



UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
DEPARTAMENTO DE ZOOTECNIA

ANDERSON SILVA PEREIRA

CONTROLE DE QUALIDADE NA FABRICAÇÃO DE RAÇÕES EXTRUSADAS

FORTALEZA
2014

ANDERSON SILVA PEREIRA

CONTROLE DE QUALIDADE NA FABRICAÇÃO DE RAÇÕES EXTRUSADAS

Relatório do Estágio Supervisionado apresentado ao Departamento de Zootecnia da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Zootecnia.

Orientador: Prof. Dr. Ednardo Rodrigues Freitas

FORTALEZA

2014

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal do Ceará
Biblioteca de Ciências e Tecnologia

P489c Pereira, Anderson Silva.
Controle de qualidade na fabricação de rações extrusadas / Anderson Silva Pereira.– 2014.
57f. : il. , color. , enc. ; 30 cm.

Relatório (graduação) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências Agrárias,
Departamento de Zootecnia, Curso de Zootecnia, Fortaleza, 2014.
Orientação: Prof. Dr. Ednardo Rodrigues Freitas.

1. Fábrica. 2. Ração. 3. Nutrição. 4. Produção. I. Título.

CDD 636.08

ANDERSON SILVA PEREIRA

CONTROLE DE QUALIDADE NA FABRICAÇÃO DE RAÇÃO EXTRUSADA

Relatório do Estágio Supervisionado apresentado ao Departamento de Zootecnia da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Zootecnia.

Aprovada em: 29 / 05 / 2014

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Ednardo Rodrigues Freitas (Orientador Pedagógico)
Universidade Federal do Ceará - UFC

Prof. Dr. Pedro Henrique Watanabe (Conselheiro)
Universidade Federal do Ceará – UFC

Dra. Raffaella Castro Lima (Conselheira)
Universidade Federal do Ceará - UFC

A Deus.

A minha mãe, Maria Lucivanda.

A meu pai, Antônio Valdisar.

Aos meus irmãos, Ana Catarina e Valdisar

Filho

A minha namorada, Amanda Leal

Dedico.

AGRADECIMENTOS

A Deus pela minha vida, da minha mãe, da minha família e de meus amigos. Agradeço pelas bênçãos que tem me proporcionado desde o meu nascimento e agradeço por mais essa vitória.

A minha amada mãe, Maria Lucivanda Silva Pereira, minha fonte de inspiração, meu porto seguro. Agradeço pelo seu amor incondicional, que jamais encontrarei igual nesse mundo. A ela devo tudo que sou. Jamais conseguirei retribuir todo amor que recebi, recebo e receberei dessa grande mulher.

Ao meu amado pai, Antônio Valdisar da Silva, pelo seu amor, confiança, ensinamentos e por sua garra.

Aos meus irmãos, Ana Catarina Silva Pereira e Antônio Valdisar da Silva Filho, pelo companheirismo, amizade e por tudo que passamos juntos.

A minha namorada, Amanda Rodrigues Leal, pelo seu amor, companheirismo, paciência, amizade e confiança. Agradeço pelo seu esforço e força de vontade, que a torna admirável.

A todos os meus colegas e amigos de faculdade, essenciais para essa vitória, em especial aos amigos do Grupo G7 (Ana Raquel, Ana Rosa, Alini Veira, Heitor Chaves, Lucas) pelos vários momentos vividos juntos.

Ao meu amigo-irmão, Heitor Silva Chaves, pela amizade, cumplicidade e companheirismo. Agradeço por ter estado presente em todos os momentos que vivi durante a conclusão do curso de Zootecnia.

A minha grande amiga, Kassia Moreira Santos, pelo apoio, amizade e cumplicidade durante todo esse tempo de faculdade. Obrigado por ter tornado minha graduação mais fácil e agradável.

Aos meus amigos e colegas do grupo de estágio, Germana Aguiar, Heitor Chaves, Jordânia Lima, Josana Camila, Karina Barbosa, pelos momentos e sentimentos compartilhados durante o último semestre do curso de Zootecnia.

A todos os professores do curso de Zootecnia.

Ao professor, Luiz Euquerio de Carvalho, pelo apoio, ensinamentos e amizade durante todo o período de graduação.

Ao professor, Pedro Henrique Watanabe, pelo apoio, ensinamentos e confiança. Agradeço pelas oportunidades de trabalho, respeito, competência e profissionalismo que sempre tivemos durante todo o período que trabalhamos juntos.

Ao professor, Ednardo Rodrigues Freitas, pela orientação pedagógica do meu TCC.

A professora, Elizimar (Zizi), por toda sua gentileza, atenção, paciência e disponibilidade.

A Raffaella Lima pelas considerações feitas no meu TCC, que foram de extren importância.

A Integral Agroindustrial Ltda, pela oportunidade de estágio e a todos os colaboradores que contribuíram diretamente ou indiretamente com o meu estágio. Obrigado, Eduardo Butolo, Eduardo Marinho, Patrícia Butolo, Jéssica Siqueira, Evellyn, Vanessa, Borges, Thiago, Vanderlei, Valdemir, Anibal, Adalberto, Jardeson e Gleison.

A “minha Universidade Federal do Ceará – UFC” por tudo que me proporcionou e por tudo que vivi.

RESUMO

Os resultados positivos atualmente verificados na área de produção animal estão diretamente associados aos pilares nutrição, genética, manejo e sanidade. Para que o animal consiga expressar seu máximo potencial genético, a alimentação deve suprir adequadamente suas necessidades nutricionais, de forma a permitir o bom desenvolvimento fisiológico e corporal. Além da importância do valor nutricional, específico para cada categoria animal, as rações devem ser fabricadas considerando um controle de qualidade em todas as fases de sua produção, ou seja, da compra e recepção da matéria-prima até a expedição do produto final. Sendo assim, no estágio foi possível acompanhar o controle de qualidade executado na produção de ração e todo o processo de fabricação da mesma. Também foi feito o acompanhamento do controle de qualidade do recebimento de matérias-primas até a expedição do produto acabado. Desta forma, o objetivo do estágio supervisionado foi adquirir informações sobre controle de qualidade na fabricação de rações e vivenciar a aplicabilidade dos conhecimentos adquiridos na Universidade Federal do Ceará – UFC sobre a fabricação das mesmas, reforçando assim, os conhecimentos adquiridos na área acadêmica.

Palavras chaves: Fábrica. Nutrição. Produção.

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO	11
2.	PERFIL DA EMPRESA	12
3.	ATIVIDADES DESENVOLVIDAS NO ESTÁGIO	13
4.	APLICAÇÃO DAS BOAS PRÁTICAS DE FABRICAÇÃO	14
5.	ETAPAS DO CONTROLE DE QUALIDADE DAS MATÉRIAS-PRIMAS	15
5.1	Fluxograma do controle de qualidade e da produção de rações extrusadas	15
5.2	Recepção e amostragem	16
5.3	Classificação dos grãos	19
5.3.1	Milho e milheto	24
5.3.2	Soja.....	24
5.3.3	Sorgo	25
5.4	Análises de liberação de farinhas de origem animal (FOA).....	26
5.4.1	Procedimentos analíticos e granulometria utilizados na determinação da qualidade das farinhas de origem animal	27
5.4.1.1	Determinação da acidez	27
5.4.1.2	Índice de peróxido.....	28
5.4.1.3	Teste de éber	30
5.4.1.4	Teste de rancidez.....	31
5.4.1.5	Umidade.....	32
5.4.1.6	Determinação da granulometria	33
5.5	Utilização do Espectrômetro NIRS	35
5.6	Análises químicas realizadas no milho e na soja.....	36
5.6.1	Milho	36
5.6.1.1	Análise de micotoxina (figura 20)	36
5.6.2	Soja.....	37
5.6.2.1	Processamento da soja integral extrusada.....	37
5.6.2.2	Atividade ureática	39
5.6.2.3	Proteína solúvel em solução de hidróxido de potássio a 0,2%	40
5.7	Armazenamento dos ingredientes	41
6	ETAPAS DO PROCESSO DE FABRICAÇÃO DE RAÇÕES EXTRUSADAS	42
6.1	Extrusão.....	42

6.2	Produção de ração extrusada – Fábrica unidade fortaleza II.....	42
6.3	Controle de qualidade na produção de rações extrusadas	48
6.3.1	Amostragem	48
6.3.2	Diâmetro geométrico médio (DGM)	49
6.3.3	Umidade	50
6.3.4	Densidade	50
6.3.5	Diâmetro e comprimento.....	51
6.3.6	Atividade de água.....	51
6.3.7	Flutuabilidade.....	52
6.3.8	Análise de finos	53
7.	CONTROLE DE QUALIDADE DO PRODUTO ACABADO	54
8.	EXPEDIÇÃO DO PRODUTO ACABADO (FIGURA 39)	54
9.	CONCLUSÕES.....	56
	REFERÊNCIAS	57

1. INTRODUÇÃO

Juntamente com a genética, a nutrição exerce grande importância na produção animal, pois para atingir os objetivos propostos, as necessidades básicas de nutrientes para manutenção, crescimento e produção são cada vez mais diferenciadas e específicas para cada raça ou linhagem, idade e sexo. Com isso os nutricionistas buscam novas técnicas e produtos que possam apresentar soluções compatíveis com as necessidades nutricionais, para maximizar os resultados (BUTOLO, 2010).

Para que uma ração balanceada de acordo com as exigências nutricionais dos animais tenha o efeito esperado é necessário que haja controle de qualidade na produção, ou seja, da compra e recepção da matéria-prima até a expedição do produto acabado. Uma matéria-prima de má qualidade não proporcionará uma ração adequada para os animais, por sua vez, se não houver controle de qualidade durante todo o processo de produção ou durante o armazenamento do produto acabado nada adiantará uma matéria-prima de boa qualidade, pois existem riscos de contaminações durante o processo de produção ou de armazenagem.

Desta forma, segundo Butolo (2010) um dos maiores desafios enfrentados pelos profissionais envolvidos na produção animal está no campo do controle de qualidade de ingredientes destinados a alimentação animal.

O controle de qualidade traz um novo conceito sobre qualidade, deixando de ser atributo do produto ou serviço, e também, de responsabilidade exclusiva do departamento da qualidade. A qualidade passa a ser problema de todos e envolve todos os aspectos da operação da empresa. A qualidade passa a ser encarada de forma sistêmica, para integrar ações das pessoas, máquinas, informações e todos os outros recursos envolvidos na administração da qualidade (AILDEFONSO, 2006).

A qualidade nutricional das rações e dos ingredientes está relacionada com a composição de proteína e aminoácidos, ácidos graxos, minerais, vitaminas e energia digestível de ambos, enquanto a qualidade tecnológica implica nas características físicas dos ingredientes, rações e características relacionadas com o processo de fabricação e a qualidade do ponto de vista de segurança envolve a ausência de substâncias e microrganismos nocivos à saúde dos animais, ambientes e compradores (BELLAVÉR, 2004)

Desta forma, objetivou-se com o estágio supervisionado vivenciar a aplicabilidade dos conhecimentos relacionados à fabricação de rações adquiridos na Universidade, adquirir novos conhecimentos, como também conhecer o mercado de trabalho.

2. PERFIL DA EMPRESA

Inserida no contexto do agronegócio brasileiro, onde a agricultura e pecuária estão cada vez mais qualificadas e competitivas, a empresa Integral Agroindustrial Ltda foi fundada em 1996, inicialmente com foco na produção de adubos e fertilizantes, para posteriormente incorporar novas atividades e outras linhas de produtos.

Em 2000 passou a fabricar e vender produtos destinados à nutrição animal, sendo hoje o seu principal ramo de atuação com a marca Integral Mix.

Com sede localizada na estrada da granja, bairro de Messejana em Fortaleza-CE, a empresa Integral Agroindustrial Ltda possui três unidades:

- Unidade Fortaleza/CE
 - ✓ Fábrica de ração para aves e suínos, com produção para consumo interno;
 - ✓ Fábrica de ração para equinos, bovinos, ovinos, caprinos e suínos, com produção comercial;
 - ✓ Fábrica de ração para cães e gatos, peixes e camarões, com produção comercial
- Unidade Integral Mix Eusébio (IMXE)
 - ✓ Duas linhas de produção: Ração para aves de postura e suínos.
 - ✓ Produção de suplementos, premixes e núcleos.
- Unidade Paulo Afonso - BA
 - ✓ Fabricação de ração totalmente comercial destinada à alimentação de equinos, peixes e camarões.

Atualmente a empresa Integral Agroindustrial Ltda está presente em toda a região Nordeste, levando a excelência de seus produtos e serviços para todos os estados que compõem o Norte e Nordeste do Brasil.

A empresa tem como missão produzir rações dentro dos padrões de qualidade e especificações técnicas, através das melhores práticas de fabricação, a um custo competitivo, assegurando satisfação dos clientes, retorno aos acionistas, qualidade de vida aos colaboradores e preservação do ambiente.

3. ATIVIDADES DESENVOLVIDAS NO ESTÁGIO

O estágio foi realizado no período de 14 de janeiro a 21 de março de 2014, com carga horária total correspondente a 384 horas. Durante esse período foi feito o acompanhamento do controle de qualidade do recebimento de matérias-primas até a expedição do produto acabado. Além disso, acompanhou-se o processo de produção e fabricação da ração extrusada e os mecanismos de controle de qualidade.

4. APLICAÇÃO DAS BOAS PRÁTICAS DE FABRICAÇÃO

Segundo a Instrução Normativa Nº 4, de 23 de fevereiro de 2007 (BRASIL, 2007), as Boas Práticas de Fabricação (BPF) são procedimentos higiênicos, sanitários e operacionais aplicados em todo o fluxo de produção, desde a obtenção dos ingredientes e matérias-primas até a distribuição do produto final, com o objetivo de garantir a qualidade, conformidade e segurança dos produtos destinados à alimentação animal.

Para aplicação das normas de BPF, a empresa tem dois profissionais que trabalham diariamente fazendo vistorias relacionadas à realização dos procedimentos higiênicos, sanitários e operacionais aplicados em todo o fluxo de produção. A empresa conta também com um manual de BPF contendo os Procedimentos Operacionais Padrões (POP) realizados por ela.

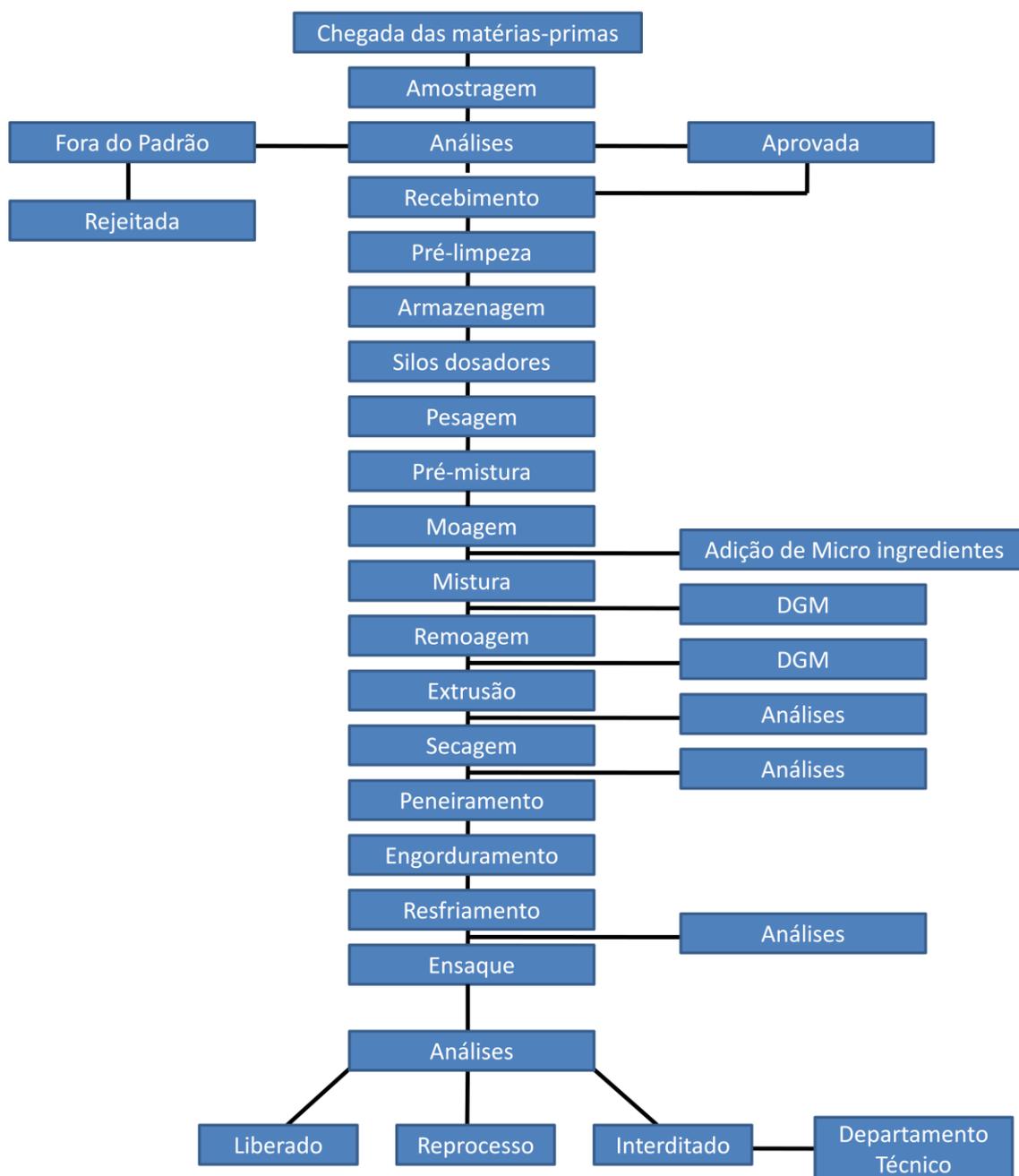
De acordo com a Instrução Normativa Nº 4, DE 23 de fevereiro de 2007 (BRASIL, 2007), os Procedimentos Operacionais Padrões (POP's) são as descrições pormenorizadas e objetivas de instruções, técnicas e operações rotineiras a serem utilizadas pelos fabricantes de produtos destinados à alimentação animal, visando a proteção, a garantia de preservação da qualidade e da inocuidade das matérias-primas e produto final assim como a segurança dos manipuladores.

Os POP's realizados pela empresa são:

- Qualificação de fornecedores e controle de matérias-primas e de embalagens;
- Manutenção/Aferição e Higienização de instalações, equipamentos e utensílios;
- Higiene e saúde de funcionários;
- Potabilidade da água e higienização de reservatório;
- Prevenção de contaminação cruzada;
- Programa de capacitação de funcionários.
- Controle integrado de pragas e vetores;
- Recolhimento de resíduos;
- Programa de rastreabilidade e recolhimento de produtos (Recall);
- Auditorias internas.

5. ETAPAS DO CONTROLE DE QUALIDADE DAS MATÉRIAS-PRIMAS

5.1 FLUXOGRAMA DO CONTROLE DE QUALIDADE E DA PRODUÇÃO DE RAÇÕES EXTRUSADAS



Fonte: Próprio autor

5.2 RECEPÇÃO E AMOSTRAGEM

Os caminhões que chegam com os grãos utilizados pela empresa para a fabricação de rações ficam em uma área denominada recepção (FIGURA1). Diariamente, na recepção, a identificação e amostragem das matérias-primas são feitas por um profissional treinado, que realiza uma inspeção prévia sobre a qualidade aparente do produto.

Os caminhões permanecem na recepção até a autorização dos profissionais do laboratório de controle de qualidade, para posterior liberação do descarregamento da matéria-prima.

Figura 1 _ Área de recepção



Fonte: Próprio autor

Segundo Butolo (2010), a área de recepção é a última linha de defesa que previne a chegada de ingredientes de baixa qualidade para a produção, pois uma vez descarregados para serem armazenados em um silo, dificilmente poderá ser diferenciado e separado o ingrediente de baixa qualidade e o de boa qualidade.

É importante que o controle de qualidade na fabricação de ração esteja presente na recepção dos ingredientes, pois estes terão influência direta na qualidade do produto final. A seleção de matéria-prima de qualidade é o primeiro passo para a produção de uma ração capaz de suprir as necessidades nutricionais dos animais de produção.

A identificação dos ingredientes é feita através do preenchimento de formulários de controle de recebimento de matérias-primas, com algumas especificações, como:

- Produto;
- Fornecedor;
- Fabricante;
- Apresentação (granel, sacos de rafia, sacos de plástico; sacos de papel; bombonas; tambores e outros);
- Data de chegada;
- Data de fabricação;
- Data de validade;
- Lote;
- Placa do veículo;
- Tipo de veículo (carroceria aberta ou baú);
- Proteção da carga (satisfatória ou não satisfatória);
- Rótulo (conforme e não conforme);
- Composição química.

A amostragem é uma etapa de extrema importância no controle de qualidade das matérias-primas, visto que a partir dessa amostra será analisada a qualidade do ingrediente. Desta forma, faz-se necessária uma amostragem representativa e homogênea, caso contrário, os resultados podem não ser condizentes com a realidade do lote da matéria-prima.

A amostragem é feita de acordo com a apresentação da matéria-prima (a granel ou ensacada). Para produtos a granel (milho grão, soja grão, milho, sorgo, farelo de soja; FIGURA 2 - A), a amostragem é feita com o auxílio de um calador composto (FIGURA 2 - B). Esse equipamento possui um sistema que possibilita a coleta da parte inferior e superior do ponto escolhido.

O calador tem tamanho suficiente para chegar até o fundo dos caminhões, visando uma melhor eficiência da amostragem (aproximadamente 2,20 m de comprimento e 5 cm de diâmetro). Coleta-se, no mínimo 11 pontos aleatórios em cada vagão do caminhão. Logo após a coleta, o material é homogeneizado e a partir dessa mistura é retirada a amostra e encaminhada para análise no laboratório de controle de qualidade da própria fábrica de ração.

Segundo a Instrução Normativa Nº 60 de 22 de dezembro de 2011 (BRASIL, 2011), para produtos a granel deve-se coletar no mínimo cinco pontos, quando o lote possuir até 15 toneladas. De 15 a 30 toneladas de produto deve ser coletado o mínimo de oito pontos e para produtos acima de 30 toneladas devem-se coletar no mínimo onze pontos. Já para produtos ensacados (farelo de trigo, farelo de arroz e farinhas de origem animal como farinha

de vísceras, farinha de carne e farinha de pena; (FIGURA 3 - A), a amostragem é feita com a utilização de um calador do tipo gaita (FIGURA 3 - B), atravessando diagonalmente cada saco.

Para produtos ensacados, coleta-se o maior número de sacos possíveis ou 20% do número de sacos presentes no caminhão. Após a coleta é feita uma amostra composta e encaminhada para o laboratório de controle de qualidade. Segundo Butolo (2010), para amostragem de matérias-primas ensacadas devem ser selecionados pontos aleatórios e coletado no mínimo 10% dos sacos de um lote.

Figura 2 _ Coleta de amostra de produto a granel (A) e calador composto (B)



Fonte: Próprio Autor

Figura 3 _ Coleta de amostra de produto ensacado (A) e calador tipo gaita (B)



Fonte: Próprio Autor

As amostras compostas são levadas para o laboratório de controle de qualidade da fábrica, acompanhadas de uma ficha controle de coleta de matéria prima, com as seguintes informações:

- Produto;

- Fornecedor;
- Quantidade;
- Data de recebimento;
- Qualidade do produto;
- Placa do caminhão;
- Nota fiscal do produto;
- Horário (chegada, coleta e liberação);
- Código do laboratório;
- Autorização (liberado, liberado com restrição, reprovado).

Essas informações são repassadas para uma planilha de controle de matérias-primas que gera um código para cada amostra, para posteriormente serem cadastradas no sistema computadorizado da empresa (Lab2000). O laboratório faz o armazenamento das amostras durante 30 dias a partir de sua chegada, para possíveis conferências de sua qualidade.

5.3 CLASSIFICAÇÃO DOS GRÃOS

A empresa recebe quatro tipos de matérias-primas em forma de grãos: milho, soja, sorgo e milheto (FIGURA 4).

Figura 4 _ Milheto, milho, soja e sorgo



Fonte: Próprio Autor

A classificação dos grãos é uma etapa simples do controle de qualidade de matérias-primas que pode prevenir a presença excessiva de contaminantes físicos e

biológicos, disponibilizando assim, matéria-prima com matriz nutricional mais próxima do padrão do ingrediente.

A amostra preparada é levada para a sala de classificação de grãos do laboratório de controle de qualidade, onde é classificada por um profissional capacitado, chamado classificador de grãos (FIGURA 5). Os grãos são analisados e classificados quanto à presença de defeitos e odor. Caso haja odor diferente do característico, é feita uma observação na ficha desse ingrediente para que seja observado na hora do descarregamento. Semanalmente, também, são coletadas amostras do milho armazenado nos silos e diariamente do milho utilizado no processo de fabricação das rações para uma reclassificação.

Figura 5 _ Classificador de grãos



Fonte: Próprio autor

Inicialmente a amostra é submetida a um equipamento chamado quarteador (FIGURA 6), com a função de homogeneização da mesma. Após esse procedimento, um medidor de umidade de grãos de bancada é utilizado para medir a umidade e a densidade da amostra (FIGURA 7). Para análise de classificação dos grãos, são pesados 100g da amostra, para verificar a presença dos principais defeitos, através de contagem manual. Os grãos classificados são separados em função do defeito e pesados, para o cálculo da porcentagem do mesmo em relação à amostra total.

Figura 6 _ Quarteador



Fonte: Próprio autor

Figura 7 _ Medidor de umidade de grãos de bancada



Fonte: Próprio autor

Os principais defeitos de acordo com Brasil (1976):

1. **Grãos ardidos:** os grãos ou pedaços de grãos que apresentam escurecimento total, por ação do calor, umidade ou fermentação avançada atingindo a totalidade da massa do grão, sendo também considerados como ardidos, devido à semelhança de aspecto, os grãos totalmente queimados;
2. **Grãos carunchados:** os grãos ou pedaços de grãos que se apresentam atacados por insetos considerados pragas de grãos armazenados em qualquer de suas fases evolutivas;
3. **Grãos chochos:** os grãos desprovidos de massa interna, enrijecidos e que se apresentam enrugados por desenvolvimento fisiológico incompleto, sendo que os grãos pequenos e os de endosperma córneo (ponta de espiga) não serão considerados chochos ou imaturos, sendo considerados grãos normais;
4. **Grãos fermentados:** os grãos ou pedaços de grãos que apresentam escurecimento parcial do germe ou do endosperma provocado por processo fermentativo ou calor, sendo

também considerados como fermentados, devido à semelhança de aspecto, os grãos que se apresentam parcialmente queimados; grãos que apresentam plúmula roxa, como característica varietal, não são considerados grãos defeituosos;

5. **Grãos brotados:** os grãos ou pedaços de grãos que apresentam início visível de germinação;

6. **Grãos mofados:** os grãos ou pedaços de grãos que apresentam contaminações fúngicas (mofo ou bolor) visíveis a olho nu, independentemente do tamanho da área atingida, bem como os grãos ou pedaços de grãos que apresentam coloração esverdeada ou azulada no germe, produzida pela presença de fungos;

7. **Grãos quebrados:** os pedaços de grãos que vazarem pela peneira de crivos circulares de 5,00 mm (cinco milímetros) de diâmetro e ficarem retidos na peneira de crivos circulares de 3,00 mm (três milímetros) de diâmetro;

8. **Impurezas:** pedaços de grãos que vazarem pela peneira de crivos circulares de 3,00 mm (três milímetros) de diâmetro, bem como detritos do próprio produto que ficarem retidos nas peneiras de crivos circulares de 5,00 mm (cinco milímetros) e de 3,00 mm (três milímetros) de diâmetro, que não sejam grãos ou pedaços de grãos de milho;

9. **Matérias estranhas:** os corpos ou detritos de qualquer natureza, estranhos ao produto, tais como grãos ou sementes de outras espécies vegetais, sujidades, insetos mortos, entre outros.

Os defeitos acima são analisados para milho, milheto e sorgo (FIGURA 8). Já para soja, além dos defeitos citados, observa-se a presença de grãos ou pedaços de grãos esverdeados, que são aqueles com desenvolvimento fisiológico completo que apresentam coloração totalmente esverdeada no cotilédone. Grãos brotados e carunchados não são caracterizados como defeitos.

Figura 8 _ Principais defeitos encontrados no milho grão: (A) Quebrados; (B) Chocho; (C) Carunchados; (D) Sadios; (E) Impurezas; (F) Ardidos.



Fonte: Próprio autor

As avaliações adotadas pela empresa no processo de classificação dos grãos seguem as recomendações do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, quanto ao limite de tolerância dos defeitos, umidade e densidade, expressos em porcentagem, para classificação do milho, milheto, sorgo e soja (TABELA 1).

Tabela 1 _ Limites de tolerância dos defeitos, umidade e densidade, adotados pela empresa, para classificação do milho, milheto, sorgo e soja.

Item	Limites			
	Milho	Milheto	Sorgo	Soja
Ardidos (%)	6	6	6	6
Brotados (%)	0	0	0	-
Carunchados (%)	1	1	1	-
Chocho (%)	1	1	1	1
Contaminação (%)	0	0	0	0
Mofado (%)	0	0	0	0
Fermentado (%)	0	0	0	0
Impurezas (%)	2	2	2	2
Quebrados (%)	10	10	10	10
Esverdeados (%)	-	-	-	10
Umidade (%)	14	14	14	14
Densidade (g/mL)	730	730	730	-

Fonte: Integral Agroindustrial

5.3.1 MILHO E MILHETO

O milho é produzido em quase todos os continentes, sendo sua importância econômica caracterizada pelas diversas formas de sua utilização, que vão desde a alimentação animal até a indústria de alta tecnologia, como a produção de filmes e embalagens biodegradáveis.

Cerca de 70% da produção mundial de milho é destinada à alimentação animal, podendo este percentual chegar a 85%, em países desenvolvidos. O milho é considerado um alimento energético para a dieta humana e animal, devido à sua composição predominantemente de carboidratos e lipídeos (PAES, 2010; LIMA, 2000).

O milheto tem composição nutricional e energética semelhante ao milho e tem sido testado como uma alternativa alimentar, uma vez que possui valor econômico inferior ao do milho (75% do preço do milho). É também bastante utilizado para alimentação de aves, suínos e bovinos, principalmente pelo seu significativo valor protéico de 12,71% (GOMES, 2008).

Além do baixo custo de produção, a qualidade nutricional do milheto é um dos fatores predominantes para que o produtor faça sua opção. É comparável ao milho e superior ao sorgo, além de não apresentar taninos, que têm efeitos antinutricionais. O milheto possui teor e qualidade da proteína bruta semelhantes ao sorgo e superiores à do milho e seu teor de energia metabolizável é similar aos demais grãos energéticos utilizados na alimentação animal (RESENDE, 2010).

Para analisar os defeitos presentes na amostra de grãos de milho/milheto a empresa adota limites de tolerâncias (TABELA 1). Após a análise dos grãos quanto aos defeitos, o milho/milheto é classificado, segundo a sua qualidade, em três tipos: TIPO 1, 2, 3 de acordo com a Portaria N° 845 de 08 de Novembro de 1976 do Ministério da Agricultura.

5.3.2 SOJA

Devido suas qualidades nutricionais, a soja é a fonte protéica mais utilizada na formulação de rações para monogástricos. Possui proteína de alta qualidade e elevada quantidade de energia. Entretanto, apresenta alguns fatores antinutricionais que impedem que a mesma seja utilizada “in natura” em rações comerciais.

Uma vez que os suínos e aves consomem grande quantidade de subprodutos da soja, sua participação nos custos de produção e no desempenho animal é muito grande. Como a soja integral sem processamento não tem aplicação na formulação de rações, ou se existe alguma, é limitada; seu uso é dependente do processamento industrial (BELLAYER, 1999).

Para analisar os defeitos presentes na amostra de grãos de soja a empresa adota limites de tolerâncias (TABELA 1). Após a análise dos grãos quanto aos defeitos, a soja é classificada segundo a sua qualidade, em três tipos: TIPO 1, 2 e 3 de acordo com a Instrução Normativa N°11 de 15 de Maio de 2007 do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento.

5.3.3 SORGO

O grão de sorgo é um dos cereais mais cultivados no mundo. Devido a sua grande capacidade de produção, o sorgo também é muito empregado na alimentação animal. No Brasil, a produção de sorgo é praticamente toda destinada à alimentação animal.

Os grãos de sorgo são uma importante fonte de energia em dietas de monogástricos e ruminantes, podendo substituir cereais como o milho na fabricação de rações. Uma das características do sorgo é a presença de compostos fenólicos como os taninos condensados, que provocam efeitos negativos na digestão protéica de aves e suínos (FILHO, 2004). De acordo com Scheuermann (1998), existe uma tendência em considerar o sorgo com ou sem tanino, e não mais com alto, médio e baixo tanino, uma vez que o tanino é um caráter controlado por dois pares de genes (caráter qualitativo) e dominante.

Além da concentração energética, o sorgo apresenta um teor de proteína em torno de 8 a 9%, geralmente um pouco superior ao milho e 97% do valor energético do milho (SCHEUERMANN, 1998).

Para analisar os defeitos presentes na amostra de grãos de sorgo a empresa adota limites os de tolerância já citados anteriormente (TABELA 1). Após a análise dos grãos quanto aos defeitos, o sorgo é classificado segundo a sua qualidade, em três tipos: TIPO 1, 2 e 3 de acordo com a Portaria N° 268 de 22 de Agosto de 1984 do Ministério da Agricultura.

5.4 ANÁLISES DE LIBERAÇÃO DE FARINHAS DE ORIGEM ANIMAL (FOA)

O aumento da produção de ração ocasionado pelo crescimento na área de produção animal promove um aumento na demanda de insumos, como o milho e farelo de soja. Entretanto, devido às oscilações de preços destes insumos, a produção de rações torna-se cara em algumas situações, reduzindo os lucros e aumentando os custos de produção. Devido a isso, pesquisas têm sido realizadas com o objetivo de viabilizar a utilização de alimentos alternativos que diminuam os custos com alimentação.

As farinhas de origem animal são ingredientes alternativos importantes para a fabricação de rações quanto aos aspectos econômicos, de saúde animal e nutricional. Seu uso na formulação de dietas é facilitado por conterem aminoácidos, energia, cálcio e fósforo em quantidades apreciáveis.

Porém, um dos maiores problemas enfrentados pela indústria de alimentação animal ainda é a falta de uniformidade da matéria-prima existente no mercado, o que é considerado um fator limitante, pois existe grande variabilidade na qualidade das farinhas, devido principalmente, à origem da matéria prima; ao tempo entre a coleta e o processamento; a contaminação química, física ou microbiológica; à espécie e tipo de resíduo; ao processo de produção; ao tempo de armazenagem; à segregação de transporte; à recontaminação, oxidação lipídica e adulteração (BELLAVÉR, 2009).

Os subprodutos de origem animal utilizados na fábrica da Integral Agroindustrial são definidos abaixo, segundo o Compêndio Brasileiro de Alimentação Animal (SINDIRAÇÕES, 2013):

Farinha de vísceras de aves: produto resultante do processamento de vísceras de aves, sendo permitida a inclusão de cabeças e pés. Não deve conter penas, resíduos de incubatório e outras matérias estranhas à sua composição. Não deve apresentar contaminação com casca de ovo.

Farinha de carne e ossos: produzida em graxarias por coleta de resíduos, ou em frigoríficos a partir de ossos e tecidos, após desossa completada carcaça de bovinos, moídos, cozidos, prensados para a extração de gordura e novamente moídos. Não deve conter sangue, casco, chifres, pelos e conteúdo estomacal.

Farinha de penas hidrolisadas: produto resultante da cocção, sob pressão de penas limpas e não decomposta, obtida no abate de aves, sendo permitida a participação de sangue, desde que sua participação não altere a composição da farinha.

A empresa Integral Agroindustrial recebe diariamente estas farinhas de origem animal para serem utilizadas como matérias-primas na fabricação de rações e para que seja autorizado o seu descarregamento ao chegar à empresa, algumas análises rápidas são realizadas no laboratório de controle de qualidade, com duração de aproximadamente 1h e 30min, chamadas Análises de Liberação de Farinhas.

5.4.1 PROCEDIMENTOS ANALÍTICOS E GRANULOMETRIA UTILIZADOS NA DETERMINAÇÃO DA QUALIDADE DAS FARINHAS DE ORIGEM ANIMAL

Os procedimentos analíticos utilizados pela empresa Integral Agroindustrial, como, Determinação da acidez, Índice de peróxido, Teste de éber, Teste de rancidez, Umidade e Determinação de granulometria seguem as recomendações sugeridas por Sindirações (2013).

5.4.1.1 DETERMINAÇÃO DA ACIDEZ

A análise tem como objetivo determinar a acidez de matérias-primas e produtos acabados. É de fundamental importância para a caracterização do estado de conservação e produtos de origem animal e vegetal (FIGURA 9).

No processo de decomposição das farinhas, ocorre a liberação de ácidos graxos livres (AGL). O aumento da acidez está associado à maior concentração de AGL e indica a perda da integridade das moléculas de lipídios. Além disso, o tratamento do lote com soluções ácidas ou o crescimento microbiano, podem aumentar a acidez.

Procedimentos para determinação do índice de acidez nos subprodutos de origem animal e vegetal:

1. Pesar 2,5000g de amostra em um erlenmeyer de 250 ml;
2. Adicionar 75 ml de álcool etílico absoluto contendo 4 gotas de fenolftaleína a 1% e neutralizar com hidróxido de sódio 0,1N para deixá-lo com uma coloração levemente rósea;
3. Agitar a cada 5 minutos durante 30 minutos;
4. Filtrar o sobrenadante em papel filtro passando para outro erlenmeyer de 250 ml;
5. Adicionar ao resíduo mais 50 ml de etanol neutralizado, deixar descansar por 15 minutos, agitando a cada 5 minutos;
6. Filtrar o sobrenadante;

7. Titular o filtrado com uma solução de NaOH 0,1 N até atingir uma coloração levemente rósea, persistente por 30 segundos;
8. Conduzir a prova em branco para titular os reagentes empregados.

Equação para o cálculo do Índice de acidez em 28G de NaOH/g amostra= $(V_a - V_b) \times N \times F_c \times 40/P$

Onde:

V_a = volume de NaOH gasto na titulação da amostra

V_b = volume de NaOH gasto na titulação do branco

N = normalidade do NaOH

F_c = fator de correção do NaOH

40 = equivalente-grama do NaOH

P = peso da amostra

Figura 9 _ Análise determinação da acidez



Fonte: Próprio autor

5.4.1.2 ÍNDICE DE PERÓXIDO

Tem como objetivo medir o estado de oxidação de óleos e gorduras de origem animal e vegetal (FIGURA 10). É a maneira mais comum de detectar a rancidez da gordura. Se o teste for positivo, a farinha tende a rancidez (decomposição de gorduras).

Fatores como temperatura, enzimas, luz e íons metálicos podem influenciar a formação de radicais livres. O radical livre em contato com oxigênio molecular forma um peróxido que após vários processos darão origem a produtos de peso molecular mais baixo

(aldeídos, cetonas, alcoóis e ésteres), os quais são voláteis e responsáveis pelos odores da rancificação.

A incorporação de farinhas peroxidadas na ração podem ocasionar em destruição das vitaminas lipossolúveis (A, D, E e K) piorando a palatabilidade e o odor da farinha trazendo distúrbios digestivos (BUTOLO,2010).

Procedimentos para determinação do índice de peróxido nos subprodutos de origem animal e vegetal:

1. Pesas 20g de amostra em um erlenmeyer de 250 mL com tampa;
2. Adicionar 20 mL de clorofórmio, 40 mL de metanol e 15mL de água destilada;
3. Agitar de 5 em 5 minutos durante 30 minutos;
4. Adicionar 20 mL de clorofórmio e 20 mL de sulfato de sódio 1,5%.
5. Agitar durante 2 minutos;
6. Filtrar a solução através de um funil com peneira para um funil de decantação;
7. Após separar as fases, filtrar 10 mL da parte inferior em um funil pequeno com algodão e sulfato de sódio anidro;
8. Transferir os 10 mL para um erlenmeyer, adicionar 10 mL de ácido acético e 0,5 mL de solução saturada de iodeto de potássio, deixar em repouso em local escuro durante 1 minuto;
9. Adicionar 9 mL de água destilada e 1 mL de solução de amido;
10. Após acrescentar o amido, se não aparecer nenhuma coloração escura (coloração branca), o peróxido é considerado zero (FIGURA 11 - A);
11. Se aparecer alguma coloração escura (FIGURA 11 - B), é necessário titular a solução com tiosulfato de sódio 0,01N até que a coloração desapareça e anotar o volume gasto;
12. Coletar 5mL da gordura e transferir para uma placa de Petri seca em estufa por 30 minutos, previamente esfriada e pesada;
13. Levar a placa com a gordura para estufa por 1 hora, retirar, esfriar e pesar.

Equação para o cálculo do Índice de Peróxido mEq/1000g de gordura = $(V_a - V_b) \times N \times F_c \times 1000 / P \times 2$

Onde:

V_a = volume de tiosulfato de sódio 0,01N gasto na titulação da amostra

V_b = volume de tiosulfato de sódio 0,01N gasto na titulação do branco

N = normalidade da solução de tiosulfato de sódio 0,01N

F_c = fator de correção

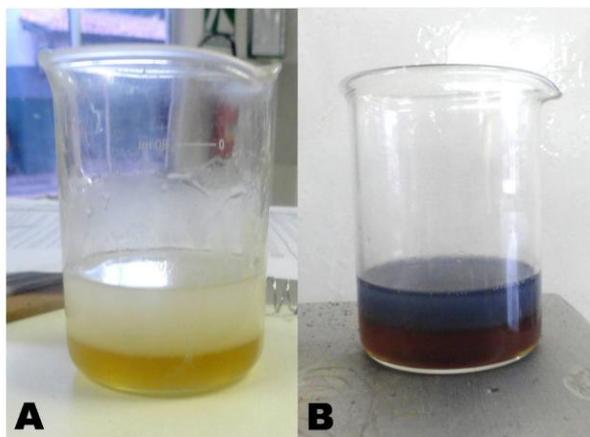
P = peso da gordura extraída na alíquota x2
1000 = conversão para miliequivalente.

Figura 10 _ Análise Índice de peróxido



Fonte: Próprio autor

Figura 11 _ Coloração branca: Negativo (A) e coloração escura:
Positivo (B)



Fonte: Próprio autor

5.4.1.3 TESTE DE ÉBER

Este teste tem o objetivo de determinar o estado de conservação das proteínas das farinhas de origem animal (FIGURA 12).

A liberação de amônia indica o início da degradação das proteínas da amostra. Este gás, ao reagir com o ácido clorídrico da solução, forma cloreto de amônio (NH_4Cl) sob a forma de vapores brancos.

Procedimentos para teste de éber:

1. Colocar 20 mL da solução de Éber em um erlenmeyer;
2. Fixar um pouco da amostra em um espiral e aproximar a amostra da solução, com cuidado para não tocar nas paredes e nem na solução;
3. Quando aparece uma fumaça branca o teste é considerado positivo, caso contrário, é negativo.

Figura 12 _ Análise Teste de Éber



Fonte: Próprio autor

5.4.1.4 TESTE DE RANCIDEZ

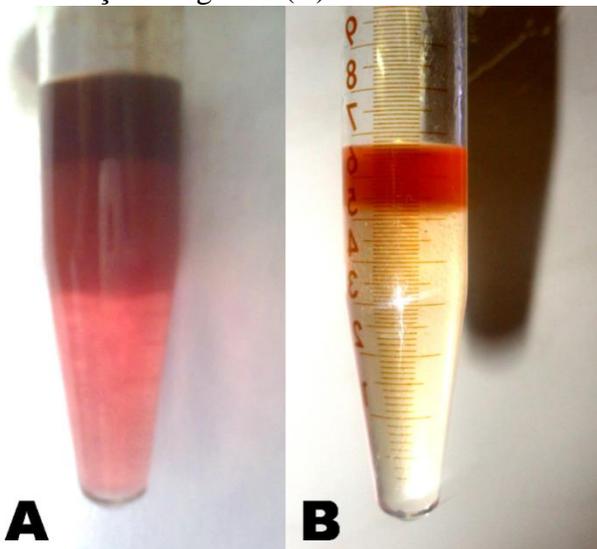
A rancidez é a decomposição de gorduras do alimento, que resulta na formação de substâncias voláteis responsáveis pelo sabor e odor desagradáveis. Portanto, este teste tem como objetivo detectar a presença de substâncias rançosas nas farinhas de origem animal.

Procedimentos para teste de rancidez:

1. Pesar 15g da amostra em erlenmeyer e adicionar aproximadamente 40 ml de éter de petróleo;
2. Agitar em agitador magnético por 20 minutos e filtrar em papel de filtro qualitativo;
3. Levar o filtrado ao banho maria para evaporar o éter de petróleo;
4. Transferir a gordura para um tubo de ensaio, adicionar 1 ml de ácido clorídrico p.a. e agitar;
5. Adicionar 1 ml de solução de loroglucina 0,1%, agitar e deixar em repouso por 10 minutos;
6. Após esse tempo verificar se houve ou não o aparecimento de uma coloração rósea ou vermelha na parte inferior;

7. Caso tenha aparecido a coloração rósea ou vermelha, a rancidez é considerada positiva (FIGURA 13 – A) e se não aparecer coloração a rancidez é negativa (FIGURA 13 – B).

Figura 13 _ Rancidez com coloração vermelha: Positiva (A) e rancidez sem coloração: Negativa (B).



Fonte: Próprio autor

5.4.1.5 UMIDADE

O teor de umidade é uma das medidas mais importantes utilizadas para a determinação da qualidade dos alimentos, pois está diretamente relacionado com a estabilidade e composição dos alimentos. A determinação da umidade tem uma importância considerável, pois, excesso de umidade pode influenciar na conservação dos alimentos. Alimentos com umidade alta são mais susceptíveis a sofrer rancificação das gorduras, além de facilitar a proliferação de microrganismos.

Esta análise está relacionada com a quantidade de água disponível existente nos alimentos. (FIGURA 14).

Procedimentos para determinação de umidade:

1. Colocar de 3g a 5g no analisador rápido de umidade;
2. Esperar o aparelho fazer a medição e anotar o valor obtido.

Figura 14 _ Determinação de umidade



Fonte: Próprio autor

5.4.1.6 DETERMINAÇÃO DA GRANULOMETRIA

Tem o objetivo de determinar as proporções (porcentagem) com que as partículas de diferentes granulometrias entram na composição das farinhas de origem animal, vegetal e rações fareladas. A determinação desta porcentagem é feita através de peneiramento (FIGURA 15), onde cada faixa de tamanho corresponde a uma peneira diferente.

Procedimentos para Determinação da Granulometria:

1. Pesar 100 g da amostra em um recipiente
2. Montar o conjunto de peneiras apropriado para a amostra em questão, de modo que elas fiquem em ordem crescente de abertura das malhas;
3. Colocar a amostra pesada nas peneiras e peneirar até que fiquem retidas somente as partículas de tamanho superior ao diâmetro da abertura das malhas;
4. Pesar individualmente as partículas retidas em cada peneira e anotar o peso.

Figura 15 _ Análise de Granulometria



Fonte: Próprio autor

Na Tabela 2 encontram-se os limites máximos permitidos para o índice de acidez, índice de peróxido, umidade, teste de éber e textura para liberação de farinhas de origem animal.

Tabela 2 - Limites máximos permitidos do índice de acidez (IA, mgNaOH/g amostra), índice de peróxido (IP, mEq/1000g gordura), teste de rancidez (TR), umidade (%), teste de éber(TE) e textura (mm) para liberação de farinhas de origem animal

	Ingredientes		
	Farinha de carne e ossos	Farinha de vísceras	Farinha de penas
IA	6,0	3,0	6,0
IP	10,0	10,0	10,0
TR	N	N	N
Umidade	10%	8%	10%
TE	N	N	N
Textura			
1,68	10%	10%	—
2,0	5%	5%	—
3,4	0%	0%	—

Fonte: SINDIRAÇÕES, 2003

5.5 UTILIZAÇÃO DO ESPECTRÔMETRO NIRS

O espectrômetro NIRS ("NearInfraredReflectanceSpectroscopy", FIGURA16) é um equipamento de alta precisão que efetua análises bromatológicas dos alimentos usando o princípio de emissão de radiação eletromagnética. Ele funciona através de um banco de dados com diversas amostras de um mesmo tipo de ingrediente que tenham ampla variabilidade de seus componentes, montando a curva de predição (SALMAN, 2010).

Figura 16 _ Aparelho NIRS



Fonte: Próprio Autor

O cálculo de cada componente do material analisado é feito através da leitura do comprimento de onda refletido pelo nutriente, captado pelos sensores do aparelho que mede as concentrações das substâncias analisadas.

Apesar de ser uma técnica de análise bastante avançada, sua eficácia é diretamente dependente dos métodos analíticos tradicionais, visto que é necessária a sua calibração a partir desses resultados (SANTOS, 2012). A grande vantagem do NIRS em relação aos métodos tradicionais está na análise múltipla dos constituintes do material, no período máximo de um minuto por amostra, menor necessidade de mão-de-obra, rapidez e, portanto, menor custo variável, além de não ser poluente por não utilizar produtos químicos ou reagentes (AMORIM, 1996).

No entanto, as dificuldades de se trabalhar com esse sistema estão relacionadas ao relativo custo inicial de aquisição, necessidade de sistematização dos dados, e em algumas situações, a necessidade de grandes quantidades de material para que se proceda à análise (SANTOS, 2012).

A empresa Integral Agroindustrial realiza análises utilizando o espectrômetro NIRS. Algumas matérias-primas como milho e soja em grão, farelo de soja, farelo de trigo, carne mecanicamente separada (CMS) e farinha de carne já têm determinadas as curvas de calibração para predição dos teores de nutrientes. Outras ainda estão em processo de calibração. Os dados obtidos através das análises no espectrômetro são passados para o sistema computacional da empresa, chamado LAB2000 e ficam disponíveis para os nutricionistas da empresa para formulação das rações.

As amostras de origem vegetal e animal, recebidas pela empresa, são enviadas para laboratórios externos (EMBRAPA, TECNAVIC, EVONIK, ADISSEO) a fim de obter dados de composição química das matérias-primas, para construção de curvas espectrais com maior semelhança com os ingredientes recebidos pela empresa.

Procedimento para análise no NIRS

1. Selecionar no NIRS o produto a ser analisado;
2. Preparar a amostra no prato de análise;
3. Digitar o nome ou código da amostra;
4. Colocar o prato no local de análise;
5. Clicar no botão analisar;
6. Após análise retirar a amostra do prato de análise.

5.6 ANÁLISES QUÍMICAS REALIZADAS NO MILHO E NA SOJA

5.6.1 MILHO

5.6.1.1 ANÁLISE DE MICOTOXINA (FIGURA 20)

Segundo Butolo (2010), as micotoxinas são metabólitos tóxicos produzidos por alguns fungos denominados fungos toxigênicos, tendo como principais representantes os dos gêneros *Aspergillus*, *Penicillium* e *Fusarium*, que afetam produtos e subprodutos agrícolas.

As toxinas são carcinogênicas, mutagênicas e teratogênicas e podem causar doenças ou mesmo a morte de animais domésticos. Entre as principais micotoxinas de interesse na área de alimentos, existem: aflatoxinas, patulina, ocratoxina, zearalenona, tricotecenos, fumonisinas entre outras (BUTOLO, 2010).

A análise realizada pela empresa detecta a presença de aflatoxinas e fumonisinas e é realizada uma vez, semanalmente (FIGURA 20). As amostras são provenientes do milho utilizado na alimentação das aves na semana anterior à análise e caso haja indícios de contaminação da ração, há a possibilidade de identificação do grão contaminado. O objetivo dessa análise para a empresa é relacionar a presença de micotoxina com a quantidade de adsorventes adicionados à ração e para seleção de melhores fornecedores.

O procedimento da análise de micotoxina é realizado de acordo com o manual de procedimento AgraQuant do teste ELISA.

Figura 20 _ Análise de micotoxina



Fonte: Próprio autor

5.6.2 SOJA

5.6.2.1 PROCESSAMENTO DA SOJA INTEGRAL EXTRUSADA

A soja em grão após ser liberada para descarregamento é colocada em silos de armazenamento, sendo direcionada através de roscas para o moinho.

Após a moagem, a soja é distribuída em oito extrusoras, onde acontecerá a extrusão. Em seguida, a mesma é direcionada para piscinas de armazenamento de soja. As

piscinas servem para alimentar o silo dosador facilitando a pesagem da soja extrusada de acordo com as especificações das fórmulas.

Segundo Butolo (2010), numerosas pesquisas feitas em monogástricos demonstram que a soja no estado natural, sem processamento, possuiu fatores biológicos que inibem o crescimento, reduzem a digestibilidade da proteína, causam hipertrofia pancreática, estimulam a hiper e hipo secreção de enzimas pancreáticas e reduzem a disponibilidade de aminoácidos, vitaminas e minerais. Os principais fatores antinutricionais são:

- ✓ **Inibidores de protease (Tripsina e quiotripsina):** Prejudicam a digestão das proteínas desdobradas pela ação da pepsina deixando deficiente a liberação de aminoácidos para absorção intestinal.
- ✓ **Hemaglutininas:** São albuminas solúveis em água e fazem com que as células do epitélio do intestino grosso se unam, prejudicam a absorção de nutrientes.
- ✓ **Ácido fítico:** Reduz a disponibilidade de minerais (zinco, cobre, cálcio, ferro, cromo e outros minerais.)
- ✓ **Goitrogênios:** São agentes antitireoideanos que inibem a produção de iodo, bloqueando a utilização da tiroxina.
- ✓ **Fatores antivitaminas A e E:** Aumentam a necessidade dessas vitaminas.
- ✓ **Lipase e Lipoxidase:** Promovem a oxidação e rancificação do óleo da soja.
- ✓ **Fatores alergenos (Glicinina e β -Conglicinina):** Reduzem a absorção de nutrientes e causam efeitos deletérios sobre as microvilosidades do intestino delgado.
- ✓ **Saponinas:** São caracterizadas pelo sabor amargo e podem retardar o crescimento dos animais e diminuir a digestibilidade da proteína.

A inativação dos fatores antinutricionais da soja ocorre por aquecimento dos grãos. No entanto se o aquecimento for excessivo ocorrerá perda de parte do valor nutricional da proteína da soja, podendo comprometer a disponibilidade de lisina e aminoácidos sulfurados, afetando o desempenho do animal (BUTOLO, 2010). Além da inativação dos fatores antinutricionais a extrusão do grão de soja proporciona a preservação da lecitina, fonte de colina, inositol e fósforo e também emulsiona a gordura para melhorar a digestão. Evita reação de Maillard, amplia a digestibilidade de proteínas, entre outros.

Na empresa diariamente são coletadas amostras de soja integral extrusada (FIGURA 17) para avaliação do processamento da mesma. Os métodos utilizados para medir a inativação dos fatores antinutricionais são as análises de atividade ureática quantitativa e qualitativa e a análise de proteína solúvel.

Figura 17 _ Diferença entre soja extrusada e soja sem extrusão



Fonte: Próprio autor

5.6.2.2 ATIVIDADE UREÁTICA

A análise de atividade ureática quantitativa (FIGURA 18) na soja estima de maneira eficaz, o grau de inativação dos fatores antinutricionais termolábeis. Sua aferição se faz pela variação do pH. O grão cru tem atividade ureática de 2,0 a 2,5. É recomendado valores próximos a zero e no máximo de 0,20 (BUTOLO, 2010).

A atividade ureática qualitativa (FIGURA 19) é utilizada para indicar a presença ou ausência de fatores antinutricionais, sendo baseado no aparecimento de pontos vermelhos na amostra. Quanto maior for o aparecimento de pontos vermelhos, maior será a atividade ureática. Existe um portfólio a ser tomado como referência para mensuração da quantidade de pontos vermelhos visualizados (SINDIRAÇÕES, 2013). A empresa aceita valor de atividade ureática de até 0,10.

Procedimento para análise de atividade ureática quantitativa:

1. Pesar 0,200 g da amostra moída para prova real e uma prova em branco e transferir para tubo de ensaio;
2. Adicionar 10 mL de solução tampão de fosfato (prova em branco) e 10 mL da solução tampão uréia (prova real);
3. Tampar os tubos e colocá-los em banho-maria por 30 minutos, à temperatura de 30°C e agitar de 5 em 5 minutos;
4. Retirar os tubo do banho, esperar mais 5 minutos e realizar a leitura do pH.

Atividade ureática = pH da prova real – pH da prova em branco

Procedimento para análise de atividade ureática qualitativa:

1. Espalhar a amostra de soja moída em uma placa de petri;

2. Umedecer toda a amostra com a solução teste;
3. Tampar imediatamente e aguardar 5 minutos;
4. Virar a placa e observar os pontos vermelhos.

Figura 18 _ Análise de atividade ureática quantitativa



Fonte: Próprio autor

Figura 19 _ Análise de atividade ureática qualitativa



Fonte: Próprio autor

5.6.2.3 PROTEÍNA SOLÚVEL EM SOLUÇÃO DE HIDRÓXIDO DE POTÁSSIO A 0,2%

É um método prático e menos oneroso para determinar a qualidade protéica da soja processada. Avalia se o processamento prejudicou ou não a qualidade da proteína e das

vitaminas contidas nos grãos. No método da proteína solúvel, a soja processada deve ter uma solubilidade protéica mínima de 77% enquanto que o ideal é de 80%. Uma solubilidade próxima de 90% pode indicar um subaquecimento do grão e deve ser sempre acompanhado do teste de atividade ureática, para determinarmos então, se houve boa desativação dos fatores antinutricionais (BUTOLO, 2010).

A análise de proteína solúvel é feita em todas as amostras de soja integral extrusada que chegam ao laboratório. Para amostras de farelo de soja, a análise é feita através do NIRS.

Procedimento para análise de proteína solúvel em solução de hidróxido de potássio a 0,2%:

1. Pesar 1,000 g da amostra, transferir para erlenmeyer de 250 mL e adicionar volumetricamente 50 mL de solução de KOH 0,036N;
2. Agitar por 20 minutos usando agitador magnético;
3. Transferir o sobrenadante para tubos de ensaio e centrifugá-los durante 10 minutos a 1.500 r.p.m;
4. Pipetar cuidadosamente 10 mL do sobrenadante centrifugado e transferir para o tubo de digestão;
5. Adicionar mistura catalítica, 5 a 7 pérolas de vidro e 5 mL de ácido sulfúrico p.a;
6. Levar o tubo para o bloco digestor e iniciar a digestão com temperatura baixa, elevando a temperatura lentamente até 380°C.
7. Após o clareamento total a mistura continuar a digestão por mais 30 minutos.

5.7 ARMAZENAMENTO DOS INGREDIENTES

A estocagem dos ingredientes deve ser muito bem controlada. Para matérias-primas a granel, deve-se evitar mistura de ingredientes com características de qualidade diferenciadas. Já para matérias-primas ensacadas deve-se tomar cuidado com a identificação do rótulo e lote (BUTOLO, 2010).

A fábrica possui uma área reservada para estoque de matérias-primas (FIGURA 21) e utiliza o sistema PEPS (Primeiro que entra, primeiro que sai).

Figura 21 _ Estoque de materias-primas



Fonte: Próprio autor.

6 ETAPAS DO PROCESSO DE FABRICAÇÃO DE RAÇÕES EXTRUSADAS

6.1 EXTRUSÃO

É um processo contínuo, onde os ingredientes são forçados a passar por uma matriz ou molde. A massa de ingredientes misturados é colocada em contato com altas temperaturas e pressão, passando por transformações profundas, ocorrendo gelatinização do amido, fricção molecular e esterilização.

Ao contrário da peletização, onde se objetiva uma compactação e um aumento da densidade da ração, a extrusão provoca uma expansão do produto e em consequência o peso específico final da ração é menor (BUTOLO, 2010).

6.2 PRODUÇÃO DE RAÇÃO EXTRUSADA – FÁBRICA UNIDADE FORTALEZA II

Após a liberação das matérias-primas a granel, os caminhões graneleiros seguem até a moega (FIGURA 22) para serem descarregados. Os ingredientes são levados da moega para a máquina de pré-limpeza de grãos (FIGURA 23), através de uma rosca, para que sejam selecionados e retirados materiais indesejáveis. Após a pré-limpeza os ingredientes são levados para silos de estocagem (FIGURA 24) em um total de nove existentes na fábrica.

Figura 22 _ Moega



Fonte: Próprio autor

Figura 23 _ Máquina de pré-limpeza



Fonte: Próprio autor

Figura 24 _ Silos de estocagem



Fonte: Próprio autor

Dos silos de estocagem, externos à fábrica, os ingredientes são transferidos para os silos dosadores (FIGURA 25 - A), internos à fábrica, que estão diretamente ligados a uma balança (FIGURA 25 - B), facilitando a etapa de pesagem dos ingredientes. O procedimento de pesagem é controlado através de um painel computadorizado. Na balança os ingredientes são pesados um de cada vez, de acordo com a formulação. A fábrica possui doze silos dosadores.

Figura 25 _ Silos dosadores (A) e balança (B)



Fonte: Próprio autor

Após a pesagem dos ingredientes, os mesmos são levados para um misturador localizado acima do moinho. Em seguida, são direcionados para um conjunto de três caixas, nesta ordem (FIGURA 26): caixa de contenção, caixa de mistura de micro ingredientes e outra caixa de contenção.

Paralelo ao misturador tem o skip, equipamento acoplado a um elevador que introduz os micros-ingredientes diretamente no misturador. Após a mistura a ração é transferida para quatro silos pulmões (FIGURA 27), que alimentam o segundo moinho para que ocorra a remoagem.

Figura 26 _ Conjunto de caixas



Fonte: Próprio autor

Figura 27 _ Silos Pulmões



Fonte: Próprio autor

Após a remoagem a ração é armazenada em silos que alimentam o condicionador da extrusora. O condicionador recebe vapor de água necessário para o cozimento da ração, seguindo para o canhão da extrusora, passando por uma rosca para continuar o cozimento. A rosca direciona a ração até a matriz, para que ocorra a formação dos pellets (FIGURA 28), de acordo com a espessura da matriz. A umidade no canhão da extrusora deve ser de 20 a 25 %.

No começo de cada produção, o analista verifica o diâmetro e o comprimento da ração para que a extrusora seja regulada corretamente para obtenção de pellets dentro do padrão da ração.

Figura 28 _ Extrusora



Fonte: Próprio autor

Após ser extrusada, a ração é direcionada para o secador (FIGURA 29), Os pellets são levados para o secador através de um canal pneumático, para que obtenha a umidade adequada, entre 10 e 12 %. Em seguida a ração passa em peneiras (FIGURA 30) para separar os pellets do pó. Em seguida, é armazenada em silos que levará a ração para a rosca de engorduramento (FIGURA 31), havendo lá a adição de óleos como óleo de frango e óleo de peixe.

Após passar pela rosca de engorduramento a ração é levada para o resfriador, para estabelecê-la à temperatura ambiente. Em seguida, é direcionada para os silos de ensaque, onde serão ensacadas (FIGURA 32) com umidade máxima de 10%.

As rações extrusadas produzidas na Fábrica Unidade Fortaleza II são vendidas para alimentação de cães, gatos e peixes.

Figura 29 _ Secador



Fonte: Próprio autor

Figura 30 _ Peneiras



Fonte: Próprio autor

Figura 31 _ Rosca de engorduramento



Fonte: Próprio autor

Figura 32 _ Ensaque



Fonte: Próprio autor

6.3 CONTROLE DE QUALIDADE NA PRODUÇÃO DE RAÇÕES EXTRUSADAS

6.3.1 AMOSTRAGEM

Para realização das análises do controle de qualidade do processo de produção de ração são coletadas amostras em alguns pontos do processo. Diariamente são realizadas análises do DGM, após a moagem e após a remoagem. Já para a verificação dos padrões de umidade, densidade, atividade de água, diâmetro e comprimento dos pellets, os pontos definidos para amostragem são:

- ✓ Canhão da extrusora;
- ✓ Secador;
- ✓ Resfriador;
- ✓ Ensaque.

Primeiramente, o analista vai até o canhão da extrusora, local de saída dos pellets da ração extrusada e analisa o diâmetro e comprimento dos pellets. Caso os pellets não estejam em conformidade com o padrão, o operador regula o painel da máquina para que os mesmos atinjam tamanho adequado.

As amostragens são coletas da seguinte forma:

No início da produção, coleta-se a primeira amostra, proveniente apenas do canhão da extrusora. A segunda é coletada no secador e a terceira no resfriador. No processo

de ensacamento ocorre uma coleta de amostras de vários sacos contidos em um palete, onde cada um suporta 54 sacos de ração de 25 kg cada um. Ao iniciar o ensaque, a cada quarenta minutos devem ser coletadas amostras do secador e do resfriador.

No ensaque é realizado a análise de finos (porção desagregada da estrutura inicial da ração) a cada 2 horas, caso ocorra de uma amostra está acima do limite de finos a análise é feita em todos os paletes até os finos fiquem no limite o padrão.

6.3.2 DIÂMETRO GEOMÉTRICO MÉDIO (DGM)

Segundo Butolo (2010), o tamanho das partículas dos ingredientes destinados a fabricação de rações pode influenciar na digestibilidade dos nutrientes e como consequência na maximização de resposta pelo animal.

A análise da granulometria é o procedimento utilizado para caracterizar o tamanho das partículas. Esse procedimento consiste no peneiramento de uma amostra do ingrediente em questão, gerando informações que possibilitam a determinação, por exemplo, do Diâmetro Geométrico Médio (BUTOLO, 2010).

O DGM representa o diâmetro geométrico médio das partículas do ingrediente moído e possibilita correlacionar a granulometria do ingrediente à digestibilidade dos nutrientes, a resposta animal e ao rendimento de moagem (BUTOLO, 2010).

Procedimento realizado pela empresa:

1. Pesar 100g da amostra;
2. Pesar cada peneira individualmente;
3. Colocar a amostra nas peneiras, pesadas e organizadas corretamente;
4. Colocar as peneiras no aparelho Granuteste (FIGURA 29);
5. Agitar por 10 minutos;
6. Pesar e anotar as peneiras com amostra retida;
7. Calcular a diferença do peso das peneiras com amostras menos o peso das peneiras sem amostra.
8. Passar os dados obtidos para o programa softgran;
9. Calcular o DGM através do softgran.

O programa Softgran calcula o DGM e o DPG (Desvio padrão geométrico), que é a medida de dispersão da variação granulométrica.

Figura 29 _ Granuteste



Fonte: Próprio autor

6.3.3 UMIDADE

Para a análise de umidade utiliza-se o analisador rápido de umidade.

6.3.4 DENSIDADE

Para cálculo de densidade utiliza-se um cilindro de volume conhecido.

Procedimento realizado pela empresa:

1. Encher todo o cilindro de ração;
2. Colocar a espátula divisória, que separa uma parte do cilindro com volume conhecido de 0,250 L (FIGURA 30);
3. Pesar o conteúdo de ração, presente dentro da parte do cilindro de volume conhecido;
4. Dividir o valor obtido com o peso da ração pelo volume de 0,250 L.

Figura 30 _ Cilindro para análise de densidade



Fonte: Próprio autor

6.3.5 DIÂMETRO E COMPRIMENTO

Para análise de diâmetro e comprimento é utilizado um paquímetro digital (FIGURA 31).

Figura 31 _ Paquímetro



Fonte: Próprio autor

6.3.6 ATIVIDADE DE ÁGUA

Segundo Celestino (2010), a presença de água em um alimento confere textura, disponibilidade orgânica, palatabilidade e estabilidade. Entretanto essa água pode ser o principal fator na decomposição do produto. Na fabricação de um alimento é importante considerar a qualidade do produto e vida útil elevada.

A água existe nos alimentos sob duas formas: água livre e água combinada. A água livre está presente nos espaços intergranulares e entre os poros do alimento. A água livre é conhecida como atividade de água que é um dos fatores mais importante, pois quantifica a água disponível para o crescimento de microorganismos e as reações que podem alterar os alimentos. Já a água combinada ou ligada está quimicamente associada com outras substâncias do próprio alimento não podendo ser aproveitada para desenvolvimento de microorganismos (CELESTINO, 2010).

Segundo Beauchat (1981) a atividade de água que proporciona proliferação de microorganismos varia de 0,60 a 0,97. Porém a maior incidência concentra-se entre 0,75 a 0,98. Abaixo de 0,75 pode haver o crescimento de bolores xerofílicos com 0,65 e fungos osmofílicos com 0,60.

A atividade de água é realizada através do analisador de atividade de água (FIGURA 32).

Procedimento realizado pela empresa:

1. Colocar uma pequena quantidade de amostra moída no recipiente apropriado;
2. Colocar o recipiente no analisador e pressionar start;

Anotar o resultado.

Figura 32 _ Analisador de atividade de água



Fonte: Próprio autor.

6.3.7 FLUTUABILIDADE

A análise de flutuabilidade (FIGURA 33) é realizada nas rações para peixes. Segundo Kubitza (1999), uma boa flutuabilidade reduz o contato das partículas com a água e desta forma a perda de nutrientes por dissolução.

Uma boa flutuabilidade pode ser alcançada com uma correta combinação de ingredientes e uma boa moagem fina de mistura.

Procedimento realizado pela empresa:

1. Contar 100 pellets;
2. Colocar em um béquer com 2000 mL de água;
3. Mexer frequentemente durante 15 minutos;
4. Após 15 minutos, contar os pellets que afundaram.
5. Anotar a porcentagem de flutuabilidade.

Figura 33 _ Análise de Flutuabilidade



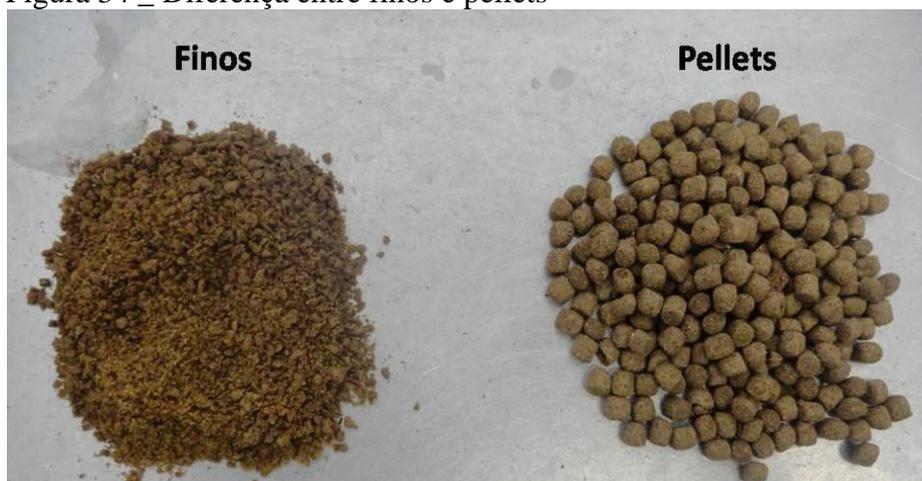
Fonte: Próprio autor

6.3.8 ANÁLISE DE FINOS

Finos é chamada a porção da ração peletizada que está desagregada de sua estrutura inicial, em qualquer estágio da peletização, do transporte ou da manipulação da ração na granja, formando partículas de dimensões menores que os peletes (KLEIN, 1996).

A análise de finos é feita através do peneiramento de um saco de cada palete, depois coleta-se os finos e pesa. A partir do valor pesado faz-se a porcentagem de finos para o saco de ração. A empresa aceita até 0,5% de finos por saco de ração (FIGURA 34).

Figura 34 _ Diferença entre finos e pellets



Fonte: Próprio autor

7. CONTROLE DE QUALIDADE DO PRODUTO ACABADO

A avaliação do produto final é a última fase da garantia da qualidade do produto. Saber se todo o processo desde a recepção de matérias-primas até o produto final foi executado de forma correta ou incorreta (BUTOLO, 2010).

Ao final de cada produção é feito uma amostragem e enviada para o laboratório para realização de análises bromatológicas.

8. EXPEDIÇÃO DO PRODUTO ACABADO (FIGURA 39)

Na empresa é realizado o sistema PEPS (primeiro que entra, primeiro que sai).

Quando um produto de qualidade é produzido é importante que sua qualidade seja mantida até o consumo, desta forma faz-se necessário um transporte adequado durante a entrega. O transporte não deve comprometer a qualidade dos pellets, deve deixar o produto livre de umidade e proporcionar segurança (BUTOLO, 2010).

Figura 39 _ Expedição de produto acabado



Fonte: Próprio autor

9. CONCLUSÕES

O estágio supervisionado obrigatório foi uma das melhores experiências que a Universidade Federal do Ceará (UFC) me proporcionou e teve grande contribuição na minha formação profissional.

Tive a oportunidade de vivenciar a rotina do controle de qualidade em uma fábrica de rações e aplicar conhecimentos teóricos adquiridos na Universidade. Percebi que o controle de qualidade de uma empresa deve ser visto de forma sistêmica, envolvendo todos que tem relação direta ou indireta com a qualidade.

O mercado de trabalho exige profissionais qualificados e proativos, para saber lidar com as situações adversas do dia-a-dia.

REFERÊNCIAS

AILDEFONSO, E. C. **Gestão da qualidade**. Vitória: Centro Federal de Educação Tecnológica do Espírito Santo, 2006. 17 p.

AMORIM, H. V. **Manual de Métodos Analíticos para o Controle da Produção de Álcool e Açúcar**. 2ª ed. Piracicaba: Editora Fermentec/Fealq/Esalq-USP, 1996. 230 p.

BELLAVER, C. A importância da gestão de qualidade de insumos para rações visando a segurança dos alimentos. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 41, 2004, Campo Grande. **Anais...** Campo Grande: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2004, 19 p.

BELLAVER, C. Qualidade no processamento em fábricas de farinhas e gorduras animais. In: ENCONTRO TÉCNICO UNIFRANGO, 5, 2009, Maringá, **Anais...** Maringá, 2009. 12 p.

BELLAVER, C.; SNIZEK JR, P. N. Processamento da soja e suas implicações na alimentação de suínos e aves. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SOJA, 1999, Londrina, **Anais...** Londrina: Embrapa Soja, 1999. 20 p.

BRASIL. Portaria nº 845, de 08 de Novembro de 1976. Especificações para a padronização, classificação e comercialização interna do milho (Zeamays L.). **Diário Oficial da União**, Brasília, 19 nov. 1976. Seção 1. p. 1787.

BRASIL. Portaria nº 268, de 22 de agosto de 1984. Normas de Identidade, Qualidade, Apresentação e Embalagem do Sorgo. **Diário Oficial da União**, Brasília, 23 ago. 1984.

BRASIL. Instrução Normativa nº 11, de 15 de maio de 2007. Regulamento Técnico da soja. **Diário Oficial da União**, Brasília, 16 maio 2007. Seção 1.

BRASIL. Instrução Normativa nº 4, de 23 de fevereiro de 2007. Regulamento Técnico sobre as condições higiênico-sanitárias e de boas práticas de fabricação para estabelecimentos fabricantes de produtos destinados à alimentação animal e o roteiro de inspeção. **Diário Oficial da União**, Brasília, 01 mar. 2007. Seção 1, p. 5.

BUTOLO, J. E. **Qualidade de Ingredientes na Alimentação Animal**. 2ª ed. Campinas, 2010. 430 p.

CELESTINO, S. M. C. **Princípios de Secagem de Alimentos**. Planaltina: EMBRAPA Cerrado, 2010, 51 p.

FILHO, S. L. S. C. **Efeito do teor de tanino do sorgo sobre a fermentação ruminal e parâmetros nutricionais de ovinos**. Piracicaba: Centro de Energia Nuclear na Agricultura, 2004.

GOMES, P. C.; RODRIGUES, M. P.; ALBINO, L. F. T. *et al.* Determinação da composição química e energética do milho e sua utilização em rações para frangos de corte de 1 a 21 dias de idade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.37, n. 9, p. 1617- 1621, set. 2008.

Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/S1516-35982008000900013>>. Acesso em: 11 fev. 2014.

KLEIN, C. H. **Efeito da forma física e do nível de energia da ração sobre o desempenho, a composição de carcaça e a eficiência de utilização da energia metabolizável consumida por frangos de corte**. Porto Alegre: Faculdade de Agronomia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1996. 98 p.

KUBTIZA, F. **Nutrição e Alimentação de Tilápias – Parte 2 – Final**. Panorama da AQUICULTURA, v. 9, n. 53, maio/junho, 1999

LIMA, G. J. M. M. Qualidade nutricional do milho: situação atual e perspectivas. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO E NUTRIÇÃO DE AVES E SUÍNOS, 2000, Campinas-SP. **Anais...** Campinas: CBNA, 2000, p. 153-174.

PAES, M. C. D. Aspectos físicos, químicos e tecnológicos do grão de milho. **Circular Técnica**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, n. 75, 2006. p. 6.

RESENDE, A. V. *et al.* **Cultivo do Milheto**. ISSN 1679-012X Versão Eletrônica - 2^a edição, EMBRAPA, set. 2010. Disponível em: <http://www.cnpms.embrapa.br/publicacoes/milheto_2_ed/index.htm> Acesso em: 26 jan. 2014.

RODRIGUES, P. B.; ROSTAGNO, H. S.; ALBINO, L. F. T. *et al.* Valores energéticos do milheto, do milho e subprodutos do milho, determinados com frangos de corte e galos adultos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 30, n. 6, p. 1767-1778, Nov./dec. 2001. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/S1516-35982001000700015>>. Acesso em: 11 fev. 2014.

SALMAN, A. K. D.; FERREIRA, A. C. D.; SOARES, J. P. G.; SOUZA, J. P. **Metodologias para avaliação de alimentos para ruminantes domésticos**. Porto Velho: EMBRAPA Rondônia, 2010. 21 p.

SANTOS, G. A.; SANTOS, A. P.; KORNDÖRFER, G. H. Sistema por infravermelho próximo (NIR) para análises de nitrogênio foliar. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 28, n. 1, p. 83-90, Mar. 2012. Disponível em: <<http://www.seer.ufu.br/index.php/biosciencejournal/article/view/13201>>. Acesso em: 18 fev. 2014.

SINDRAÇÕES - SINDICATO NACIONAL DA INDÚSTRIA DE ALIMENTAÇÃO ANIMAL. **Compêndio Brasileiro de Alimentação Animal**. São Paulo, 2013.