de alimentos. **Diário Oficial**, Brasília, nº.229, p.18415, 1993.

BRASIL. Portaria nº. 845 de 8 de novembro de 1976. Estabelecem as especificações para a padronização, classificação e comercialização interna do milho. **Dário Oficial**, Brasília, nº.787, p.19756, 1996.

BRASIL. Fundação Nacional de Saúde. **Manual técnico de análise de água para consumo humano**. Brasília: Funasa, 1999.

BROOKER, D. B.; BAKKER-ARKEMA, F. W.; HALL, C. H. **Drying and storage of grains and oilseeds**. Westport: AVI, 1992. 450p.

BUTOLO, J. E. **Qualidade de Ingredientes na Alimentação Animal**. Colégio Brasileiro de Alimentação Animal. Campinas, 430p, 2002.

CANTO, A. P. Porque e para que foi criado o GMP. **Revista Banas Qualidade**. São Paulo, p.88-89, 1998.

CAPDEVILA, J. Efectos de la granulación sobre la formulación de raciones en avicultura. **Sel. Avícola**, v.39, p.465-474, 1997.

CARTER, T. A. & SNEED, R. E. Drinking water quality for poultry. **Published by North Carolina Cooperative Extension Service**, p.30-36, 2004.

CHAVES, J. B. P. **Controle de qualidade para indústrias de alimentos: princípios gerais**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 1980, 356p.

CLARKE, J. H. & HILL, S. T. Mycofloras of moist barley during sealed storage in farm and laboratory silos. **Trans. Br. Mycol. Soc.** v.77, p.557-565, 1981.

COSTA, F. G. P.; SOUZA, H. C.; GOMES, C. A. V.; BARROS, R. L.; BRANDÃO, P. A.; NASCIMENTO, G. A. J.; SANTOS, A. W. R.; AMARANTE JUNIOR, V. S. Níveis de proteína bruta e energia metabolizável na produção de qualidade dos ovos de poedeira da linhagem Lohmann Brown, **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.28, n.6, p.1421-1427, 2004.

CRUMP, J. A.; GRIFFIN, P. M.; ANGULO, F. J. Bacterial contamination of animal feed and its relationship to human foodborne illness. **Clin. Infect. Dis.** v.35, p.859-865, 2002.

CUNNINGTON, A. M. Physical limits for complete development of the copra mite, *Tyrophagus putrescentiae* (Schrank) (Acarina, Acaridae). In: PROCEEDINGS OF THE 2ND INTERNATIONAL CONGRESS OF ACAROLOGY, 1969, **Anais....** Suttam, 1969, p.241-248.

DAVIES, P. R.; HURD, H. S.; FUNK, J. A.; FEDORKA-CRAY, P. J.; JONES, F. T. The role of contaminated feed in the epidemiology and control of *Salmonella enterica* in pork production. **Foodborne Pathogens**, p.202-215, 2004.

DESOUZART, O. Obstáculos não tarifários ao livre comércio na era da globalização, ou ter ou não ter, eis a questão. In: XXXV REUNIÃO ANUAL DA SBZ, 1998, **Anais...** Botucatu, SP, 1998, p.289-317.

DHINGRA, O. D. & SINCLAIR, J. B. **Basic plant pathology methods**. 2. ed. Boca Raton: CRC Press, 1995, 434p.

DILKIN, P.; MALLMANN, C. A.; SANTURIO, J. M.; HICKMANN, J. L. Classificação macroscópica, identificação da microbiota fúngica e produção de aflatoxinas em híbridos de milho. **Ciência Rural**, v.30, n.1, p.137-141, 2000.

DOWDY, A. K. & FIELDS, P. G. Heat combined with diatomaceous earth to control the confused flour beetle (Coleoptera: Tenebrionidae) in a flour mill. **Journal of Stored Products Research**, v.38, p.11-22, 2002.

EARLE, K. E.; KIENZLE, E.; OPITZ, B.; SMITH, P. M.; MASKELL, I. E. Fiber affects digestibility of organic matter and energy in pet foods. **Journal of Nutrition**, Bethesda, v.128, n.12, p.2798-2800, 1998.

ELIAS, M. C.; DIONELLO, R. G.; FORLIN, F. J.; OLIVEIRA, M.; GELAIN, J.; PETER, M. Z. Avaliação do uso de ácidos orgânicos na conservação de grãos de sorgo (*Sorghum bicolor* L. Moench) durante o armazenamento. **Semina: Ciências Agrárias**, v.29, n.1, p.35-46, 2008.

EL-KADY, I. A. & YOUSSEF, M. S. Survey of mycoflora and mycotoxins in Egyptian soybean seeds. **J. Basic Microbiol**, v.33, p.371-378, 1993.

FARONI, L. R. A.; ALENCAR, E. R. D; PAES, J. L.; COSTA, A. R.; ROMA, R. C. C. Armazenamento de soja em silos tipo bolsa. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.29, n.1, p.91-100, 2009.

FANDOHAN, P.; ZOUMENOU, D.; HOUNHOUIGAN, D. J.; MARASAS, W. F. O.; WINGFIELD, M. J.; HELL, K. Fate of aflatoxins and fumonisins during the processing of maize into food products in Benin. **Int. J. Food Microbiol.** v.98, p.249-259, 2005.

FAO-Food and Agricultural Organization. **Food Nutr.** p.81, 2004.

FERREIRA, D. F. Análises estatísticas por meio do Sisvar para Windows versão 4.0. In: Reunião Anual da Região Brasileira da Sociedade Internacional de Biometria, 2000, São Carlos. **Anais...** São Carlos: UFSCar, 2000, p.255-258.

FRAGA, M. E; CURVELLO, F.; GATTI, M. J.; CAVAGLIERI, L. R.; DALCERO, A. M.; ROSA, C. A. Potential aflatoxin and ochratoxin A production by *Aspergillus* species in poultry feed processing, **Veterinary Research Communications**, v.31, p.343-353, 2007.

- FRAZIER, W. C. & WESTHOFF, D. C. **Microbiología de los alimentos**. 4^o ed., Zaragoza: Acribia, 2000, 681p.
- HALLOY, D. J.; GUSTIN, P. G.; BOUHET, S.; OSWALD, I. P. Oral exposure to culture material extract containing fumonisins predisposes swine to the development of pneumonitis caused by *Pasteurella multocida*. **Toxicology**, v.2, p.34-44, 2005.
- HOUSE, J. D.; NYACHOTI, C. M.; ABRAMSON, D. Deoxynivalenol removal from barley intended as swine feed through the use of an abrasive pearling procedure. **J. Agric. Food Chem.** v.51, p.5172-5175, 2003.
- HUGHES, A. M. The mites of stored food and houses. **Min. Agric. Fish. Food**, London, 1976, 400p.
- ICMSF–International Commission of Microbiological Specifications for Foods. **Fatores que afetam a sobrevivência dos microorganismos em alimentos**. v.1. Editora Acribia, Zaragoza, Espanha, 1980, 332p.
- ISRAELSEN, M.; HANSEN, I. D.; JACOBSEN, E. Don't grow *Salmonella* sp. in the pellet cooler. **Feed Internat.**, v.4, p.34-38, 1996.
- JACKSON, L. S.; HLYWKA, J. J.; SENTHIL, K. R.; and BULLERMAN, L. B. Effect of thermal processing on the stability of fumonisins. In: JACKSON, L. S.; DEVRIES, J. W.; and BULLERMAN, L. B. **Fumonisin in Food**. Plenum Press: New York. p.345-353, 1996.
- JARDINE, C. Perdas: quando a produção não vai para o saco. **A Granja**, v. 58, n° 39, p.12-21, 2002.
- JEFREY, J. S. Sanitation-Disinfection. **Basics for Poultry Flocks**. Davis: University of California, Veterinary Medicine Extension, 2002.
- JENSEN, L. S.; MERRIL, L. H.; REDDY, C. V. Observations on eating patterns and rate of food passage of birds fed pelleted and unpelleted diets. **Poult. Sci.**, v.41, p. 1414-1419, 1962.
- JOHN, R. E. **Alternative Animal Products: The Industry**. file:///D:/AAABellaver/Trabalhos/Files/Farinhas/Material_palestra/Alternative_Animal_Products_The_Industry.html. 25/01/1991.
- JONES, F. T.; RICKE, S. C. **Feedstuffs**. v.66, n° 5, p.35-42, 1994.
- JONES, F. T. & RICHARDSON, K. E. *Salmonella* in commercially manufactured feeds. **Poultry Sci.** v.83, p.384-391, 2004.
- KATTA, S. K.; CAGAMPANG, A. E.; JACKSON, L. S.; BULLERMAN, L. B. Distribution of *Fusarium* molds and fumonisins in dry-milled corn fractions. **Cereal Chem.** v.76, p.858-863, 1997.

- KESHAVARS, K. & AUSTIC, R. E. The use of low protein, low phosphorus, amino acid – and phytase – supplement diets on laying hen performance and nitrogen and phosphorus excretion. **Poultry Science**, v.83, p.75-83, 2004.
- KLEIN, A. A. Como melhorar a eficiência da fábrica de rações. In: Conferência Apinco de Ciência e Tecnologia Avícola, 1996, Curitiba, **Anais... FACTA**, 1996, p. 181-198.
- KRANTZ, G. W. The biology and ecology of granary mites of the Pacific Northwest I. Ecological considerations. **Ann. Entomol. Soc. Am.** v.54, p.169-174, 1961.
- LACERDA FILHO, A. F.; SOUZA e SILVA, J.; RESENDE, R. C. **Estruturas para armazenagem de grãos**. In: SILVA, J. S. (Org.). Secagem e armazenagem de produtos agrícolas. 1 ed. Viçosa: Editora Aprenda Fácil, 2000, p.325-344.
- LAMPRECHT, J. L. **ISO 9000 e o setor de serviços**. Rio de Janeiro, Qualitymark, 1995, 265p.
- LAZZARI, F. A. **Umidade, fungos e micotoxinas na qualidade de sementes, grãos e rações**, Curitiba, 1993, 140p.
- LEESON, S. & SUMMERS, J. D. Some nutritional implications of leg problems in poultry. **Br. Vet. J.**, v.44, n°.1, p.81-92, 1988.
- LEITÃO, M. F. F. Análise de perigos e pontos críticos de controle: conceitos e definições. In: SIMPÓSIO LATINO-AMERICANO DE NUTRIÇÃO ANIMAL E SEMINÁRIO SOBRE TECNOLOGIA DE PRODUÇÃO DE RAÇÕES, Campinas, 1996, **Anais...** Campinas, CBNA, 1996.
- LIMA, G. J. M. M. **A Competitividade da Avicultura e Suinocultura depende da Qualidade Nutricional do Milho**. Disponível em: www.embrapa.br Acessado em 09 de abril de 2004.
- LORINI, I. **Controle integrado de pragas de grãos armazenados**. Passo Fundo, EMBRAPA-CNPT, 1998, 52p.
- LORINI, I.; MIIKE, L. H.; SCUSSEL, V. M. **Armazenagem de grãos**, Campinas, SP: IBG (Instituto Bio Genesis), 2002, 1000p.
- LORINI, I. **Manual Técnico para o Manejo Integrado de Pragas de Grãos de Cereais Armazenados**. Embrapa Trigo, 2ª impressão, Passo Fundo/RS, 2003.
- MAGNOLIA, C.; ASTORECA, A.; PONSONE, L.; COMBINA, M.; PALACIO, G.; ROSA, C. A. R.; DALCERO, A. M. Survey of mycoflora and ochratoxin A in dried vine fruits from Argentina markets. **Applied Microbiology**, v.39, p.326-331, 2004.
- MAIORKA, A. **Efeito da forma física, nível de energia em dietas formuladas com base em aminoácidos totais e digestíveis no desempenho e composição de carcaças de frangos de corte, machos, dos 21 aos 42 dias de idade**. Tese de mestrado, Universidade Federal do Rio Grande do Sul - Porto Alegre, 1998, 115p.

MARANHÃO, M. **ISO série 9000: manual de implementação**. Rio de Janeiro, Qualitymark, 1993, 130p.

MATIAS, R. S.; OLIVEIRA, W.; STEDILE, V. M. **Roedores associados aos grãos armazenados**. In: LORINI, I; MILJE, L. H.; SCUSSEL, M. V. (Org.). Grãos armazenados, Campinas: BioGenezis Instituto, 2002, p.252-287.

MEERBURG, B. G.; SINGLETON, G. R.; LEIRS, H. The year of the rat ends-time to fight hunger. **Pest Manag. Sci.** v.65, p.351-352, 2009.

MENTEN, J. F. M., GAIOTTO, J. B., RACANICCI, A. M. C. Valor nutricional e qualidade de óleos e gorduras para frangos de corte. IN: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO E NUTRIÇÃO DE AVES E SUÍNOS. **Anais...** Campinas, SP, CBNA, 2003, p. 93-134.

MICHAEL, G. B. Comparison of different selective enrichment steps to isolate *Salmonella* sp. from feces of finishing swine. **Brazilian Journal of Microbiology**, v.34, p.138-142, 2003.

MICROSOFT. **Microsoft Office 2003 Professional**, Microsoft Excel, Disco 1, 0399 Peça nº. X04-69359 XC, 1983-1999: Microsoft Corporation, CD-ROM, 2003.

MILLER, J. D. Fungi and mycotoxins in grain: implication for stored product research. **J. Stored Prod. Res.** v.31, p.1-16, 1995.

MIRSHAWKA, V. & OLMEDO, N. C. **Manutenção - combate aos custos na não eficácia – a vez do Brasil**, São Paulo: Editora McGraw-Hill Ltda., 1993.

MONCHEY, F. **A Função Manutenção - Formação para Gerência da Manutenção Industrial**. São Paulo: Editora Durban Ltda., 1989.

MORENO R., M. A.; SUÁREZ FERNÁNDEZ, G. Aflatoxin producing potential of *Aspergillus flavus* strains isolated from Spanish poultry feeds. **Mycopathologia**, v.95, p.129-132, 1986.

MOTARJEMI, Y. & KÄFERSTEIN, F. Food Safety, Hazard Analysis, Control Critical Points and the Increase in Foodborne Diseases: A Paradox, **Food Control**, v.10, p.325-333, 1999.

MOURA, R. A. & CARILLO JR., E. **Desmistificando a ISO 9000**. São Paulo, IMAM, 1994.

NASCIMENTO, A. H. Chemical Composition and Metabolizable Energy Values of Feathers Meal and Poultry By-Product Meal Determined by Different Methodologies for Chickens. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, nº.3, 2002.

NAVARRO, S.; NOYES, R. T.; ARMITAGE, D.; MAYER, D. E. **The mechanics and physics of modern grain aeration management**. In: Chapter 1: Objects of Aeration. Ed. CRC press, 2001, 624p.

NELSON, S. O. Moisture dependent kernel and bulk density relationships for wheat and corn. **Transactions of the ASAE**, St. Joseph, v.23, p.139-143, 1980.

NILIPOUR, A. ¿La peletización mejora el desempeño? **Indústria Avícola**, Illinois, p.42-46, 1993.

NRC-NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrient Requirements of Fish**. Washington, D. C: National Academy Press, 1994.

OLIVEIRA, A. M.; GONÇALVES, M. O.; SHINOHARA, N. K. S., STAMFORD, T. L. M. Manipuladores de alimentos, um fator de risco. **Hig. Alimentar**, v.17, p.12-19, 2003.

OLSEN, A. R. Food-contaminating mites from imported foods entering the United States through southern California. **Int. J. Acarol.** v.9, p.189-193, 1983.

PASTEINER, S. Mycotoxins in Animal Husbandry. **Biomín. Gesunde Tierernahrung Int. Gesembh**, Wien, Austria, 1998.

PATRICK, M. E.; ADCOCK, P. M.; GOMEZ, T. M.; ALTEKRUSE, S. F.; HOLLAND, B. H.; TAUXE, R. V.; SWERDLOW, D. L. *Salmonella enteritidis* infections, United States, 1985-1999. **Emerging Infect. Dis.** v.10, p.1-7, 2004.

PENZ JÚNIOR, A. M. Novos conceitos de energia para aves. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE NUTRIÇÃO DE AVES, 1999, Campinas, **Anais...** Campinas: FACTA, 1999, p.1-24.

PETTERSSON, H. Controlling mycotoxins in animal feed. In: MAGAN, N.; OLSEN, M. (Eds.), *Mycotoxins in Food. Detection and Control*. CRC Press, Woodhead Publishin Limited, England, p.262-304, 2004.

RAMIREZ, G.; MARTINEZ, R.; HERRADORA, M.; CASTREJON, F.; GALVAN, E. Isolation of *Salmonella* sp. from liquid and solid excreta prior to and following ensilage in ten swine farms located in central Mexico. **Bioresour. Technol.** v.96, p.587-595, 2005.

REZK, H. A. Mites associated with stored dried-dates in Egypt and the role of *Blattisocius keegani* Fox as a biological control agent. **Alexandria J. Agric. Res.** v.45, p.179-191, 2000.

RIGUEIRA, R. J. A.; LACERDA FILHO, A. F.; VOLK, M. B. S. ; CECON, P. R. Armazenamento de grãos de café cereja descascado em ambiente refrigerado. **Engenharia na Agricultura**, v.17, p.323-333, 2009.

RODRIGUEZ, J. C.; BARTOSIK, R. E.; MALINARICH, H. D.; EXILART, J. P.; NOLASCO, M. E. IP short time storage of Argentine cereals in silo bags to prevent spoilage and insect. In: International Quality Grains Conference, 2004, Indianapolis. **Anais...** West Lafayette: Purdue University, 2004, p.1-15.

ROESLI, R.; SUBRAMANYAM, Bh.; FAIRCHILD, F. J.; BEHNKE, K. C. Trap catches of stored-product insects before and after heat treatment in a pilot feed mill. **J. Stored Prod. Res.** v.39, p.521-540, 2003.

ROSA, C. A. R. **Micobiota toxígena e ocratoxinas em rações destinadas a alimentação de aves, bovinos, suínos e a importância em saúde animal.** Tese de doutorado, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro – Rio de Janeiro, 2002, 90p.

ROSTAGNO, H. S. Energia metabolizável do milho e do sorgo com diferentes conteúdos de tanino para aves. **Rev. Bras. Zootec.** v.6, p.304-318, 1977.

ROSTAGNO, H. S. Disponibilidade de nutrientes em grãos de má qualidade. In: CONFERÊNCIA APINCO 1993 DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLAS, 1993, Santos, **Anais...** Campinas: FACTA, 1993, p.129-139.

ROSTAGNO, H. S.; SILVA, D. J.; COSTA, P. M. A.; FONSECA, J. B.; SOARES, P. R.; PEREIRA, J. A. A.; SILVA, M. A. **Composição de alimentos e exigências nutricionais de aves e suínos** (tabelas brasileiras). Viçosa: UFV, 1994. 59p.

ROSTAGNO H. S. **Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais**, Viçosa: Imprensa Universitária, 2000, 141p.

ROSTAGNO, H. S.; ALBINO, L. F. T.; DONZELE, J. L. et al. **Tabelas brasileiras para suínos e aves: composição de alimentos e exigências nutricionais.** 2th ed. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2005, 186p.

ROTHERY, B. **ISO 9000.** São Paulo, Makron Books, 1993, 268p.

RUPOLLO, G.; GUTKOSKI, L. C.; MARTINS, I. R.; ELIAS, M. C. Efeito da umidade e do período de armazenamento hermético na contaminação natural por fungos e a produção de micotoxinas em grãos de aveia. **Ciências Agrotécnicas**, Lavras, v.30, n.1, p.118-125, 2006.

SABINO, M. Ocorrência e métodos analíticos para determinação de micotoxinas em grãos e rações. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE MICOTOXINAS E MICOTOXICOSES EM AVES, 1995, Curitiba, **Anais...** Campinas: FACTA, 1995, p.35-47.

SAKOMURA, N. K; SILVA, R.; LAURENTZ, A. C et al. Avaliação da soja integral tostada ou extrusada sobre o desempenho de frangos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 27, nº.3, p.584-594, 1998.

SANCHEZ RAMOS, I. & CASTANERA, P. Acaricidal activity of natural monoterpenes on *Tyrophagus putrescentiae* (Schrank), a mite of stored food. **J. Stored Prod. Res.** v.37, p.93-101, 2001.

SCOTT, P. M. Fumonisins. **Int. J. Food Microbiol.** v.18, p.257-270, 1993.

SCUSSEL, V. M. **Micotoxinas em alimentos**. Editora Insular. Florianópolis, SC, 1998, 144p.

SCHATZMAYR, G.; ZEHNER, F.; SCHATZMAYR, D.; TAUBEL, M.; BINDER, E. M.; Microbiological for deactivating mycotoxins in contaminated feed. **Mol. Nut. Food Res.** v.50, n.6, p.543-551, 2006.

SHIROTA, K. H.; SATOH, T.; MURASE, T.; OTSUKI, K. **J. Food Prot**, v.64, p. 734-737, 2001a.

SHIROTA, K. H.; SATOH, T.; MURASE, T.; OTSUKI, K. **J. Vet. Med. Sci**, v.62, nº.7, p.789-791, 2001b.

SILVA, E. N.; REIS, R.; OLIVEIRA, R. L.; AVILA, F. A. Salmonelas em farinhas de origem animal destinadas à fabricação de rações. **Arquivos da Escola de Veterinária da UFMG**, v.25, nº.2, p.169-73, 1973.

SILVA, L. O. N. **Sistema de qualidade (NB 9000) em fábricas de rações**. Tese de doutorado, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1998, 205p.

SILVA, J. S.; LACERDA FILHO, A. F.; BERBET, P. A. **Secagem e armazenagem de produtos agrícolas**. In: SILVA, J. S. (Org.). Secagem e armazenagem de produtos agrícolas. 1 ed. Viçosa: Editora Aprenda Fácil, 2000, p.395-464.

SILVA, J. S.; LACERDA FILHO, A. F.; DEVILLA, I. A.; LOPES, D. C. **Aeração de grãos armazenados**. In: SILVA, J. S. (Org.). Secagem e Armazenagem de Produtos Agrícolas. 2 ed. Viçosa, MG: Aprenda Fácil, 2008, p.269-295.

SINDIRAÇÕES-Sindicato Nacional da Indústria de Alimentação Animal. **Manual de Boas Práticas de Fabricação para Estabelecimentos de Produtos para Alimentação Animal**, São Paulo, 2006.

SINDIRAÇÕES-Sindicato Nacional da Indústria de Alimentação Animal. **Perfil da Indústria Brasileira de Rações**. <http://www.sindiracoes.org.br> consultado em 27/07/2008.

SINDIRAÇÕES-Sindicato Nacional da Indústria de Alimentação Animal. **Manual de Boas Práticas de Fabricação para Estabelecimentos de Produtos para Alimentação Animal**, São Paulo, 2009.

SLACK, N. **Administração da produção**. São Paulo: Atlas, 2002.

SPECK, L. M. Compendium of Methods for the Microbiological Examination of Foods. 2th Ed. Washington, DC: American Public Health Association, 1984.

SPEIGHT, D. Influence of Nutrition on Health Control. In: PATTISON, M. **The health for poultry**, Essex (UK): Longman (Veterinary Health Series), p.101-139, 1993.

STRICKLER, M. T. **Effect of feeding the kunitz trypsin-inhibitor-free soybean on swine growth performace.** Dissertação de mestrado. University of Illinois-EUA, 1991, 74p.

SUBRAMANYAM, Bh.; ROESLI, R.; BRUESCH, J.; MENON, A. **Sanitation and pest management**, In: SCHOFIELD, E. K. (ed.), Feed manufacturing technology V. American Feed Industry Association, Arlington, Virginia, p.415-431, 2005.

TABIB, Z.; JONES, F. T.; HAMILTON, P. B. Effect of pelleting of poultry feed on the activity of molds and mold inhibitors. **Poult. Sci.**, v.63, n°. 7, p.70-75, 1983.

TESSARI, E. N. C & CARDOSO, A. L. S. P. **Aflatoxina em frangos de corte.** 2008. Disponível em: <<http://www.infobibos.com>, Acessado em: 23/9/2010.

THOMPSON, C. & HENKE, S. E. Effect of climate and type of storage container on aflatoxin production in corn and its associated risks to wildlife species. **J. Wildl. Dis.** v.36, v.172-179, 2000.

TOLEDO R. S.; VARGAS J. R.; ALBINO L. F. T.; ROSTAGNO H. S. Aspectos práticos da nutrição pós-eclosão: Níveis nutricionais utilizados, tipos de ingredientes e granulometria da dieta. In: Conferência Apinco de Ciência e Tecnologia Avícolas, 2001, Campinas, **Anais...** Campinas: FACTA; 2001, p.153-167.

TREVINO, J.; ZEFFERIES, D.; HOUSTON, B. Effects of tannin from faba beans (*Vicia faba*) on the digeston of starch by growing chicks. **Anim. Feed Sci. Technol.** v.37, p.345-349, 1992.

USDA-United States Department of Agriculture. **Design criteria and test performace specifications for quantitative aflatoxin and fumonisin test kits.** Federal Grain Special Service Quality Assurance and Research Division, 1998.

VELDMAN, A.; VAHL, H. A.; BORGGREVE, G. J.; FULLER, D. C. A survey of the incidence of *Salmonella* species and *Enterobacteriaceae* in poultry feeds and feed components. **Vet. Rec.** v.136, p.169-172, 1995.

WAGNER, D. Microbiological data summary from FDA feed commodity surveys. CDC, **Animal Feed Workshop Presentation**, 2004.

WEBER, E. **Armazenagem agrícola.** 2ªed. Guaíba, RS: Agropecuária, 2001. 396p.

WEIDENBORNER, M. Encyclopedia of Food Mycotoxins. **Springer-Verlag**, Berlin, 2001.

WHITAKER, T. B. Standardization of mycotoxin sampling procedures: an urgent necessity. **Food Control**, v.14, p.233-237, 2003.

WRIGHT, E. J.; SINCLAIR, E. A.; ANNIS, P. C. Laboratory determination of the requirements for control of *Trogoderma variabile* (Coleoptera: Dermestidae) by heat. **Journal of Stored Products Research**, v.38, p.147-155, 2002.

WU, F. Mycotoxins risk assessment for the purpose of setting international regulatory standards. **Environ. Sci. Technol.**, v.38, n.15, p.4049-4055, 2004.

WYATT, R. D. Formas prácticas para disminuir exitosamente las pérdidas por micotoxicosis. **Avicultura Profesional**, v.11, n°.2, p.64-67, 1993.

YUAN, X.; WANG, J.; YAO, H. Antioxidant activity of feruloylated oligosaccharides from wheat bran. **Food Chemistry**, v.90, p.759-764, 2005.

ZDARKOVA, E. The effectiveness of organophosphate acaricides on stored product mites interacting in biological control. **Exp. Appl. Acarol.** v.18, p.747-751, 1994.

APÊNDICE A

Análises físico-químicas das matérias-primas e rações processadas

Tabela 60. Teores médios de água (% b.u.) mensais determinados nas matérias-prima e rações processadas, durante o ano de 2008 (Figura 26)

Meses	Gérmen de milho	Grãos de milho	Grãos de Sorgo	Grãos de soja	Soja extrusada
1	9,49	10,66	10,82	11,31	10,30
2	10,10	10,4	10,90	11,80	10,50
3	11,50	10,70	10,60	11,30	10,60
4	9,80	10,60	10,70	11,50	10,30
5	10,20	11,20	10,50	10,90	10,20
6	10,40	10,40	11,40	11,70	11,40
7	10,20	11,40	11,20	12,30	11,20
8	10,60	10,10	11,00	12,40	10,80
9	10,90	10,00	10,90	11,80	10,70
10	10,50	10,60	10,50	11,00	10,80
11	9,30	10,80	10,80	11,80	10,60
12	9,20	10,50	10,90	12,40	11,30

Padrão gérmen de milho (13,00 % b.u.); Padrão grãos de milho (13,00% b.u.); Padrão grãos de sorgo (13,00% b.u.); Padrão grãos de soja (12,00% b.u.); Padrão soja extrusada (11,00% b.u.);.

Tabela 61. Teores médios de água (% b.u.) mensais determinados nas matérias-prima e rações processadas, durante o ano de 2008 (Figura 26)

Meses	Soja desativada	Farelos de arroz	Farelos de trigo	Farelos de soja
1	10,95	8,18	10,36	10,82
2	10,90	9,60	10,10	11,30
3	11,20	9,40	10,50	11,50
4	11,30	8,50	10,70	10,50
5	11,50	8,70	11,00	10,70
6	10,70	8,00	9,90	11,40
7	10,60	7,80	10,40	11,90
8	10,80	9,20	10,00	10,90
9	11,30	9,40	10,90	11,50
10	11,50	9,30	10,50	10,50
11	10,80	8,30	10,40	10,70
12	10,60	7,90	10,60	11,10

Padrão soja desativada (11,00% b.u.); Padrão farelos de arroz (12,00% b.u.); Padrão farelos de trigo (12,00% b.u.); Padrão farelos de soja (12,00% b.u.).

Tabela 62. Teores médios de proteína bruta (%) mensais determinados nas matérias-primas e rações processadas, durante o ano de 2008 (Figura 29)

Meses	Gérmem de milho	Grãos de milho	Grãos de sorgo	Grãos de soja	Soja extrusada	Farelos de soja
1	10,50	7,40	10,00	37,50	42,30	46,90
2	11,20	7,90	9,70	41,30	41,80	47,30
3	10,10	8,10	9,80	39,20	37,60	45,60
4	9,70	7,40	9,40	36,60	37,30	47,30
5	9,20	7,80	8,80	37,10	38,60	46,80
6	8,80	8,20	9,10	36,80	36,40	47,50
7	8,20	7,90	8,50	40,40	44,50	48,20
8	10,50	8,10	8,70	42,10	43,50	47,60
9	9,40	7,50	8,40	36,70	39,20	47,10
10	9,10	7,60	10,10	35,30	41,60	48,20
11	8,90	8,30	9,60	35,90	38,80	47,40
12	9,40	7,90	8,60	36,60	39,30	47,60

Padrão gérmem de milho (8,20 %); Padrão grãos de milho (7,80%); Padrão grãos de sorgo (8,80%); Padrão grãos de soja (37,80%); Padrão soja extrusada (38,00%).

Tabela 63. Teores médios de proteína bruta (%) mensais determinados nas matérias-primas e rações processadas, durante o ano de 2008 (Figura 29)

Meses	Soja desativada	Farelos de arroz	Farelos de trigo
1	38,50	14,80	18,60
2	36,70	14,60	18,20
3	35,30	15,20	17,50
4	37,60	15,30	17,90
5	35,80	13,60	17,30
6	36,20	14,70	17,50
7	37,30	15,60	17,80
8	37,60	14,80	18,60
9	38,10	15,60	18,30
10	36,70	15,10	18,40
11	38,40	15,00	17,60
12	37,40	15,20	17,30

Padrão soja desativada (36,70%); Padrão farelos de arroz (13,20%); Padrão farelos de trigo (16,50%); Padrão farelos de soja (45,00%).

Tabela 64. Teores médios de extrato etéreo (%) mensais determinados nas matérias-primas e rações processadas, durante o ano de 2008 (Figura 30)

Meses	Gérmen de milho	Grãos de milho	Grãos de sorgo	Grãos de soja	Soja Extrusada	Farelos de Soja
1	11,30	4,20	4,90	3,30	21,60	2,30
2	10,35	3,70	5,60	3,20	27,20	2,90
3	10,20	3,80	3,70	3,70	24,10	3,20
4	10,90	4,30	5,10	2,60	23,30	2,20
5	11,30	4,40	4,50	2,50	22,40	2,50
6	9,80	3,50	4,80	2,90	23,60	2,10
7	10,20	3,60	3,90	2,80	21,90	3,40
8	10,70	3,70	3,70	3,20	23,60	2,80
9	10,50	3,40	4,20	3,50	22,40	2,00
10	10,40	3,80	4,80	3,10	24,00	2,50
11	9,70	4,10	4,70	3,30	23,60	2,40
12	9,60	3,90	4,10	2,70	23,80	2,70

Padrão gérmen de milho (8,00 %); Padrão grãos de milho (3,10%); Padrão grãos de sorgo (2,50%); Padrão grãos de soja (2,80%); Padrão soja extrusada (20,70%).

Tabela 65. Teores médios de extrato etéreo (%) mensais determinados nas matérias-primas e rações processadas, durante o ano de 2008 (Figura 30)

Meses	Soja		
	Desativada	Farelos de arroz	Farelos de trigo
1	19,80	14,30	4,10
2	21,30	14,50	4,30
3	21,50	12,90	3,60
4	21,70	13,60	3,50
5	23,60	13,20	3,80
6	22,60	13,80	2,60
7	22,70	12,80	3,10
8	23,40	14,10	2,30
9	21,70	14,30	2,80
10	20,60	13,80	2,70
11	19,50	12,80	3,00
12	24,60	13,40	3,20

Padrão soja desativada (20,00%); Padrão farelos de arroz (13,57%); Padrão farelos de trigo (2,71%); Padrão farelos de soja (1,92%).

Tabela 66. Teores médios de fibra bruta (%) mensais determinados nas matérias-primas e rações processadas, durante o ano de 2008 (Figura 31)

Meses	Gérmen de milho	Grãos de milho	Grãos de sorgo	Grãos de soja	Soja extrusada	Farelos de soja
1	1,60	2,40	2,40	7,20	5,20	4,80
2	2,10	2,20	2,10	5,50	5,40	5,30
3	1,40	2,00	1,70	6,30	5,50	5,10
4	1,50	1,70	1,90	5,00	5,10	5,20
5	2,40	2,10	1,70	5,20	4,80	5,40
6	1,90	1,90	1,80	5,10	4,90	5,10
7	2,00	1,50	2,40	5,60	5,80	5,60
8	1,40	1,70	2,30	6,10	5,00	5,50
9	1,50	1,60	2,40	6,30	5,40	5,50
10	1,90	2,10	1,70	5,40	4,90	5,20
11	1,80	2,00	1,80	5,70	5,10	5,80
12	1,30	1,80	1,60	5,30	5,30	5,70

Padrão gérmen de milho (1,32 %); Padrão grãos de milho (1,95%); Padrão grãos de sorgo (2,23%); Padrão grãos de soja (4,38%); Padrão soja extrusada (4,59%).

Tabela 67. Teores médios de fibra bruta (%) mensais determinados nas matérias-primas e rações processadas, durante o ano de 2008 (Figura 31)

Meses	Soja desativada	Farelos de arroz	Farelos de trigo
1	4,60	8,20	11,20
2	4,90	7,60	10,40
3	5,20	7,90	9,70
4	4,80	8,30	9,60
5	4,50	7,80	10,60
6	5,40	8,40	10,10
7	5,10	7,60	9,90
8	4,80	7,90	9,60
9	5,00	8,30	10,50
10	5,10	8,00	10,20
11	4,70	8,10	10,80
12	4,90	7,80	10,90

Padrão soja desativada (4,31%); Padrão farelos de arroz (7,20%); Padrão farelos de trigo (9,20%); Padrão farelos de soja (4,93%).

Tabela 68. Índices médios de acidez (mg NaOH⁻¹g) mensais determinados nas matérias-primas e rações, durante o ano de 2008 (Figura 27)

Meses	Farinhas de carne e ossos	Farinhas de vísceras	Farinhas de penas	Óleos de vísceras
1	0,78	2,17	3,13	2,19
2	1,36	0,97	1,30	1,12
3	3,33	1,09	1,15	1,32
4	1,14	1,40	1,39	2,77
5	1,17	1,20	1,46	1,13
6	0,85	1,18	1,58	1,29
7	0,92	1,03	1,06	1,65
8	0,61	1,08	1,00	0,93
9	0,73	1,34	1,21	1,03
10	0,85	0,98	1,20	0,77
11	0,69	1,22	1,21	0,72
12	0,46	0,94	1,52	0,86

Padrão (3,5 mg NaOH⁻¹g de produto).

Tabela 69. Índices médios de acidez (mg NaOH⁻¹g) mensais determinados nas matérias-primas e rações, durante o ano de 2008 (Figura 27)

Meses	Ração inicial	Ração crescimento	Ração abate
1	0,89	1,25	1,21
2	0,89	1,25	1,21
3	0,89	0,78	1,46
4	0,89	1,05	1,20
5	0,89	1,25	1,21
6	0,30	1,25	1,21
7	0,89	1,25	1,21
8	0,89	1,25	1,21
9	1,68	2,13	1,02
10	0,69	1,25	1,14
11	0,89	1,03	1,21
12	0,89	1,25	1,21

Padrão (3,5 mg NaOH⁻¹g de produto).

Tabela 70. Índices médios de peróxidos (mEq.kg^{-1}) mensais determinados nas matérias-primas e rações, durante o ano de 2008 (Figura 28)

Meses	Farinhas de carne e ossos	Farinhas de vísceras	Farinhas de penas	Óleos de vísceras
1	1,02	1,09	4,60	0,91
2	1,70	1,09	1,60	0,91
3	1,15	1,51	10,35	3,12
4	2,45	0,72	10,76	0,91
5	1,22	1,07	3,23	0,91
6	4,66	0,56	2,26	0,14
7	5,88	0,73	2,59	0,91
8	1,38	0,66	4,27	0,23
9	1,88	1,12	1,99	0,91
10	2,24	0,63	2,67	0,25
11	1,41	1,30	5,93	0,82
12	2,50	2,58	5,00	0,91

Padrão (10 mEq.kg^{-1} de produto).

Tabela 71. Índices médios de peróxidos (mEq.kg^{-1}) mensais determinados nas matérias-primas e rações, durante o ano de 2008 (Figura 28)

Meses	Ração inicial	Ração crescimento	Ração abate
1	5,08	4,19	5,08
2	5,08	4,19	5,08
3	5,08	4,19	5,08
4	5,08	3,54	5,08
5	5,08	4,19	5,08
6	5,08	4,19	5,08
7	5,08	4,19	5,08
8	5,08	4,19	5,08
9	1,43	1,75	1,43
10	8,74	4,19	8,74
11	5,08	7,28	5,08
12	5,08	4,19	5,08

Padrão (10 mEq.kg^{-1} de produto).

APÊNDICE B

Classificação física dos grãos de milho provenientes de diferentes regiões do estado de Minas Gerais

Tabela 72. Classificação física dos grãos de milho (%) provenientes de diferentes regiões do estado de Minas Gerais, para uso na formulação da ração (Figura 32)

Municípios/ estado de Minas Gerais	Grãos ardidos, mofados e brotados (%)	Grãos avariados (%)	Matérias estranhas, impurezas e fragmentos (%)	Teores de água (% b.u.)
Alfenas	2,17	4,43	0,30	14,34
Alfenas	3,05	5,68	0,30	13,60
Alfenas	3,89	5,95	0,30	13,17
Alpinópolis	3,89	5,95	0,30	14,20
Alterosa	3,51	3,94	0,30	14,07
Andradas	3,68	4,81	0,30	12,93
Andrelândia	2,96	5,12	0,30	17,46
Arcos	3,78	5,80	0,30	13,48
Belo Horizonte	4,50	6,00	0,30	15,90
Boa Esperança	2,80	4,43	0,30	14,53
Boa Esperança	2,60	5,12	0,30	12,66
Boa Esperança	1,40	5,94	0,30	14,96
Boa Esperança	3,08	6,25	0,30	12,74
Boa Esperança	2,01	8,88	0,30	13,93
Bom Jesus da Penha	2,35	3,93	0,40	13,18
Bonfinópolis	3,95	6,45	0,30	12,40
Braz Pires	1,30	2,30	0,30	20,40
Braz Pires	1,30	2,85	0,30	16,35
Braz Pires	2,00	4,35	0,30	18,10
Braz Pires	1,65	3,60	0,30	17,23
Buritis	1,17	5,20	0,34	13,01
Cabo Verde	1,65	4,15	0,30	14,65
Cajuri	12,00	3,30	0,30	15,30
Cajuri	5,50	6,00	0,30	14,40

continuação Tabela 72

Cajuri	3,09	3,80	0,30	16,69
Campo do Meio	4,70	6,63	0,30	12,71
Campo do Meio	1,29	4,49	0,30	13,56
Campos Gerais	3,06	6,72	0,38	14,14
Campinópolis	1,41	7,84	0,30	12,78
Campinópolis	1,36	5,69	0,30	12,41
Carandaí	3,28	5,22	0,30	14,02
Carandaí	3,61	4,08	0,30	16,76
Carrancas	3,53	6,29	0,30	14,61
Casa Grande	2,15	3,85	0,30	16,65
Cássia	3,22	6,26	0,30	12,18
Coimbra	1,70	7,00	0,30	17,10
Coimbra	1,85	3,00	0,30	22,15
Coimbra	9,30	3,00	0,30	18,90
Coimbra	1,10	9,00	0,30	19,10
Coimbra	2,30	3,00	0,30	19,20
Coimbra	4,00	3,00	0,30	11,60
Coimbra	3,33	4,16	0,30	20,84
Coimbra	2,93	4,00	0,30	17,78
Coimbra	1,30	2,00	0,30	23,40
Coimbra	2,30	3,00	0,30	24,30
Coimbra	1,85	5,00	0,30	21,80
Coimbra	1,50	4,50	0,30	23,25
Coimbra	12,00	3,00	0,30	20,60
Coimbra	1,77	5,90	0,30	17,50
Coimbra	3,43	3,10	0,30	19,57

continuação Tabela 72

Conceição da Barra	4,61	4,03	0,29	19,82
Contagem	2,73	6,25	0,30	14,51
Coqueiral	2,33	5,00	0,30	14,03
Coqueiral	2,68	4,47	0,30	14,45
Coromandel	3,71	2,59	0,30	14,08
Cristino Otoni	2,17	7,86	0,30	17,48
Divinésia	1,00	4,00	0,30	17,20
Ervália	4,30	11,00	0,30	16,80
Ervália	4,20	2,47	0,30	17,37
Ervália	4,04	3,09	0,30	24,30
Ervália	1,87	3,53	0,30	17,93
Guapé	3,35	3,15	0,30	14,95
Guapé	2,02	8,57	0,30	14,25
Guapé	1,64	6,95	0,30	12,40
Guapé	1,12	11,10	0,30	15,55
Guapé	2,24	7,92	0,30	15,46
Guapé	1,50	6,65	0,30	15,00
Guapé	1,00	10,00	0,30	14,90
Guapé	1,13	4,80	0,30	15,44
Guaxupé	2,39	5,96	0,30	12,63
Guaxupé	3,48	5,00	0,30	13,02
Guaxupé	2,93	5,48	0,30	12,83
Ibia	2,12	6,43	0,30	13,82
Iguatama	3,55	5,86	0,30	14,24
Ilicenea	3,60	5,52	0,30	13,80
Ilicenea	4,70	12,00	0,30	14,70

continuação Tabela 72

Ingai	4,35	4,15	0,30	16,10
Ingai	1,66	3,90	0,30	18,67
Ingai	3,00	4,03	0,30	17,38
Iraí de Minas	3,61	5,52	0,30	13,74
Ituiutaba	2,53	5,69	0,30	13,48
Itumirim	1,20	4,14	0,30	23,66
Lagoa Dourada	1,91	5,12	0,30	14,41
Lavras	2,53	4,77	0,30	16,36
Lavras	3,00	5,00	0,30	12,50
Luminárias	4,40	4,60	0,30	16,63
Madre de Deus	3,48	4,08	0,30	19,72
Madre de Deus	1,98	2,33	0,30	15,73
Madre de Deus	1,85	4,33	0,30	13,15
Madre de Deus	1,53	3,38	0,30	17,77
Madre de Deus	1,10	4,43	0,30	16,03
Madre de Deus	1,88	5,19	0,30	18,47
Madre de Deus	1,00	9,70	0,30	20,30
Madre de Deus	1,77	5,57	0,30	16,67
Madre de Deus	1,00	4,00	0,30	17,60
Madre de Deus	2,80	4,37	0,30	15,45
Madre de Deus	1,43	5,81	0,30	15,51
Madre de Deus	1,70	1,30	0,30	17,40
Madre de Deus	2,83	4,23	0,30	14,94
Madre de Deus	1,00	2,50	0,30	19,10
Madre de Deus	3,02	4,94	0,30	18,50
Madre de Deus	0,85	3,88	0,30	14,67

continuação Tabela 72

Madre de Deus	3,20	5,34	0,30	13,55
Minduri	3,15	9,35	0,30	13,35
Minduri	3,15	7,25	0,30	16,40
Minduri	2,80	5,43	0,30	19,27
Minduri	3,03	7,34	0,30	16,34
Monte Carmelo	3,95	5,98	0,30	15,23
Monte Carmelo	2,37	5,73	0,30	14,67
Monte Carmelo	2,21	4,81	0,30	15,15
Monte Carmelo	2,84	5,51	0,30	15,35
Nazareno	1,25	6,68	0,30	16,18
Nazareno	3,04	5,94	0,30	15,87
Nazareno	2,15	6,31	0,30	16,02
Nova Ponte	3,39	5,77	0,30	12,84
Paracatu	1,35	5,96	0,32	13,45
Paracatu	3,21	4,22	0,30	11,93
Passos	2,97	4,83	0,30	13,91
Patos de Minas	1,70	7,00	0,30	14,40
Patrocínio	2,64	5,57	0,30	13,86
Patrocínio	2,18	5,64	0,55	14,29
Patrocínio	3,56	6,15	0,30	13,49
Patrocínio	2,81	5,32	0,30	12,51
Paula Candido	4,35	4,80	0,30	23,84
Paula Candido	2,65	2,43	0,30	23,46
Paula Candido	4,19	3,23	0,30	24,07
Paula Candido	1,83	2,95	0,30	23,67
Perdizes	4,88	6,36	0,30	12,86

continuação Tabela 72

Pitangui	1,00	8,30	0,30	14,70
Piunhi	2,01	5,80	0,30	14,10
Poços de Caldas	2,92	5,95	0,30	14,09
Porto Firme	2,10	10,33	0,30	16,20
Porto Firme	2,50	3,00	0,30	16,85
Porto Firme	4,07	4,06	0,30	16,86
Porto Firme	1,30	7,00	0,30	17,80
Porto Firme	1,19	8,67	0,30	16,83
Pratápolis	3,54	5,29	0,30	13,26
Presidente Bernardes	2,91	7,11	0,30	18,28
Presidente Bernardes	6,00	6,00	0,30	17,00
Rio Pomba	2,03	2,17	0,30	19,13
Rio Pomba	1,50	1,35	0,30	18,45
Santa Maria de Itabira	1,30	6,00	0,30	17,00
Santa Rita de Caldas	3,00	5,00	0,30	14,20
Santana da Vargem	1,90	7,13	0,30	14,10
São Bento Abadi	2,50	6,00	0,30	14,05
São Geraldo	3,85	2,50	0,30	22,55
São Geraldo	2,68	2,53	0,30	17,61
São Gotardo	2,49	5,93	0,30	13,11
São João Del Rei	2,78	3,37	0,30	17,34
São João Del Rei	2,92	6,68	0,24	13,12
São João Del Rei	2,68	3,92	0,30	16,84
São João Del Rei	2,54	2,80	0,30	15,98
São João Del Rei	3,70	4,30	0,30	20,53
São João Del Rei	2,85	4,05	0,30	19,96

continuação Tabela 72

São João Del Rei	3,00	6,09	0,30	15,97
São João Del Rei	3,14	8,46	0,30	15,92
São João Del Rei	2,28	5,53	0,29	20,29
São João Del Rei	1,80	2,92	0,30	16,68
São João Del Rei	0,76	3,96	0,30	17,86
São José da Barra	2,44	6,60	0,30	13,64
São José da Barra	3,15	6,05	0,30	12,95
São Miguel do Anta	3,23	4,03	0,30	17,73
São Miguel do Anta	2,30	2,00	0,30	17,60
São Miguel do Anta	3,30	3,00	0,30	20,40
São Miguel do Anta	7,50	4,15	0,30	24,40
São Miguel do Anta	6,00	3,00	0,30	19,80
São Roque de Minas	2,43	7,33	0,30	16,13
São Roque de Minas	2,63	7,71	0,30	14,96
São Sebastião do Paraíso	2,48	5,52	0,33	12,96
São Sebastião do Paraíso	3,34	5,23	0,30	12,41
São Sebastião do Paraíso	2,21	5,36	0,30	13,75
São Vicente de Minas	2,82	4,18	0,30	16,42
São Vicente de Minas	3,23	6,80	0,30	13,37
Teixeiras	1,30	5,30	0,30	17,50
Teixeiras	1,30	3,00	0,30	17,50
Teixeiras	1,00	3,30	0,30	17,40
Três Marias	2,15	5,44	0,31	13,86
Três Marias	1,22	6,77	0,31	13,79
Três Pontas	1,91	7,86	0,30	13,54
Ubá	2,30	3,70	0,30	16,30

continuação Tabela 72

Uberaba	5,25	4,75	0,30	13,45
Uberlândia	1,06	6,37	0,30	12,43
Uberlândia	1,74	6,29	0,30	12,16
Uberlândia	3,48	5,67	0,30	13,32
Unaí	2,38	4,92	0,31	13,14
Unaí	1,86	5,63	0,30	12,51
Unaí	2,24	6,34	0,30	11,84
Unaí	1,39	5,52	0,30	12,39
Unaí	2,02	4,90	0,30	13,14
Unaí	2,85	5,22	0,30	12,83
Unaí	5,00	6,00	0,30	12,00
Unaí	2,38	4,95	0,30	13,63
Unaí	1,28	3,71	0,32	13,65
Unaí	1,06	5,16	0,29	13,43
Uruana de Minas	2,24	5,26	0,30	12,74
Urucania	2,30	3,30	0,30	20,80
Varginha	2,77	6,55	0,30	12,83
Varjão de Minas	2,80	5,50	0,30	18,55
Viçosa	2,67	11,00	0,30	17,63
Viçosa	4,27	3,45	0,30	21,17
Visconde do Rio Branco	2,00	2,70	0,30	15,30
Visconde do Rio Branco	1,70	3,30	0,30	18,80
Visconde do Rio Branco	1,30	5,00	0,30	19,90
Visconde do Rio Branco	3,00	4,00	0,30	16,10
Visconde do Rio Branco	1,30	2,00	3,00	16,60
Visconde do Rio Branco	1,65	3,00	0,30	14,80

continuação Tabela 72

Visconde do Rio Branco	1,30	3,20	0,30	14,87
Visconde do Rio Branco	1,51	3,47	0,30	16,50
Visconde do Rio Branco	3,47	3,86	0,30	21,51
Visconde do Rio Branco	1,30	2,70	0,30	14,70
Visconde do Rio Branco	1,30	1,70	0,30	16,90
Visconde do Rio Branco	3,00	5,30	0,30	14,60
Visconde do Rio Branco	1,43	2,77	0,30	17,23
Visconde do Rio Branco	2,00	2,30	0,30	15,00
Visconde do Rio Branco	2,93	3,30	0,30	18,90
Visconde do Rio Branco	1,50	3,00	0,30	15,75
Visconde do Rio Branco	1,00	8,00	0,30	17,90
Visconde do Rio Branco	1,00	1,30	0,30	15,90
Visconde do Rio Branco	3,00	3,70	0,30	18,20

Tabela 73. Valores máximos, mínimos e médios da classificação física dos grãos de milho (%) provenientes das diferentes mesorregiões do estado de Minas Gerais (Figura 32)

Mesorregiões / Minas Gerais	Valores	Grãos ardidos, mofados e brotados (%)	Grãos avariados (%)	Matérias estranhas, impurezas e fragmentos (%)	Teores de água (% b.u.)
Campo das vertentes	Máximo	4,61	6,31	1,40	23,66
	Mínimo	1,51	4,03	0,29	14,41
	Médio	2,80	4,86	0,80	17,08
Metropolitana de Belo Horizonte	Máximo	4,50	8,30	1,32	17,48
	Mínimo	1,00	6,00	0,30	14,51
	Médio	2,31	6,38	0,76	16,04
Noroeste de Minas	Máximo	3,95	6,45	1,20	18,55
	Mínimo	1,17	5,09	0,30	12,40
	Médio	2,45	5,46	0,86	13,71
Oeste de Minas	Máximo	3,78	7,52	1,43	15,55
	Mínimo	2,01	5,80	0,30	13,48
	Médio	2,97	6,25	0,78	14,34
Sul e Sudoeste de Minas	Máximo	4,15	8,76	1,29	17,46
	Mínimo	1,65	3,93	0,30	12,18
	Médio	2,87	5,82	0,85	13,98
Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba	Máximo	5,25	7,00	1,15	16,34
	Mínimo	1,39	2,59	0,30	12,59
	Médio	2,99	5,70	0,67	13,58
Zona da Mata	Máximo	6,86	6,61	1,33	23,76
	Mínimo	1,00	1,76	0,30	15,46
	Médio	2,88	3,98	0,66	18,87

APÊNDICE C

Distribuição de fungos e bactérias no fluxo de produção de ração

Tabela 74. Índices de contaminação por fungos nas diferentes etapas do fluxo de produção da ração (UFC.g⁻¹ de produto) (Figura 33)

Setores/Etapas	<i>Fusarium</i> sp.	<i>Aspergillus</i> sp.	<i>Penicillium</i> sp.
Silos de armazenagem de milho	6,7x10 ³	3,4 x10 ³	6,1 x10 ³
Silos de armazenagem de farelo vegetal	5,3 x10 ³	5,9 x10 ³	6,8 x10 ³
Moagem	2,5 x10 ³	2,6 x10 ³	3,5 x10 ³
Mistura	1,4 x10 ³	2,1 x10 ³	3,9 x10 ³
Ração farelada	1,7 x10 ³	1,3 x10 ³	2,2 x10 ³
Ração peletizada	1,1 x10 ³	0,6 x10 ³	1,6 x10 ³

Tabela 75. Índices de contaminação por bactérias nas diferentes etapas do fluxo de produção da ração (UFC.g⁻¹ de produto) (Figura 34)

Setores/Etapas	<i>E. coli</i>	<i>Salmonella</i> sp.
Silos de farinhas de origem animal	7,2x10 ²	4,2 x10 ²
Mistura	3,6 x10 ²	2,3 x10 ²
Ração farelada	2,7 x10 ²	2,9 x10 ²
Ração peletizada	1,9 x10 ²	1,1 x10 ²

APÊNDICE D

Manutenções dos equipamentos da fábrica de ração

Tabela 76. Número de manutenções realizadas para os transportadores de corrente na fábrica de ração (Figura 35)

Equipamento	Número de manutenções	Manutenções atendidas dentro do prazo	Manutenções não atendidas dentro do prazo	Manutenções não realizadas	Manutenções antecipadas
Transp. corrente	11	1	10	0	0
Transp. corrente	12	2	7	3	0
Transp. corrente	12	2	7	3	0
Transp. corrente	12	1	8	3	0
Transp. corrente	14	1	8	4	1
Transp. corrente	13	0	9	3	1
Transp. corrente	14	1	8	5	0
Transp. corrente	14	1	8	5	0
Transp. corrente	16	1	12	3	0
Transp. corrente	13	0	10	3	0
Transp. corrente	14	1	9	3	1
Transp. corrente	14	1	10	3	0
Transp. corrente	15	1	9	3	2
Transp. corrente	12	1	8	3	0
Transp. corrente	13	1	6	3	2
Transp. corrente	13	2	6	3	2
Transp. corrente	26	1	12	14	1
Transp. corrente	12	0	10	0	2
Transp. corrente	13	1	8	3	1
Transp. corrente	5	0	4	0	1
Transp. corrente	5	0	4	0	1
Transp. corrente	7	0	5	0	2
Transp. corrente	4	0	3	0	1
Transp. corrente	4	1	0	0	2
Transp. corrente	5	1	2	0	2
Transp. corrente	5	1	3	0	1
Transp. corrente	4	0	3	0	1
Transp. corrente	4	0	4	0	0
Transp. corrente	4	0	3	0	1

Tabela 77. Número de manutenções realizadas para as roscas transportadoras na fábrica de ração (Figura 35)

Equipamento	Número de manutenções	Manutenções atendidas dentro do prazo	Manutenções não atendidas dentro do prazo	Manutenções não realizadas	Manutenções antecipadas
Rosca transportadora	13	1	10	0	2
Rosca transportadora	16	1	9	6	1
Rosca transportadora	15	0	9	6	1
Rosca transportadora	14	0	10	3	1
Rosca transportadora	14	0	10	3	1
Rosca transportadora	15	1	7	6	1
Rosca transportadora	18	0	11	6	1
Rosca transportadora	17	0	10	6	1
Rosca transportadora	12	0	9	3	0
Rosca transportadora	9	0	8	1	0
Rosca transportadora	5	2	2	0	1
Rosca transportadora	5	0	4	0	1

Tabela 78. Número de manutenções realizadas para as roscas dosadoras na fábrica de ração (Figura 35)

Equipamento	Número de manutenções	Manutenções atendidas dentro do prazo	Manutenções não atendidas dentro do prazo	Manutenções não realizadas	Manutenções antecipadas
Rosca dosadora	13	0	9	4	0
Rosca dosadora	14	0	10	4	0
Rosca dosadora	15	0	10	4	0
Rosca dosadora	14	0	10	4	0
Rosca dosadora	13	0	9	4	0
Rosca dosadora	14	0	10	4	0
Rosca dosadora	14	0	10	4	0
Rosca dosadora	14	0	10	4	0
Rosca dosadora	14	0	10	4	0
Rosca dosadora	14	0	10	4	0
Rosca dosadora	12	0	10	0	2
Rosca dosadora	5	1	3	0	1
Rosca dosadora	5	1	3	0	1
Rosca dosadora	4	1	1	0	2
Rosca dosadora	4	1	1	0	2
Rosca dosadora	13	0	9	3	1
Rosca dosadora	14	0	10	3	1

Tabela 79. Número de manutenções realizadas para os elevadores de caçamba na fábrica de ração (Figura 35)

Equipamento	Número de manutenções	Manutenções			
		Manutenções atendidas dentro do prazo	Manutenções não atendidas dentro do prazo	Manutenções não realizadas	Manutenções antecipadas
Elevador de caçamba	17	0	10	6	1
Elevador de caçamba	17	0	9	6	2
Elevador de caçamba	17	2	8	6	1
Elevador de caçamba	17	2	8	6	1
Elevador de caçamba	18	1	11	6	0
Elevador de caçamba	16	0	11	3	2
Elevador de caçamba	16	0	13	3	0
Elevador de caçamba	15	0	11	3	1
Elevador de caçamba	10	1	9	0	0
Elevador de caçamba	10	1	5	3	1
Elevador de caçamba	8	0	6	0	2
Elevador de caçamba	2	0	1	0	1
Elevador de caçamba	4	0	3	0	1

Tabela 80. Número de manutenções realizadas para nos silos armazenadores na fábrica de ração (Figura 35)

Equipamento	Número de manutenções	Manutenções			
		Manutenções atendidas dentro do prazo	Manutenções não atendidas dentro do prazo	Manutenções não realizadas	Manutenções antecipadas
Silos armazenadores	7	1	6	0	0
Silos armazenadores	10	1	9	0	0
Silos armazenadores	10	1	9	0	0
Silos armazenadores	7	1	6	0	0
Silos armazenadores	5	0	3	0	2
Silos armazenadores	5	0	3	0	2
Silos armazenadores	1	0	0	0	1
Silos armazenadores	1	0	0	0	1
Silos armazenadores	1	0	0	0	1
Silos armazenadores	1	0	0	0	1
Silos armazenadores	1	0	0	0	1
Silos armazenadores	1	0	0	0	1
Silos armazenadores	1	0	0	0	1
Silos armazenadores	1	0	0	0	1
Silos armazenadores	1	0	0	0	1
Silos armazenadores	5	1	3	0	1
Silos armazenadores	5	1	3	0	1
Silos armazenadores	16	0	11	3	2
Silos armazenadores	1	1	0	0	0

Tabela 81. Número de manutenções realizadas nos exaustores, compressores e bombas da fábrica de ração (Figura 35)

Equipamento	Número de manutenções	Manutenções atendidas dentro do prazo	Manutenções não atendidas dentro do prazo	Manutenções não realizadas	Manutenções antecipadas
Exaustor	4	0	2	0	2
Exaustor	5	1	3	0	1
Exaustor	3	0	2	0	1
Exaustor	4	0	2	0	2
Compressor	17	0	13	3	1
Compressor	16	3	13	0	0
Bomba	12	1	8	0	3
Bomba	12	1	8	0	3
Bomba	13	1	9	3	0
Bomba	13	2	8	0	3
Bomba	18	1	13	4	0

Tabela 82. Número de manutenções realizadas nos moinhos de martelo, resfriador, trituradores, prensas e misturadores da fábrica de ração (Figura 35)

Equipamento	Número de manutenções	Manutenções atendidas dentro do prazo	Manutenções não atendidas dentro do prazo	Manutenções não realizadas	Manutenções antecipadas
Moinho de martelos	136	14	48	70	3
Moinho de martelos	92	11	50	24	3
Resfriador	5	0	3	0	2
Resfriador	5	0	3	0	2
Triturador	5	0	3	0	2
Triturador	5	0	3	0	2
Prensa	16	1	12	1	3
Prensa	16	1	14	0	1
Misturador	13	1	9	3	0
Misturador	26	1	12	11	2
Misturador	11	0	10	0	1

Tabela 83. Manutenções (%) dos equipamentos realizadas na fábrica de ração (Figura 35)

Manutenções	Transportador de corrente	Elevadores de caçamba	Roscas dosadoras	Silos, secador
Número de equipamentos	30	13	17	18
Número de manutenções	312	167	196	79
Manutenções realizadas no tempo programado	7,05	4,19	2,04	8,86
Manutenções não realizadas no tempo programado	63,46	62,87	68,88	67,09
Manutenções não realizadas	21,47	25,15	23,47	3,80
Manutenções antecipadas	8,33	7,78	5,10	20,25

Tabela 84. Manutenções (%) dos equipamentos realizadas na fábrica de ração (Figura 35)

Manutenções	Exaustores, compressores	Mistura, Moagem, peletizadora	Roscas transportadoras
Número de equipamentos	11	11	12
Número de manutenções	117	330	153
Manutenções realizadas no tempo programado	8,55	8,79	3,27
Manutenções não realizadas no tempo programado	69,23	50,61	64,71
Manutenções não realizadas	8,55	33,03	26,14
Manutenções antecipadas	13,68	6,36	7,19