

PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DE GOIÁS
ESCOLA POLITÉCNICA
GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE ALIMENTOS



**CONTROLE DE QUALIDADE EM UMA INDÚSTRIA DE SUPLEMENTOS
MINERAIS PARA BOVINOS**

JÚLIA BRITO DE CASTRO

GOIÂNIA
2022

JÚLIA BRITO DE CASTRO

**CONTROLE DE QUALIDADE EM UMA INDÚSTRIA DE SUPLEMENTOS
MINERAIS PARA BOVINOS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à
Escola Politécnica, da Pontifícia Universidade
Católica de Goiás, como parte dos requisitos para a
obtenção do título de Bacharel em Engenharia de
Alimentos.

Orientador (a):

Prof^a Ma. Maria Isabel Dantas de Siqueira

Banca examinadora:

Prof^a Dr^a Adélia Maria Lima da Silva

Prof^a Ma. Adriana Cândida Faustino Nishi

Goiânia
2022

JÚLIA BRITO DE CASTRO

**CONTROLE DE QUALIDADE EM UMA INDÚSTRIA DE SUPLEMENTOS
MINERAIS PARA BOVINOS**

Trabalho de Conclusão de Curso aprovado em sua forma final pela Escola Politécnica, da Pontifícia Universidade Católica e Goiás, para obtenção do título de Bacharel em Engenharia de Alimentos, em
09/12/2022



Orientadora, Profª Ma Maria Isabel Dantas de Siqueira

Adélia Maria Lima da Silva

Profª Drª Adélia Maria Lima da Silva

Adriana Cândida Faustino Nishi

Profª Ma Adriana Cândida Faustino Nishi

GOIÂNIA

2022

RESUMO

Em razão da crescente demanda de alimentos para animais, o Brasil se tornou um dos maiores fabricantes de suplementos e rações do mundo. Entretanto, devido à política de formação de preços, cerca de 30% dos custos com a produção animal estão relacionados com alimentação dos animais. Em função disso, os clientes pecuaristas e os fabricantes dessa área tem se tornado cada vez mais exigentes quanto a composição e qualidade dos produtos. Nesse sentido, as empresas processadoras de alimentos para animais devem apresentar competitividade para se manter no mercado. Sendo assim, um dos fatores mais importantes para que uma empresa tenha destaque e ganhe mercado é a qualidade dos seus produtos. Desta forma, este trabalho teve por finalidade relatar as análises realizadas no laboratório de controle de qualidade de uma empresa de suplementos para bovinos, salientando a importância destas análises para um efetivo controle de qualidade e seus impactos na qualidade do produto, identificando as possíveis não conformidades. Os suplementos estudados são classificados por tipos, sendo Suplemento Mineral de Pronto Uso, Suplemento Mineral Para Mistura, Suplemento Mineral com Ureia, Suplemento Mineral Proteico, Suplemento Mineral Proteico Energético e Núcleos. Os dados das análises foram coletados e avaliados durante um período de quatro meses. Foram realizadas as análises de umidade, granulometria, °Brix, pH e teste do Microtracer em diferentes matérias-primas e produtos acabados. Os resultados mostraram que durante o período de estudo, a maioria das análises tanto das matérias-primas quanto dos produtos acabados se encontra em conformidade com os padrões estabelecidos pela empresa, com exceção da umidade do sal comum, o que levou à ação corretiva de aquisição do sal torrado para substituir esta matéria-prima nos produtos onde a umidade é um fator de risco. Conclui-se que a empresa possui um efetivo controle de qualidade, evidenciando a importância das Boas Práticas de Fabricação (BPF), dos Procedimentos Operacionais Padrões (POP) e do sistema Análise de Perigos e Pontos Críticos de Controle (APPCC) nas operações rotineiras do processo de fabricação, que garantem um processamento correto, qualidade nas matérias-primas e no produto acabado, conforme retratado nos resultados das análises.

Palavras-chave: Análises. Umidade. Granulometria. Nutrição animal.

ABSTRACT

Due to the growing demand for animal feed, Brazil has become one of the largest manufacturers of supplements and feed in the world. However, due to the pricing policy, around 30% of animal production costs are related to animal feed. As a result, livestock customers and manufacturers in this area have become increasingly demanding in terms of product composition and quality. In this sense, animal feed processing companies must be competitive to remain in the market. Therefore, one of the most important factors for a company to stand out and gain market share is the quality of its products. Thus, this work aimed to report the analyzes carried out in the quality control laboratory of a bovine supplements company, emphasizing the importance of these analyzes for an effective quality control and its effects on the quality of the final product, identifying as possible conformities. Data from the analyzes were collected and evaluated over a period of four months. Moisture, granulometry, Brix, pH and Microtracer tests were carried out on different raw materials and finished products. The results appreciated that during the study period, most analyzes of both raw materials and finished products were met in accordance with the standards set by the company, with the exception of common salt moisture, which led to the corrective action of purchasing of roasted salt to replace this raw material in products where humidity is a risk factor. It is concluded that the company has effective quality control, highlighting the importance of Good Manufacturing Practices (GMP), Standard Operating Procedures (SOP) and the Hazard Analysis and Critical Control Points (HACCP) system in the routine operations of the manufacturing process, which guarantee correct processing, quality in raw materials and in the finished product, as shown in the analysis results.

Keywords: Analytics. Moisture. Granulometry. Animal nutrition.

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 - Quantidade, em mil toneladas, de suplementos minerais vendidos por categoria.	14
FIGURA 2 - Média da umidade dos lotes de sal comum recebidos em janeiro de 2022	41
FIGURA 3 - Média da umidade dos lotes de sal comum recebidos em fevereiro de 2022	41
FIGURA 4 - Média da umidade dos lotes de sal comum recebidos em março de 2022	42
FIGURA 5 - Média da umidade dos lotes de Sal Comum recebidos em abril de 2022	42
FIGURA 6 - Média da umidade dos lotes de Fosfato bicálcico 19,5% recebidos em fevereiro, março e abril de 2022.....	44
FIGURA 7 - Média da umidade dos lotes de Calcário calcítico recebido em janeiro de 2022	45
FIGURA 8 - Média da umidade do lote de Farelo de soja recebido em fevereiro de 2022....	47
FIGURA 9 - Média da umidade dos lotes de farelo de algodão recebidos em março e abril de 2022.....	47
FIGURA 10 - Média da umidade do lote de Farelo de amendoim recebido em abril de 2022	48
FIGURA 11 – Granulometria dos lotes de sal comum recebidos em janeiro de 2022	49
FIGURA 12 - Granulometria dos lotes de sal comum recebidos em fevereiro de 2022	50
FIGURA 13 - Granulometria dos lotes de sal comum recebidos em março de 2022.....	50
FIGURA 14 - Granulometria dos lotes de sal comum recebidos em abril de 2022	51
FIGURA 15 - Granulometria dos lotes de Calcário Calcítico recebidos em janeiro de 2022.	52
FIGURA 16 - Granulometria do lote de Fosfato bicálcico 19,5% recebido de janeiro a abril de 2022.....	53
FIGURA 17 - Granulometria do lote de Fosfato Monobicálcico recebido em fevereiro de 2022	53
FIGURA 18 - Granulometria dos lotes de Óxido de Magnésio recebidos de fevereiro a abril de 2022.....	54
FIGURA 19 - Granulometria do lote de Enxofre 70% recebido em fevereiro de 2022	55
FIGURA 20 - Granulometria dos lotes de Ureia Pecuária recebidos em fevereiro e março de 2022.....	57
FIGURA 21 - Granulometria dos lotes de Sulfato de Manganês recebidos em março de 2022	58
FIGURA 22 - Granulometria dos lotes de Sulfato de Cálcio recebidos em março e abril de 2022	59

FIGURA 23 - Granulometria do lote de Sulfato de Zinco recebido em abril de 2022.....	59
FIGURA 24 - Granulometria do lote de Sulfato de Cobre recebido em abril de 2022	60
FIGURA 25 - Granulometria dos lotes de Farelo de soja recebidos em fevereiro e março de 2022.....	61
FIGURA 26 - °Brix do Melaço de Cana recebido nos meses de fevereiro, março e abril de 2022	62
FIGURA 27 – pH do Melaço de Cana recebido nos meses de fevereiro, março e abril de 2022	64
FIGURA 28 – Granulometria de produtos acabados produzidos em janeiro de 2022	65
FIGURA 29 - Granulometria de produtos acabados produzidos em janeiro de 2022	66
FIGURA 30 - Granulometria de produtos acabados produzidos em janeiro de 2022	66
FIGURA 31 - Granulometria de produtos acabados produzidos em janeiro de 2022	67
FIGURA 32 - Granulometria de produtos acabados produzidos em janeiro de 2022	67
FIGURA 33 - Granulometria de produtos acabados produzidos em fevereiro de 2022.....	68
FIGURA 34 - Granulometria de produtos acabados produzidos em março de 2022	68
FIGURA 35 - Granulometria de produtos acabados produzidos em março de 2022	69
FIGURA 36 - Granulometria de produtos acabados produzidos em março de 2022	69
FIGURA 37 - Granulometria de produtos acabados produzidos em março de 2022	70
FIGURA 38 - Granulometria de produtos acabados produzidos em março de 2022	70
FIGURA 39 - Granulometria de produtos acabados produzidos em abril de 2022.....	71
FIGURA 40 - Granulometria de produtos acabados produzidos em abril de 2022.....	71
FIGURA 41 - Granulometria de produtos acabados produzidos em abril de 2022.....	72
FIGURA 42 - Resultado do Coeficiente de Variação nas batidas contaminadas no Suplemento Mineral de Pronto Uso, durante o tempo de 3 minutos em misturador horizontal.....	75
FIGURA 43 - Resultado do Coeficiente de Variação nas batidas contaminadas no Suplemento Mineral Proteico Energético de Pronto Uso, durante o tempo de 3 minutos em misturador horizontal.....	75
FIGURA 44 - Resultado do Coeficiente de Variação nas batidas contaminadas no Suplemento Mineral para Mistura, durante o tempo de 3 minutos em misturador horizontal.	76

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 -. Contagem das amostras contaminadas com <i>Tracer</i> em misturas do Suplemento Mineral de Pronto Uso, durante o tempo de 3 minutos.....	73
TABELA 2 - Contagem das amostras contaminadas com <i>Tracer</i> em misturas de Suplemento Mineral Proteico Energético de Pronto Uso durante 3 minutos.....	73
TABELA 3 - Contagem das amostras contaminadas com <i>Tracer</i> em misturas de Suplemento Mineral para Mistura, durante o tempo de 3 minutos.....	74
TABELA 4 - Contagens das amostras do Suplemento Mineral de Pronto Uso contaminadas com <i>tracer</i> após a limpeza, para verificar sua eficiência.....	76
TABELA 5 - Contagens das amostras do Suplemento Mineral Proteico Energético de Pronto Uso contaminadas com <i>tracer</i> após a limpeza, para verificar sua eficiência.....	77
TABELA 6 - Contagens das amostras do Suplemento Mineral para Mistura contaminadas com <i>tracer</i> após a limpeza, para verificar sua eficiência.....	77

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	10
2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	12
2.1	SUPLEMENTO MINERAL PARA BOVINOS.....	12
2.2	MERCADO DE SUPLEMENTOS PARA BOVINOS	13
2.3	LEGISLAÇÕES PERTINENTES À ALIMENTAÇÃO ANIMAL	15
2.4	GESTÃO DA QUALIDADE EM INDÚSTRIA DE SUPLEMENTOS PARA ANIMAIS	18
2.4.1	<i>Controle de qualidade</i>	18
2.4.2	<i>Boas Práticas de Fabricação</i>	19
2.4.3	<i>Procedimento Operacional Padrão (POP)</i>	20
2.4.4	<i>Análise de Perigos e Pontos Críticos de Controle (APPCC)</i>	21
2.5	ANÁLISES LABORATORIAIS.....	23
2.5.1	<i>Análise de Umidade</i>	23
2.5.2	<i>Análise Granulométrica</i>	25
2.5.3	<i>Análise de pH</i>	26
2.5.4	<i>Determinação do Brix</i>	27
2.5.5	<i>Teste do Microtracer</i>	27
2.6	TRABALHOS CORRELATOS	28
2.6.1	<i>Controle de Qualidade na fabricação de suplementos para nutrição animal: Estudo de caso</i>	28
2.6.2	<i>Controle de Qualidade em fábrica de ração animal</i>	29
2.6.3	<i>Processo produtivo e controle de qualidade em fábrica de ração</i>	29
3	UNIDADE EXPERIMENTAL	30
3.1	AMOSTRAS	30
3.2	EQUIPAMENTOS E INSUMOS	32
3.3	ANÁLISES.....	33
3.3.1	<i>Umidade</i>	33
3.3.2	<i>Granulometria</i>	35
3.3.3	<i>Brix</i>	36
3.3.4	<i>pH</i>	36
3.3.5	<i>Teste do Microtracer</i>	37
3.4	ORGANIZAÇÃO E TABULAÇÃO DOS RESULTADOS DAS ANÁLISES.....	39
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	40
4.1	RESULTADOS DAS ANÁLISES DAS MATÉRIAS PRIMAS.....	40
4.1.1	<i>Umidade</i>	40
4.1.1.1	<i>Sal comum</i>	40
4.1.1.2	<i>Fosfato bicálcico 19,5% e calcário calcítico</i>	43
4.1.1.3	<i>Farelo de soja, farelo de algodão e farelo de amendoim</i>	45
4.1.2	<i>Granulometria</i>	48
4.1.2.1	<i>Sal Comum</i>	49
4.1.2.2	<i>Calcário calcítico, fosfato bicálcico 19,5% e fosfato monobicálcico</i>	51
4.1.2.3	<i>Óxido de magnésio</i>	54

4.1.2.4 Enxofre 70%	55
4.1.2.5 Ureia Pecuária	56
4.1.2.6 Sulfato de manganês, sulfato de cálcio, sulfato de zinco e sulfato de cobre....	57
4.1.2.7 Farelo de soja.....	60
4.1.3 <i>Brix</i>	61
4.1.3.1 Melaço de cana	61
4.1.4 <i>pH</i>	63
4.1.4.1 Melaço de cana	63
4.2 RESULTADO DAS ANÁLISES DOS PRODUTOS ACABADOS.....	64
4.2.1 <i>Granulometria</i>	64
4.2.2 <i>Teste do Microtracer</i>	72
5 CONCLUSÃO	79
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	80
APÊNDICE A - TABELA DE DADOS DAS DETERMINAÇÕES DE UMIDADE.....	88
APÊNDICE B - TABELA DE DADOS DAS DETERMINAÇÕES DO BRIX.....	89
APÊNDICE C - TABELA DE DADOS DAS DETERMINAÇÕES DO PH.....	89
APÊNDICE D - TERMO DE AUTORIZAÇÃO DE PUBLICAÇÃO DE PRODUÇÃO ACADÊMICA	90

1 INTRODUÇÃO

No Brasil, o capim verde no pasto é a principal fonte de alimento para o gado, porém as pastagens não conseguem fornecer todos os nutrientes necessários para uma boa produção e desempenho reprodutivo dos animais, principalmente durante a estação seca, quando as pastagens são mais escassas e deficientes em nutrientes elementares. Sendo assim, os suplementos minerais são projetados para suprir estes déficits e atender as necessidades nutricionais do gado, de forma a garantir uma melhor eficiência em termos de conversão nutricional e produção de carne.

A crescente demanda por alimentos específicos produzidos para animais tornou o Brasil um dos maiores fabricantes mundiais. Apesar das dificuldades enfrentadas pelo mercado de nutrição animal, 2021 apresentou alta de 4,5% no volume de vendas em relação a 2020 (SINDIRAÇÕES, 2021).

O custo da alimentação na produção animal é bastante elevado, podendo ultrapassar 30% do custo total, o que impacta fortemente no preço final do produto. Com isso, os produtores têm se posicionado cada vez mais atentos e exigentes com a qualidade das matérias-primas que adquirem. Nesse sentido, para garantir sua competitividade no mercado, as empresas têm buscado aprimorar seus processos produtivos, implementando ferramentas de qualidade que possibilitam o monitoramento contínuo e a garantia de que os valores especificados sejam atendidos, e com isso atender às expectativas dos consumidores.

Em relação à adequação de estrutura produtiva, o MAPA (Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento) é o órgão responsável por regulamentar e fiscalizar o setor brasileiro de produtos para alimentação animal. As empresas devem cumprir as exigências da Instrução Normativa 04/2007, que regulamenta todas as especificações de instalações, equipamentos e condições sanitárias das empresas produtoras ou fracionadoras de produtos para alimentação animal, prevê que para se enquadrar em um processo de controle de qualidade, os estabelecimentos devem possuir um manual de Boas Práticas de Fabricação (BPF) e que anexados a ele estejam os Procedimentos Operacionais Padrões (POP), no caso de indústrias do segmento de alimentação animal o plano APPCC também é requisito obrigatório. Além disso, as empresas podem buscar também ferramentas alternativas complementares e não exigidas por lei relacionadas ao controle de qualidade (BRASIL, 2007a).

O controle de qualidade visa monitorar e identificar não conformidades nas matérias-primas e produtos acabados. Se forem claramente definidos e bem aplicados no

processo produtivo, possibilitará a identificação de falhas ou desvios antes que estes alcancem o produto final. O controle começa no recebimento das matérias-primas, onde os resultados analíticos das amostras coletadas devem obedecer a critérios de aceitação previamente estabelecidos. Nas indústrias processadoras de alimentos para animais ele é extremamente importante. Este controle está diretamente relacionado com a especificação e a segurança do produto, que é fator determinante para não comprometer a saúde do animal, e como consequência, a competitividade das indústrias.

A qualidade não deve ser considerada apenas como um diferencial nas organizações, mas como um mecanismo para evitar a ocorrência de problemas relacionados com reclamações e *recall* de produtos. A ausência de controle de qualidade, tanto em processos gerenciais, como na fabricação, pode gerar sérias consequências financeiras, gastos desnecessários, retrabalhos, perdas, desperdícios, transtornos aos clientes e em casos de indústrias do ramo alimentício pode comprometer a saúde e segurança do consumidor.

Neste contexto, um eficiente controle de qualidade se faz necessário nas indústrias produtoras de suplementos minerais não somente para garantir a segurança do alimento, como também é importante a garantia dos níveis estabelecidos nos produtos a fim de que sejam eficientes e funcionais, de acordo com sua finalidade de uso. Várias ferramentas podem ser utilizadas, dentre elas as Boas Práticas de Fabricação (BPF) e o uso do sistema Análises de Perigos e Pontos Críticos de Controle (APPCC) que são exigências do MAPA para o segmento das empresas de alimentação animal.

As análises laboratoriais, tanto das matérias primas como dos produtos, são consideradas medidas preventivas e de controle normalmente estabelecidas nos procedimentos de monitorização e/ou de verificação do sistema APPCC, através dos resultados das análises pode-se evitar que uma matéria-prima não conforme seja utilizada no processo ou que produtos que não atendam aos padrões estabelecidos sejam comercializados.

Na empresa em estudo, uma indústria de suplementos minerais para bovinos, realiza as análises de umidade, granulometria, Brix, pH e teste do microtracer nas diferentes matérias primas e produtos. As demais análises são realizadas em laboratório terceirizado. Assim, este trabalho objetiva relatar as análises realizadas no laboratório de controle de qualidade desta indústria, demonstrar a importância destas, seus impactos na qualidade do produto final, coletar e avaliar os dados durante um período de quatro meses a fim de gerar informações para profissionais e empresas do setor.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Suplemento mineral para bovinos

A pecuária brasileira é caracterizada pela utilização de pastagens como a principal fonte de alimento para os bovinos, porém esse tipo de alimentação de maneira isolada não é suficiente para fornecer todos os nutrientes necessários aos animais para obter um bom desempenho produtivo e reprodutivo (EMBRAPA,1995).

Os déficits nutricionais dos pastos são intensificados na época da seca devido ao avanço no processo de maturação das pastagens e ocasionando, no caso das deficiências mais severas, doença e morte de animais. Portanto, torna-se necessário a utilização da suplementação adequada para adicionar à dieta dos bovinos os nutrientes deficientes nas forrageiras, assegurando o consumo dos minerais essenciais (EMBRAPA,1995).

Existem relatos históricos que indicam que a suplementação animal com o fornecimento de cloreto de sódio iniciou-se por volta de 120 anos a.C. Inicialmente, no Brasil era utilizado apenas sal branco para suplementação de bovinos. Depois começou a se utilizar cinzas de árvores queimadas misturadas ao cloreto de sódio visando suplementar outros elementos minerais. Mas foi apenas por volta dos anos 50, com o desenvolvimento de aparelhos laboratoriais, que começaram a ser identificadas enfermidades originadas devido a deficiência de minerais nos animais. Na década de 70, se iniciou o desenvolvimento de suplementos ricos em cálcio e fósforo. Na década de 80, a suplementação foi focada na melhoria dos índices zootécnicos, principalmente nos aspectos relacionados a produtividade do rebanho. A partir dos anos 90, a suplementação passou a ser mais específica, sendo utilizada de acordo com a categoria animal (BARUSELLI, 2018).

Já nos anos 2000, o foco principal passou a ser a qualidade dos suplementos minerais, através do controle de qualidade na sua produção, embalagem e distribuição. Foram implantados sistemas de produção certificados e aprovados pelo MAPA, como as BPFs (Boas Práticas de Fabricação), garantindo a segurança e qualidade dos suplementos (BARUSELLI, 2018).

Segundo a Instrução Normativa nº 15/2009 do MAPA, suplemento pode ser definido como a mistura composta por ingredientes ou aditivos, podendo conter veículo ou excipiente, que deve ser fornecida diretamente aos animais ou ser indicada para diluição, para melhorar o balanço nutricional. Simplificadamente, suplementos são compostos produzidos

para complementar a alimentação do animal, atendendo as suas necessidades específicas e, conseqüentemente, aumentando seu desempenho (BRASIL, 2009a).

Os elementos minerais essenciais ao organismo representam cerca de 5% (cinco por cento) do peso total do corpo do animal. Eles são componentes importantes nas dietas do gado em geral e estão diretamente ligados à sua produtividade (MCDOWELL, 1999).

Os minerais são divididos em três categorias, macrominerais, microminerais e traços. Esta divisão é quantitativa, ou seja, diz respeito a concentração do mineral no organismo. Os macrominerais são exigidos em maiores quantidades pelo organismo dos animais e os microminerais são exigidos em menores quantidades, enquanto os elementos traços são requisitados pelo animal em quantidades extremamente baixas (SILVA, 2019).

Um elemento mineral é considerado essencial quando a sua falta no organismo provoca redução no desempenho e na saúde do animal. No caso dos bovinos, os macro elementos essenciais são o Cálcio (Ca), Fósforo (P), Potássio (K), Magnésio (Mg), Sódio (Na), Cloro (Cl) e o Enxofre (S). E os microelementos são o Ferro (Fe), Cobre (Cu), Cobalto (Co), Iodo (I), Manganês (Mn), Zinco (Zn), Selênio (Se), Molibdênio (Mo) e Flúor (F) (BÉRTOLI, 2010).

Segundo a Instrução Normativa nº 12/2004 do MAPA, os suplementos destinados a bovinos são classificados quanto à sua forma de uso, podendo ser de pronto uso ou para mistura, e quanto à sua composição, podendo ser denominados como: Suplemento Mineral, Suplemento Mineral com Ureia, Suplemento Mineral Proteico e Suplemento Mineral Proteico Energético (BRASIL, 2004b).

2.2 Mercado de suplementos para bovinos

A bovinocultura de corte é uma das principais atividades do agronegócio brasileiro, colocando o Brasil entre os maiores produtores e exportadores de carne do mundo. Diante deste cenário, a demanda de alimentos para produção animal está cada vez maior, fazendo com que o país se destaque mundialmente no mercado de alimentos (ração e suplementos) para animais (SINDIRAÇÕES..., 2021)

O mercado de alimentação animal tem enfrentado diversos desafios, como por exemplo a alta do dólar, os efeitos climáticos extremos (estiagem e geadas) e o alto preço dos insumos, principalmente do milho, soja e trigo, que são matérias-primas importantes na produção de alimentos para animais. Porém apesar das adversidades, segundo dados divulgados pelo Sindicato Nacional da Indústria de Alimentação Animal (SINDIRAÇÕES), em 2021 a

indústria brasileira de alimentação animal conseguiu um avanço de 4,5% sobre o volume registrado no país no ano de 2020, superando as estimativas de crescimento do setor, que totalizavam no máximo 2,5% (SINDIRAÇÕES, 2021).

Em 2017, a Associação Brasileira das Indústrias de Suplementos Minerais (ASBRAM) iniciou o Painel de Estatísticas sobre a comercialização dos vários tipos de suplementos minerais vendidos no Brasil. Os dados indicam que houve aumento de 17,02% nas vendas de 2020 em comparação com 2018, confirmando as expectativas de crescimento geradas sobre o setor (VENDA... 2022).

Os dados apresentados na figura 1 comprovam que a utilização de suplementos minerais para bovinos apresentou crescimento expressivo nos últimos anos. Tal crescimento se deve em grande parte ao aumento da adoção de tecnologias para bovinocultura de corte, principalmente para suprir as necessidades dos animais criados no pasto (POIANI, 2021).

Figura 1 - Quantidade, em mil toneladas, de suplementos minerais vendidos por categoria entre 2018 e o primeiro semestre de 2021.

Categoria	2018	2019	2020	2021*
Pronto para uso	917,75	907,80	964,32	493,81
Diluir/Misturar	116,81	120,69	128,24	68,96
com Ureia	105,58	109,04	127,35	72,46
Proteicos	295,80	306,24	383,36	202,12
Proteicos Energéticos	249,76	287,52	313,83	173,54
Núcleos	276,24	331,24	379,53	181,11
Concentrados	83,43	87,02	96,99	45,14
TOTAL	2.045,37	2.149,55	2.393,62	1.237,13

Fonte: ASBRAM, 2021.

Segundo dados posteriores divulgados pela ASBRAM, para pecuária no Brasil considerando todo o ano de 2021, houve um crescimento de 6,6% sobre o ano anterior nas vendas de suplementos minerais atingindo um volume de 2,55 milhões de toneladas, o maior número desde 2017. O mercado de alimentos para bovinos de corte em 2021 apresentou resultados positivos, enquanto a alimentação dos bovinos leiteiros sofreu uma queda devido à redução do consumo de leite no mercado interno. Diante deste cenário, a estimativa do Sindirações para 2022 é que o mercado de rações e suplementos destinados a bovinos de corte tenha um crescimento de 4,9% e que haja estabilidade naquele destinado aos bovinos de leite (VALVERDE, 2022).

2.3 Legislações pertinentes à alimentação animal

No Brasil, o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) é o órgão responsável pela regulamentação e fiscalização do departamento de produtos designados à alimentação animal. Todo estabelecimento que fabrica, fraciona, importa, exporta e comercializa qualquer produto, coproduto, ingredientes ou aditivos para alimentação animal deve ser devidamente registrado no MAPA. O principal objetivo da fiscalização destas empresas é assegurar que as condições higiênico-sanitárias nos processos de fabricação estejam adequadas, garantindo a conformidade e segurança dos produtos. Além disso, a fiscalização permite rastrear os produtos importados e exportados (MAPA, 2022).

A determinação das normas para fabricação e comercialização, registro e fiscalização dos produtos para alimentação animal é feita pelo Departamento de Inspeção de Produtos de Origem Animal (DIPOA) e executada pelos Auditores Fiscais Federais Agropecuários através de vistorias, auditorias e fiscalizações para verificar a conformidade com os requisitos estabelecidos nas legislações (MAPA, 2022).

No Brasil, a alimentação animal tem regulamentação pela lei nº 6.198, de 26 de dezembro de 1974, a qual dispõe sobre a inspeção e fiscalização obrigatórias dos produtos destinados a alimentação animal e pelo decreto nº 6.296 de 11 de dezembro de 2007 que aprova o regulamento da lei nº 6.198/1974 (BRASIL, 1974; BRASIL, 2007b).

Além das leis e decretos publicados, existem as Instruções Normativas, compiladas no Quadro 1, que devem ser consultadas e implementadas no ambiente de produção para obtenção de maior controle nos processos, garantindo assim a segurança adequada nos produtos prontos para consumo.

Quadro 1 Resumo das Instruções normativas do MAPA referentes à alimentação animal

Instruções Normativas	Especificação	Referência
Instrução Normativa nº 8, de 25 de março de 2004	Por meio desta Instrução Normativa é estabelecida a proibição em todo território nacional da produção, comercialização e utilização de qualquer produto que contenham proteínas e gorduras de origem animal para a alimentação de ruminantes, incluindo a cama de aviário e os resíduos da criação de suínos.	BRASIL, 2004a
Instrução Normativa nº 12, de 30 de novembro de 2004	Estabelece os parâmetros e as características mínimas que os suplementos para bovinos devem atender, bem como os procedimentos para seu registro, utilização e comercialização. Este Regulamento define e classifica os suplementos destinados a bovinos quanto à sua forma de uso, podendo ser de pronto uso ou para mistura, e quanto à sua composição, podendo ser denominados como: Suplemento Mineral, Suplemento Mineral com Ureia, Suplemento Mineral Proteico e Suplemento Mineral Proteico Energético. Além disso, nessa mesma Instrução Normativa são descritos e apresentados os níveis de garantia mínimos, que devem ser seguidos, obrigatoriamente.	BRASIL, 2004b
Instrução Normativa nº 13, de 30 de novembro de 2004	Aprova o regulamento técnico sobre aditivos utilizados nos produtos destinados à alimentação animal, segundo as boas práticas de fabricação, estabelecendo os procedimentos básicos para avaliação da segurança de uso, registro e comercialização destes aditivos. Seu principal objetivo é garantir um nível adequado de segurança à saúde humana e dos animais, além de introduzir na rotulagem as informações mínimas necessárias à utilização segura.	BRASIL, 2004c
Instrução Normativa nº 65, de 21 de novembro de 2006	Objetiva estabelecer os procedimentos para fabricação e utilização de qualquer alimento (rações, suplementos, premixes, núcleos ou concentrados) com medicamentos para os animais de produção, a fim de garantir a segurança à saúde humana e animal.	BRASIL, 2006
Instrução Normativa nº 4, de 23 de fevereiro de 2007	Estabelece procedimentos básicos de higiene e Boas Práticas de Fabricação (BPF) que devem ser implantados e executados pelos estabelecimentos fabricantes de produtos destinados à alimentação animal.	BRASIL, 2007a
Instrução Normativa nº 17, de 7 de abril de 2008	O referido Regulamento proíbe a fabricação, na mesma planta, de produtos destinados à alimentação de ruminantes e não-ruminantes, sendo exceção os estabelecimentos que atenderem aos requisitos específicos determinadas na norma e os que não utilizarem em seus produtos ingredientes de origem animal ou qualquer outro proibido para alimentação de ruminantes, que são estabelecidos em legislação específica.	BRASIL, 2008

Instruções Normativas	Especificação	Referência
Instrução Normativa nº 15, de 26 de maio de 2009	Estabelece os critérios e os procedimentos para realizar o registro ou a renovação do registro dos produtos e dos estabelecimentos destinados à alimentação animal, sendo que o regulamento se aplica aos estabelecimentos que produzam, fabriquem, manipulem, fracionem, importem ou comercializem tais alimentos.	BRASIL, 2009a
Instrução Normativa nº 22, de 2 de junho de 2009	Este regulamento descreve as especificações sobre embalagem, rotulagem e propaganda de produtos destinados à alimentação animal. Também estabelece as informações obrigatórias que devem constar nos rótulos dos produtos embalados ou a granel usados na alimentação animal. Estas informações devem ser corretas, claras, precisas, em português, conter as características, composição, prazo de validade e os possíveis riscos de danos à saúde animal e à saúde humana.	BRASIL, 2009b
Instrução Normativa nº 51, de 03 de agosto de 2020	Estabelece os requisitos e os procedimentos necessários para a fabricação, fracionamento, importação e comercialização dos produtos dispensados de registro destinados à alimentação animal.	BRASIL, 2020a
Instrução Normativa nº 110, de 24 de novembro de 2020	Por meio desta Instrução Normativa foi publicada a lista de matérias-primas aprovadas como ingredientes, aditivos e veículos para uso na alimentação animal. Dispõe também das garantias obrigatórias de rotulagem e as restrições de uso de cada matéria-prima.	BRASIL, 2020b
Instrução Normativa nº 03, de 25 de janeiro de 2021	Estabelece os ingredientes e aditivos que estão autorizados para utilização na alimentação animal, bem como aqueles que são utilizados na alimentação humana e podem ser empregados também na alimentação animal. Ela determina e especifica os requisitos necessários para inclusão e alteração dos insumos aprovados como ingredientes e aditivos. Qualquer ingrediente ou aditivo que não constar na lista ou outro regulamento vigente, não poderá ser comercializado no Brasil para uso na alimentação animal.	BRASIL, 2021

2.4 Gestão da qualidade em indústria de suplementos para animais

O mercado de produtos para alimentação animal encontra-se em expansão, ficando cada vez mais competitivo devido à grande oferta de produtores e consumidores. Levando em consideração que a alimentação corresponde a cerca de 30% dos custos totais na produção de bovinos, os produtores estão cada vez mais exigentes quanto à segurança e qualidade dos produtos (PEIXOTO et al., 2005). Diante deste cenário, as empresas deste ramo de atividade têm buscado ferramentas de gestão de qualidade que possam melhorar seus sistemas produtivos, assegurando a qualidade dos seus produtos para atender as expectativas do consumidor, além de manter sua competitividade no mercado (OLIVEIRA; BORGES, 2018).

A gestão da qualidade inclui todo o planejamento, direção, gerenciamento, controle e verificação de processos para estabelecer e garantir a qualidade de uma organização. Esta gestão visa melhorar a produtividade e aumentar o nível de satisfação do consumidor. Já a área do controle da qualidade faz a verificação e checagem do cumprimento das especificações nos produtos, se refere ao campo de auditoria para conformidade com as normas de fabricação (LOUZADA, 2021).

A gestão da qualidade no processo de fabricação de suplementos para animais tem início no projeto da fábrica, abrangendo sua construção, a seleção e instalação de equipamentos, seleção dos fornecedores de insumos, matérias-primas e embalagens, estabelecimento da formulação correta dos suplementos de acordo com as legislações, estabelecimento dos padrões de qualidade dos insumos e produtos acabados. Envolve também a supervisão das análises laboratoriais, o armazenamento e transporte das matérias-primas e produtos acabados, limpeza dos equipamentos e instalações, todas as etapas do processamento, controle de pragas, treinamento de funcionários e rastreabilidade dos produtos (BEUS, 2017).

2.4.1 Controle de qualidade

Segundo a Lei nº 6.198/ 1974 do MAPA, controle de qualidade pode ser definido como um conjunto de operações que abrangem programação, coordenação e execução, com o objetivo de verificar a conformidade das matérias primas, materiais de embalagem e do produto acabado, com as especificações estabelecidas. Portanto, para garantir a qualidade no produto, devem ser consideradas todas as etapas do processo produtivo, desde a matéria-prima até a distribuição do produto acabado ao consumidor (BRASIL, 1974).

O principal objetivo do controle de qualidade é garantir a conformidade do produto acabado, reduzir a frequência de erros, aumentar o rendimento, a capacidade, o desempenho da produção e a otimização dos serviços (NOGUEIRA, 2018).

Na indústria de alimentos, a qualidade deve estar presente em todos os processos a fim de garantir a segurança do produto, que é fator determinante para não comprometer a saúde do consumidor. Da mesma forma acontece na indústria de rações e suplementos para animais, onde a qualidade no processo garante a segurança da saúde animal, bem como a produção de alimentos de origem animal seguros para o homem (DOMINGUES, 2013).

Na indústria produtora de suplementos minerais, é necessário um eficiente controle de qualidade das matérias-primas e em todo processo produtivo para garantir a qualidade no produto. Existem várias ferramentas para contribuir na gestão da qualidade, sendo as mais comuns as BPFs (Boas Práticas de Fabricação) e o Sistema APPCC (Análise de Perigos e Pontos Críticos de Controle). Essas ferramentas auxiliam na garantia de um processo produtivo seguro e eficaz, além de reduzir a frequência de erros e consequentemente reduzir os custos, controlando e monitorando todas as etapas do sistema (OLIVEIRA; BORGES, 2018).

2.4.2 Boas Práticas de Fabricação

Segundo a IN 04 (2007), Boas Práticas de Fabricação (BPF) são os 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, com o objetivo de garantir a qualidade, conformidade e segurança dos produtos destinados à alimentação animal. As BPF visam garantir a segurança alimentar em todas as etapas do processo, combatendo as contaminações físicas, químicas e biológicas (BRASIL, 2007a).

O manual de BPF é um documento que define as normas para infraestrutura, equipamentos, procedimentos de higiene, treinamento de funcionários, controle de pragas, controle de qualidade, armazenamento dos insumos e produtos, expedição de produtos, distribuição e o transporte, objetivando sempre garantir a qualidade do produto. Cada estabelecimento deve possuir seu próprio manual de BPF, elaborado especificamente para o estabelecimento com base na IN 04 (BRASIL, 2007a).

É necessário que os estabelecimentos invistam em treinamentos para as pessoas envolvidas em todas as atividades, a fim de assegurar que estes profissionais estejam capacitados a desempenhar as regras das BPF, alcançando assim processos seguros e livres de

contaminantes de origem física, química e biológica, que são considerados prejudiciais para a saúde dos animais (BEUS, 2017).

No Brasil, a adoção das Boas Práticas de Fabricação (BPF) tornou-se requisito obrigatório para a produção industrial de alimentos a partir de 1997, por meio das portarias 326/97, do Ministério da Saúde e 368/97, do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. A portaria também aborda as Instruções de Trabalho (ITs) e os Procedimentos Operacionais Padrões (POPs) onde se recomenda estabelecer programas de monitoramento, registros, ações corretivas e *check lists* (CARVALHO, 2013).

No manual de BPF são apresentados os Procedimentos Operacionais Padrão (POP), por meio do qual foi possível a padronização dos procedimentos dos estabelecimentos, para que consigam fornecer um alimento seguro aos animais. Esses procedimentos devem ser sempre trabalhados e melhorados objetivando um alto padrão de qualidade em seus produtos, além de reduzir custos e garantir conformidade com as normas e as exigências do mercado (BRASIL, 2007a).

2.4.3 Procedimento Operacional Padrão (POP)

O Procedimento Operacional Padrão é regulamentado pela RDC nº 275, de 21 de outubro de 2002 e pela IN nº 4, de 2007. É definido como procedimento escrito de forma objetiva que estabelece instruções sequenciais para a realização de operações rotineiras e específicas na produção, armazenamento e transporte de alimentos (BRASIL, 2002; BRASIL, 2007a).

Segundo Brasil (2002) e Brasil (2007), devem ser implementados no mínimo os seguintes POPs:

- Qualificação de fornecedores e controle de matérias primas e de embalagens: Especifica os critérios e procedimentos adotados para classificar os fornecedores e realizar o controle de matérias primas e embalagens.
- Limpeza/Higienização de instalações, equipamentos e utensílios: Deve conter as especificações sobre a superfície a ser higienizada, quais produtos utilizar e suas respectivas concentrações, método de higienização entre outras informações necessárias para realizar a correta higienização.
- Higiene e saúde do pessoal: Estabelece os requisitos quanto ao uso e higiene de uniformes, hábitos de higiene, procedimentos em relação a exames, atestados médicos, presença de funcionários com lesões ou infecções e treinamentos.

- Potabilidade da água e higienização de reservatório: Estabelece o padrão microbiológico e físico-químico de potabilidade e descreve todo o procedimento para controle da potabilidade da água, desde a captação, colheita de amostras até análises e registros.
- Prevenção de contaminação cruzada: Identificar os pontos onde pode ocorrer contaminação cruzada e a forma que ocorre para aplicar ações preventivas.
- Manutenção e calibração de equipamentos e instrumentos: Detalhar como e quando se deve realizar a manutenção e calibração de cada equipamento ou instrumento envolvido no processo produtivo.
- Controle integrado de pragas: Estabelece as medidas preventivas e de controle de pragas, bem como as especificações determinadas pela norma em caso de utilização de produtos químicos.
- Controle de resíduos e efluentes: Deve especificar o responsável pelo destino dos resíduos e a maneira correta de realizar seu descarte.
- Programa de rastreabilidade e recolhimento de produtos (Recall): Deve estabelecer de qual maneira será realizada a rastreabilidade, o procedimento para o recolhimento do produto, seu destino e os responsáveis por tal atividade.

Em cada POP deve conter os materiais e equipamentos necessários para realizar as tarefas, a descrição do processo, a frequência, o monitoramento, a verificação, os registros, as ações corretivas e os responsáveis pela execução. Eles devem ser revisados no mínimo uma vez por ano ou sempre que houver modificação nos procedimentos a fim de verificar sua eficiência (BRASIL, 2007a).

2.4.4 Análise de Perigos e Pontos Críticos de Controle (APPCC)

O sistema APPCC é considerado atualmente como a maneira mais eficiente para a prevenção de contaminação física, química ou microbiológica em alimentos. É por meio deste sistema que a empresa determina onde ocorre os problemas, a probabilidade de acontecerem e como evitá-los (DIAS, 2014).

Segundo a portaria nº 46 do MAPA, o sistema APPCC é definido como um sistema que identifica perigos específicos e medidas preventivas para seu controle, objetivando a segurança do alimento, a garantia da qualidade e integridade econômica. Baseia-se na prevenção, eliminação ou redução dos perigos em todas as etapas da cadeia produtiva (BRASIL, 1998).

O sistema surgiu nos anos 60, quando a NASA (*National Aeronautics and Space Administration*), empresa governamental dos Estados Unidos de Administração Nacional da Aeronáutica e Espaço, solicitou que a empresa *Pillsbury Company* desenvolvesse um programa de qualidade para produzir alimentos seguros, objetivando a garantia contra contaminações que pudessem causar doenças ou ferimentos para os astronautas em missões espaciais (ALVARENGA; TOLEDO, 2007).

Conforme descrito na portaria nº 46 do MAPA, o APPCC constitui-se de sete princípios básicos (BRASIL, 1998):

1. Identificação dos perigos e riscos em cada etapa;
2. Identificação dos pontos críticos de controle (PCC);
3. Estabelecimento do limite crítico para cada PCC identificado;
4. Estabelecimento de monitorização para cada PCC identificado;
5. Estabelecimento das ações corretivas;
6. Determinação dos procedimentos de verificação;
7. Implementação de um sistema de registros de resultados.

Um Ponto Crítico de Controle (PCC) é qualquer ponto ou etapa do processo de fabricação, recebimento, transporte ou manipulação do produto, onde se aplicam medidas preventivas de controle sobre um ou mais fatores, com o objetivo de reduzir a limites aceitáveis ou eliminar os perigos para a saúde do consumidor (BRASIL, 1998).

O APPCC é uma ferramenta que atribui um diferencial ao produto, pois garante a sua qualidade através do controle em seu processo produtivo. Segundo Santos et al. (2002), o sistema proporciona diversos benefícios, entre eles:

- Oferece um alto nível de segurança aos alimentos;
- Facilita o trabalho dos supervisores e orienta o trabalho dos manipuladores de alimentos;
- Contribui na redução de custos, pois evitam o retrabalho, as perdas de matérias-primas e uso de técnicas não conformes, o que acarreta o aumento da produtividade.
- Contribui com a consolidação da imagem e da credibilidade da empresa junto aos clientes;
- Valoriza o trabalho em equipe, eleva a autoestima dos colaboradores e gera satisfação por produzirem alimentos seguros.
- Reduz a necessidade de análises em produtos acabados;

- Traz à pauta o aspecto legal referente à implantação do Sistema nas empresas, a fim de tornar o APPCC obrigatório a toda empresa processadora de alimentos.

Diante dos vários benefícios que o APPCC proporciona às organizações, nota-se que ele é uma ferramenta necessária para se garantir um excelente padrão de qualidade, pois ressaltam os aspectos das BPF, visando identificar e prevenir os possíveis riscos durante o processamento do alimento (OLIVEIRA, 2011).

2.5 Análises laboratoriais

Os problemas envolvendo alimentos de qualidade questionável são uma grande ameaça para a saúde dos consumidores. Um alimento pode ser considerado inseguro se apresentar contaminantes físicos (por exemplo, madeira e insetos), químicos (por exemplo, pesticidas) ou microbiológicos (por exemplo, *Salmonella*). Diante disto, a segurança dos consumidores é uma das principais razões para se realizar as análises laboratoriais, pois através delas é possível determinar se o alimento está livre de tais substâncias nocivas (AFFONSO; SONATI, 2007).

Através das análises de superfície e ambiental, por exemplo, é possível também avaliar as condições higiênicas e sanitárias do processo de fabricação, armazenamento e distribuição dos produtos. Desta forma, elas são extremamente importantes para comprovar a eficácia da implementação e manutenção dos sistemas de gestão da qualidade e segurança dos alimentos (BRQUALITY, 2021).

Com o objetivo de controlar e garantir a qualidade, nas indústrias produtoras de alimentos são realizadas análises no produto e nas matérias-primas recebidas. As especificações de cada item produzido devem estar de acordo com as normas e legislações pertinentes. Somado-se a isto, a empresa pode determinar outros parâmetros a serem avaliados para garantir a qualidade e padronização de seu produto. O produto acabado deve possuir qualidade e uniformidade para ser distribuído no mercado, por isso é necessário avaliar desde suas matérias-primas até o produto (DALCHIAVON; FRIEDRICH, 2011).

2.5.1 Análise de Umidade

As análises de umidade têm função de determinar a quantidade de água presente nos alimentos e é extremamente importante nos processos industriais, visto que o teor de umidade pode afetar a processabilidade, usabilidade, vida útil e até mesmo a qualidade de um produto (APOLINÁRIO, 2021).

O teor de umidade geralmente é determinado por métodos termogravimétricos, que se baseiam na perda de água durante a secagem, onde uma amostra é aquecida e se registram a perda de peso devido à evaporação da umidade. Em alguns produtos, o teor máximo de umidade é determinado por legislações específicas (APOLINÁRIO, 2021).

Uma determinação de teor de umidade feita de forma precisa traz vários benefícios à qualidade do produto, sendo importante em várias etapas do processo de produção. A umidade do alimento está diretamente ligada ao seu processamento, embalagem e estocagem, por isso é importante saber como estocá-los, com base em seu teor de umidade. Alimentos estocados com alta umidade podem se deteriorar mais rapidamente, mesmo estando embalados (CECCHI, 2003).

Cecchi (2003) afirma que a umidade em um alimento pode ser determinada por métodos diferentes, sendo os mais comuns:

- Secagem em estufa: Se baseia na remoção de água por aquecimento, sendo o método mais utilizado em alimentos. A sua principal vantagem é ser um método barato e simples. A principal desvantagem é ser um método lento, podendo levar até 24 horas em temperaturas de 105°C em estufa simples e cerca de 70°C em estufa à vácuo. Este método necessita apenas de uma estufa, uma balança analítica e cadinhos.
- Secagem por radiação infravermelha: Consiste na secagem utilizando uma lâmpada de radiação infravermelha, que desenvolve uma temperatura de cerca de 700°C. Este é o método mais efetivo e otimiza o tempo de secagem em até 1/3 do total. Os equipamentos de secagem infravermelha possuem balança que realiza a leitura da umidade pela diferença de peso. A principal desvantagem é que só pode realizar a secagem em uma amostra por vez.
- Secagem em forno de micro-ondas: Neste método, o calor é distribuído tanto externa quando internamente no alimento, o que facilita a evaporação da água e evita que se forme uma crosta em sua superfície. A secagem é otimizada pela mistura da amostra com cloreto de sódio e óxido de ferro. A principal vantagem da secagem por micro-ondas é que a energia de radiação e o tempo de secagem podem ser calibrados para os diferentes tipos e quantidades de amostras.
- Secagem em dessecadores: Os dessecadores são utilizados com vácuo e compostos químicos que absorvem água, porém este método é raramente utilizado por ser muito lento.

2.5.2 *Análise Granulométrica*

O tamanho das partículas de um alimento influencia diretamente na digestibilidade de seus nutrientes, sendo que quanto menor o tamanho das partículas, maior é a superfície de contato que o alimento estará exposto à ação das enzimas digestivas, aumentando a digestão dos ingredientes e, conseqüentemente, maximizando o desempenho do animal. Portanto, o controle do tamanho das partículas é extremamente importante em uma fábrica de suplementação animal (ZANOTTO; BELLAVER, 1996).

A granulometria é um procedimento de análise utilizado para medir o tamanho das partículas de uma amostra e mensurar as frações correspondentes a cada tamanho. Em 1983, a Sociedade Americana de Engenheiros Agrícolas (ASAE) realizou estudos para descrever mais detalhadamente os tamanhos das partículas, determinando que seu tamanho médio é dado pelo Diâmetro Geométrico Médio (DGM) (ZANOTTO; BELLAVER, 1996).

Nas indústrias de suplementação animal, a análise granulométrica é realizada tanto em produtos acabados quanto nas matérias-primas utilizadas para garantir a qualidade dos produtos (PEREIRA, 2008).

Existem diversas técnicas utilizadas para determinação dos tamanhos das partículas, sendo as mais conhecidas (CAMPOS; OLIVEIRA, 2018; PEREIRA, 2008):

A. Peneiramento: é o método mais antigo e mais utilizado, além de possuir eficácia comprovada para diversas áreas. Para se realizar a análise são necessários

- Aparelho vibrador para peneiras;
- Balança técnica;
- Conjunto de peneiras metálicas;
- Béquer

O procedimento consiste em:

1. Montar o conjunto de peneiras;
2. Pesar 100g da amostra e colocar sobre a peneira superior do conjunto;
3. Tampar e fixar o vibrador;
4. Ligar o equipamento e deixar por 5 minutos;
5. Pesar as frações retidas em cada peneira.

Segundo Pereira (2008), quantidade das peneiras e o tamanho das malhas variam e devem ser determinados conforme o tipo de produto, analisando suas características intrínsecas.

B. Sedimentação: Esta técnica é mais utilizada na análise granulométrica dos solos e se baseia na forma como os objetos se depositam em fluidos sob ação da gravidade ou de força centrífuga. Se fundamenta na Lei de Stokes, de forma a relacionar o tamanho da partícula com sua velocidade de sedimentação. Dessa forma, quanto maior a densidade da partícula, maior a aceleração por gravidade em que ela se depositará no fundo do recipiente utilizado, geralmente tubos de ensaio.

C. Análise por difração a laser: Baseia-se no fato de que as partículas difratam luz em um ângulo específico. É uma análise rápida e cobre uma ampla faixa de tamanhos de partículas. É um procedimento de alto padrão tecnológico que mede a distribuição de tamanho das partículas por meio de feixes de laser, que interagem com as partículas dispersas na amostra.

D. Análise de imagem: Este método geralmente é aplicado em partículas ultrafinas, com tamanhos a partir de alguns microns. É possível determinar o tamanho de partículas enquanto gera dados importantes acerca de suas formas utilizando mecanismos de software que determinam as fronteiras reais das partículas.

2.5.3 Análise de pH

O termo pH (Potencial Hidrogeniônico) se refere à concentração de íons H^+ em uma solução e expressa o seu grau de acidez ou basicidade. É representado por uma escala logarítmica que indica com valores de 0 a 14, sendo que valores menores que 7 representam um meio ácido, maiores que 7 representam um meio básico e valores iguais a 7 o meio será neutro (SOUZA; ELIAS, 2006).

A acidez em alimentos é um fator importante para determinar seu estado de conservação, podendo estar relacionada com sua estabilidade. A alta acidez retarda a deterioração de alimentos, sendo um grande aliado na indústria, visto que a redução do pH muitas vezes gera alterações sensoriais desejáveis (GARSKE, 2018).

Os métodos de análise de pH podem ser colorimétricos ou eletrométricos. Os colorimétricos usam indicadores que provocam alteração na cor de acordo com a concentração de íons de hidrogênio. Sua aplicação é limitada e os resultados não são exatos. Os métodos eletrométricos utilizam aparelhos potenciômetros que oferecem uma determinação direta, simples e precisa do pH (ZENEBO; PASCUET; TIGLEA, 2008).

Um dos equipamentos mais utilizados para realização dessa análise é o potenciômetro (medidor de pH). É um dispositivo simples e permite medir o pH de um fluido

rapidamente. Ele funciona com dois eletrodos, sendo um de referência que fornece voltagem constante e o outro para detectar íons de hidrogênio em que a voltagem varia com base na atividade do íon. Os resultados são obtidos como um valor de pH que é determinado a partir da diferença entre as duas tensões (SILVEIRA, 2018).

2.5.4 Determinação do Brix

A análise de Brix determina a quantidade de sólidos solúveis (açúcares, sais, proteínas, ácidos) de uma amostra. Diante disto, pode se determinar que quanto maior o °Brix, menos água e mais sólidos compõe a amostra. A determinação do Brix por refratometria é o método mais utilizado, pois é um método rápido e fácil de ser aplicado, porém a avaliação do resultado deve ser feita de maneira rigorosa para se ler corretamente a porcentagem indicada (ZENEBO; PASCUET; TIGLEA, 2008).

Na indústria de suplementos minerais, a análise de Brix é realizada no melaço para se determinar o teor de sólidos solúveis no mesmo, chegando a uma concentração de cerca de 78°Brix. O melaço é uma matéria-prima obtida a partir do processamento da cana-de-açúcar bastante utilizado na alimentação animal, abundante em energia na forma de carboidratos solúveis, fornecendo diversos minerais e vitaminas. Além da função nutricional, é considerado um aglutinante na composição dos suplementos em blocos e melhora a sua aceitabilidade pelos animais (ALMEIDA, 2019).

O processo para obtenção do melaço inicia-se no cultivo da cana-de-açúcar, onde ela cresce e então ocorre o acúmulo da sacarose permitindo sua colheita, que ocorre nos períodos após as chuvas. Após a colheita inicia-se o processamento para fabricação do melaço, que consiste em um conjunto de etapas que obedecem a uma ordem a fim de se obter uma maior quantidade de produtos com um menor número de resíduos (GOLDEMBERG, 2006).

Durante o processamento, o melado é produzido decorrente da moagem e trituração da cana. Logo após, esse caldo é submetido a evaporação a fim de se obter uma concentração para que fique com um Brix ideal. Durante a evaporação, o caldo é aquecido e depois resfriado para que o melaço seja formado (ANDRADE; CASTRO, 2006).

2.5.5 Teste do Microtracer

A mistura dos ingredientes é um processo importante em muitas operações na produção pecuária, e na maioria dos processos de mistura o objetivo é produzir uma distribuição aleatória das partículas utilizando o mínimo de energia, no menor tempo possível (RIELLY et al., 1994). Portanto, as fábricas de rações consomem energia e tempo em excesso se misturam

as rações além do necessário. Entretanto, se as rações não estiverem eficientemente misturadas, algumas porções podem conter concentrações diferentes de nutrientes. Estas variações podem causar perdas econômicas e aumentar a ocorrência de resíduos indesejados de produtos veterinários (BARASHKOV et al., 2007).

Cada mistura apresenta circunstâncias que exigem atenção especial, seja pelo tipo de misturador ou pelo tipo de produto fabricado. Alguns cuidados na avaliação da qualidade da mistura são imprescindíveis: coleta e manuseio das amostras; tamanho das amostras; número de amostras; número médio de partículas de indicador que devem estar contidas numa amostra a ser analisada. (CEFCANTINI, 2009; ERLO, 2009).

Segundo BICHARA (2009), o teste do Microtracer é o mais indicado tanto para o controle de homogeneidade, quanto para o controle de contaminação cruzada. Microtracers são partículas de ferro ou aço inox, de tamanho uniforme, facilmente identificáveis e inofensivas, que são utilizadas para marcar a presença de um determinado ingrediente, para avaliar a qualidade da mistura e quantificar os resíduos entre as batidas de produtos.

2.6 Trabalhos correlatos

2.6.1 Controle de Qualidade na fabricação de suplementos para nutrição animal: Estudo de caso

Domingues (2013) estudou as ferramentas de controle de qualidade e suas aplicações no setor de produção de rações e suplementos, em uma empresa especializada em nutrição animal. Elaborou um estudo de caso que abordou as principais ferramentas de gestão de qualidade, e sua forma de implantação nos diferentes setores do fluxo de produção de suplementos para animais.

O estudo de caso permitiu avaliar os diferentes pontos de controle que a empresa adota em todo seu fluxo de produção, envolvendo as etapas de formulação dos suplementos, registro das matérias primas e produtos acabados, recepção e armazenagem de matérias primas, separação das matérias primas, processo de produção na fábrica, limpeza das linhas de produção, validação dos misturadores, avaliações do produto acabado e armazenamento para expedição (DOMINGUES,2013).

Domingues (2013) concluiu que para se obter produtos acabados de qualidade é necessário conhecer as características das matérias-primas, bem como suas interações no processo de mistura. O processo de produção dos *premixes* e suplementos é complexo, por isso, para se obter produtos adequados a indústria depende do correto processamento na fábrica que

esteja de acordo com as legislações, de uma ideal condição de mistura, um rigoroso controle de qualidade nas matérias-primas e em todo o fluxo de produção.

2.6.2 Controle de Qualidade em fábrica de ração animal

O Trabalho foi desenvolvido a partir da vivência, durante o estágio curricular obrigatório realizado em uma fábrica de rações do sudoeste goiano, onde foi feito o acompanhamento do processo produtivo da fábrica (PIMENTA, 2019).

Pimenta (2019) analisou a rotina da indústria a fim de identificar não conformidades no que diz respeito ao controle de qualidade. Acompanhou a rotina do estabelecimento, verificando a correlação entre matérias primas e a qualidade final da ração, e entre a teoria e prática utilizada no processo de fabricação de ração.

A fábrica em que se realizou o estágio possui o selo BPF (Boas Práticas de Fabricação – IN 04), porém ao final do estágio, observou-se que a empresa ainda necessita de melhorias, principalmente na rastreabilidade do produto acabado. Desta forma, é possível adotar algumas medidas corretivas e preventivas para solucionar este problema, garantindo um produto de qualidade (PIMENTA, 2019).

2.6.3 Processo produtivo e controle de qualidade em fábrica de ração

O trabalho teve como finalidade detalhar o processo de produção das fabricas de rações, salientando a importância do controle de qualidade vivenciado durante o período de estágio curricular obrigatório em uma Fábricas de Rações (QUISTE, 2019).

As principais atividades que Quiste (2019) realizou foram: análises de qualidade como cor, odor, densidade, umidade e granulometria; coletas de amostras das matérias primas para encaminhar ao setor de classificação; armazenamento da contraprova de cada lote produzido durante o período da validade; controle de produção tirando uma amostra a cada 80 sacos; interrompimento de ensaio caso o produto esteja fora do padrão e encaminhamento de amostras de produtos acabados e matéria prima para análise no laboratório.

Quiste (2019) adquiriu conhecimentos práticos no estágio curricular supervisionado e pôde evidenciar a importância do controle de qualidade, das boas práticas de fabricação (BPF) e dos procedimentos operacionais padrões (POP) nas operações rotineiras executadas durante o processo de fabricação das rações, que juntos garantem o processamento correto e a qualidade final do produto buscando apresentar o melhor custo-benefício, uma vez que ocorre o monitoramento de todos os processos.

3 UNIDADE EXPERIMENTAL

A realização de testes laboratoriais na indústria é essencial para obtenção de dados formais para subsidiar o controle da qualidade sensorial e nutricional dos produtos, além de auxiliar na verificação do atendimento aos parâmetros padrão especificados e níveis de garantia exigidos pela legislação, pelos clientes ou pela própria empresa.

As análises físicas-químicas e microbiológicas referentes ao estudo em questão foram realizadas no laboratório de controle de qualidade de uma indústria de suplementos minerais para bovinos no período de janeiro a abril de 2022. A metodologia adotada como protocolo analítico obedece ao descrito nas Instruções de Serviço (IS) da empresa. Foram realizadas análises em matérias-primas diversas e nos produtos acabados.

A empresa estabeleceu em seu procedimento anexo ao Manual de Boas Práticas de Fabricação que a aquisição de matérias-primas é realizada a partir de fornecedores devidamente certificados e classificados pela empresa. Esta aquisição depende do controle de estoque e da programação de produção, assim não necessariamente foram realizadas todas as análises em todas as matérias-primas ou em todos os produtos mensalmente pois tanto o recebimento de matérias-primas quanto a produção dos diferentes produtos não são constantes, dependendo da demanda.

3.1 Amostras

As amostras de matérias-primas (Quadro 2) foram coletadas diretamente pelos funcionários da indústria responsáveis pelo recebimento e encaminhadas ao laboratório após identificação do lote.

Quadro 2 – Listagem das matérias-primas amostradas

Matérias-prima		
Sal comum	Óxido de Magnésio	Farelo de algodão
Fosfato bicálcico	Sulfato de Cálcio	Farelo de soja
Fosfato monobicálcico	Sulfato de Cobre	Farelo de amendoim
Calcário Calcítico	Sulfato de Manganês	Ureia Pecuária
Enxofre 70%	Sulfato de Zinco	Melaço de cana

As amostras do Quadro 3 foram coletadas pelos funcionários da indústria que operam no envase dos produtos, onde são coletadas amostras do início, meio e fim da produção do lote, enviadas ao laboratório identificadas pela ordem de coleta, onde após análise visual de cor e impurezas realizadas pelo laboratorista estas são misturadas e formam a amostra a ser analisada do lote.

Quadro 3 – Listagem dos Produtos acabados amostrados

Classificação segundo tipos	Nome comercial	Classificação segundo tipos	Nome comercial	Classificação segundo tipos	Nome comercial
Concentrados	Minerthal Extra Minerthal 160 MD	Ureados	Minerthal Ureia 15 Minerthal Ureia 20 MD Seca Reprodução MD Seca	Núcleos	Flexbeef Crescimento Núcleo Leite Núcleo Leite Industrial MD Núcleo Cromo Núcleo Embala Boi Núcleo Proteico Boi Produto Interno MinerBlock® MD Produto Interno MinerBlock® Proteico Águas Produto Interno MinerBlock® Proteico Seca Produto Interno MinerBlock® Cria MD Produto Interno MinerBlock® Creep
Proteinados	Proteico Águas Proteico 66 Proteico Águas 20 Proteico Seca 30 Proteico Transição	Energéticos	Pró-Engorda Pró-Águas Pró-Creep Pró-Leite		
Minerais	Minerthal 80 Minerthal Recria Minerthal 40 Minerthal 90 Reprodução MD Engorda MD Plus ADE Minerthal Cria Minerthal 65 MD Transição	Núcleos	Núcleo Leite Alta Performance Núcleo Leite Bezerras Núcleo Micro+S Minerthal PX TOP Rações Núcleo Leite Protege Núcleo Leite Pré-Parto Aniônico Núcleo Leite Industrial Núcleo Leite MD Núcleo Corte MD Núcleo Confinamento Pró- Confinamento Flexbeef Flexbeef MD Flexbeef MAX Núcleo Leite Industrial BIO MD		

3.2 Equipamentos e insumos

- Medidor de umidade por infravermelho modelo IV2500, marca Gehaka;
- Pratos de alumínio;
- Balança semi-analítica modelo BG 2000 com precisão de 0,001g, marca Gehaka;
- Agitador de peneiras marca Bertel modelo VP-01;
- Peneiras marca Bertel, com diferentes aberturas das malhas (0,150 mm; 0,300 mm; 0,425 mm; 0,500 mm; 0,600 mm; 0,850 mm; 1,00 mm; 2,00 mm; 2,36 mm; 2,80 mm);
- Fundo das peneiras;
- Refratômetro marca AKSO, modelo RHB0-90;
- Medidor de pH de bancada, modelo PG 1800, marca Gehaka;
- Misturador horizontal duplo helicóide com capacidade de 2.000 kg;
- Detector rotatório com capacidade máxima para 500g, marca Micro-Tracers, Inc. Modelo W-99, 110V, 9W; ;
- Desmagnetizador marca Finn, modelo 98-270 (120V, 50/60Hz);
- Béquer de 150 mL;
- Béquer de 250 mL;
- Proveta de 100 mL;
- Pipeta;
- Espátula de metal;
- Pinça;
- Pincel;
- Água destilada.
- Álcool 70%.
- Microtracer F-Red;
- Algodão hidrófilo;
- Papel toalha;
- Solução tampão pH 4,0 e pH 7,0;

3.3 Análises

Na empresa nem todas as matérias-primas são analisadas em todos os parâmetros, sendo determinadas pelo responsável técnico (RT) da empresa (zootecnista), que estabelece por meio de uma IS quais produtos devem ser analisados e quais análises devem ser realizadas. Esta IS é revisada anualmente, onde o responsável técnico considera os fornecedores, as características de cada matéria-prima e estabelece as análises naquelas que podem impactar na qualidade do produto, na segurança do animal ou que tenham parâmetros máximos ou mínimos exigidos por lei.

Algumas matérias-primas são analisadas em laboratório terceirizado e algumas não são analisadas na empresa devido à classificação dos fornecedores, que permite confiabilidade para se considerar os níveis de garantia dos laudos fornecidos pelos mesmos, que devem acompanhar todas as notas fiscais das matérias-primas no seu recebimento.

Assim, dependendo da classificação do fornecedor é estabelecido se a matéria-prima deve ou não permanecer em quarentena, se deve ser coletada amostra para análise e a frequência desta coleta, sendo a cada recebimento ou por amostragem (a cada cinco recebimentos).

3.3.1 Umidade

O teor de umidade é um importante parâmetro na determinação da qualidade dos produtos acabados, sendo que grande parte das matérias-primas utilizadas na produção de suplementos minerais são altamente higroscópicas, isto é, possuem a capacidade de perder ou absorver a umidade do ambiente, como por exemplo o sal branco, o fosfato bicálcico e a ureia (SOARES, 2014).

Caso algum insumo utilizado possua umidade muito alta, pode colocar em risco a vida útil do produto acabado, diminuindo sua vida de prateleira por ser um ambiente propício ao crescimento de microrganismos. Além disso, pode afetar diretamente a qualidade sensorial e de segurança do produto, visto que o aumento da umidade tende a provocar o “empedramento” dos grânulos, comprometendo a homogeneidade da mistura, o que pode ocasionar em intoxicação do animal por excesso de consumo de determinada matéria-prima, além de dificultar o manejo durante o fornecimento do produto ao animal (SOARES, 2014).

Por isso, o monitoramento no recebimento das matérias-primas é ponto chave no processo de controle de qualidade da empresa, uma vez que no processo não existe uma etapa de redução de umidade. As determinações de umidade devem ser realizadas de forma rápida e

confiável, gerando resultados precisos de modo que qualquer intervenção no processo de produção possa ser feita prontamente.

A empresa não realiza análise de umidade nos produtos, pois considera que se as matérias primas estão nos padrões já há garantia deste parâmetro no produto uma vez que no processo não ocorre adição de água, somente mistura dos ingredientes secos.

As análises de umidade, durante o período avaliado, foram realizadas nas matérias primas: sal comum, fosfato bicálcico 19,5%, calcário calcítico, farelo de soja, farelo de algodão e farelo de amendoim. A determinação de quais matérias-primas são analisadas no parâmetro umidade é definida pelo responsável técnico, levando em consideração a classificação do fornecedor e o impacto que a umidade da matéria-prima pode causar no produto.

A metodologia utilizada preconiza análises em triplicata por meio de secagem por infravermelho, que é especificada na Instrução de Serviço (IS) da empresa, seguindo o procedimento descrito no manual de instruções do aparelho utilizado (GEHAKA, 2015):

- O medidor de umidade por infravermelho foi ligado 30 minutos antes da realização das análises para que ele se estabilizasse e gerasse resultados mais confiáveis;
- Os pratos de alumínio foram limpos com álcool 70% antes e após o procedimento;
- Foi encontrada a função “1. Selecionar produto” utilizando as setas direita/esquerda, e em seguida, pressionou-se a tecla “sim” para confirmar a seleção;
- Foi mostrada a lista de materiais, e utilizando as setas direita/esquerda, selecionou-se o produto desejado e pressionou a tecla “sim” para confirmar a seleção;
- Foi encontrada a função “2. Pré-aquecer” e clicou-se em “sim” para executá-la. Quando a temperatura adequada foi atingida, um alarme aciona indicando que o sistema está pronto para operar.
- A amostra foi preparada, de modo que não ficassem aglomerados do produto, estivesse homogênea e livre de impurezas;
- Utilizando as setas direita/esquerda, encontrou-se a função “3. Medir Umidade” e teclou “sim” para confirmar.
- A mensagem “Com O Prato Vazio Tecler SIM” surge, então abriu-se a capota e o prato vazio foi colocado no contra prato, em seguida a capota foi abaixada e selecionada a opção “sim”;
- Quando surgiu a mensagem “Ponha a amostra > X g, tecler SIM”, abriu-se a capota e procedeu da seguinte forma:

1. Levantou-se a capota, retirou o prato com o auxílio de uma pinça evitando queimadura e abaixou-se a capota para manter a temperatura;
 2. Assim que o prato esfriou, foi utilizada uma balança para pesar a quantidade da amostra solicitada (sempre tarando o prato de alumínio antes) e a amostra foi distribuída uniformemente sobre o prato para que os raios infravermelhos penetrem com facilidade;
 3. Abriu-se a capota e colocou-se o prato de alumínio com a amostra pesada no contra prato;
 4. Abaixou-se a capota e teclou “sim” para iniciar o processo de medida. Ao finalizar a análise, soou um alarme indicando o final da medida.
- O resultado expresso é determinado pela média das 3 análises realizadas por amostra, escrito com duas casas decimais.
 - Os resultados foram anotados, identificando as amostras.

3.3.2 Granulometria

O controle do tamanho das partículas é extremamente importante em uma fábrica de suplementação animal. Este controle é possível através da granulometria, onde a determinação do tamanho das partículas permite avaliar a qualidade da mistura, separando as matérias-primas e analisando a quantidade retida em cada peneira e se os produtos e insumos apresentam as dimensões desejadas (ZANOTTO; BELLAVAR, 1996).

Durante o período do estudo realizou-se análises de granulometria nas matérias-primas: sal comum, fosfato bicálcio 19,5%, calcário calcítico, Óxido de Magnésio, fosfato monocálcico, enxofre 70%, Ureia pecuária, Sulfato de Manganês, Sulfato de Cálcio, Sulfato de Zinco, Sulfato de Cobre, Regulador de acidez (cal) e farelo de soja.

A metodologia utilizada para realização da análise de granulometria foi a descrita na Instrução de Serviço da empresa, que segue o estabelecido no manual de instruções do agitador de peneiras eletromagnético utilizado. O número de peneiras e a abertura das malhas são estabelecidos conforme o tipo do produto e o objetivo da análise, que são especificados em anexo à IS. O procedimento foi realizado seguindo o procedimento (BERTEL, 2015):

- Montou-se o conjunto de peneiras no aparelho agitador, sobrepondo-as em ordem crescente de abertura das malhas, ficando a de malha maior em cima;
- Pesou-se 100g da amostra e transferiu para a peneira superior do conjunto;
- Tampou-se e fixou o conjunto de peneiras no agitador;

- Ajustou-se o reostato do equipamento na regulagem recomendada pelo fabricante, correspondente a 750 vibrações por minuto;
- Ligou-se o equipamento e deixou por 5 minutos;
- Pesou-se individualmente cada peneira e o fundo com as frações retidas;
- Realizou-se o cálculo da fração retida em cada peneira.
- Os resultados foram anotados, identificando as amostras.

3.3.3 Brix

A análise de Brix é realizada na matéria-prima melação de cana. O princípio da determinação do Brix fundamenta-se na leitura refratométrica dos graus Brix da amostra a 20°C. A metodologia utilizada seguiu o descrito na Instrução de Serviço (IS) da empresa, que estabelece que o procedimento deverá ser realizado conforme estabelecido pelo Instituto Adolfo Lutz (PREGNOLATTO; PASCUET, 1985b):

- Levantar a cobertura do prisma do refratômetro e limpou, com cuidado, a superfície do prisma utilizando o algodão;
- Utilizar o conta gotas, aplicou de 2 a 3 gotas da amostra sobre a superfície do prisma (sendo uma quantidade suficiente para cobrir o prisma com uma fina camada);
- Fechar firmemente a cobertura do prisma;
- Segurar o instrumento pela empunhadura;
- Apontar o prisma em direção à luz e visualizou a escala de medição desejada através da lente ocular;
- Girar o anel do foco até a escala de medição ficar nitidamente visível;
- Através da lente ocular, visualizar a linha de transição luz/sombra na escala de medição desejada. Este valor foi o valor da amostra.
- Após a medição, limpou a superfície e a cobertura do prisma com algodão;
- Descartou o conta gotas.
- Os resultados foram anotados, identificando as amostras.

3.3.4 pH

Na empresa, a determinação do pH (Potencial hidrogeniônico) é realizada na matéria-prima melação de cana, a cada recebimento. O pH é uma grandeza físico-química utilizada para indicar a acidez, neutralidade ou alcalinidade de um meio qualquer. Sua escala

varia de 0 a 14, sendo considerado neutro se for igual a 7 a 25°C, ácido se apresentar valor menor que 7 e alcalino (básico) se apresentar valor maior que 7 (SOUZA; ELIAS, 2006).

A metodologia utilizada foi a determinação do pH por potenciometria, através de um medidor de pH de bancada, conforme determinado na Instrução de Serviço (IS) da empresa, onde são realizadas três leituras para cada amostra. O procedimento seguiu o estabelecido pelo Instituto Adolfo Lutz (PREGNOLATTO; PASCUET, 1985a):

- Ligou-se o medidor de pH e aguardou 30 minutos para que ele se estabilizasse;
- Realizou-se a calibração do equipamento com a solução tampão;
- Pesou-se 10g da amostra em um béquer e diluiu-se com o auxílio de 100 mL de água destilada;
- Homogeneizou-se bem a mistura, aguardou 30 minutos e misturou novamente;
- Mergulhou-se o sensor de temperatura e o eletrodo na solução;
- Realizou-se três leituras e calculou a média;
- Enxaguou-se o sensor de temperatura e o eletrodo com água destilada;
- O eletrodo foi mantido dentro da solução KCl 3 mol.L⁻¹ após o uso;
- Os resultados foram anotados, identificando as amostras.

3.3.5 Teste do Microtracer

O teste do Microtracer é realizado para o controle de homogeneidade, objetivando avaliar a qualidade da mistura, além de permitir o controle de contaminação cruzada, determinando a quantidade de resíduos entre as batidas. Para os produtos acabados, na fábrica utiliza-se um misturador horizontal duplo helicóide com capacidade de 2.000 kg para produção de Suplemento Mineral (Produto Acabado). Os produtos analisados no período do estudo foram:

- Suplemento Mineral de Pronto Uso com batidas de 1.800 kg: Minerthal 80;
- Suplemento Mineral Proteico Energético de Pronto Uso com batidas de 1.200 kg: Pró-Creep;
- Suplemento Mineral para Mistura com batida de 1.875 kg: Minerthal Extra.

A adição do Microtracer F-Red foi de 50 g por tonelada de mistura. As pesagens do indicador foram realizadas em balança de precisão com pesagem máxima de 2 kg.

Segundo Lima e Nones (1997), o tempo preconizado para mistura com o objetivo de conseguir uma ração homogênea é 4 a 6 minutos para o misturador horizontal. Sendo assim,

todas as produções foram batidas com duração de três minutos em misturador horizontal (suplemento mineral).

Avaliou-se a eficiência do misturador e capacidade de homogeneização ao realizar misturas com tempo de 3 minutos e retirada de 10 amostras (0,2 kg cada) a cada batida especificada que as amostras foram coletadas, com finalidade de verificar se o tempo está adequado para a quantidade de produto por batida.

O procedimento foi realizado conforme descrito abaixo:

- Pesou as porções necessárias para cada batida que seria contaminada pelo indicador;
- Misturou as porções pesadas a dois quilogramas de calcário calcítico;
- Adicionou-se o indicador diretamente no misturador, logo após ter sido adicionado todos os outros ingredientes próprios de cada produto;
- Foram realizadas 16 batidas para cada produto escolhido, respeitando os grupos de produção, seguindo a sequência:
 - Batida 1 – Contaminou com Tracer e as amostras não foram coletadas;
 - Batida 2 – Contaminou com Tracer e as amostras foram coletadas;
 - Batida 3 – Contaminou com Tracer e as amostras foram coletadas;
 - Batida 4 – Contaminou com Tracer e as amostras foram coletadas;
 - Batida 5 – Contaminou com Tracer e as amostras foram coletadas;
 - Batida 6 – Não contaminou com Tracer e as amostras foram coletadas;
 - Batida 7 – Contaminou com Tracer e as amostras não foram coletadas;
 - Batida 8 – Contaminou com Tracer e as amostras não foram coletadas;
 - Batida 9 – Não contaminou com Tracer e as amostras não foram coletadas;
 - Batida 10 – Não contaminou com Tracer e as amostras foram coletadas;
 - Batida 11 – Não contaminou com Tracer e as amostras foram coletadas;
 - Batida 12 – Não contaminou com Tracer e as amostras foram coletadas;
 - Batida 13 – Não contaminou com Tracer e as amostras foram coletadas;
 - Batida 14 – Não contaminou com Tracer e as amostras foram coletadas;
 - Batida 15 – Não contaminou com Tracer e as amostras foram coletadas;
 - Batida 16 – Não contaminou com Tracer e as amostras foram coletadas.
- As amostras foram coletadas nas ensacadeiras, sempre na mesma ordem.
- Após a coleta das amostras, foram realizadas as análises na própria empresa.
- Pesou-se 80 g de cada amostra;
- Passou esta amostra pesada por três vezes no detector rotatório. As partículas de *Tracer* ficaram retidas no centro de um filtro de 7,5 cm de diâmetro;

- Com auxílio de um pincel, retirou-se a porção retida e com desmagnetizador, separou-se melhor as partículas. Essas foram espalhadas em outro filtro de 21 cm de diâmetro já identificados conforme a ordem e coleta da batida.
- Realizou-se aspersão com álcool sobre as partículas com cuidado para não dispersar nenhuma. Estes filtros foram secos naturalmente.
- Após secagem natural dos filtros, realizou a contagem dos pontos destacados (cor avermelhada). A quantidade de pontos obtidos foi anotada e submetida à avaliação estatística em todas as amostras.

3.4 Organização e tabulação dos resultados das análises

Segundo Teles e Vartanian (1998), dado é qualquer elemento que, ainda estando em sua forma primária, é potencialmente útil, porém por si só não carrega significado. E de acordo com Becker (2015), o significado é obtido com a interpretação dos dados, que quando são contextualizados, geram informação e posteriormente são usadas para evoluir o conhecimento.

Utilizando o editor de planilhas Excel da Microsoft, versão 2016, os resultados das análises foram tabulados por período e os gráficos elaborados em formato de colunas com o valor de limite expresso em colunas ou em linhas tracejadas para melhor visualização.

Após a elaboração dos gráficos, foram avaliados os resultados identificando as conformidades e não conformidades em relação aos padrões da empresa. No caso de não conformidade foi proposta ação corretiva para minimizá-la.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados das análises foram sistematizados, calculada a média, o desvio padrão e o coeficiente de variação como mostrado no Apêndice 1 e apresentados em forma de gráficos para facilitar a avaliação pela empresa e tomada de decisão para minimizar as não conformidades.

4.1 Resultados das análises das matérias primas

4.1.1 Umidade

O monitoramento da umidade é ponto chave para o controle de qualidade na empresa em questão, visto que no processo de produção não existe uma etapa que provoque a redução de umidade do produto. Caso algum insumo utilizado possua umidade acima dos limites estabelecidos pela empresa, pode causar impactos negativos no produto acabado, como por exemplo o “empedramento” dos grânulos, o que compromete a homogeneidade da mistura, além de dificultar o manejo de fornecimento.

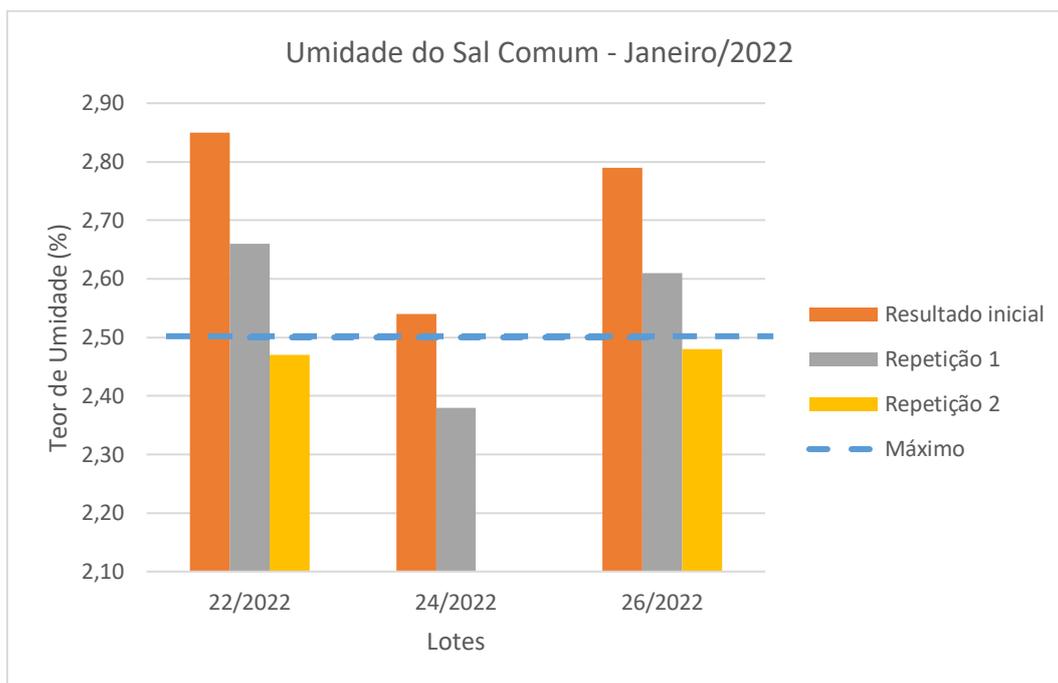
4.1.1.1 Sal comum

O Manual de Boas Práticas da empresa determina que o sal comum somente pode ser liberado para uso se apresentar teor de umidade inferior a 2,5%. Diante disto, é estabelecido que durante o recebimento da matéria-prima seja realizada uma análise de umidade para avaliar se a matéria-prima se encontra em conformidade. Os valores em coluna nos gráficos apresentados nas Figuras 2,3,4 e 5 representam o valor médio encontrado, enquanto a linha tracejada representa o teor de umidade máximo permitido pela empresa para que a matéria-prima seja utilizada.

A empresa não utiliza um padrão para a nomenclatura dos lotes, sendo nos gráficos identificados da forma estabelecida por cada fornecedor. Caso o mesmo lote seja recebido mais de uma vez, adiciona-se “-2” ao final do segundo lote recebido, e assim sucessivamente, a fim de diferenciá-los.

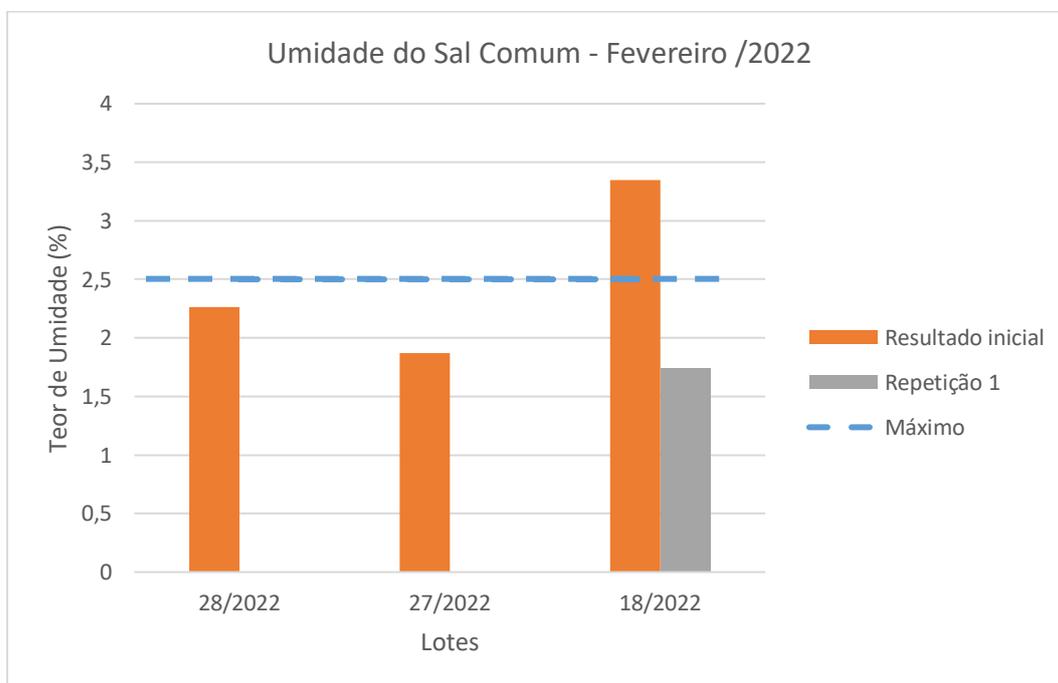
As Figuras 2, 3, 4 e 5 mostram os resultados das análises de umidade do sal comum, identificados por lote, recebidos no mês de janeiro, fevereiro, março e abril, respectivamente.

Figura 2 - Média da umidade dos lotes de Sal Comum recebidos em janeiro de 2022



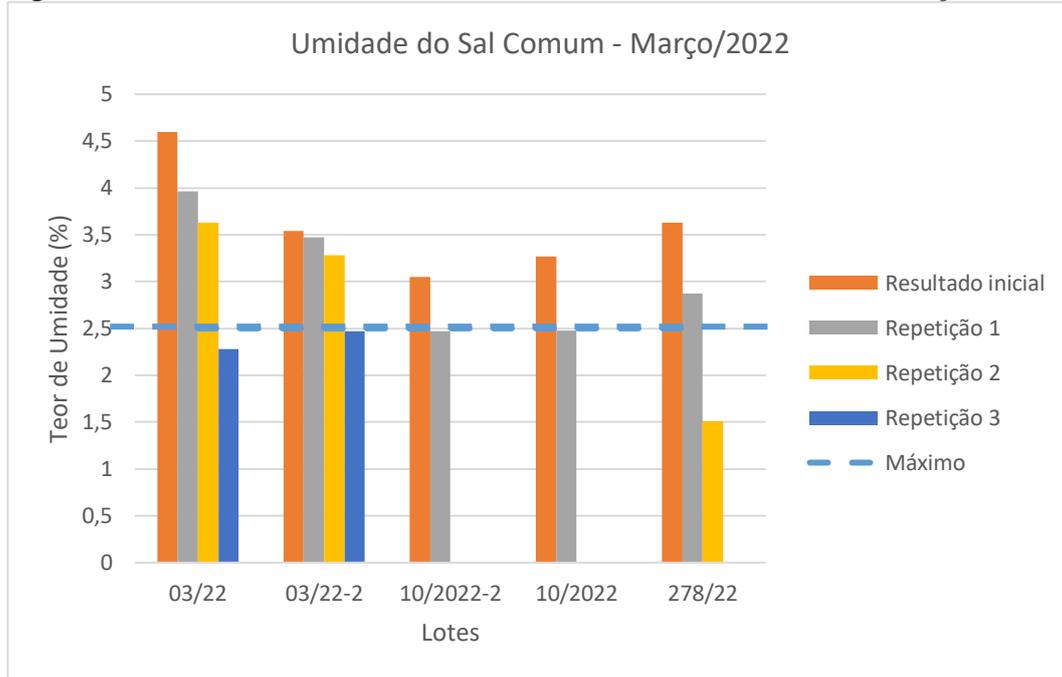
Fonte: Autor, 2022.

Figura 3 - Média da umidade dos lotes de Sal Comum recebidos em fevereiro de 2022



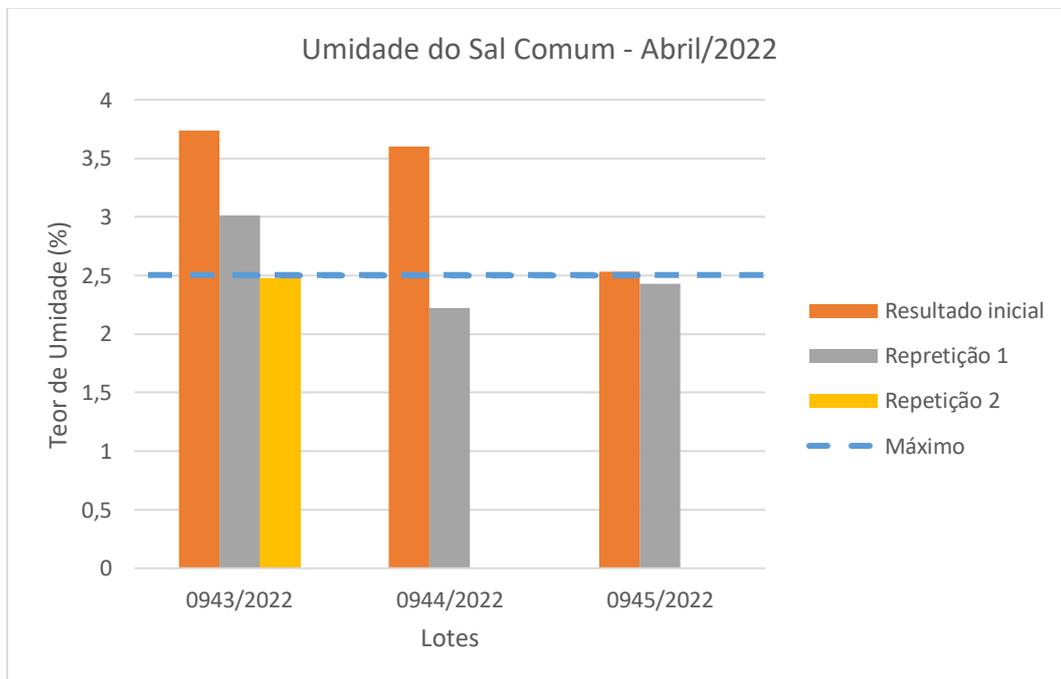
Fonte: Autor, 2022.

Figura 4 - Média da umidade dos lotes de Sal Comum recebidos em março de 2022



Fonte: Autor, 2022.

Figura 5 - Média da umidade dos lotes de Sal Comum recebidos em abril de 2022



Fonte: Autor, 2022.

O resultado inicial representa o teor de umidade encontrado no momento do recebimento. Caso este teor seja superior ao limite estabelecido, o lote do produto é

bloqueado e uma nova análise é realizada em 3 dias úteis, sendo esta nova análise denominada “Repetição 1”. Caso o produto permaneça fora do padrão estabelecido, é realizada novamente uma análise em 3 dias úteis, denominada “Repetição 2”, e assim sucessivamente. A cada nova análise do lote, o teor de umidade tende a diminuir, se aproximando do valor limite, pois são armazenadas em condições favoráveis com baixa umidade, levando em consideração que o sal é uma matéria-prima altamente higroscópica. Este processo ocorre quantas vezes forem necessárias e somente após o resultado do teor de umidade alcançar valor menor ou igual a 2,5% o produto é liberado para uso.

As análises de umidade das amostras de sal comum no período analisado mostram que a matéria-prima apresentou um resultado inicial superior ao permitido na maior parte dos lotes recebidos como evidenciado nas Figuras 2, 3, 4 e 5. O alto teor de umidade no sal pode ser influenciado por diversos fatores, como por exemplo condições de armazenagem e a umidade do ar, visto que é um produto altamente higroscópico.

A umidade do sal comum pode impactar diretamente na qualidade do produto final, pois o alto teor de umidade tende a causar pontos de “empedramento”, comprometendo a homogeneidade do produto e podendo causar intoxicação ao animal.

No mês de março houve uma grande concentração de lotes de sal comum fora dos padrões estabelecidos, fazendo com que o produto recebido permaneça sem uso no estoque por até 9 dias úteis. Diante destes resultados, a partir de abril optou-se pela troca de fornecedor, porém todos os lotes continuaram apresentando teor de umidade superior a 2,5% no seu recebimento. Foi então proposta a aquisição do sal torrado, que é submetido a um processo de aquecimento para retirar parte da umidade do produto, desta forma o teor de umidade do sal recebido é bem baixo, chegando a cerca de 1%.

4.1.1.2 Fosfato bicálcico 19,5% e calcário calcítico

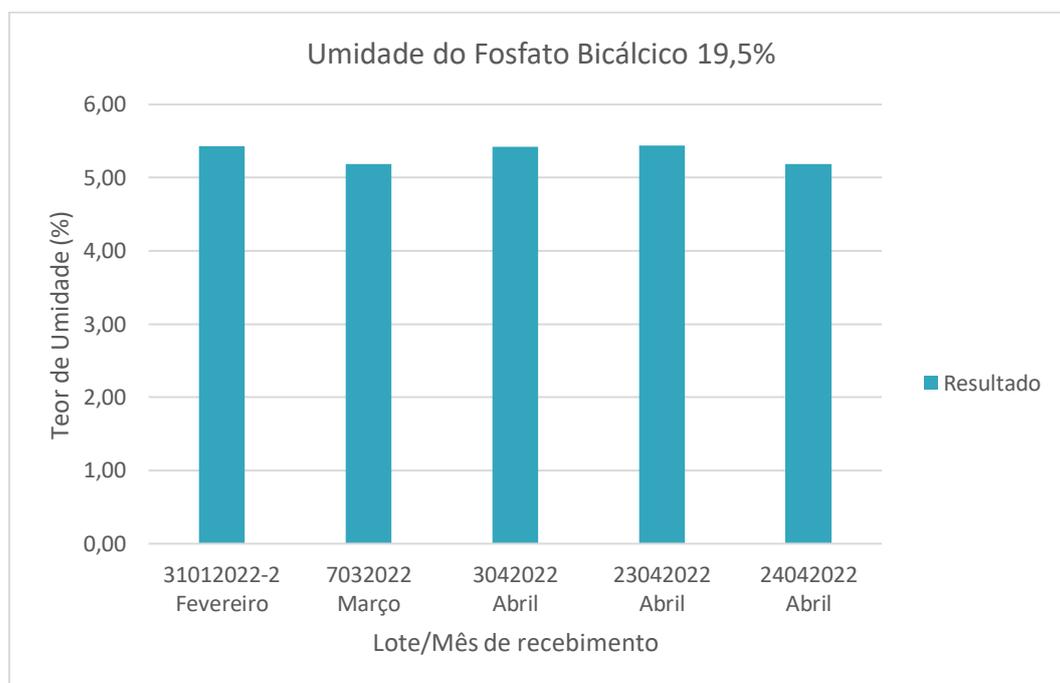
O Fosfato bicálcico em pó utilizado pela empresa possui concentração de 19,5% e é utilizado com efeito enriquecedor de fósforo e fonte de cálcio nos suplementos minerais, enquanto o calcário calcítico é bastante utilizado por ser uma excelente fonte de Cálcio e baixo teor de Magnésio (CAMPOS, 1980).

A empresa não possui um limite máximo pré-definido para o teor de umidade destas matérias-primas pois a análise estava sendo realizada apenas temporariamente para controle, devido ao empedramento em alguns lotes de produtos acabados no ano de 2021.

Para determinar se a umidade destas matérias-primas recebidas estaria fora dos parâmetros, provocando o empedramento, o RT determinou que a análise do teor de umidade deveria ser feita para monitoramento e comprovação do teor especificado no laudo do fornecedor. Foi estabelecido que a análise de umidade deveria ser realizada nestas matérias-primas por amostragem, sendo estabelecido que um a cada cinco lotes recebidos seria analisado.

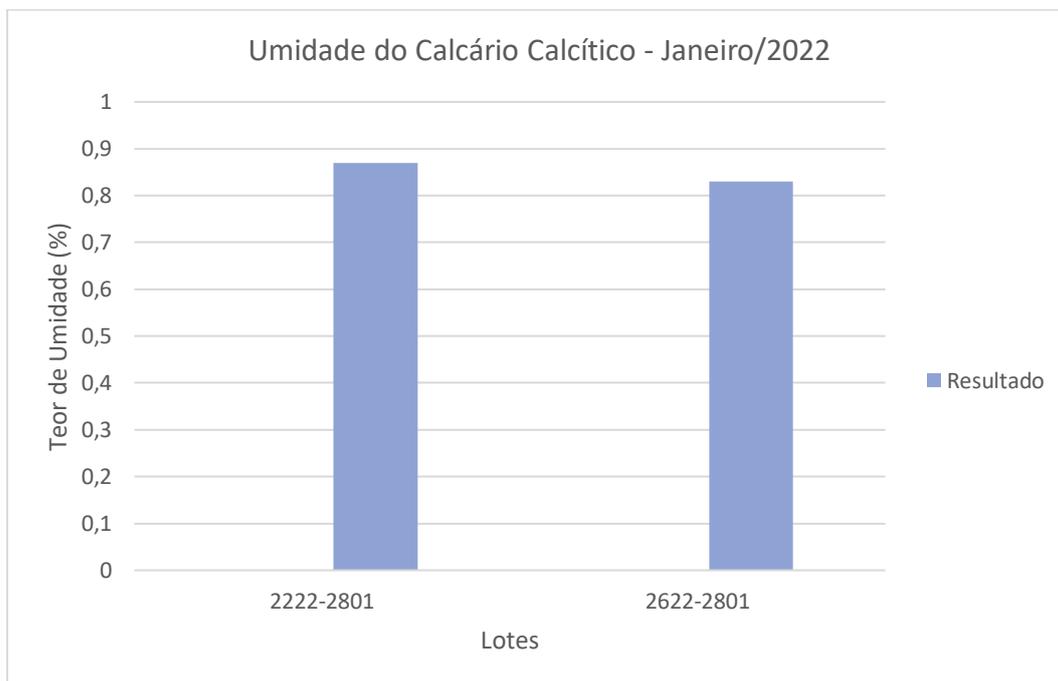
No gráfico da Figura 6 estão apresentados os resultados das análises de umidade realizadas no fosfato bicálcico 19,5% nos meses de fevereiro, março e abril. Já no gráfico da Figura 7 estão os resultados das análises do teor de umidade do calcário calcítico, sendo os dois lotes recebidos em janeiro de 2022.

Figura 6 - Média da umidade dos lotes de Fosfato bicálcico 19,5% recebidos em fevereiro, março e abril de 2022



Fonte: Autor, 2022.

Figura 7 - Média da umidade dos lotes de Calcário calcítico recebido em janeiro de 2022



Fonte: Autor, 2022.

Em razão de não haver um limite estabelecido pela empresa, os laudos das amostras foram avaliados e aprovados para uso pelo Responsável Técnico. As amostras dos lotes de fosfato bicálcico 19,5% apresentaram umidade média abaixo de 5,5%, sendo consideradas próprias para as formulações, enquanto os teores de umidade nos lotes de calcário calcítico recebidos foram $< 1\%$, ou seja, as análises comprovam a conformidade do produto com o nível de garantia estabelecido pelo fornecedor.

Devido ao fato de a umidade das matérias-primas apresentarem um resultado favorável das análises que comprovam os parâmetros do laudo, foi possível garantir a confiabilidade no fornecedor, então não se viu necessidade da continuidade de realização de mais análises de umidade nestas matérias-primas.

4.1.1.3 Farelo de soja, farelo de algodão e farelo de amendoim

O farelo de soja é um dos ingredientes mais importantes nas rações para ruminantes pois contém a maior parte de proteínas da soja. Diante disto, pode-se afirmar que é um alimento rico em nutrientes e energia, fundamental para otimizar o desenvolvimento dos animais. Contudo, é necessário se atentar ao teor de umidade ideal do farelo para que não se perca seus valores nutricionais, pois caso isso ocorra, os níveis

de garantia de proteína bruta dos produtos acabados podem ser afetados, influenciando diretamente no desenvolvimento do animal (ALBANI, 2018).

O farelo de algodão é um subproduto derivado do descaroçamento do algodão, geralmente utilizado na indústria de nutrição animal como fonte proteica em substituição do farelo de soja, principalmente na alimentação do gado de corte. Assim como o farelo de soja, a alta umidade do farelo de algodão pode prejudicar a sua qualidade nutricional, interferindo diretamente na proteína bruta e, conseqüentemente, no desenvolvimento do animal.

O farelo de amendoim é um subproduto da produção do óleo de amendoim utilizado na formulação de produtos destinados a alimentação animal. Possui um alto teor de proteína, o que tem o colocado lado a lado com o farelo de algodão para ser incluído nas dietas dos animais em substituição da soja como fonte proteica na ração. Além disso, possui um baixo custo por tonelada, se tornando uma ótima alternativa para os produtores nas épocas em que os grãos estão em alta.

Um fator importante que deve ser levado em consideração ao se optar pelo uso do farelo de amendoim é o seu alto potencial em hospedar fungos que podem produzir micotoxinas, podendo ser fatais à saúde do animal, sendo a produção deste metabólito dependente principalmente de falhas no controle da umidade e temperatura, bem como do modo de armazenamento do produto. Além disso, a alta umidade do farelo de amendoim pode impactar também na sua qualidade nutricional, comprometendo os níveis de proteína bruta.

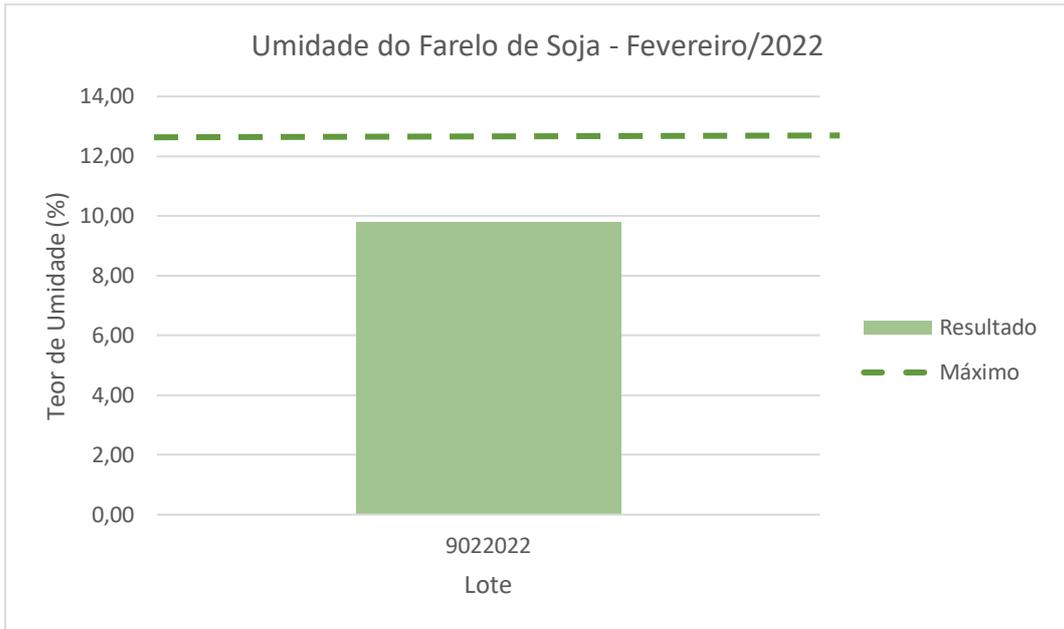
Em relação à proteína bruta, conforme estudo realizado por Albani (2018), é possível afirmar que a umidade é o fator de maior relevância para adquirir ou manter nutrientes no farelo. Diante disto, nota-se que a análise de umidade nos farelos de soja, algodão e amendoim são de extrema importância para a qualidade do produto acabado e, conseqüentemente, para a saúde do ruminante, impactando na sua reprodução, ciclo de vida e nos alimentos provindos deles.

Este teor de umidade é determinado através de análises laboratoriais nas matérias-primas antes que sejam utilizadas na produção. Assim, a empresa determina que o teor máximo de umidade do farelo de soja, para que seja garantido os nutrientes no produto acabado é de 12,5%, enquanto o teor de umidade máximo que o farelo de algodão

e o farelo de amendoim devem apresentar é de 12%, sendo os mesmos limites determinados nos laudos enviados pelos fornecedores.

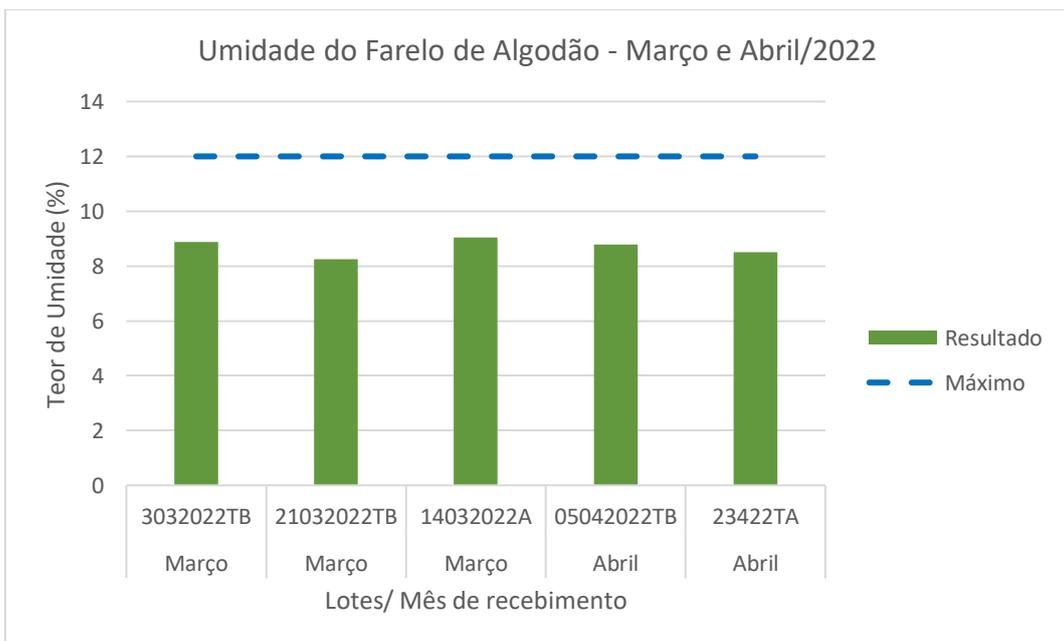
Nos gráficos das Figura 8, 9 e 10 estão retratados os resultados do teor de umidade dos lotes de farelo de soja, algodão e amendoim, respectivamente, recebidos durante o período de estudo, comparados ao limite máximo estabelecido.

Figura 8 - Média da umidade do lote de Farelo de soja recebido em fevereiro de 2022



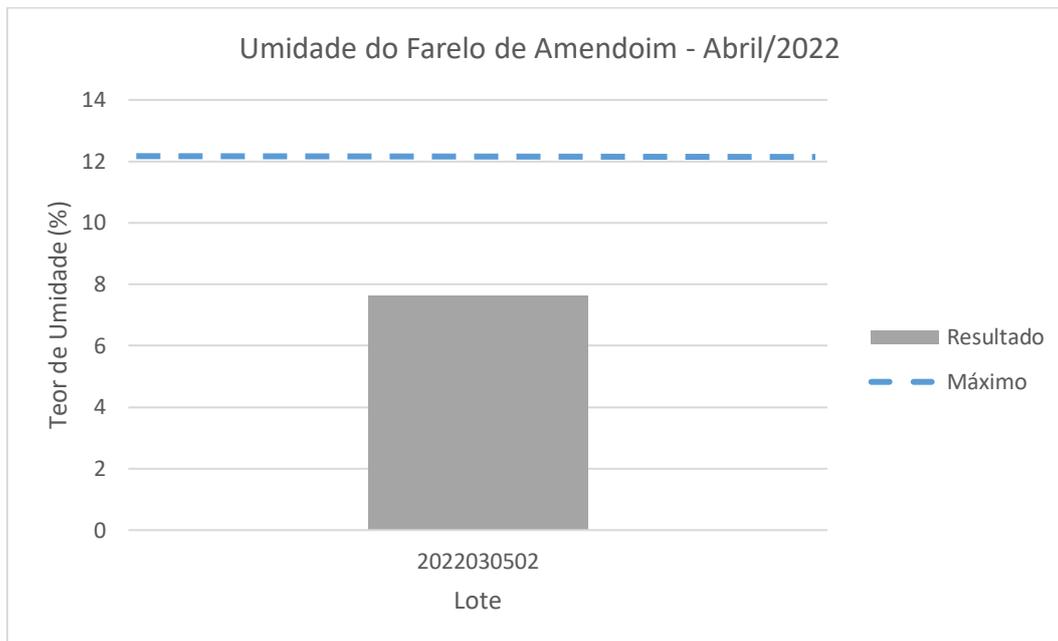
Fonte: Autor, 2022.

Figura 9 - Média da umidade dos lotes de farelo de algodão recebidos em março e abril de 2022



Fonte: Autor, 2022.

Figura 10 - Média da umidade do lote de Farelo de amendoim recebido em abril de 2022



Fonte: Autor, 2022.

Os resultados mostram que o teor de umidade das amostras se encontra abaixo do limite máximo estabelecido, implicando na conformidade dos lotes destas matérias-primas no parâmetro umidade, confirmando os valores determinados nos laudos oferecidos pelos fornecedores.

4.1.2 Granulometria

A granulometria é um procedimento de análise extremamente importante em uma fábrica de suplementação animal, utilizada para medir as frações correspondentes a determinados tamanhos das partículas em uma amostra. Na empresa, a frequência das análises granulométricas das matérias-primas é estabelecida através da classificação do fornecedor. Em alguns casos as análises são realizadas em todos os lotes recebidos, em outros é estabelecido que as análises são realizadas em um a cada cinco lotes recebidos, e em algumas matérias-primas não são realizadas esta análise.

O tamanho das partículas das matérias-primas utilizadas é um fator importante a ser considerado para que os nutrientes sejam adequadamente absorvidos, uma vez que partículas de tamanhos menores garantem uma maior solubilidade melhorando o aproveitamento pelo animal. Ademais, este tamanho deve ser controlado

para se garantir uma boa mistura, de forma que as matérias-primas estejam distribuídas nos suplementos de forma uniforme com uma boa homogeneidade.

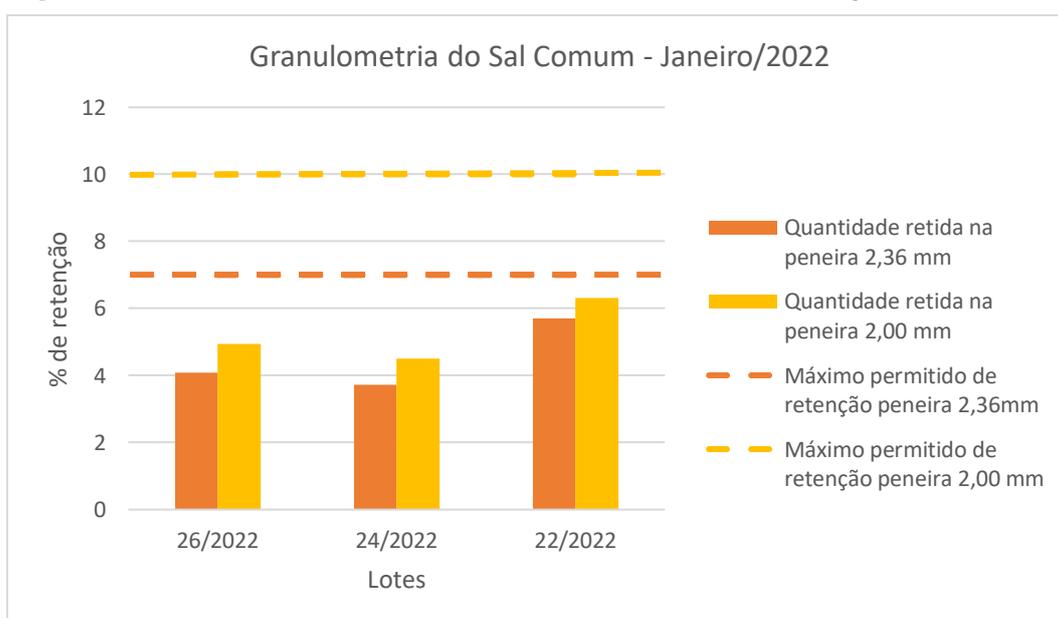
Além disto, nas matérias-primas a granulometria é necessária para garantir que apenas produtos que apresentem grânulos dentro dos padrões estabelecidos sejam utilizados na linha de produção. Caso algum produto esteja fora do padrão, é imediatamente bloqueado, devolvido ao fornecedor ou aplicam-se ações corretivas, quando possível, para torná-lo apto ao uso.

4.1.2.1 Sal Comum

O sal comum é uma matéria-prima com grande importância na suplementação mineral de bovinos. É bastante utilizado e o controle do tamanho de suas partículas deve ser realizado a fim de se obter um produto acabado de qualidade. Além da otimização do desempenho por maior absorção do animal, a análise granulométrica nesta matéria-prima permite identificar se há pontos de empedramento no lote recebido.

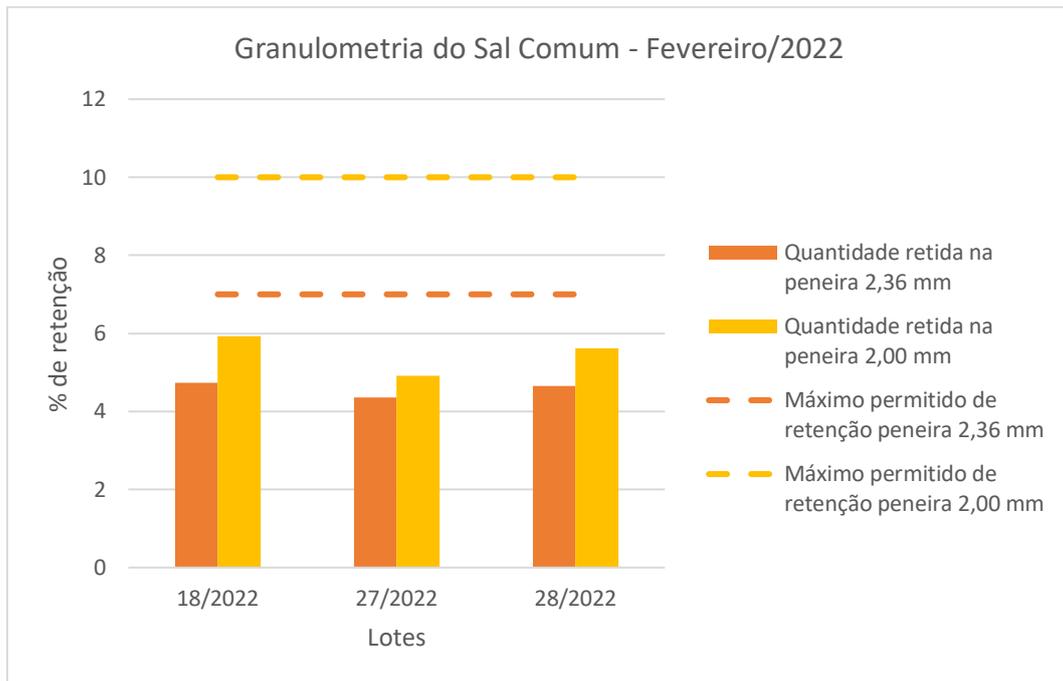
Nos gráficos das Figuras 11, 12, 13 e 14 são apresentados os resultados das análises de granulometria do sal comum recebidos no período de janeiro a abril de 2022. Para a granulometria do sal comum, a empresa estabelece os seguintes critérios: retenção máxima de 7% na peneira com 2,36 mm de abertura e retenção máxima de 10% na peneira com 2,00 mm de abertura. As frações retidas nas peneiras de 2,36 e 2,00 mm são identificadas no gráfico por meio de colunas.

Figura 11 – Granulometria dos lotes de sal comum recebidos em janeiro de 2022



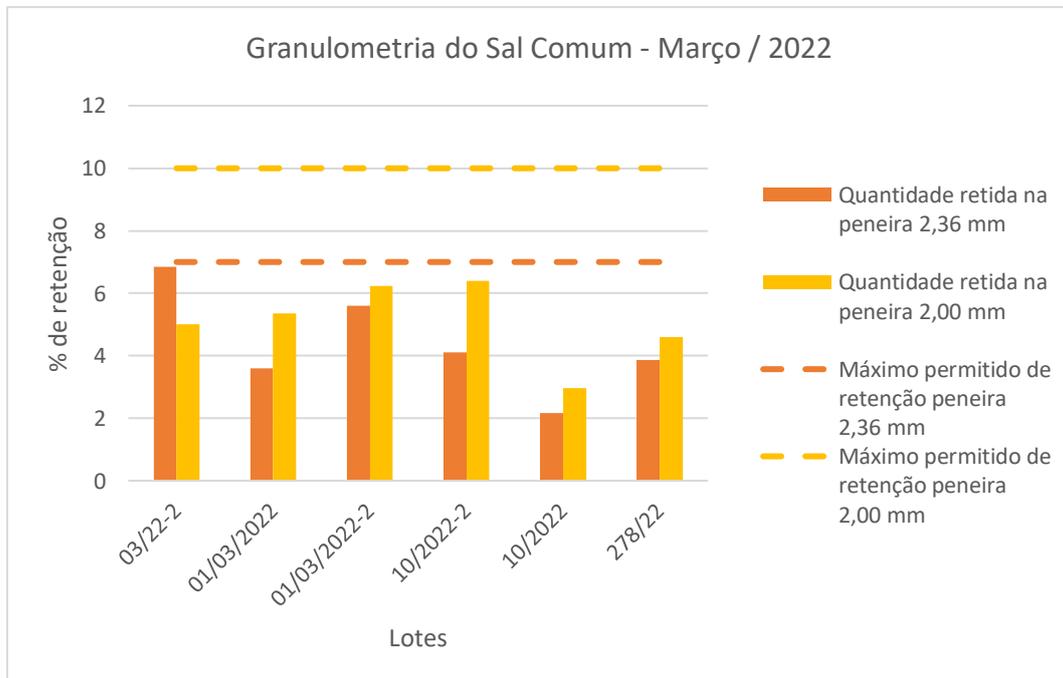
Fonte: Autor, 2022.

Figura 12 - Granulometria dos lotes de sal comum recebidos em fevereiro de 2022



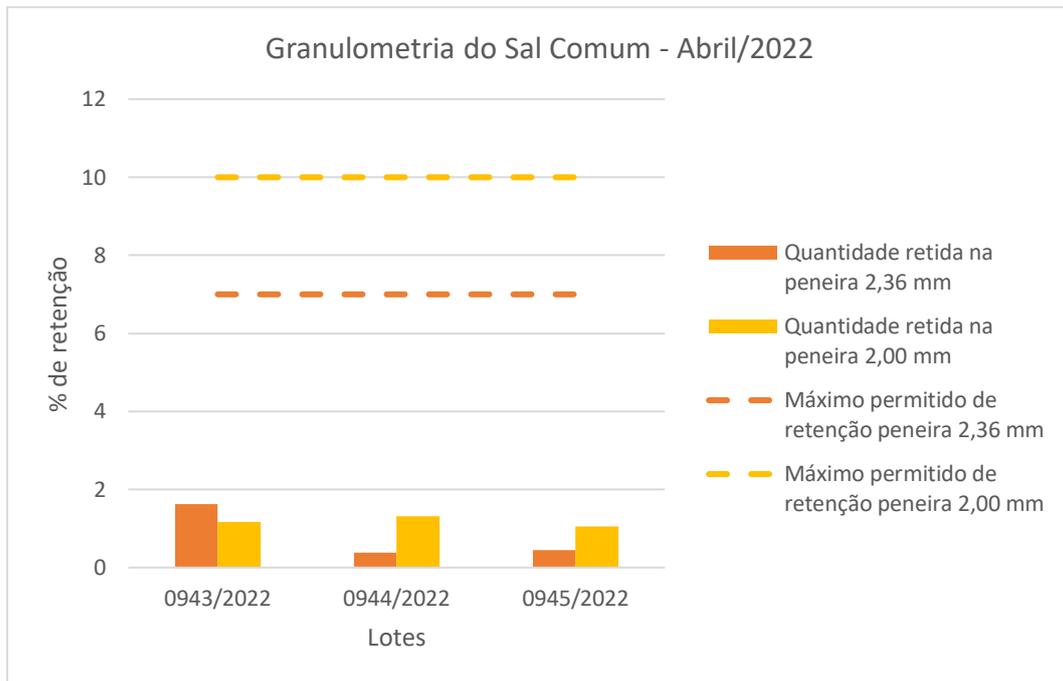
Fonte: Autor, 2022.

Figura 13 - Granulometria dos lotes de sal comum recebidos em março de 2022



Fonte: Autor, 2022.

Figura 14 - Granulometria dos lotes de sal comum recebidos em abril de 2022



Fonte: Autor, 2022.

Como mostrado nas Figuras 11, 12, 13 e 14, a granulometria de todos os lotes do sal comum atendem aos parâmetros exigidos pela empresa. A análise da granulometria permite analisar se a alta umidade do sal comum provocou muitos pontos de empedramento no produto, identificando se a fração retida na maior peneira foi superior ao limite estabelecido.

4.1.2.2 Calcário calcítico, fosfato bicálcico 19,5% e fosfato monobicálcico

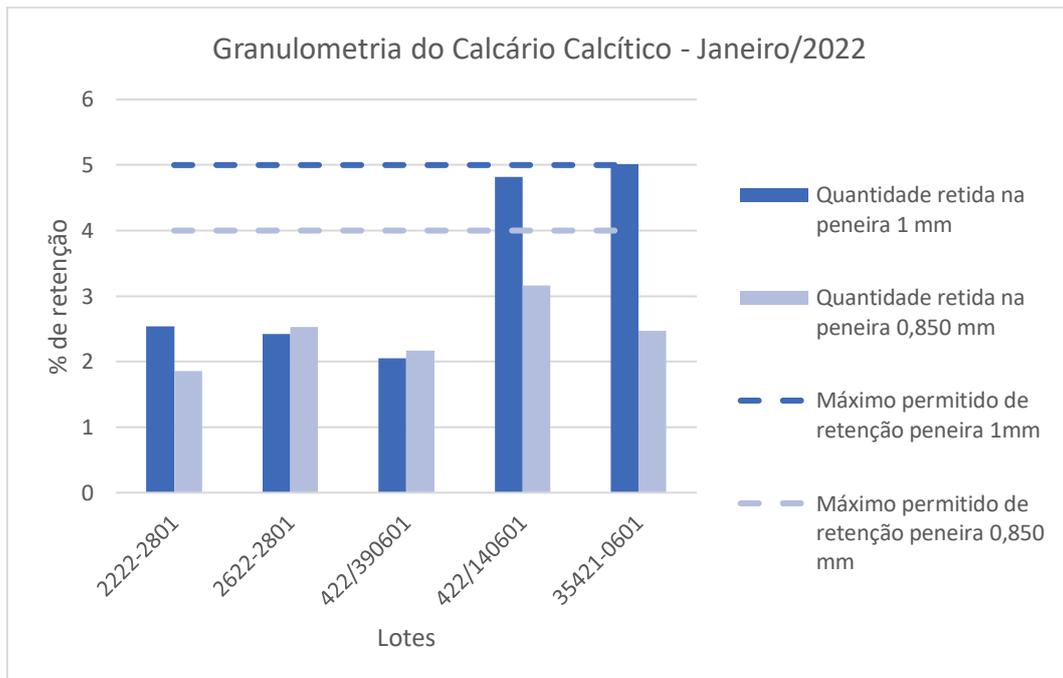
O Calcário calcítico é a principal fonte de Cálcio utilizada para a alimentação de bovinos, diante disto, é necessário garantir que sua granulometria esteja adequada para maximizar a absorção dos nutrientes e os resultados nos animais. Da mesma forma o fosfato bicálcico, que é amplamente utilizado como fonte de fósforo e cálcio. O Fosfato monobicálcico é um produto que se caracteriza por ter em sua composição uma maior quantidade de fosfato monocálcico em comparação ao fosfato bicálcico, sendo viável para alimentação dos ruminantes também com a finalidade de balancear os níveis de cálcio e de fósforo das rações.

As partículas finas de cálcio e de fósforo melhoram a eficiência fisiológica do animal quando comparada às partículas grosseiras, visto que as partículas mais finas permitem um aumento da solubilidade.

Para o calcário calcítico, a empresa determina que o limite máximo permitido de retenção na peneira de 1,00 mm é de 5% da amostra, enquanto na peneira de 0,850 mm é de 4%. Para o Fosfato bicálcico 19,5%, a retenção máxima na peneira de 1,000 mm de abertura deve ser de 10% e a retenção máxima na peneira com 0,850 mm de abertura deve ser de 5%. Para o fosfato monobicálcico, a fração máxima retida na peneira de 1,00 mm não deve ser maior do que 15% da amostra, enquanto a fração retida na peneira de 0,850 mm deve ser de no máximo 10%.

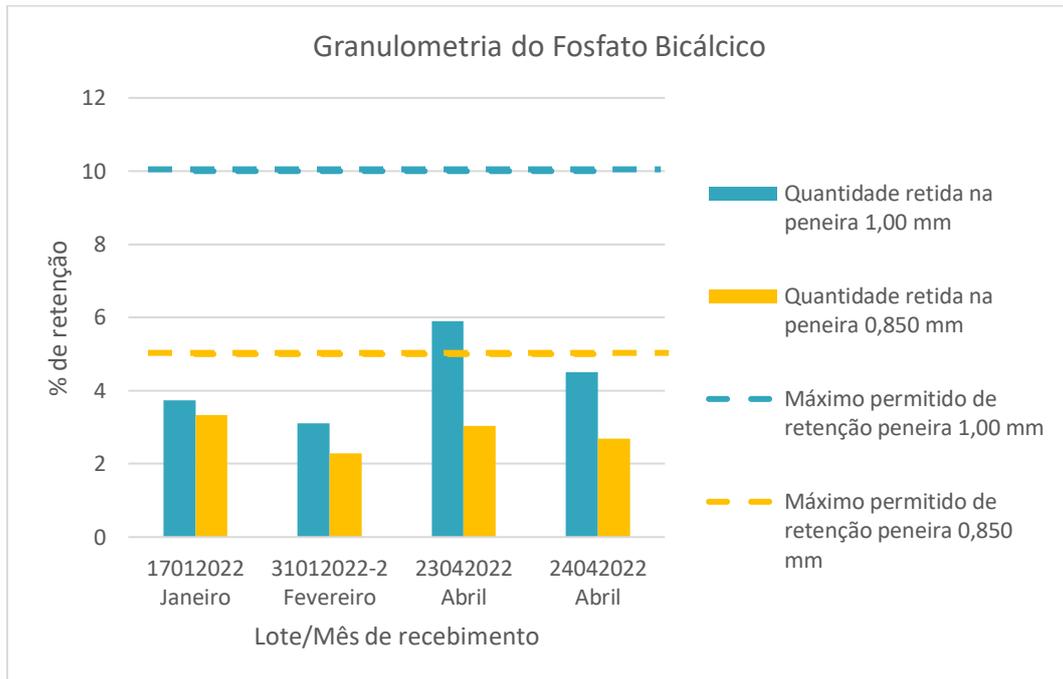
Nos gráficos das Figuras 15, 16 e 17 encontram-se os resultados das análises da granulometria dos lotes de calcário calcítico, fosfato bicálcico 19,5% e fosfato monobicálcico recebidos nos meses de estudo.

Figura 15 - Granulometria dos lotes de Calcário Calcítico recebidos em janeiro de 2022



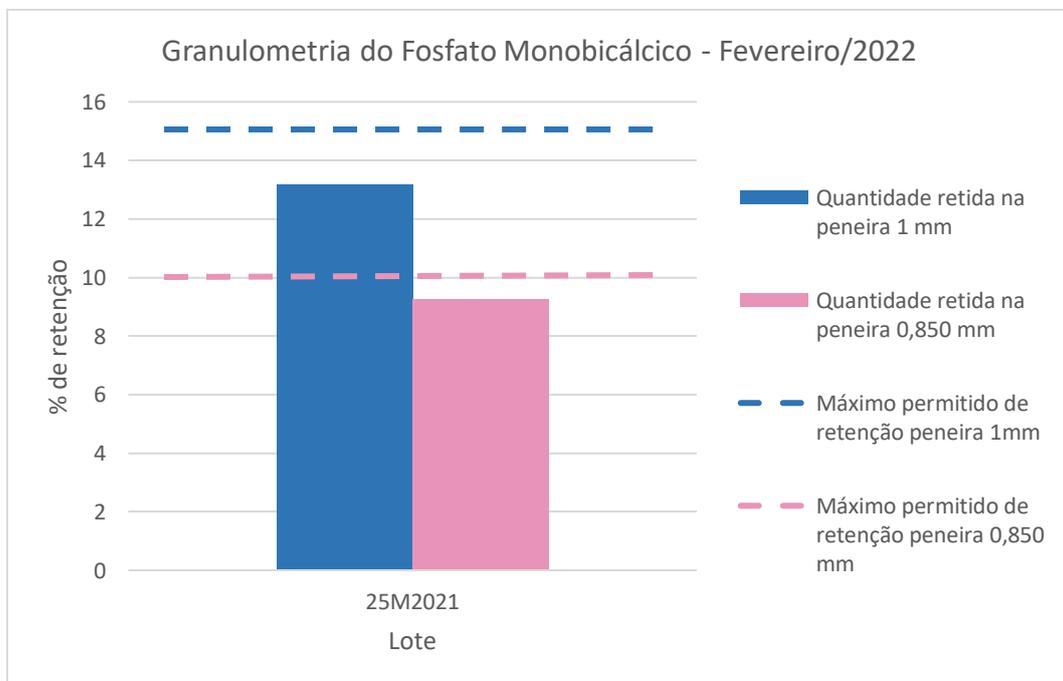
Fonte: Autor, 2022.

Figura 16 - Granulometria do lote de Fosfato bicálcico 19,5% recebido de janeiro a abril de 2022



Fonte: Autor, 2022.

Figura 17 - Granulometria do lote de Fosfato Monobicálcico recebido em fevereiro de 2022



Fonte: Autor, 2022.

Os resultados apontados nos gráficos comprovam a conformidade destas matérias-primas, indicando que as porções retidas nas peneiras estão dentro do valor

limite estabelecido pelo controle de qualidade da empresa, sendo assim infere-se que elas atendem aos parâmetros granulométricos estabelecidos e encontram-se em conformidade ao requisito.

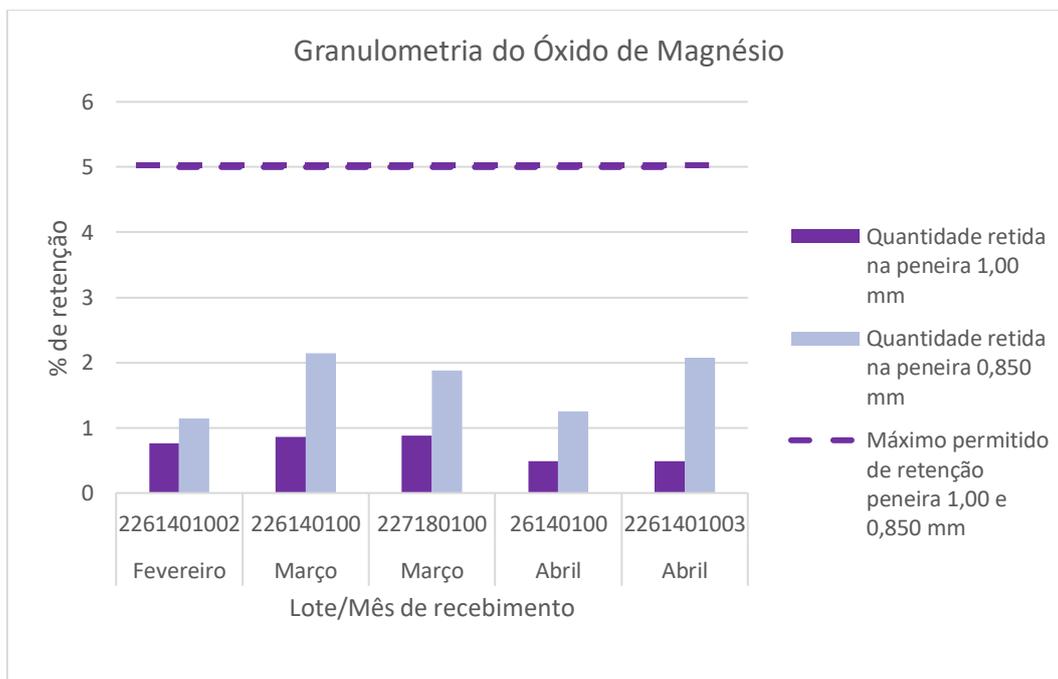
4.1.2.3 Óxido de magnésio

O Óxido de magnésio é a fonte de magnésio mais comum para o gado, principalmente de leite, que consiste em 54-58% de Magnésio. É um alcalinizador do rúmen, importante para regular o pH ruminal e no metabolismo de carboidratos e lipídeos.

A biodisponibilidade do Magnésio nesta matéria-prima depende do tamanho e da solubilidade das partículas, portanto, os percentuais de aproveitamento do magnésio são melhorados com um tamanho de partícula mais fino. Assim, nota-se a importância de se analisar a granulometria do Óxido de Magnésio destinado à nutrição animal.

A empresa estabelece que para que as partículas estejam do tamanho adequado ao uso, o limite máximo permitido de retenção nas peneiras de 1,00 e 0,850 mm deve ser de 5% em cada. Na figura 16 é retratado, por meio de gráfico, os resultados da granulometria dos lotes do óxido de Magnésio recebidos nos meses de fevereiro, março e abril de 2022.

Figura 18 - Granulometria dos lotes de Óxido de Magnésio recebidos de fevereiro a abril de 2022



Fonte: Autor, 2022.

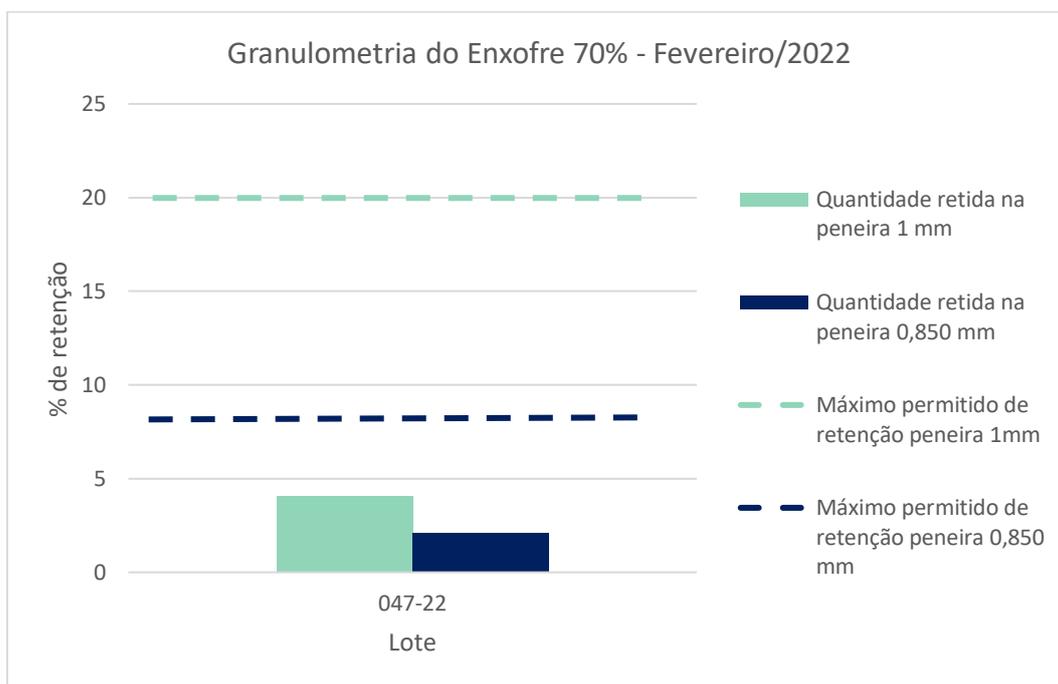
Mediante os resultados expressos no gráfico, conclui-se que todos os lotes recebidos apresentaram tamanhos de partículas adequadas, atendendo aos parâmetros exigidos sendo considerados aptos ao uso.

4.1.2.4 Enxofre 70%

A suplementação animal com adição de enxofre deve ocorrer quando se utilizam produtos como fonte de nitrogênio não proteico (NNP), como a ureia, pois ele aumenta a eficiência de utilização da ureia, melhorando a síntese de proteína microbiana no rúmen, otimizando o desempenho do animal, aumentando seu ganho de peso e produção de leite.

Assim, a empresa estabelece características granulométricas para que esta matéria-prima seja utilizada a fim de otimizar seu aproveitamento pelo animal. No gráfico da figura 18 é retratado o resultado da análise granulométrica do Enxofre 70% recebido no mês de fevereiro.

Figura 19 - Granulometria do lote de Enxofre 70% recebido em fevereiro de 2022



Fonte: Autor, 2022.

Como especificado no gráfico, o Enxofre 70% encontram-se em conformidade com o padrão granulométrico estabelecido, apresentando um percentual de retenção nas peneiras menor do que o limite máximo determinado.

4.1.2.5 Ureia Pecuária

A Ureia Pecuária é uma matéria-prima amplamente utilizada como fonte de Nitrogênio Não Proteico (NNP) na alimentação de bovinos. Possui equivalente proteico de cerca de 281% de Proteína Bruta (PB), porém não se recomenda a substituição da PB por ureia nas formulações dos suplementos.

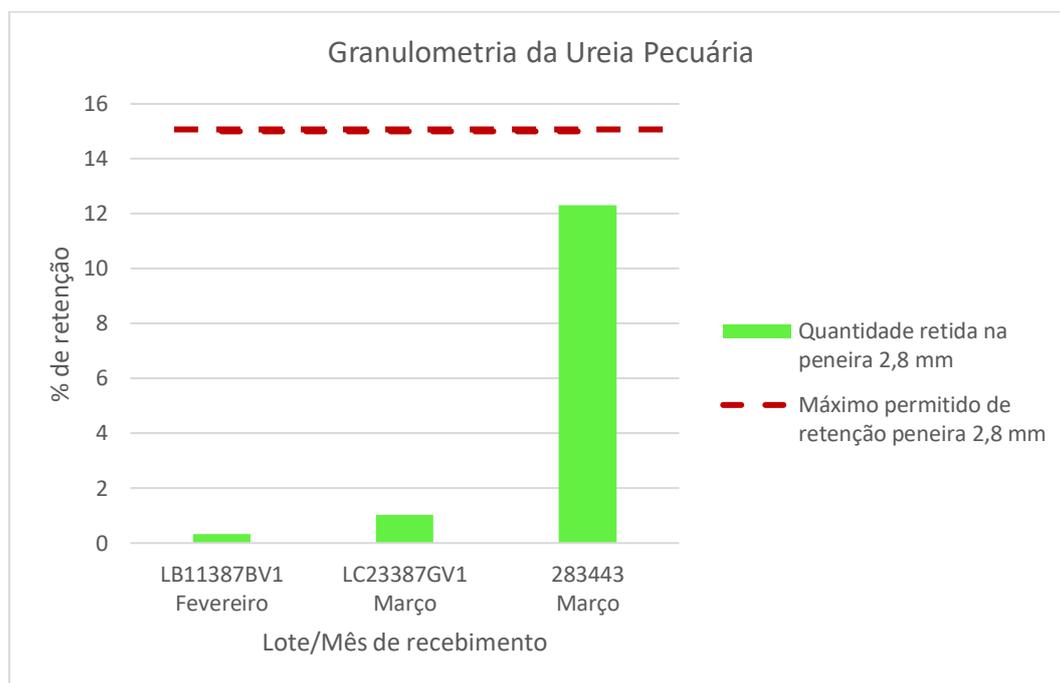
Na nutrição animal, a ureia é bastante utilizada pois é uma fonte de NNP de baixo custo. Sua principal função é melhorar o aproveitamento das forragens de baixa qualidade, aumentando sua digestibilidade, porém o seu uso incorreto pode causar a intoxicação dos animais e provocar grandes prejuízos.

Em razão de sua alta higroscopia (capacidade de absorver umidade do ambiente), a ureia pode enrijecer formando pontos de empedramentos, o que dificulta a homogeneidade do produto e compromete a segurança dos animais, pois aumenta o risco de intoxicação em razão da ingestão desta matéria-prima em excesso. Além disso, sua granulometria fora dos padrões pode provocar segregação, a separação das partículas do produto por tamanho durante o transporte, manuseio e aplicação, resultando em um fornecimento não conforme que pode comprometer a segurança do animal.

Diante disto, percebe-se a importância da análise granulométrica na ureia, certificando que os grânulos estão de tamanho adequado e não apresentam empedramento para que haja uma boa homogeneidade na mistura dos suplementos e melhor aproveitamento pelo animal, uma vez que misturada de forma homogênea, há uma ingestão regular desta matéria-prima, nas porções indicadas.

No gráfico da Figura 19 estão representados os resultados das análises de granulometria realizadas na Ureia Pecuária, nos lotes recebidos em fevereiro e março de 2022. Nos demais meses de estudo, não foi recebido nenhum lote deste produto.

Figura 20 - Granulometria dos lotes de Ureia Pecuária recebidos em fevereiro e março de 2022



Fonte: Autor, 2022.

Conforme representado no gráfico, todos os lotes recebidos apresentaram a Ureia Pecuária com grânulos de tamanho adequado, obedecendo ao parâmetro estabelecido pela empresa.

Como pode ser observado, os lotes LB11387BV1 e LC23387GV1 ficaram retidos na peneira de 2,8 mm em menor quantidade quando comparados ao lote 283443, isso ocorre em razão dos dois primeiros lotes serem recebidos por um fornecedor e estarem destinados à utilização nos produtos secos devido as partículas de tamanho menor otimizando a mistura, enquanto o terceiro é recebido por outro fornecedor e é destinado ao uso nos produtos em bloco, onde ocorre a prévia diluição da Ureia no melaço de cana.

4.1.2.6 Sulfato de manganês, sulfato de cálcio, sulfato de zinco e sulfato de cobre

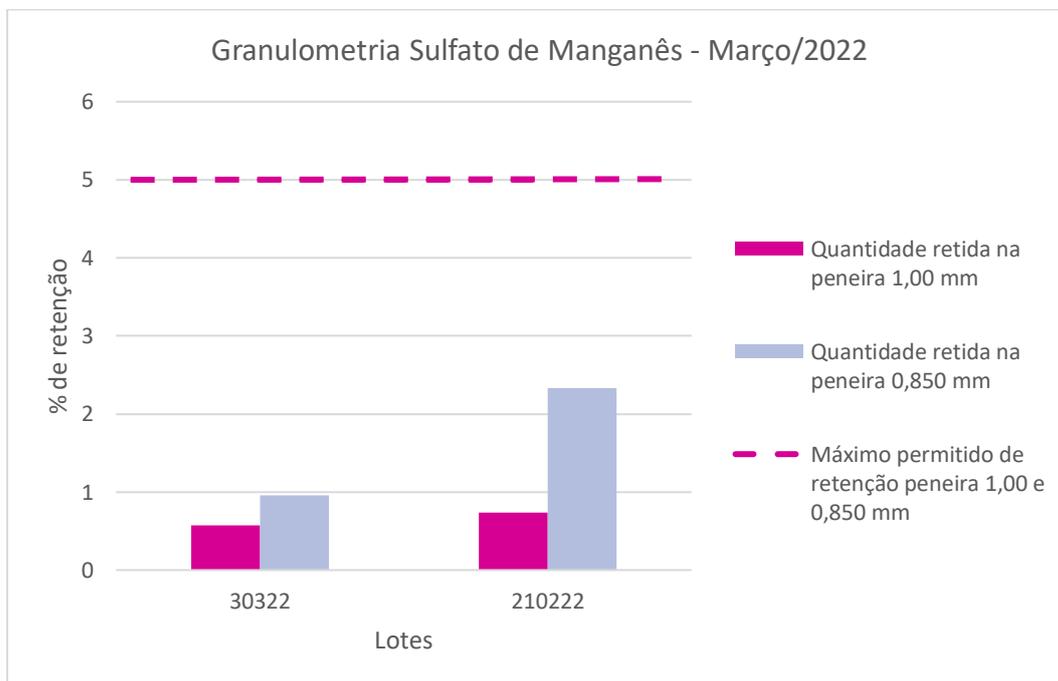
O manganês, o zinco e o cobre são microminerais necessários para manter o funcionamento reprodutivo dos animais, para a manutenção da estrutura normal dos ossos e o funcionamento adequado do sistema nervoso central. Na pecuária, o sulfato de cálcio vem sendo utilizado não só pelo seu grande potencial de sequestrar umidade da cama do gado, mas também como fonte alternativa de cálcio e enxofre na alimentação animal (MORAES, 2001).

Além de serem fontes de nutrientes para os animais, estas matérias-primas podem ser utilizadas também com o objetivo de potencializar os benefícios da ureia, devido a sua participação na síntese das proteínas microbianas uma vez que possuem enxofre na sua composição.

Destaca-se a importância da granulometria nestas matérias-primas para que sua distribuição nos produtos seja uniforme no processo de mistura, além de otimizar a digestibilidade e absorção dos nutrientes pelos animais, uma vez que são fornecidas em pequenas quantidades nos suplementos.

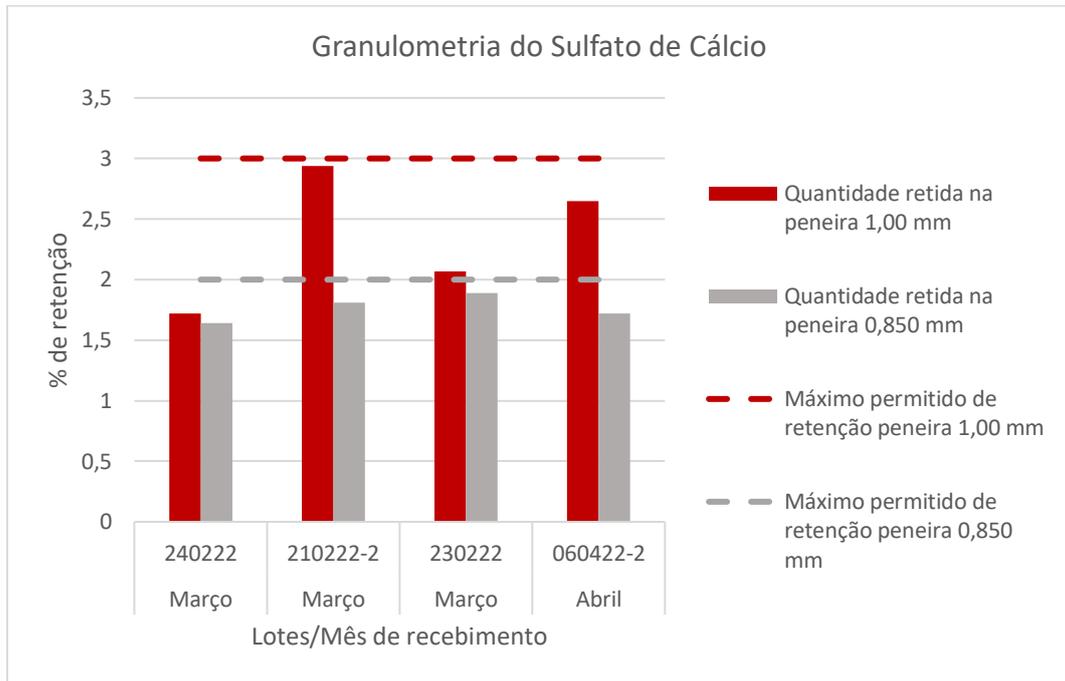
Diante de suas importantes funções no organismo dos bovinos, a empresa estabelece os padrões granulométricos para estas matérias-primas, como mostrado nos gráficos das Figuras 21, 22, 23 e 24, onde também estão representados os resultados das análises de granulometria realizadas nos lotes recebidos no sulfato de manganês, de cálcio, de zinco e de cobre, respectivamente.

Figura 21 - Granulometria dos lotes de Sulfato de Manganês recebidos em março de 2022



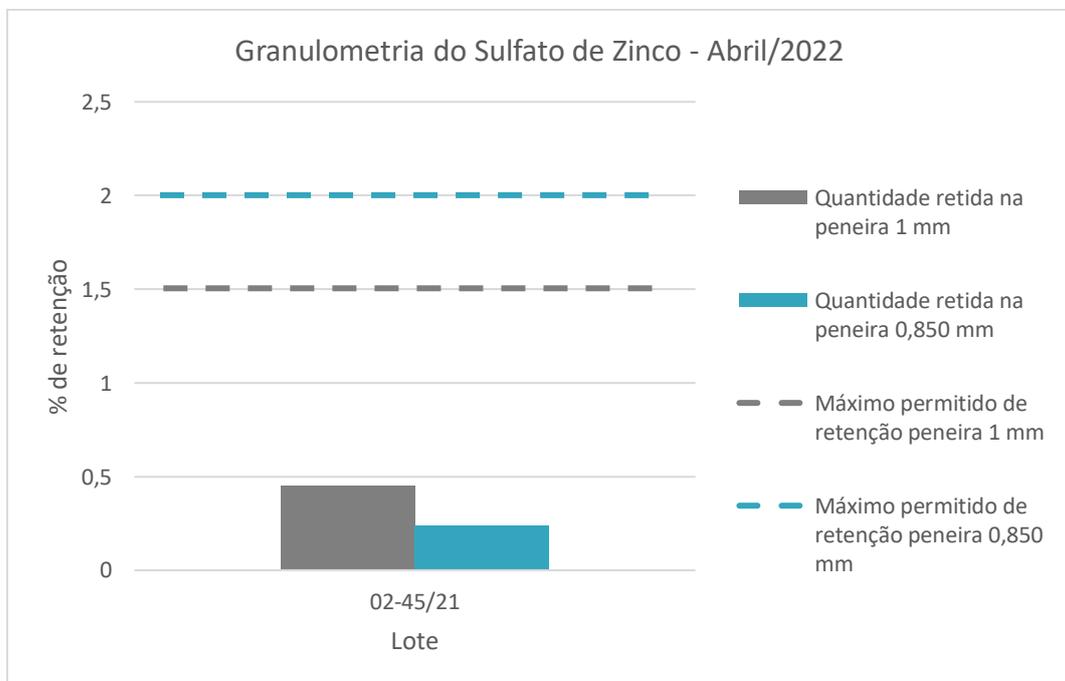
Fonte: Autor, 2022.

Figura 22 - Granulometria dos lotes de Sulfato de Cálcio recebidos em março e abril de 2022



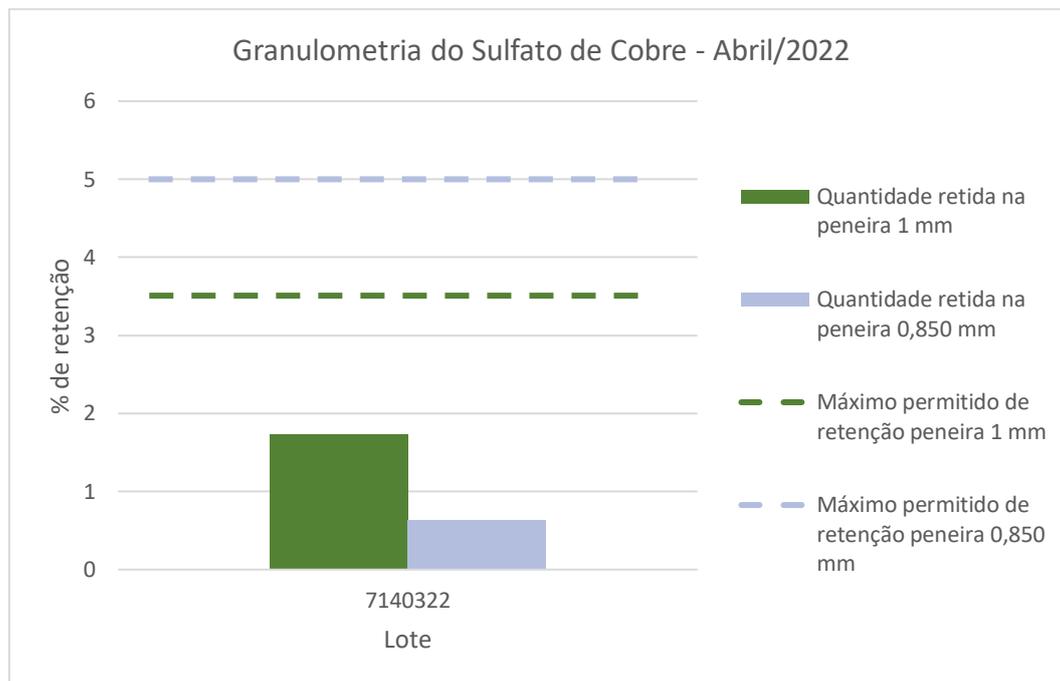
Fonte: Autor, 2022.

Figura 23 - Granulometria do lote de Sulfato de Zinco recebido em abril de 2022



Fonte: Autor, 2022.

Figura 24 - Granulometria do lote de Sulfato de Cobre recebido em abril de 2022



Fonte: Autor, 2022.

Como nota-se nos gráficos das Figuras 21, 22, 23 e 24, os lotes destas matérias-primas que foram recebidos no período de estudo obedecem aos parâmetros granulométricos estabelecidos pela empresa, apresentando conformidade em relação ao tamanho de suas partículas.

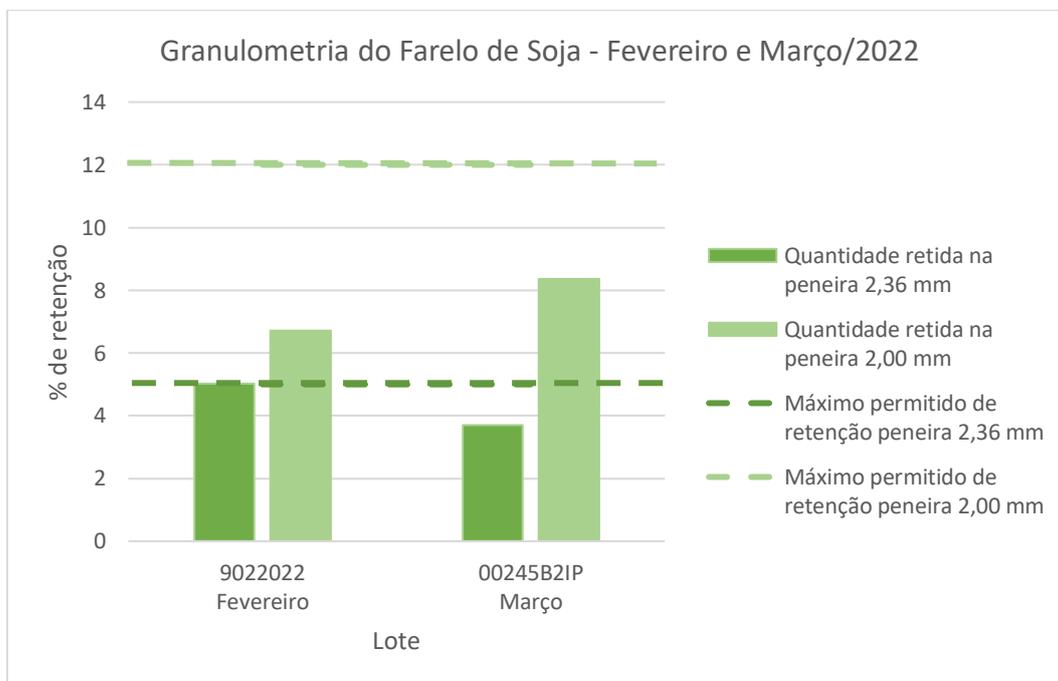
4.1.2.7 Farelo de soja

Em dietas que fazem o uso do farelo de soja na alimentação bovina, existem dois aspectos importantes a serem considerados, o processo de digestão, responsável pela transformação do alimento em seus nutrientes, e a absorção, que corresponde à fração do alimento aproveitada pelo animal. No entanto, a fim de otimizar o desempenho do gado, o farelo de soja passa pelo processo de moagem para que este apresente uma granulometria ideal, de modo que os nutrientes ingeridos sejam mais bem aproveitados no processo de absorção.

A empresa adquire o farelo de soja já moído e ensacado, assim sendo, a fim de avaliar a qualidade da moagem desta matéria-prima recebida, a empresa determina os parâmetros necessários para que ela seja considerada com tamanhos de partículas adequadas a serem utilizadas.

No gráfico da figura 25 é possível observar os resultados obtidos a partir das análises de granulometria realizadas nos lotes de farelo de soja recebidos na empresa nos meses de fevereiro e março de 2022.

Figura 25 - Granulometria dos lotes de Farelo de soja recebidos em fevereiro e março de 2022



Fonte: Autor, 2022.

Como representado no gráfico por meio de colunas, os valores retidos nas peneiras obedecem aos limites estabelecidos pela empresa para que os tamanhos de suas partículas sejam considerados adequados para utilização na linha de produção.

4.1.3 Brix

Na empresa, a análise de Brix é realizada no melaço de cana para se determinar o teor de sólidos solúveis no mesmo, geralmente composto basicamente por sacarose, chegando a uma concentração de cerca de 78°. Este índice é utilizado para aferir a qualidade desta matéria-prima, um Brix mais elevado indica uma maior quantidade de açúcares e, conseqüentemente, mais qualidade.

4.1.3.1 Melaço de cana

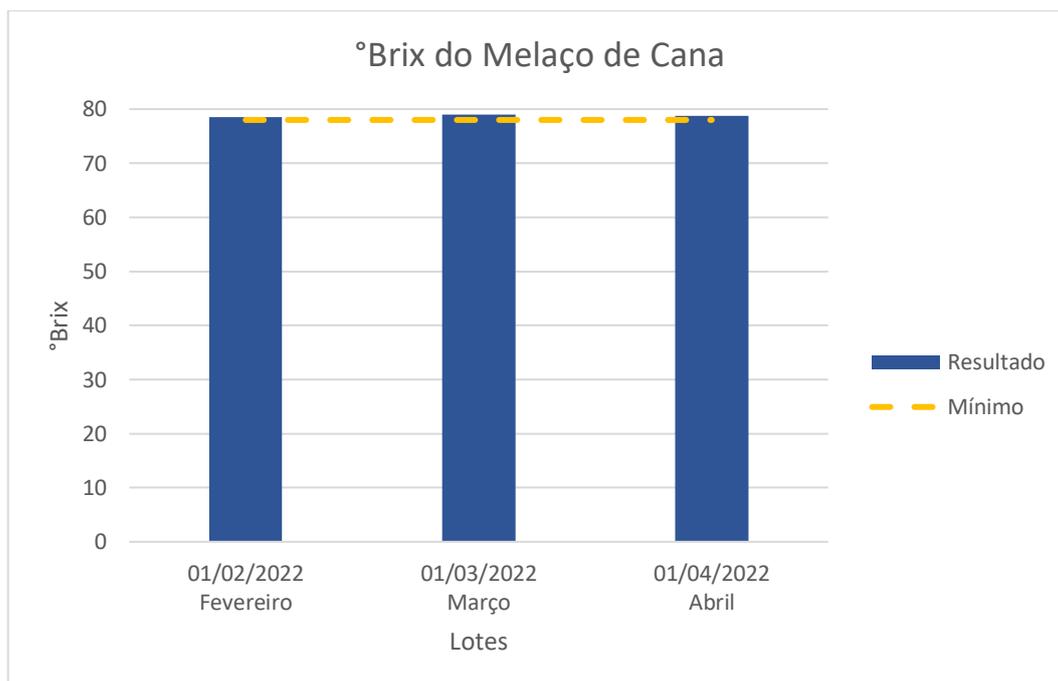
O melaço de cana é um subproduto extraído da cana-de-açúcar decorrente do processo de fabricação de açúcar e álcool, consiste no caldo de cana concentrado pela evaporação de água até que atinja um Brix desejado. É uma matéria-prima bastante

utilizada na alimentação animal por ser uma excelente fonte de energia, minerais e vitaminas. Na composição dos suplementos em bloco, é utilizado como aglutinante e palatabilizante devido ao seu sabor doce, além da função nutricional (ALMEIDA, 2019).

Na empresa, todos os suplementos minerais em bloco contêm melaço, a ureia é diluída no próprio melaço, e depois são inseridos os demais ingredientes que constituirão o bloco, distribuindo-os de forma homogênea para evitar riscos ao animal. O melaço juntamente com o óxido de cálcio confere o endurecimento da massa devido seu poder aglutinante e torna o sabor do bloco atrativo ao animal.

A empresa determina que o Brix mínimo do melaço de cana recebido deve ser 78°Brix, ou seja, 78g de sólidos solúveis a cada 100g da amostra. No gráfico da Figura 27 estão representados os resultados das análises de Brix realizadas nos lotes recebidos pela empresa nos meses de fevereiro, março e abril de 2022.

Figura 26 - °Brix do Melaço de Cana recebido nos meses de fevereiro, março e abril de 2022



Fonte: Autor, 2022.

Como retratado no gráfico, os resultados da análise do Brix atendem aos parâmetros estabelecidos pela empresa, sendo que todos os lotes amostrados apresentaram um resultado maior do que 78° Brix, parâmetro mínimo exigido pela empresa para a quantidade de sólidos solúveis presentes na matéria-prima.

4.1.4 pH

A análise de pH é realizada na empresa na matéria-prima melaço de cana. A importância desta análise no melaço está ligada a regulação do pH dos suplementos em bloco, pois o melaço tem um pH ácido, enquanto o reagente do bloco responsável pelo seu endurecimento, o óxido de cálcio, possui um pH alcalino. A neutralização parcial do pH do bloco é necessária para garantir boa aceitação do produto, uma vez que o gado tende a rejeitar alimentos amargos, sabor causado pelo pH alcalino.

4.1.4.1 Melaço de cana

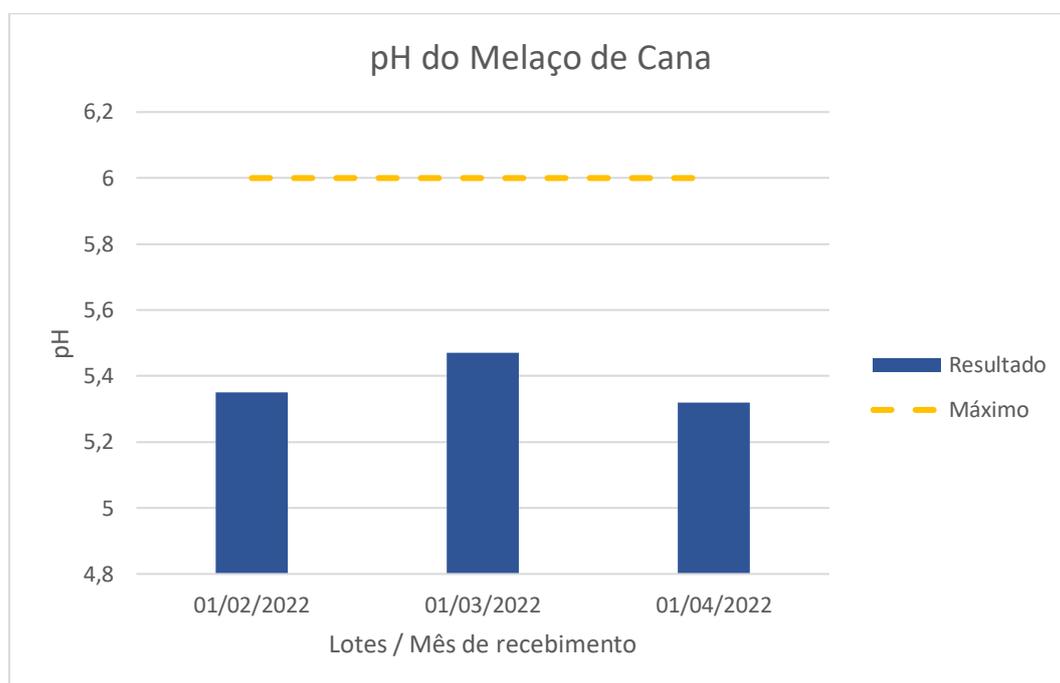
O melaço de cana é uma matéria-prima utilizada para melhorar a resistência e a palatabilidade dos blocos por causa do seu sabor doce atrativo aos bovinos. Ele fornece energia e nutrientes aos suplementos, além de causar melhora significativa na coesão dos blocos, assim, a dureza vai depender dos níveis de cal (óxido de cálcio) e melaço utilizados, bem como o tempo de cura (BEN SALEM et al, 2007; MOHAMMED et al., 2007).

Os blocos multinutricionais devem conter ingredientes que forneçam os nutrientes necessários ao gado, além de um agente conservante e pelo menos um solidificante. Os agentes endurecedores são a base para a formulação correta da mistura para blocos (Ben Salem; Nefzaoui, 2003).

Para que se obtenha a dureza adequada nos blocos, na empresa se utiliza o óxido de cálcio como solidificante na produção deste tipo de suplemento, porém esta matéria-prima possui um pH alto, em torno de 12,8, que está associado a um sabor amargo, não agradável aos bovinos. Em contrapartida, o melaço de cana possui um pH baixo capaz de neutralizar as propriedades sensoriais no bloco, aumentando sua palatabilidade. Diante disto, tem-se a necessidade da determinação do pH do melaço utilizado na produção dos blocos para se verificar que este melaço recebido possua um pH ácido, não superior a 6, a fim de neutralizar parcialmente o pH do bloco para garantir que o consumo do animal atinja a quantidade esperada.

No gráfico da Figura 28, estão representados os resultados da análise de pH nos lotes recebidos pela empresa nos meses de fevereiro, março e abril de 2022, respectivamente.

Figura 27 – pH do Melaço de Cana recebido nos meses de fevereiro, março e abril de 2022



Fonte: Autor, 2022.

Como retratado no gráfico, todos os lotes recebidos nos meses de estudo apresentaram um pH ideal, menor do que 6, sendo considerados conformes para utilização nos suplementos minerais em bloco, a fim de que o produto atinja o pH esperado.

4.2 Resultado das análises dos produtos acabados

4.2.1 Granulometria

Na indústria de suplementação animal, a análise periódica de granulometria nos produtos acabados é realizada para controle do tamanho das partículas, o que permite avaliar a qualidade da mistura, além de permitir identificar problemas como deslocamento de peneiras ou mesmo peneiras furadas.

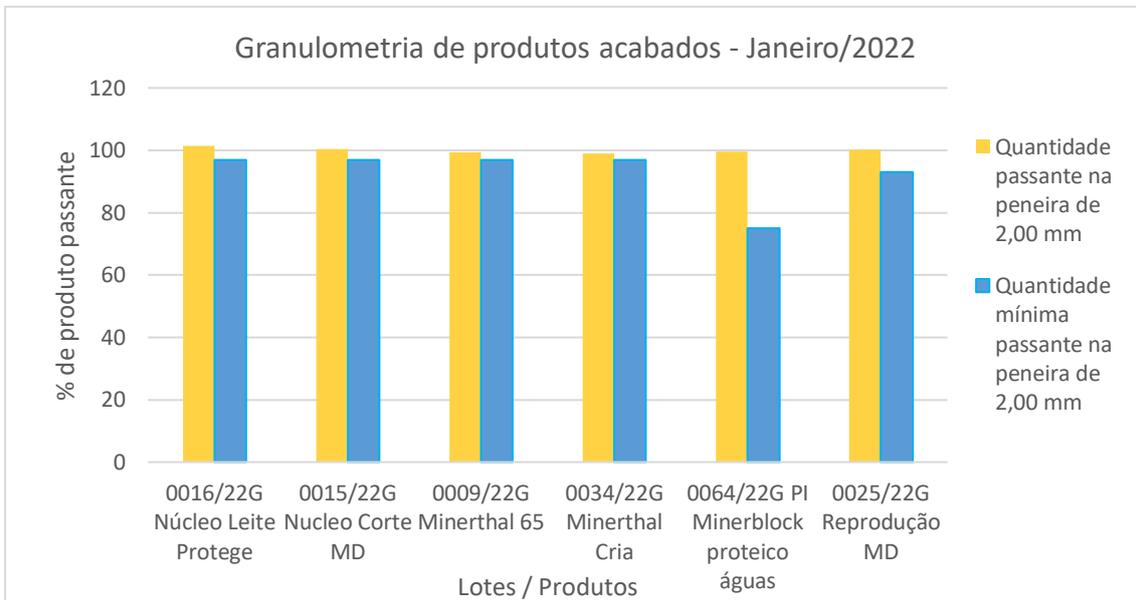
Para maximizar o desempenho do animal, é necessário garantir que as partículas dos produtos estejam em tamanhos adequados, visto que este tamanho tem um impacto direto na digestibilidade dos nutrientes.

Nos gráficos das Figuras 28 a 41 estão representados os resultados das análises de granulometria dos produtos acabados produzidos de janeiro a abril. A granulometria é realizada nos produtos acabados na frequência de um lote do produto a cada trinta dias.

O parâmetro de avaliação da conformidade do produto estabelecido pela empresa é de que determinada quantidade da amostra deve passar pela peneira determinada. Nos gráficos estão representados por meio de colunas amarelas, a quantidade, em porcentagem, passante na peneira especificada para cada produto, ou seja, a fração da amostra que possui dimensão menor do que a abertura da malha. Já as colunas azuis representam a fração mínima, em porcentagem, que deve passar pela peneira especificada.

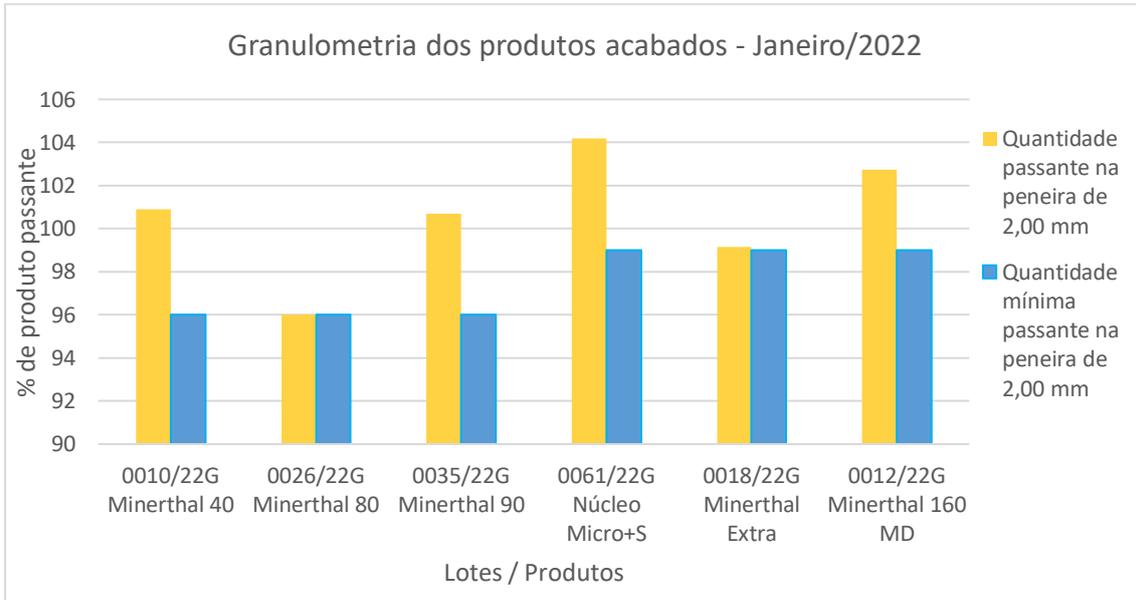
Para cada tipo de produto, com base em sua classificação, são determinados os parâmetros granulométricos necessários que indicam a conformidade dos produtos, conforme representado nos gráficos.

Figura 28 – Granulometria de produtos acabados produzidos em janeiro de 2022



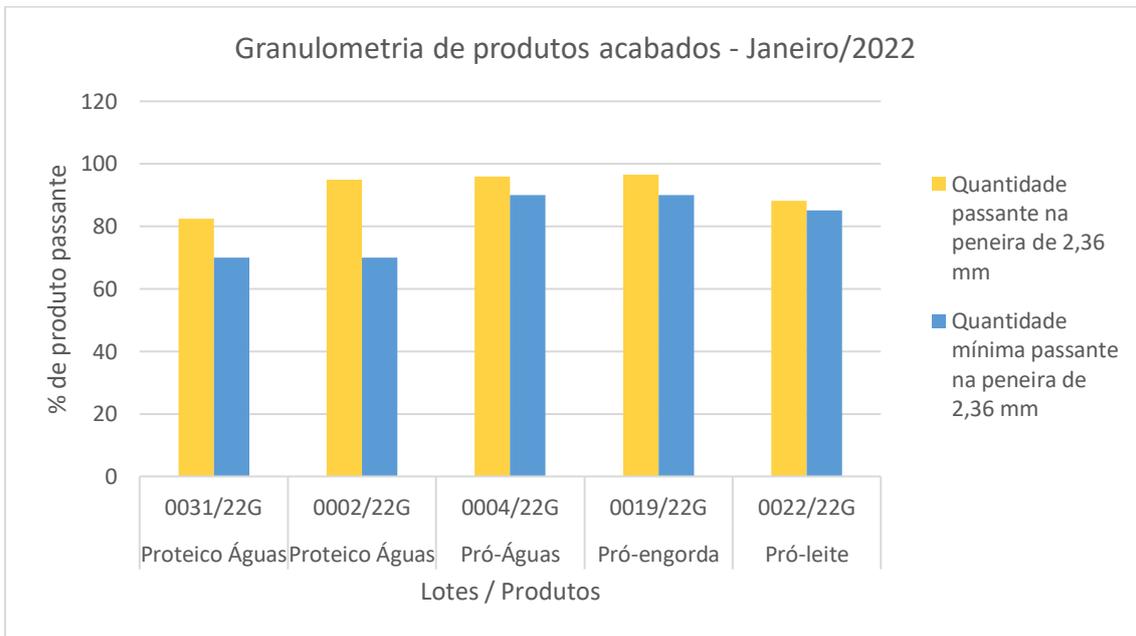
Fonte: Autor, 2022.

Figura 29 - Granulometria de produtos acabados produzidos em janeiro de 2022



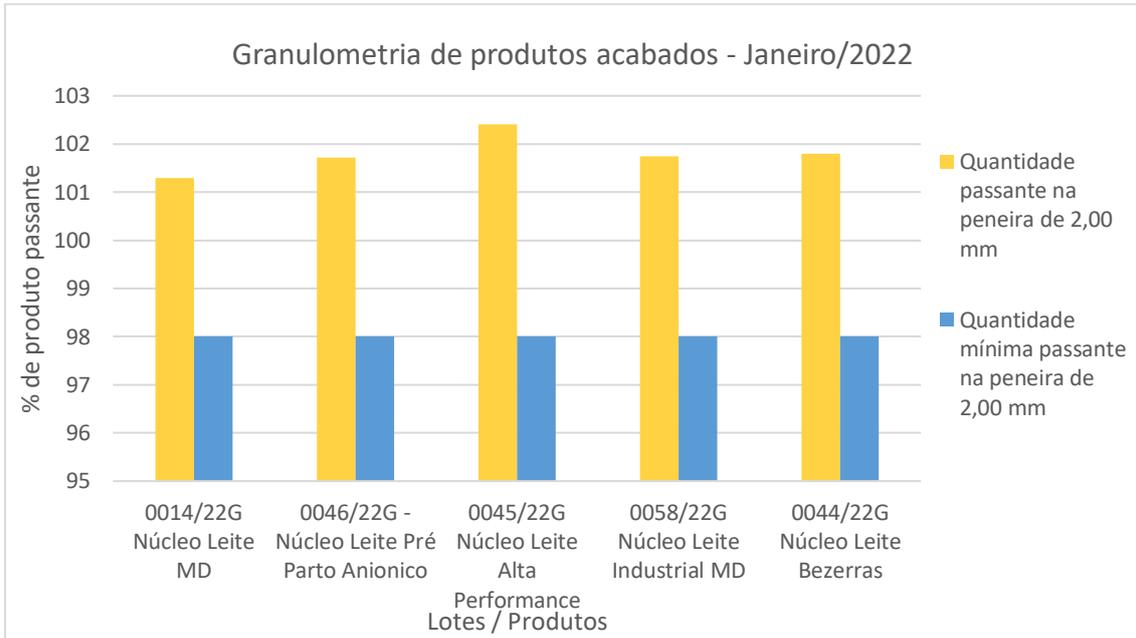
Fonte: Autor, 2022.

Figura 30 - Granulometria de produtos acabados produzidos em janeiro de 2022



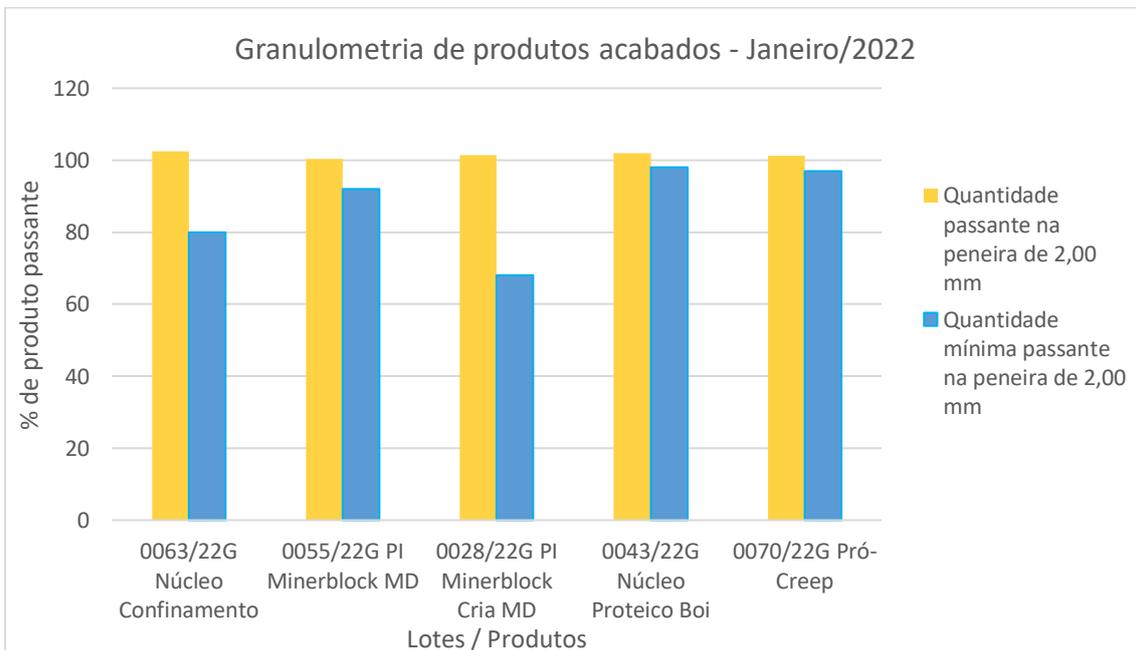
Fonte: Autor, 2022.

Figura 31 - Granulometria de produtos acabados produzidos em janeiro de 2022



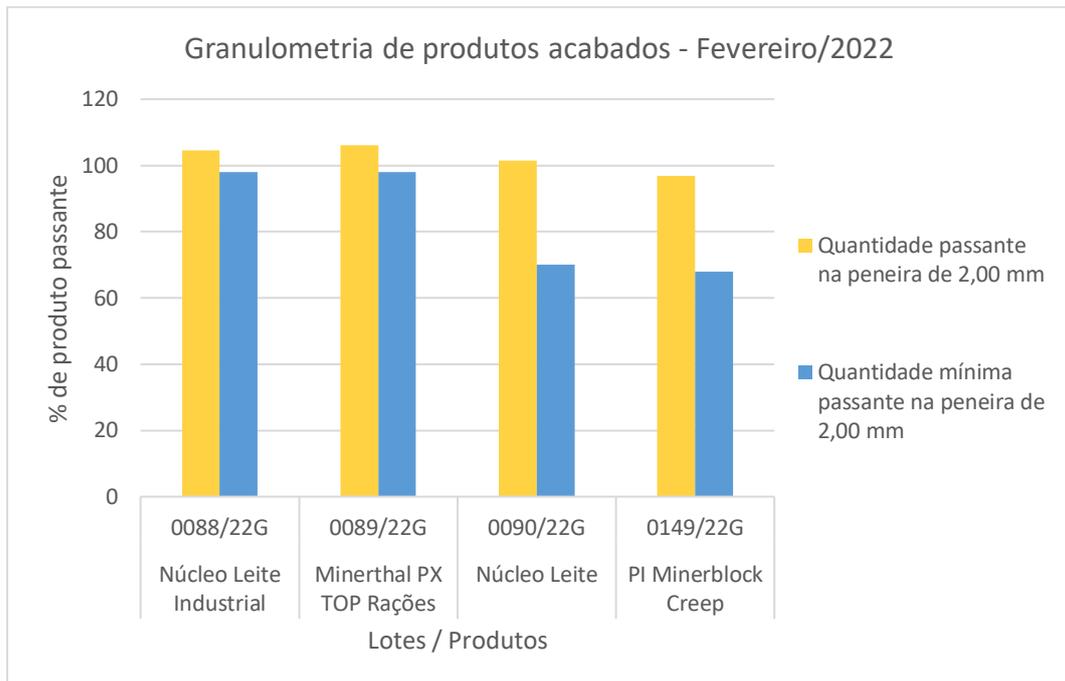
Fonte: Autor, 2022.

Figura 32 - Granulometria de produtos acabados produzidos em janeiro de 2022



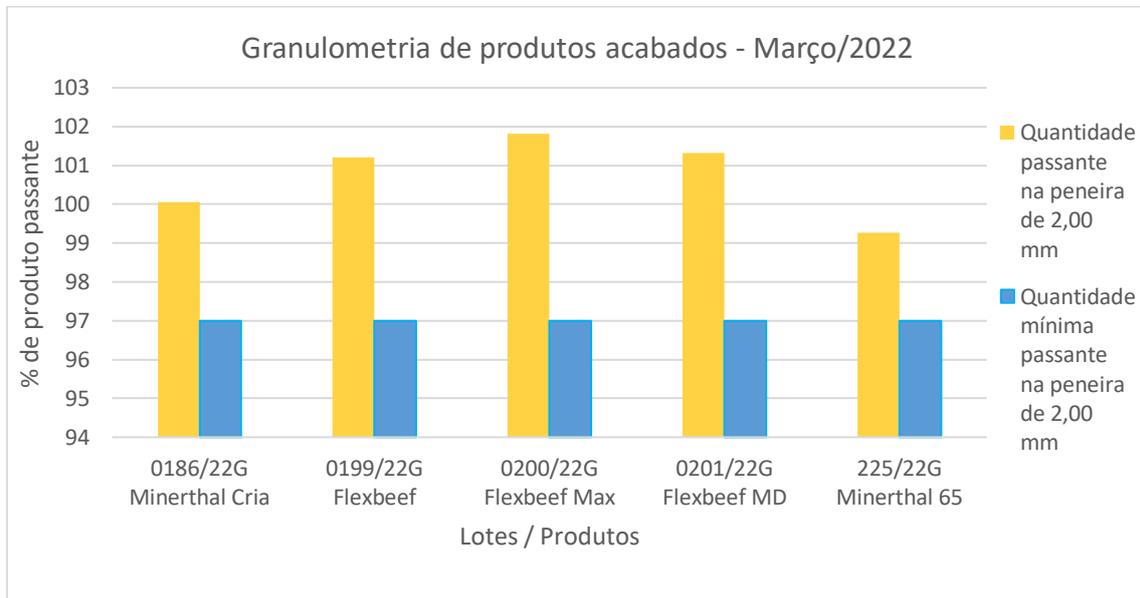
Fonte: Autor, 2022.

Figura 33 - Granulometria de produtos acabados produzidos em fevereiro de 2022



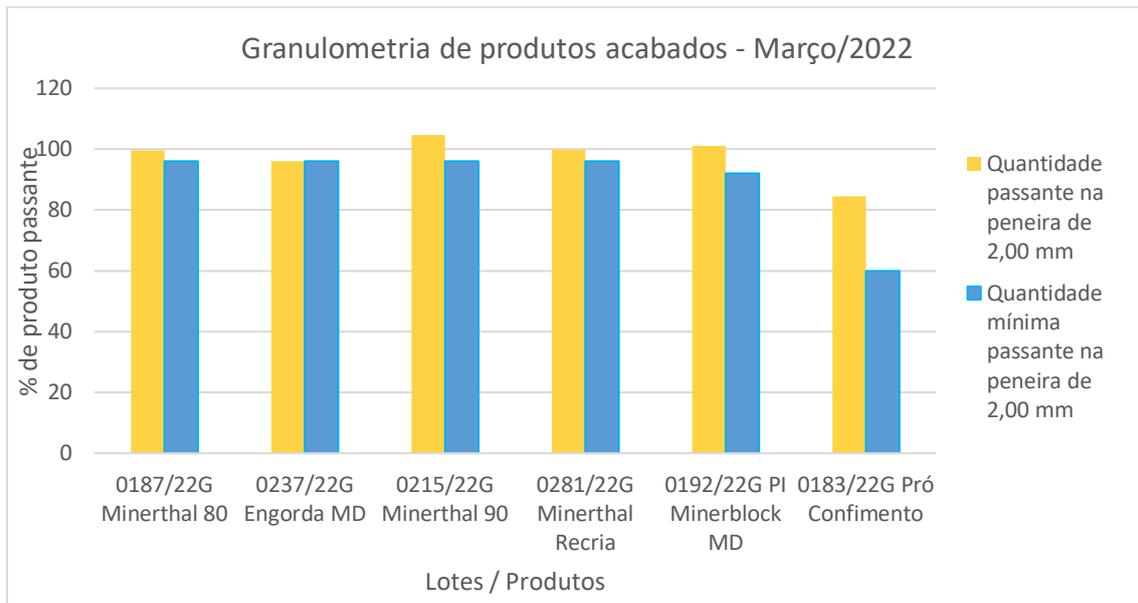
Fonte: Autor, 2022.

Figura 34 - Granulometria de produtos acabados produzidos em março de 2022



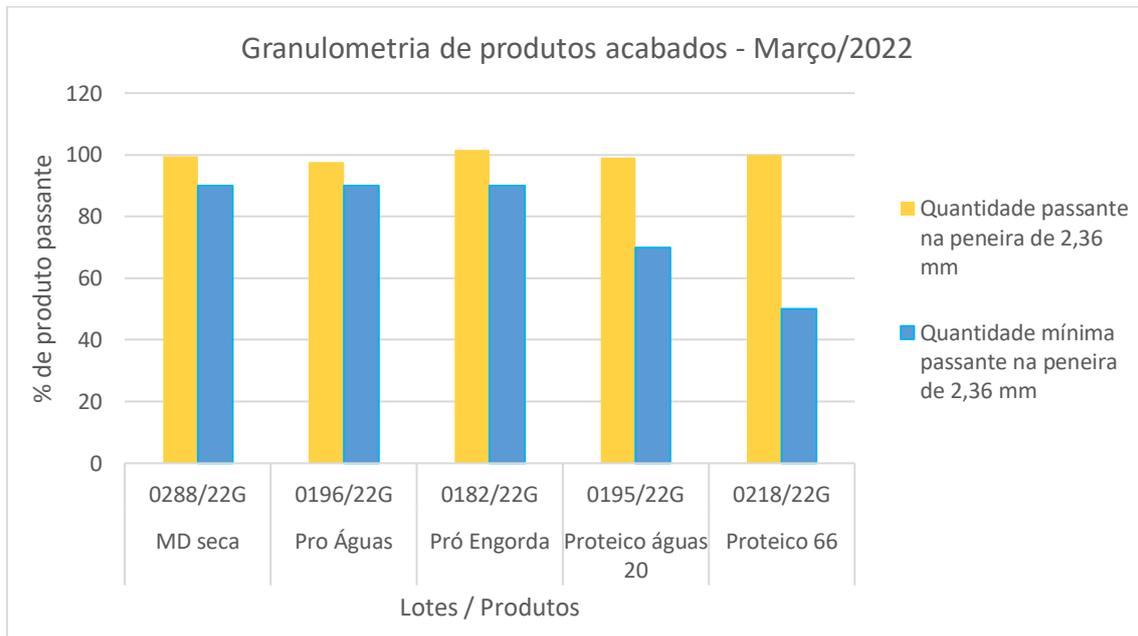
Fonte: Autor, 2022.

Figura 35 - Granulometria de produtos acabados produzidos em março de 2022



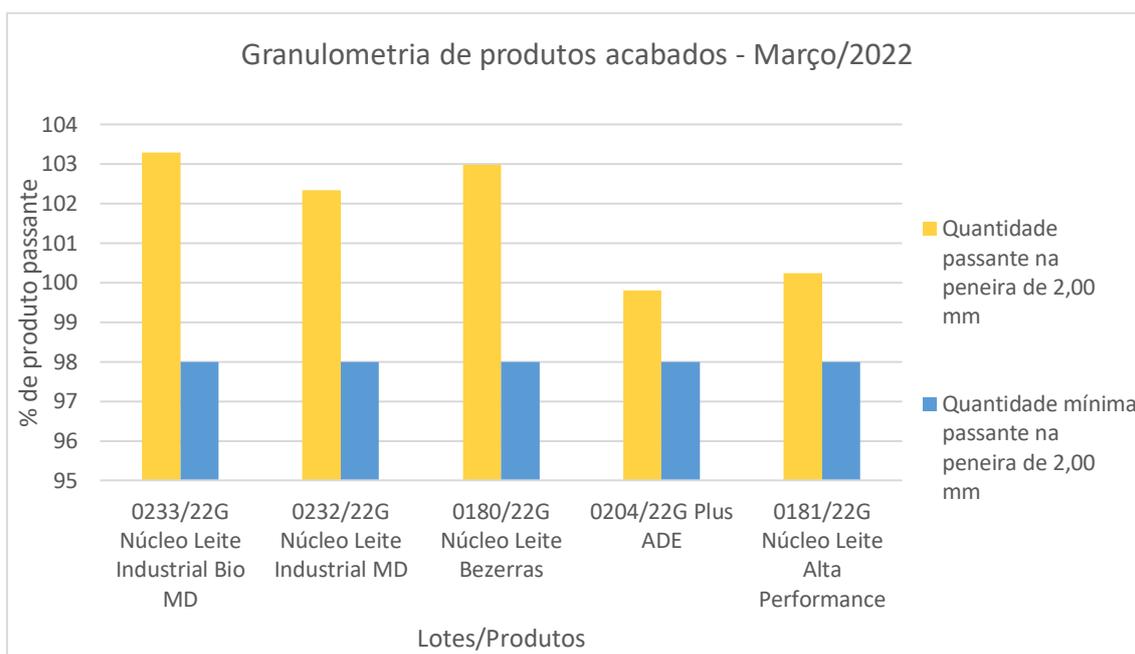
Fonte: Autor, 2022.

Figura 36 - Granulometria de produtos acabados produzidos em março de 2022



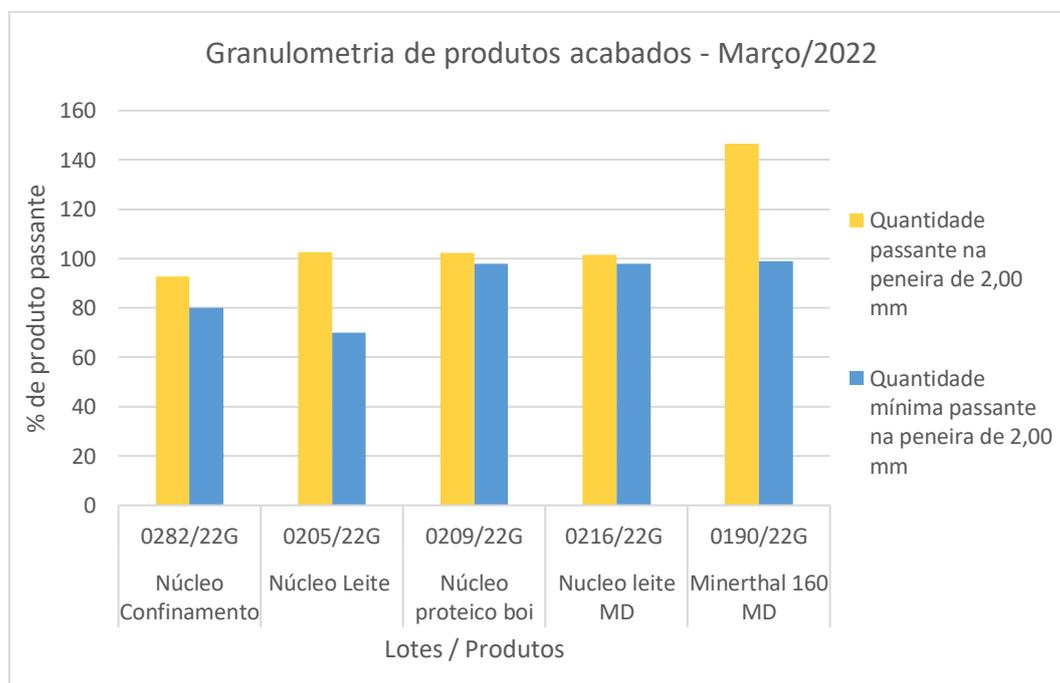
Fonte: Autor, 2022.

Figura 37 - Granulometria de produtos acabados produzidos em março de 2022



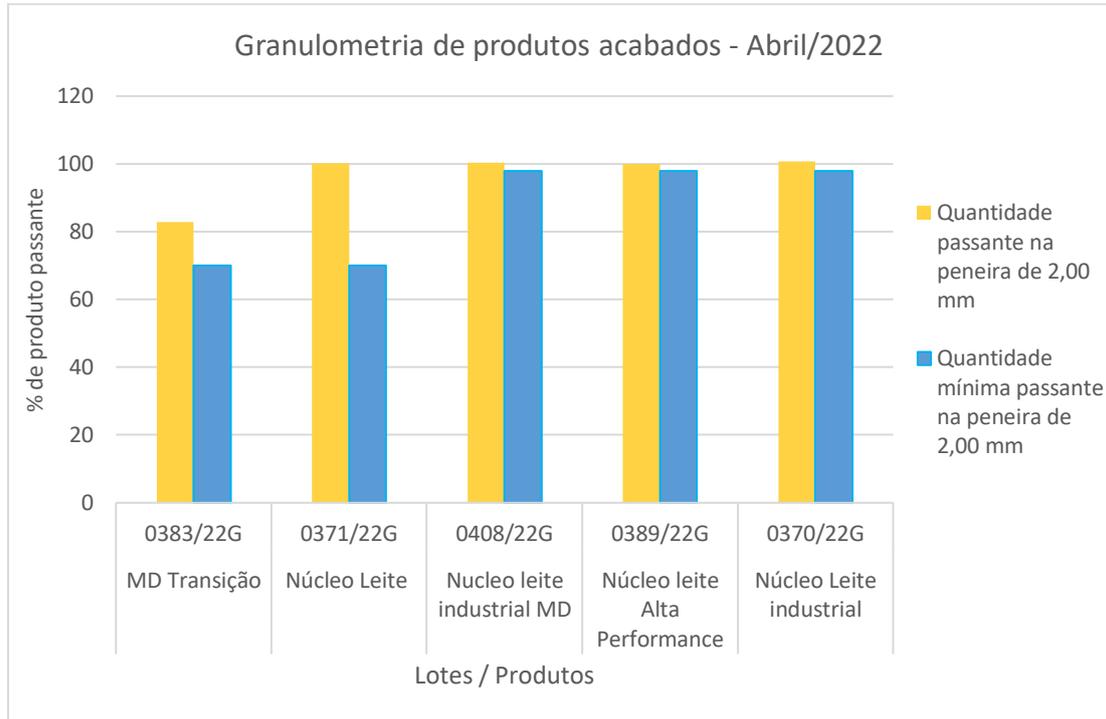
Fonte: Autor, 2022.

Figura 38 - Granulometria de produtos acabados produzidos em março de 2022



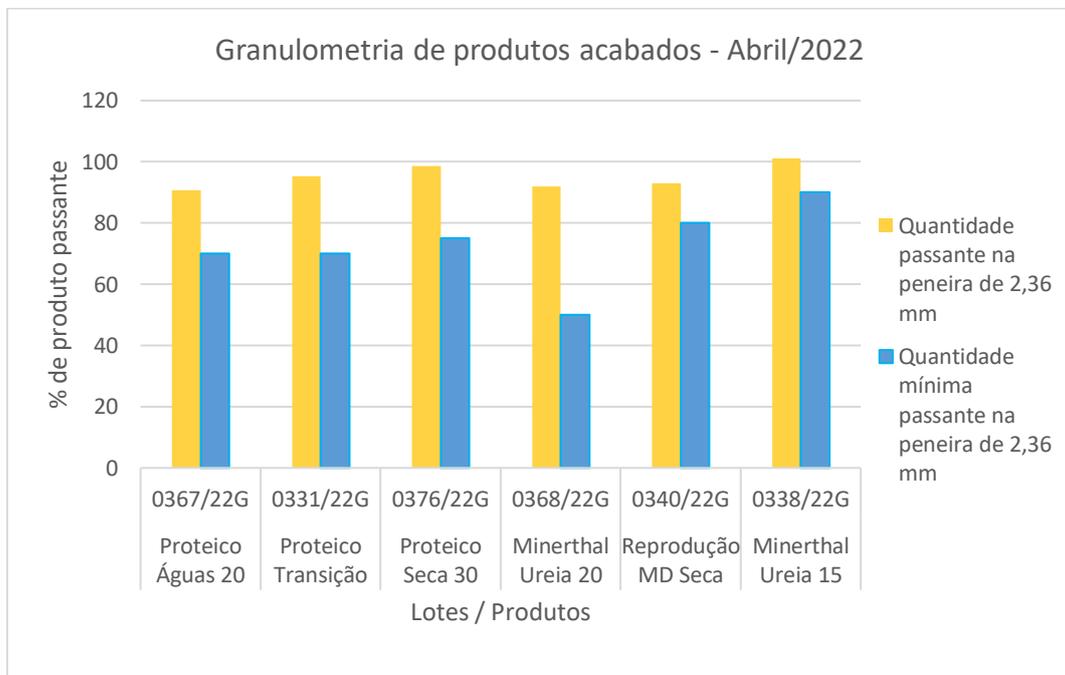
Fonte: Autor, 2022.

Figura 39 - Granulometria de produtos acabados produzidos em abril de 2022



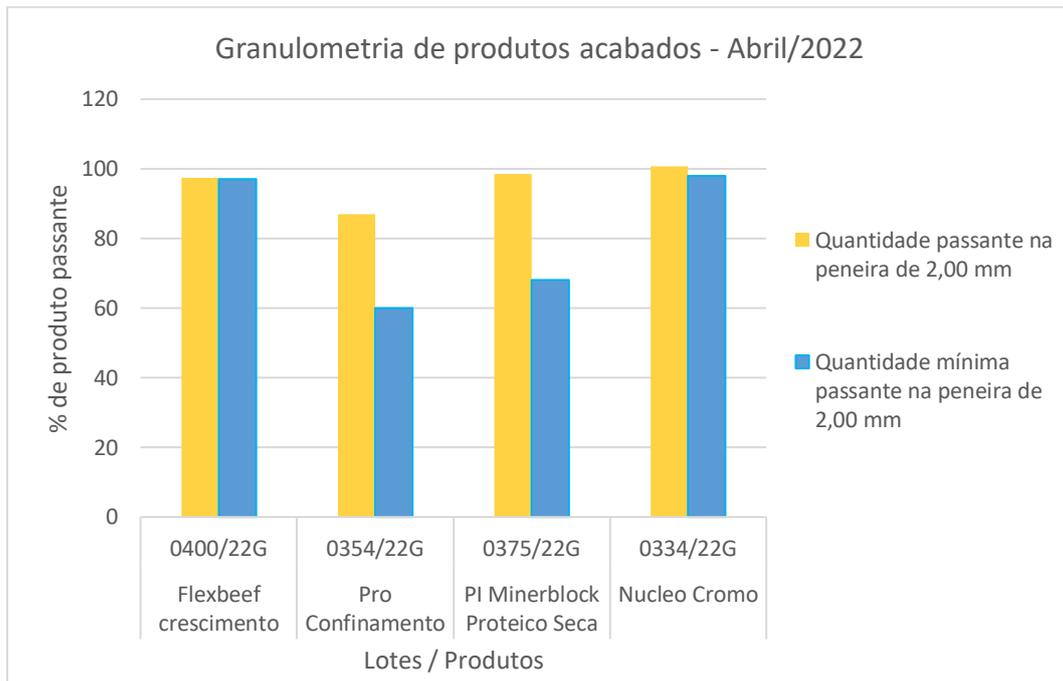
Fonte: Autor, 2022.

Figura 40 - Granulometria de produtos acabados produzidos em abril de 2022



Fonte: Autor, 2022.

Figura 41 - Granulometria de produtos acabados produzidos em abril de 2022



Fonte: Autor, 2022.

Como retratado nas Figuras 28 a 41, por meio de gráficos, os lotes amostrados apresentaram conformidade quanto à granulometria, o que significa que os produtos acabados apresentam grânulos com tamanhos adequados, garantindo uma otimização na digestibilidade e no aproveitamento dos nutrientes pelo organismo dos animais.

4.2.2 Teste do Microtracer

Para avaliar a qualidade da mistura, Lima e Nones (1997) e DALE (1998) sugerem coletar várias amostras em várias partes do misturador após o tempo de mistura ideal. Faz-se então análise destas amostras e com os resultados calcula-se o coeficiente de variação (CV) que deve ser inferior a 10% para uma mistura adequada.

Quando se faz a medida de Coeficiente de Variação (CV%), está sendo medido o quanto os ingredientes estão uniformemente distribuídos na mistura.

Na Tabela 1 encontram-se as contagens de Tracer em cada amostra, nas batidas de Suplemento Mineral de Pronto Uso (1.800 kg).

Tabela 1 -. Contagem das amostras contaminadas com *Tracer* em misturas do Suplemento Mineral de Pronto Uso, durante o tempo de 3 minutos.

Amostras	Batida 2*	Batida 3*	Batida 4*	Batida 5*	Batida 6
	Tracer	Tracer	Tracer	Tracer	Tracer
1	126	134	122	122	0
2	132	120	138	135	2
3	121	124	116	135	1
4	142	131	119	132	0
5	132	118	114	124	0
6	124	134	123	138	1
7	133	142	129	122	0
8	139	120	115	133	1
9	142	132	121	139	2
10	130	132	125	122	1
MÉDIA	132,10	128,70	122,20	130,20	0,80
Desvio Padrão	7,26	7,80	7,25	6,96	0,63
CV	5,50%	6,06%	5,94%	5,34%	79,06%

*Amostras Contaminadas com *Tracer*.

Na Tabela 2 encontram-se as contagens de *Tracer* em cada amostra, nas batidas de Suplemento Mineral Proteico Energético de Pronto Uso (1.200 kg).

Tabela 2 - Contagem das amostras contaminadas com *Tracer* em misturas de Suplemento Mineral Proteico Energético de Pronto Uso durante 3 minutos.

Amostras	Batida 2*	Batida 3*	Batida 4*	Batida 5*	Batida 6
	Tracer	Tracer	Tracer	Tracer	Tracer
1	120	83	75	79	2
2	130	79	88	82	0
3	119	91	76	81	0
4	121	92	84	87	0
5	114	80	71	89	1
6	125	79	84	97	0
7	133	79	76	87	0
8	112	88	81	86	1
9	133	82	82	85	1
10	115	78	80	92	0
MÉDIA	122,20	83,10	79,70	86,50	0,50
Desvio Padrão	7,76	5,30	5,14	5,34	0,71
CV	6,35%	6,38%	6,45%	6,17%	141,42%

*Amostras Contaminadas com *Tracer*.

Na Tabela 3 encontram-se as contagens de *Tracer* em cada amostra, nas batidas de Suplemento Mineral para Mistura (1.875 kg).

Tabela 3 - Contagem das amostras contaminadas com *Tracer* em misturas de Suplemento Mineral para Mistura, durante o tempo de 3 minutos.

Amostras	Batida 2*	Batida 3*	Batida 4*	Batida 5*	Batida 6
	Tracer	Tracer	Tracer	Tracer	Tracer
1	98	107	93	103	0
2	111	96	95	104	1
3	96	101	85	100	1
4	105	97	83	92	0
5	107	95	86	95	0
6	113	108	103	100	0
7	103	95	101	98	1
8	101	92	98	91	0
9	98	111	102	92	0
10	99	98	94	91	1
MÉDIA	103,10	100,00	94,00	96,60	0,40
Desvio Padrão	5,80	6,48	7,29	5,04	0,52
CV	5,63%	6,48%	7,75%	5,21%	129,10%

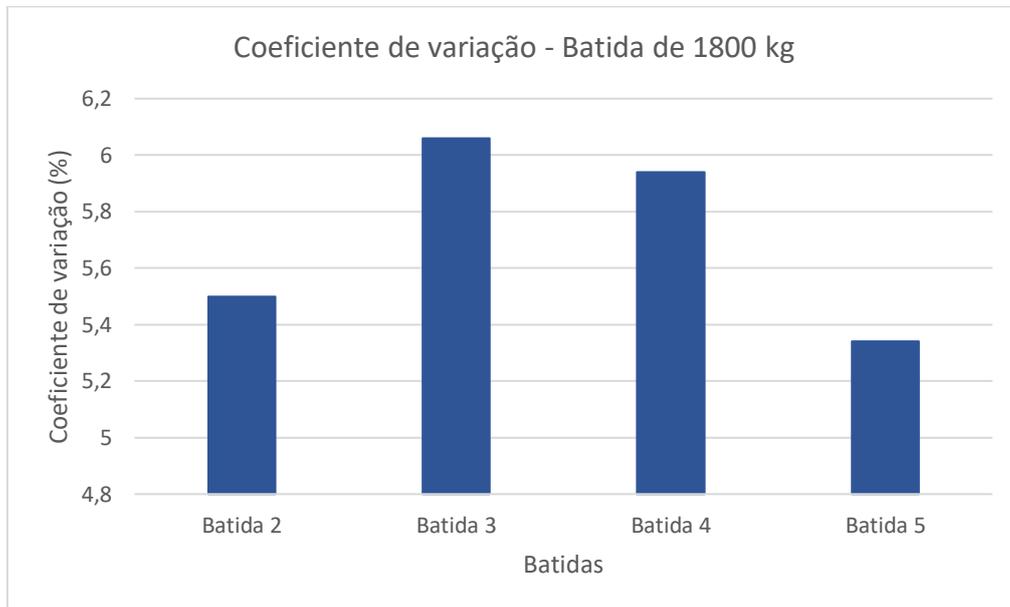
*Amostras Contaminadas com Tracer.

A Batida 6 não foi contaminada e coletada com a finalidade de demonstrar a quantidade de resíduo que passa de uma batida para outra sem a limpeza. Como pode-se observar nas Tabela 1, 2 e 3, os resultados das médias de todos os pontos encontrados foi igual a 128,30 para Suplemento Mineral de Pronto Uso, 92,87 para Suplemento Mineral Proteico Energético de Pronto Uso e 98,42 para Suplemento Mineral para Mistura.

Para se calcular a quantidade de resíduo que é transferido para a próxima batida, dividimos a média encontrada na batida 6 pela média de pontos encontrados nas batidas anteriores, obtemos um resultado de 0,62% para o Suplemento Mineral de Pronto Uso, 0,54% para Suplemento Mineral Proteico Energético de Pronto Uso e 0,41% para o Suplemento Mineral para Mistura de resíduo que é transferido entre uma batida e outra sem a limpeza.

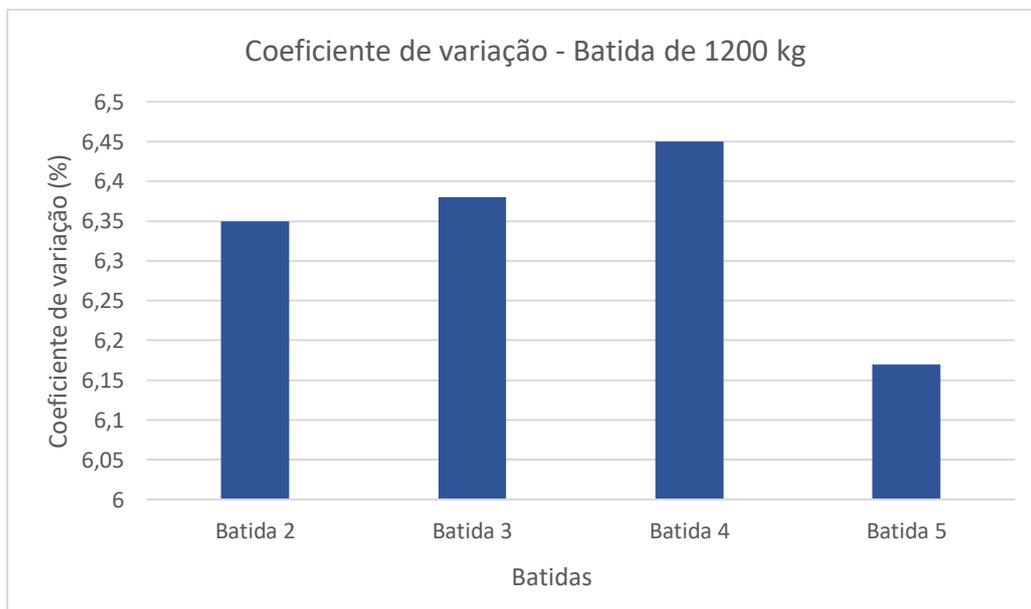
Observando as Figuras 42, 43 e 44, verifica-se que o CV encontrado nestas batidas atendeu as determinações da literatura, pois a média do CV observada para o Suplemento Mineral de Pronto Uso atingiu 5,71%, para o Suplemento Mineral Proteico Energético de Pronto Uso atingiu 6,34%, e no caso do Suplemento Mineral para Mistura o valor encontrado foi de 6,27%, ou seja, encontram-se abaixo de 10%. Pode-se afirmar que o misturador de PA (produto acabado) trabalha de forma eficiente, mostrando homogeneidade da mistura.

Figura 42 - Resultado do Coeficiente de Variação nas batidas contaminadas no Suplemento Mineral de Pronto Uso, durante o tempo de 3 minutos em misturador horizontal.



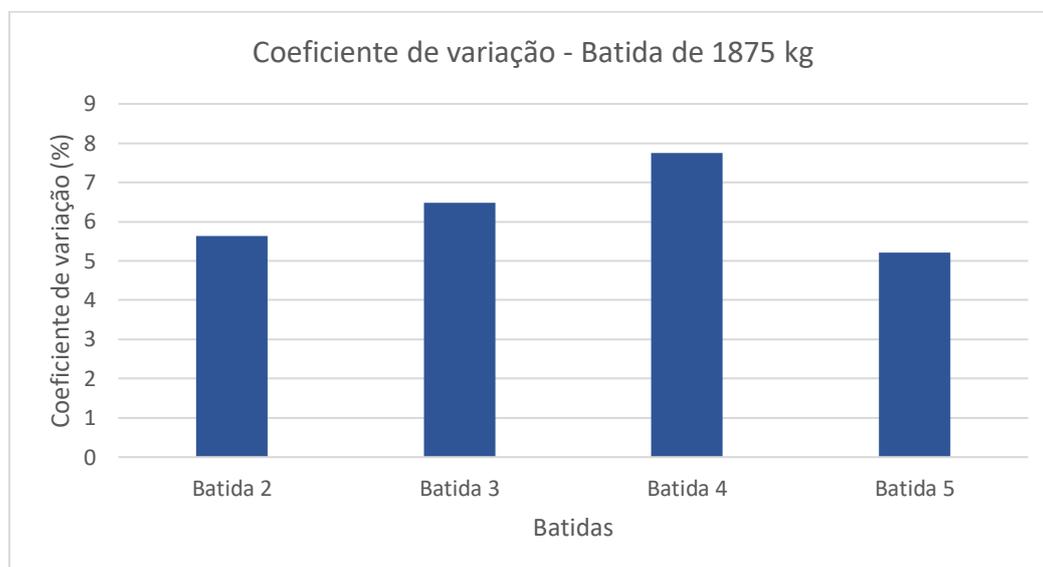
Fonte: Autor, 2022.

Figura 43 - Resultado do Coeficiente de Variação nas batidas contaminadas no Suplemento Mineral Proteico Energético de Pronto Uso, durante o tempo de 3 minutos em misturador horizontal.



Fonte: Autor, 2022.

Figura 44 - Resultado do Coeficiente de Variação nas batidas contaminadas no Suplemento Mineral para Mistura, durante o tempo de 3 minutos em misturador horizontal.



Fonte: Autor, 2022.

Segundo a Distribuição de Poisson o misturador encontra-se eficiente, pois o valor do Desvio Padrão em todas as batidas foi inferior a raiz quadrada das médias. Sendo assim, o tempo de 3 (três) minutos está ótimo para realizar misturas de 1.200, 1.800 e 1.875 kg em misturador Horizontal para o Suplemento Mineral Proteico Energético de Pronto Uso, Suplemento Mineral para Pronto Uso e Suplemento Mineral para Mistura.

As Batidas 7 e 8 nos testes de Produtos Acabados não são coletadas amostras, são realizadas apenas com o intuito de contaminar o sistema de produção para fazer a validação da limpeza (Batida 9). Segue abaixo as tabelas 4, 5 e 6 com os resultados do teste da limpeza no sistema.

Tabela 4 - Contagens das amostras do Suplemento Mineral de Pronto Uso contaminadas com *tracer* após a limpeza, para verificar sua eficiência.

Amostras	Batida 10	Batida 11	Batida 12	Batida 13	Batida 14	Batida 15	Batida 16
	Tracer						
1	0	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0	0	0	0
4	0	0	0	0	0	0	0
5	0	0	0	0	0	0	0
6	0	0	0	0	0	0	0
7	0	0	0	0	0	0	0
8	1	0	0	0	0	0	0
9	0	0	0	0	0	0	0
10	0	0	0	0	0	0	0

MÉDIA	0,10	0	0	0	0	0	0
Desvio Padrão	0,32	0	0	0	0	0	0

Tabela 5 - Contagens das amostras do Suplemento Mineral Proteico Energético de Pronto Uso contaminadas com *tracer* após a limpeza, para verificar sua eficiência.

Amostras	Batida 10	Batida 11	Batida 12	Batida 13	Batida 14	Batida 15	Batida 16
	Tracer						
1	0	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0	0	0	0
4	0	0	0	0	0	0	0
5	0	0	0	0	0	0	0
6	0	0	0	0	0	0	0
7	0	0	0	0	0	0	0
8	0	0	0	0	0	0	0
9	0	0	0	0	0	0	0
10	0	0	0	0	0	0	0
MÉDIA	0	0	0	0	0	0	0
Desvio Padrão	0	0	0	0	0	0	0

Tabela 6 - Contagens das amostras do Suplemento Mineral para Mistura contaminadas com *tracer* após a limpeza, para verificar sua eficiência.

Amostras	Batida 10	Batida 11	Batida 12	Batida 13	Batida 14	Batida 15	Batida 16
	Tracer						
1	0	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0	0	0	0
4	0	0	0	0	0	0	0
5	0	0	0	0	0	0	0
6	0	0	0	0	0	0	0
7	0	0	0	0	0	0	0
8	0	0	0	0	0	0	0
9	0	0	0	0	0	0	0
10	0	0	0	0	0	0	0
MÉDIA	0	0	0	0	0	0	0
Desvio Padrão	0	0	0	0	0	0	0

Após a Limpeza verificou-se alguns pontos para o misturador de PA, porém insignificantes quando comparado a uma mistura. Após a limpeza não se encontra nenhuma contaminação a partir da 2ª batida no misturador de PA para o Suplemento Mineral de Pronto Uso.

Já para a linha Suplemento Mineral Proteico Energético de Pronto Uso e Suplemento Mineral Proteico de Pronto Uso e para a linha de Suplemento Mineral para Mistura não foi identificado nenhuma contaminação.

Neste caso pode-se afirmar que não há contaminação cruzada de uma produção para outra e que há 100% de eficiência para o misturador de PA.

As análises de eficiência de mistura podem fornecer informações para prevenir ou detectar possíveis problemas que podem ocorrer no misturador, tais como irregularidade do tamanho das partículas do ingrediente alvo, incrustamento, desgaste ou quebra dos elementos de mistura, enchimento acima ou abaixo dos níveis recomendados, sequência de adição dos ingredientes e tempo de mistura inadequado (CLARK et al., 2007).

5 CONCLUSÃO

Dentro da indústria de suplementos para bovinos, o controle de qualidade é imprescindível para a obtenção de um produto acabado que atenda ao especificado, que esteja em conformidade com os requisitos estabelecidos e que apresente excelente nível de qualidade. Deve ser realizado com uma frequência adequada de monitorização mesmo que não haja exigência de legislação para todos os parâmetros.

A realização de análises laboratoriais na indústria é de suma importância, tanto nas matérias-primas quanto nos produtos acabados, pois são utilizadas como medidas preventivas e de controle e sinalizam a necessidade de correções e ações corretivas. Este monitoramento é essencial no fornecimento de dados reais para controlar a qualidade dos produtos, auxiliando na verificação do atendimento aos parâmetros e níveis exigidos pela legislação, pelos clientes ou pela própria empresa.

A empresa possui um eficiente controle de qualidade, resultando em um produto acabado em conformidade com as especificações e reduzindo a frequência de erros através da monitorização das matérias-primas. Alguns parâmetros são analisados em laboratório terceirizado e algumas matérias-primas não são analisadas na empresa devido à classificação dos fornecedores, que permite confiabilidade para se considerar os níveis de garantia dos laudos fornecidos pelos mesmos, reduzindo assim custos com análises.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AFFONSO, Christianne de Vasconcelos; SONATI, Jaqueline Girnos. Segurança alimentar. In: VILARTA, Roberto *et al* (org.). **Alimentação Saudável, Atividade Física e Qualidade de Vida**. Campinas: Ipes Editorial, 2007. Cap. 3. p. 19-26. Disponível em: https://www.fef.unicamp.br/fef/sites/uploads/deafa/qvaf/alimen_saudavel_cap3.pdf. Acesso em: 02 abr. 2022.

ALBANI, ANA PAULA DUARTE. **Impacto da umidade do farelo de soja no resultado final da proteína bruta**. 2018. 99 f. Monografia (Especialização em Engenharia de Produção) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Ponta Grossa, 2018.

ALMEIDA, Gabriel Henrique Oliveira. **Utilização de blocos multinutricionais em diferentes sistemas de produção para cordeiros no semiárido brasileiro**. Areia - PB, 2019. Tese de Doutorado (Zootecnia) - Universidade Federal da Paraíba (UFPB). Disponível em: <https://repositorio.ufpb.br/jspui/bitstream/123456789/16031/1/TZ138.pdf>. Acesso em: 3 mai. 2022.

ALVARENGA, André Luis Bonnet ; TOLEDO, José Carlos de . **Análise de Perigos e Pontos Críticos de Controle (APPCC) como sistema para garantia da qualidade e segurança de alimentos**: estudo de caso em uma pequena empresa processadora de bebidas. Grupo de Estudo e Pesquisa em Qualidade (GEPEC). São Carlos, 2007. 24 p. Disponível em: <http://www.gepeq.dep.ufscar.br/wp-content/arquivos/Artigo%20PGQ%20APPCC%20mod%20dez%202007.pdf>. Acesso em: 27 mar. 2022.

ANDRADE, S.A.C.; CASTRO. S.B. Engenharia e tecnologia açucareira. Pernambuco: Departamento de Engenharia Química CTG – UFPE, 2006.
APOLINÁRIO, Joelma Maria dos Santos da Silva. **Práticas laboratoriais**: das análises clínicas ao biodiagnóstico. Campina Grande: Editora Amplla, 2021. 233 p. Disponível em: <https://ampllaeditora.com.br/books/2021/07/Praticas-Laboratoriais.pdf>. Acesso em: 31 mar. 2022.

BARUSELLI, Marcos Sampaio. **Histórico da suplementação mineral de bovinos de corte e de Leite no Brasil**. Associação Brasileira das indústrias de Suplementos Minerais (ASBRAM). São Paulo, c2018. Disponível em: <https://asbram.org.br/wp4/nossa-historia/>. Acesso em: 18 mar. 2022.

BECKER, João Luiz. **Estatística Básica**: Transformando Dados em Informação. Porto Alegre: Bookman Editora, f. 251, 2015. 502 p.

BERTEL. **Manual de instruções**: agitador de peneiras eletromagnético nº4933. Caieiras, 2015.

BÉRTOLI, Cláudia Damo. **Nutrição animal aplicada e alimentação dos animais domésticos**. Camboriú: Instituto Federal Catarinense, 2010. 10p. (Apostila). Disponível em: <https://xdocs.com.br/doc/nutricao-apostila-com-tabelas-loxxkrqm33ox>. Acesso em: 21 mar. 2022.

BEUS, Fabiana Camargo. **Vivência numa Fábrica de Rações para Alimentação Animal**. 2017. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Zootecnia) - Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2017. Disponível em: <https://lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/179719/001060198.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 24 mar. 2022.

BRASIL. Decreto nº 6296, de 11 de dezembro de 2007. Estabelece as normas gerais sobre inspeção e fiscalização da produção, do comércio e do uso de produtos destinados à alimentação animal. Brasília, DF: Diário Oficial da União, 18 dez. 2007b. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2007/decreto/d6296.htm. Acesso em: 22 mar. 2022.

BRASIL. Instrução Normativa nº 03, de 25 de janeiro de 2021. Estabelece os ingredientes e aditivos autorizados para uso na alimentação animal e dá outras providências. 18. ed. Brasília, DF: Diário Oficial da União, 27 jan. 2021. Seção 1, p. 10. Disponível em: <https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/instrucao-normativa-mapa-n-3-de-25-de-janeiro-de-2021-300362840>. Acesso em: 23 mar. 2022.

BRASIL. Instrução Normativa nº 110, de 24 de novembro de 2020. Publica a lista de matérias-primas aprovadas como ingredientes, aditivos e veículos para uso na alimentação animal. 235. ed. Brasília, DF: Diário Oficial da União, 09 dez. 2020b. Seção 1, p. 8. Disponível em: <https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/instrucao-normativa-no-110-de-24-de-novembro-de-2020-293187474>. Acesso em: 23 mar. 2022.

BRASIL. Instrução Normativa nº 17, de 07 de abril de 2008. Proibir em todo o território nacional a fabricação, na mesma planta, de produtos destinados à alimentação de ruminantes e de não ruminantes. Brasília, DF: Diário Oficial da União, 08 abr. 2008. Seção 1. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/insumos-agropecuarios/insumos-pecuarios/alimentacao-animal/arquivos-alimentacao-animal/legislacao/instrucao-normativa-no-17-de-7-de-abril-de-2008.pdf>. Acesso em: 22 mar. 2022.

BRASIL. Instrução Normativa nº 22, de 02 de junho de 2009. Regulamenta a embalagem, rotulagem e propaganda dos produtos destinados à alimentação animal. Brasília, DF: Diário Oficial da União, 04 jun. 2009b. Seção 1. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/insumos-agropecuarios/insumos-pecuarios/alimentacao-animal/arquivos-alimentacao-animal/legislacao/instrucao-normativa-no-22-de-2-de-junho-de-2009.pdf>. Acesso em: 22 mar. 2022.

BRASIL. Instrução Normativa nº 51, de 03 de agosto de 2020. Estabelece os critérios e procedimentos para a fabricação, fracionamento, importação e comercialização dos produtos dispensados de registro para uso na alimentação animal. . 149. ed. Brasília, DF: Diário Oficial da União, 05 ago. 2020a. Seção 1, p. 26. Disponível em: <https://in.gov.br/en/web/dou/-/instrucao-normativa-n-51-de-3-de-agosto-de-2020-270471891>. Acesso em: 23 mar. 2022.

BRASIL. Instrução Normativa nº 65, de 21 de novembro de 2006. Aprova o regulamento técnico sobre os procedimentos para a fabricação e o emprego de rações, suplementos, premixes, núcleos ou concentrados com medicamentos para os animais de produção. Brasília, DF: Diário Oficial da União, 24 nov. 2006. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/insumos-agropecuarios/insumos-pecuarios/alimentacao-animal/arquivos->

alimentacao-animal/legislacao/INSTRUONORMATIVAN65.2006.pdf. Acesso em: 22 mar. 2022.

BRASIL. Instrução Normativa nº 8, de 25 de março de 2004. Proíbe em todo o território nacional a produção, a comercialização e a utilização de produtos destinados à alimentação de ruminantes que contenham em sua composição proteínas e gorduras de origem animal. . Brasília, DF: Diário Oficial da União, 26 mar. 2004a. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/insumos-agropecuarios/insumos-pecuarios/alimentacao-animal/arquivos-alimentacao-animal/legislacao/instrucao-normativa-no-8-de-25-de-marco-de-2004.pdf>. Acesso em: 22 mar. 2022.

BRASIL. Lei nº 6198, de 26 de dezembro de 1974. Dispõe sobre a inspeção e a fiscalização obrigatórias dos produtos destinados à alimentação animal e dá outras providências. Brasília, DF: Diário Oficial da União, 27 dez. 1974. Disponível em: <http://sistemasweb.agricultura.gov.br/sislegis/action/detalhaAto.do?method=visualizarAtoPortalMapa&chave=1374519258>. Acesso em: 22 mar. 2022.

BRASIL. Resolução de Diretoria Colegiada - Rdc nº 275, de 21 de outubro de 2002. Dispõe sobre o Regulamento Técnico de Procedimentos Operacionais Padronizados aplicados aos Estabelecimentos Produtores/Industrializadores de Alimentos e a Lista de Verificação das Boas Práticas de Fabricação em Estabelecimentos Produtores/Industrializadores de Alimentos. Brasília, DF: Diário Oficial da União, 06 nov. 2002. n. 215. Disponível em: <https://bibliodigital.unijui.edu.br:8443/xmlui/bitstream/handle/123456789/5938/Resolu.pdf?squence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 24 mar. 2022.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA). Portaria nº 46, de 10 de fevereiro de 1998. Instituir o Sistema de Análise de Perigos e Pontos Críticos de Controle – APPCC a ser implantado, gradativamente nas indústrias de produtos de origem animal sob o regime do Serviço de Inspeção Federal – SIF, de acordo com o Manual Genérico de Procedimentos. Brasília, DF: **Diário Oficial da União**, 16 mar. 1998, p. 32. Disponível em: <https://wp.ufpel.edu.br/inspleite/files/2020/11/Portaria-n46-de-10-de-Fevereiro-de-1998-APPCC.pdf>. Acesso em: 27 mar. 2022.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 4, de 22 de fevereiro de 2007. Aprova o 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: Seção 1: Brasília, DF, 1 mar. 2007a. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/insumos-agropecuarios/insumos-pecuarios/alimentacao-animal/arquivos-alimentacao-animal/InstruoNormativa04.2007.pdf>. Acesso em: 18 mar. 2022.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 13, de 29 de novembro de 2004. Aprova o regulamento técnico sobre aditivos para produtos destinados à alimentação animal. Diário Oficial da União: Brasília, DF, 1 dez. 2004c. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/insumos-agropecuarios/insumos-pecuarios/alimentacao-animal/arquivos-alimentacao-animal/legislacao/instrucao-normativa-no-13-de-30-de-novembro-de-2004.pdf/view>. Acesso em: 18 mar. 2022.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 15, de 25 de maio de 2009. Dispõe acerca dos procedimentos para registro de estabelecimentos e dos produtos destinados à alimentação animal. Diário Oficial da União: Seção 1: Brasília, DF, 28 mai. 2009a. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/insumos-agropecuarios/insumos-pecuarios/alimentacao-animal/arquivos-alimentacao-animal/legislacao/instrucao-normativa-no-15-de-26-de-maio-de-2009.pdf>. Acesso em: 19 mar. 2022.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução normativa nº 12, de 29 de novembro de 2004. Aprovar o regulamento técnico sobre fixação de parâmetros e das características mínimas dos suplementos destinados a bovinos. Diário Oficial da União: Brasília, DF, 2 dez. 2004b. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/insumos-agropecuarios/insumos-pecuarios/alimentacao-animal/arquivos-alimentacao-animal/legislacao/instrucao-normativa-no-12-de-30-de-novembro-de-2004.pdf>. Acesso em: 19 mar. 2022.

BRQUALITY. **A importância das análises laboratoriais na indústria de alimentos.** BRQuality Consultoria. Juiz de Fora, 2021. Disponível em: <https://brqualityconsultoria.com.br/a-importancia-das-analises-laboratoriais-na-industria-de-alimentos/#> Acesso em: 1 abr. 2022.

CAMPOS, Arlindo Anastácio de; OLIVEIRA, Bianca Paula de. **Análise comparativa de métodos para determinação de distribuição granulométrica em ferroligas:** peneiramento e análise de imagens. 2018. 55 f. Monografia (Bacharel em Engenharia Química) - Universidade de Uberaba, Uberaba, 2018. Disponível em: https://repositorio.uniube.br/bitstream/123456789/1088/1/AnA_lise_Comparativa_de_MA_to dos_para_determinaA_A_o_de_DistribuiA_A_o_GranulomA_trica_em_ferroliga_Peneiramento_e_AnA_lise_de_Imagem_.pdf. Acesso em: 01 abr. 2022.

CARVALHO, Tauunay Kendelcé Freitas. **Boas Práticas de Fabricação de ração na agropecuária Jataí Comércio Indústria & Transporte de produtos agropecuários LTDA.** Jataí: Universidade Federal de Goiás, 2013. 34 p. 34 f. Disponível em: https://files.cercomp.ufg.br/weby/up/186/o/BOAS_PR%C3%81TICAS_DE_FABRICA%C3%87%C3%83O_DE_RA%C3%87%C3%83O.pdf. Acesso em: 24 mar. 2022.

CECCHI, Heloisa Máscia. **Fundamentos Teóricos E Práticos Em Análise De Alimentos.** 2. ed. São Paulo: Scielo – Editora da Unicamp, 2003. 206 p.

DALCHIAVON, Roselaine; FRIEDRICH, Maria Tereza. Importância das análises físico-químicas na indústria de alimentos. *In:* VII SIMPÓSIO DE ALIMENTOS PARA A REGIÃO SUL, n. 7. 2011, Passo Fundo: Universidade de Passo Fundo, 2011. 11 p. Disponível em: https://www.upf.br/_uploads/Conteudo/simposio-sial-anais/2011/ciencia/031.pdf. Acesso em: 2 abr. 2022.

DALE, N. Evaluación de Mezcladoras. Indústria Avícola. Março.1998 p 48-49. Embrapa, **A importância da granulometria, da mistura e da peletização da ração avícola.** Disponível em: <http://www.cnpsa.embrapa.br>. Acesso em: 30 out. 2022.

DIAS, Ellen Caroline. **APPCC como ferramenta da qualidade na indústria de alimentos.** 2014. 60 f. Monografia (Especialização em Engenharia de Produção) - Diretoria de Pesquisa e

Pós-Graduação, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Ponta Grossa, 2014. Disponível em: https://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/23270/3/PG_CEEP_2014_1_07.pdf. Acesso em: 25 mar. 2022.

DOMINGUES, Lidiane Priscila. **Controle de qualidade na fabricação de suplementos para nutrição animal**: estudo de caso na empresa Quimtia S/A. 2013. 69 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Zootecnia) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2013. Disponível em: <http://www.agrarias.ufpr.br/portal/zootecnia/wp-content/uploads/sites/13/2016/10/32.pdf>. Acesso em: 24 mar. 2022.

EMBRAPA. **Suplementação Mineral Racional**. Embrapa. Campo Grande, 1995. Disponível em: <https://old.cnpgc.embrapa.br/publicacoes/divulga/GCD13.html>. Acesso em: 15 mar. 2022.

GARSKE, Raquel Pischke. **Determinação rápida e direta de acidez de alimentos semi-sólidos através de entalpietria no infravermelho**. 2018. 47 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia de Alimentos) - Instituto de Ciência e Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2018. Disponível em: <https://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/189124/001086654.pdf?isAllowed=y&sequence=1>. Acesso em: 01 abr. 2022.

GEHAKA. **Manual de instruções**: Analisador de umidade por infravermelho IV2500. Versão: 1.07.002. São Paulo, 2015.

GOLDEMBERG, J. The ethanol program in Brazil. 2006. Environ. Res. Lett. 1. Disponível em: <https://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.471.5314>. Acesso em: 15 out. 2022.

LIMA, G.M.M; NONES, K. **Determinação do tempo ótimo de Mistura de um Misturador de Ração**. Instrução Técnica para o Suinocultor. Embrapa Suínos e Aves. Nº5 1997.

LOUZADA, Paula. **Gestão da qualidade, controle da qualidade ou garantia de qualidade?**. FM2S Educação e consultoria. Campinas, 2021. Disponível em: <https://www.fm2s.com.br/gestao-da-qualidade-controle-de-qualidade-ou-garantia-de-qualidade/>. Acesso em: 30 mar. 2022.

MAPA. **Alimentação Animal**. Gov.br. 2022. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/insumos-agropecuarios/insumos-pecuarios/alimentacao-animal/alimentacao-animal-1#>. Acesso em: 23 mar. 2022.

MCDOWELL, Lee Russell. **Minerais para ruminantes sob pastejo em regiões tropicais, enfatizando o Brasil - 1999**. University of Florida Press, f. 46, 1999. 92 p.

MORAES, Sheila da Silva. **Principais Deficiências Minerais em Bovinos de Corte**. Embrapa Gado de Corte. Campo Grande, 2001. 27 p. Disponível em: https://old.cnpgc.embrapa.br/publicacoes/doc/doc_pdf/DOC112.pdf. ISSN 1517-3747 Acesso em: 3 set. 2022.

NOGUEIRA, Sirley de Lurdes. **Produção de ração para animais não ruminantes na Paprações**. 2018. 50 f. Trabalho de conclusão de curso (Bacharelado em Zootecnia) - Universidade Federal do Mato Grosso, Cuiabá, 2018. Disponível em:

https://bdm.ufmt.br/bitstream/1/121/1/TCC_2018_Sirley%20de%20Lurdes%20Nogueira.pdf. Acesso em: 24 mar. 2022.

OLIVEIRA, Aline Roberta Paula; BORGES, Wesley da Silva. Avaliação da importância do controle de qualidade na produção de ração animal extrusada: um estudo de caso. **Getec – Gestão, Tecnologia e Ciências**, [s. l.], v. 7, n. 15, p. 81-88, 2018. Disponível em: [file:///C:/Users/User/Downloads/1172-4637-1-PB%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/User/Downloads/1172-4637-1-PB%20(1).pdf). Acesso em: 21 mar. 2022.

OLIVEIRA, Polyana Furtado de. **Relatório de Estágio Curricular Obrigatório Realizado na Paraíso Nutrição Animal Ltda.**: Boas Práticas de Fabricação na fábrica de ração. Jataí: Universidade Federal de Goiás, 2011. 30 p. Disponível em: https://files.cercomp.ufg.br/weby/up/186/o/Polyana_Furtado_de_Oliveira.pdf. Acesso em: 27 mar. 2022.

PEIXOTO, Paulo Vargas *et al.* Princípios de suplementação mineral em ruminantes. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, [S.L.], v. 25, n. 3, p. 195-200, set. 2005. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/pvb/a/LPqChGtqhnmPTkb7ckgsJsf/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 21 mar. 2022.

PEREIRA, Luciane Forlin. **Segurança e qualidade na inspeção de matérias-primas em fábrica de alimentos para ruminantes**. 2008. 52 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Medicina Veterinária) - Universidade Federal de Goiás, Campus Jataí, Jataí, 2008. Disponível em: <https://files.cercomp.ufg.br/weby/up/178/o/Luciane%20Forlin%20Pereira.pdf>. Acesso em: 31 mar. 2022.

PIMENTA, Ester Dias. **Controle de qualidade em fábrica de ração animal**. 2019. 26 p. Monografia (Curso de Bacharelado em Zootecnia). Instituto de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano – Campus Rio Verde, Rio Verde, GO, 2019.

PREGNOLATTO, Waldomito; PASCUET, Neus Sadocco. **Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz**. v. 1: Métodos químicos e físicos para análise de alimentos. 3. ed. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz. IMESP, 1985b. p. 21.

PREGNOLATTO, Waldomito; PASCUET, Neus Sadocco. **Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz**. v. 1: Métodos químicos e físicos para análise de alimentos, 3. ed. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz. IMESP, 1985a. p. 27.

QUISTE, Flávia Andressa da Silva. **Processo produtivo da fábrica de ração e controle de qualidade**, 2019. 23 p. Trabalho de curso (Curso de Bacharelado em Zootecnia). Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano – Campus Rio Verde, Rio Verde, GO, 2019.

SANTOS, Antonio Oliveira *et al.* **Guia de elaboração do Plano APPCC**. SENAC. Rio de Janeiro, 2002. 305 p. Disponível em: <https://www.docsity.com/pt/28748137-guia-de-elaboracao-do-plano-appcc-1/4819004/>. Acesso em: 27 mar. 2022.

SILVA, Ercília Libório da. **Suplementação mineral para bovinos de corte**. Colinas do Tocantins, 2019. 30 p Trabalho de Conclusão de Curso (Pós-Graduação em Agropecuária Sustentável) - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Tocantins. Disponível

em: <http://www.ifto.edu.br/colinas/campus-colinas/ensino/biblioteca/acervo/trabalhos-de-conclusao-de-curso/especializacao-em-agropecuaria-sustentavel/2019/ercilia-liborio-da-silva.pdf>. Acesso em: 20 mar. 2022.

SILVEIRA, Cristiano Bertulucci. **Phmetro**: Instrumento de Medição de Acidez. Citisystems. Sorocaba, 2018. Disponível em: <https://www.citisystems.com.br/phmetro/>. Acesso em: 1 abr. 2022.

SINDIRAÇÕES divulga o resultado do primeiro semestre do setor de Alimentação Animal : Período de janeiro a junho de 2021 registra estimativa de 39 milhões de toneladas produzidas e mantém o ritmo de crescimento de 5,2% registrado no ano anterior. **Avicultura Industrial**. [S.L.], 2021. Disponível em: <https://www.aviculturaindustrial.com.br/imprensa/sindiracoes-divulga-o-resultado-do-primeiro-semester-do-setor-de-alimentacao/20210825-153912-v942>. Acesso em: 28 mar. 2022.

SINDIRAÇÕES. **Sindirações anuncia o balanço do setor de alimentação animal em 2021**. Sindicato Nacional da Indústria de Alimentação Animal. São Paulo, 2021. Disponível em: <https://sindiracoes.org.br/sindiracoes-anuncia-o-balanco-do-setor-de-alimentacao-animal-em-2021/#>. Acesso em: 23 mar. 2022.

SOARES, Sarah Damiani. **Características físicas e físico-químicas da ureia revestida para ruminantes**. 2014. 45p. Trabalho de Conclusão de Curso (Engenharia Agrônômica) - Universidade de Brasília, Brasília, 2014. Disponível em: https://bdm.unb.br/bitstream/10483/10256/1/2014_SarahDamianiSoares.pdf. Acesso em: 21 abr. 2022.

SOUZA, Maria Helena L.; ELIAS, Decio O.. **Fundamentos da Circulação Extracorpórea**. 2. ed. Rio de Janeiro: Centro Editorial Alfa Rio, 2006. 809 p.

TELES, Egberto Lucena, VARTANIAN, Grigor Haig. Sistemas de Informações e a Controladoria. Brasília: Revista Brasileira de Contabilidade, n 112, jul/ago 1998.

VALVERDE, Michelle. Produção de ração e sal animal do País tem alta estimada em 4,5%. **Diário do Comércio**. Belo Horizonte, ano 2022, 5 jan. 2022. Agronegócio. Disponível em: <https://diariodocomercio.com.br/agronegocio/producao-de-racao-e-sal-animal-do-pais-tem-alta-estimada-em-45/#>. Acesso em: 29 mar. 2022.

VENDA de suplementos minerais cresce 6,6% em 2021 e alcança 2,55 milhões de toneladas: Total de animais suplementados também evoluiu e quebrou o recorde dos últimos cinco anos: 68,3 milhões de animais, aumento de 5,6%. Total de animais suplementados também evoluiu e quebrou o recorde dos últimos cinco anos: 68,3 milhões de animais, aumento de 5,6%. **O Presente Rural**. [S.L.]. 23 fev. 2022. Disponível em: <https://opresenterural.com.br/venda-de-suplementos-minerais-cresce-66-em-2021-e-alcanca-255-milhoes-de-toneladas/>. Acesso em: 28 mar. 2022.

ZANOTTO, D. L.; BELLAVER, C. Método de determinação da granulometria de ingredientes para uso em rações de suínos e aves. Concórdia: EMBRAPA-CNPSA, 1996. 5 p. (EMBRAPA-CNPSA. Comunicado Técnico n. 215). Disponível em:

<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/433741/1/CUsersPiazzonDocuments215.pdf>. Acesso em: 28 mar. 2022.

ZENEBON, Odair; PASCUET, Neus Sadocco; TIGLEA, Paulo. **Métodos físico-químicos para análise de alimentos**. 4. ed. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 2008. 1020 p.

APÊNDICE A - TABELA DE DADOS DAS DETERMINAÇÕES DE UMIDADE

Produto	Lote	Amostra 1	Amostra 2	Amostra 3	Média ± σ	CV
Sal Comum	22/2022	2,94	2,87	2,73	2,85 ± 0,11	3,76
Sal Comum - repetição 1	22/2022	2,59	2,73	2,65	2,66 ± 0,07	2,63
Sal Comum - repetição 2	22/2022	2,43	2,5	2,47	2,47 ± 0,04	1,62
Sal Comum	24/2022	2,52	2,43	2,66	2,54 ± 0,12	4,57
Sal Comum - repetição 1	24/2022	2,39	2,45	2,30	2,38 ± 0,08	3,36
Sal Comum	26/2022	2,87	2,66	2,83	2,79 ± 0,11	4,00
Sal Comum - repetição 1	26/2022	2,53	2,69	2,61	2,61 ± 0,08	3,07
Sal Comum - repetição 2	26/2022	2,37	2,57	2,49	2,48 ± 0,10	4,03
Sal Comum	18/2022	3,43	3,4	3,21	3,35 ± 0,12	3,56
Sal Comum - repetição 1	18/2022	1,79	1,82	1,6	1,74 ± 0,12	6,87
Sal Comum	27/2022	1,89	1,89	1,84	1,87 ± 0,03	1,54
Sal Comum	28/2022	2,25	2,28	2,25	2,26 ± 0,02	0,77
Sal Comum	278/22	3,65	3,73	3,5	3,63 ± 0,12	3,22
Sal Comum - repetição 1	278/22	2,88	2,96	2,78	2,87 ± 0,09	3,14
Sal Comum - repetição 2	278/22	1,47	1,52	1,54	1,51 ± 0,04	2,39
Sal Comum	10/2022	3,31	3,4	3,11	3,27 ± 0,15	4,53
Sal Comum - repetição 1	10/2022	2,52	2,39	2,53	2,48 ± 0,08	3,15
Sal Comum	03/22-2	3,52	3,58	3,51	3,54 ± 0,04	1,07
Sal Comum - repetição 1	03/22-2	3,35	3,41	3,64	3,47 ± 0,15	4,42
Sal Comum - repetição 2	03/22-2	3,25	3,28	3,30	3,28 ± 0,13	0,77
Sal Comum - repetição 3	03/22-2	2,55	2,42	2,62	2,47 ± 0,05	4,01
Sal Comum	10/2022-2	2,96	2,92	3,27	3,05 ± 0,19	6,28
Sal Comum - repetição 1	10/2022-2	2,47	2,52	2,41	2,47 ± 0,06	2,23
Sal Comum	03/2022	4,46	4,73	4,61	4,6 ± 0,14	3,04
Sal Comum - repetição 1	03/2022	3,91	3,92	4,06	3,96 ± 0,08	2,04
Sal Comum - repetição 2	03/2022	3,61	3,65	3,62	3,63 ± 0,02	0,55
Sal Comum - repetição 3	03/2022	2,35	2,37	2,13	2,28 ± 0,13	5,70
Sal Comum	0943/2022	3,53	3,89	3,81	3,74 ± 0,19	5,05
Sal Comum - repetição 1	0943/2022	3,07	2,99	2,96	3,01 ± 0,06	1,99
Sal Comum - repetição 2	0943/2022	2,38	2,54	2,48	2,47 ± 0,08	3,24
Sal Comum	0944/2022	3,81	3,6	3,38	3,60 ± 0,22	5,98
Sal Comum - repetição 1	0944/2022	2,27	2,18	2,20	2,22 ± 0,05	2,13
Sal Comum	0945/2022	2,54	2,48	2,58	2,53 ± 0,05	1,99
Sal Comum - repetição 1	0945/2022	2,36	2,52	2,41	2,43 ± 0,08	3,29
Fosfato Bicalcico 19,5%	31012022-2	5,54	5,56	5,49	5,43 ± 0,04	0,28
Fosfato Bicalcico 19,5%	07032022	5,21	5,26	5,09	5,19 ± 0,09	1,68
Fosfato Bicalcico 19,5%	23042022	5,39	5,45	5,47	5,44 ± 0,04	0,77
Fosfato Bicalcico 19,5%	24042022	5,21	5,13	5,24	5,19 ± 0,06	1,09
Fosfato Bicalcico 19,5%	03042022	5,39	5,37	5,49	5,42 ± 0,06	1,19
Farelo de Algodão	14032022A	8,93	9,11	9,07	9,04 ± 0,09	1,05
Farelo de Algodão	3032022TB	8,74	8,93	8,93	8,87 ± 0,11	1,24
Farelo de Algodão	21032022B	8,14	8,36	8,25	8,25 ± 0,11	1,33
Farelo de Algodão	23422TA	8,42	8,44	8,64	8,50 ± 0,12	1,43
Produto	Lote	Amostra 1	Amostra 2	Amostra 3	Média ± σ	CV
Farelo de Algodão	05042022TB	8,75	8,89	8,72	8,79 ± 0,09	1,03

Farelo de Amendoim	2022030502	7,68	7,62	7,57	7,62 ± 0,06	0,72
Farelo de soja	09022022	9,57	9,97	9,88	9,81 ± 0,21	2,14
Calcário calcítico	2622-2801	0,86	0,92	0,7	0,83 ± 0,11	13,76
Calcário calcítico	2222-2801	0,99	0,74	0,88	0,87 ± 0,13	14,40

APÊNDICE B - TABELA DE DADOS DAS DETERMINAÇÕES DO BRUX

Produto	Lote	Amostra 1	Amostra 2	Amostra 3	Média ± σ	CV
Melaço de Cana	01/02/2022	78,5	78,5	78,5	78,5 ± 0	0
Melaço de Cana	01/03/2022	79	79	79	79 ± 0	0
Melaço de Cana	01/04/2022	78,9	78,8	78,8	78,8 ± 0,06	0,07

APÊNDICE C - TABELA DE DADOS DAS DETERMINAÇÕES DO PH

Produto	Lote	Amostra 1	Amostra 2	Amostra 3	Média ± σ	CV
Melaço de Cana	01/02/2022	5,35	5,35	5,35	5,35 ± 0	0
Melaço de Cana	01/03/2022	5,47	5,48	5,47	5,47 ± 0,006	0,11
Melaço de Cana	01/04/2022	5,32	5,32	5,32	5,32 ± 0	0

APÊNDICE D - TERMO DE AUTORIZAÇÃO DE PUBLICAÇÃO DE PRODUÇÃO ACADÊMICA



PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DE GOIÁS
GABINETE DO REITOR

Av. Universitária, 1.085 • Setor Universitário
Cidade Postal: 85 • CEP: 74005-010
Goiânia • Goiás • Brasil
Fone: (62) 3441-1000
www.pucgoias.edu.br • reitoria@pucgoias.edu.br

RESOLUÇÃO nº 038/2020 – CEPE

ANEXO I

APÊNDICE ao TCC

Termo de autorização de publicação de produção acadêmica

O(A) estudante Júlia Brito de Castro, do Curso de Engenharia de alimentos, matrícula 2018.1.0029.0179-1, telefone: (62)99388-9339, e-mail juliabritoc9@gmail.com, na qualidade de titular dos direitos autorais, em consonância com a Lei nº 9.610/98 (Lei dos Direitos do Autor), autoriza a Pontifícia Universidade Católica de Goiás (PUC Goiás) a disponibilizar o Trabalho de Conclusão de Curso intitulado Controle de qualidade em uma indústria de suplementação mineral de bovinos, gratuitamente, sem ressarcimento dos direitos autorais, por 5 (cinco) anos, conforme permissões do documento, em meio eletrônico, na rede mundial de computadores, no formato especificado (Texto(PDF); Imagem (GIF ou JPEG); Som (WAVE, MPEG, AIFF, SND); Video (MPEG, MWV, AVI, QT); outros, específicos da área; para fins de leitura e/ou impressão pela internet, a título de divulgação da produção científica gerada nos cursos de graduação da PUC Goiás.

Goiânia, 21 de setembro de 2022.

Assinatura do autor: Júlia Brito de Castro

Nome completo do autor: Júlia Brito de Castro

Assinatura do professor-orientador: 

Nome completo do professor-orientador: Maria Isabel Dantas de Siqueira