Universidade de Évora - Escola de Ciências e Tecnologia

Mestrado em Engenharia Zootécnica

Relatório de Estágio

Fabrico e utilização de dietas completas para ruminantes: o caso da Cooperativa de produtores da Arborea, Sardenha

Francisco Marques Júdice Halpern

Orientador(es) | Maria Isabel Ferraz de Oliveira
Antonello Cannas
Raffaela Sardo

Évora 2025

Universidade de Évora - Escola de Ciências e Tecnologia

Mestrado em Engenharia Zootécnica

Relatório de Estágio

Fabrico e utilização de dietas completas para ruminantes: o caso da Cooperativa de produtores da Arborea, Sardenha

Francisco Marques Júdice Halpern

Orientador(es) | Maria Isabel Ferraz de Oliveira
Antonello Cannas
Raffaela Sardo

Évora 2025

O relatório de estágio foi objeto de apreciação e discussão pública pelo seguinte júri nomeado pelo Diretor da Escola de Ciências e Tecnologia:

Presidente	Fernando Paulo Marques (Universidade de Évora)
Vogais	Elvira Sales-Baptista (Universidade de Évora) (Arguente) Maria Isabel Ferraz de Oliveira (Universidade de Évora) (Orientador)

Évora 2025

AGRADECIMENTOS

Há coisas na vida que não se explicam, e esta é uma delas: desde sempre tive o desejo de viver uma experiência académica internacional. Quando comecei a procurar uma universidade em Portugal para continuar os meus estudos em Engenharia Zootécnica, descobri que a Universidade de Évora oferecia um mestrado com dupla titulação em parceria com a Universidade de Sassari. Naquele momento, pensei: "É exatamente isso que estou à procura!". Decidi lançar-me nessa oportunidade, sem grandes expectativas, e, curiosamente, nem cheguei a pesquisar onde ficava Sassari. Felizmente, naquele período, logo após a pandemia de Covid-19, consegui encontrar um voo direto de Lisboa a Alghero por apenas 25€. Hoje, lamentavelmente, é difícil encontrar voos tão acessíveis entre Portugal e a Sardenha.

Quando cheguei a Sassari não conhecia ninguém e graças Erasmus Student Network Sassari (ESN Sassari), uma associação que acolhe e organiza eventos para os alunos Erasmus sem fins lucrativos, consegui ter uma integração belíssima. Tive a oportunidade após um semestre de fazer parte da direção da ESN Sassari o que me proporcionou crescer imenso, quer a nível organizacional e como pessoal. Por esse motivo quero agradecer a todos os membros da ESN em especial ao Pique, ao Riccardo, ao Ciarula, ao Scanu, a Dalila, a Miriam, a Letizia, a Chiara e ao meu grande amigo Stefano por tanto suor e divertimento que passámos juntos e pela paciência que tiveram a ensinar-me italiano.

Após um ano e meio em Sassari não podia deixar a meio o meu percurso académico e faltava-me ainda fazer um estágio e escrever a minha tese. Tive a oportunidade de realizar uma visita de estudo a fábricas de dietas completas da Cooperativa Produttori di Arborea, o que me fez apaixonar pelo seu projeto. Manifestei o meu interesse em realizar um estágio na Cooperativa ao Professor Antonello Cannas, que prontamente me facilitou o contato com a Cooperativa. Por isso tenho de agradecer ao professor o coração aberto que é, sempre disponível ajudar, o que teve verdadeiramente um impacto importante na minha vida.

Ao iniciar meu estágio na Cooperativa Produttori di Arborea, encontrei uma empresa com um espírito de ambição, união e vontade de desenvolver projetos, o que me fez compreender o verdadeiro significado da expressão "a união faz a força". Percebi também todo o esforço que os sócios dedicaram para construir esta cooperativa, e o valor de que essa dedicação tem. Gostaria de agradecer à Cooperativa, especialmente à Raffaella Sardo, ao Marco Peterle, ao Bruno Lelli, ao Gian Pietro Zicchittu e ao Marcello Pira, pelo papel crucial que desempenharam no meu crescimento profissional e pela confiança que depositaram em mim.

Devo ainda, agradecer ao meu grande amigo David Franjoso, por toda a paciência que teve durante a escrita da tese, nomeadamente pela revisão crítica e sugestões.

Um sincero agradecimento também à Professora Maria Isabel Ferraz, por ter aceitado ser minha orientadora, por todo o suporte, ajuda e paciência (que não foi pouca!), e ainda por me ter vindo me visitar à Sardenha!

Por fim, quero agradecer aos meus pais por todos os sacrifícios que fizeram para que eu chegasse onde estou hoje, e à minha irmã Sofia, por todo o apoio nos bons e maus momentos.

RESUMO

No presente relatório são caracterizadas e descritas as atividades desenvolvidas durante o estágio curricular realizadas nas vertentes da importância da qualidade, formulação e produção de dietas completas (Total Mixed Ration-TMR).

Contempla ainda uma revisão bibliográfica que aborda os temas: a produção e utilização de matérias-primas (MPs) e coprodutos para a alimentação de ruminantes na Europa (UE-28) e em Itália; sistemas de produção de dietas completas para ruminantes; ocorrência de toxinas em matérias-primas e alimentos compostos avaliação da composição química de matérias-primas e alimentos compostos por espectroscopia no infravermelho próximo (NIRs).

Neste relatório procurou-se explicar quais são os controlos de qualidade importantes que se devem realizar numa fábrica de dietas completas, o que permite garantir a qualidade das matérias-primas desde a entrada até ao produto acabado, que será consumido pelos animais, de forma a obter um melhoramento contínuo dos processos de fabrico.

Foi implementado um plano de controlo de qualidade, que consiste na implementação de uma recolha de amostras mensal, organização da sala de amostras de acordo com as suas datas de validade. Todas as análises em todos os lotes de MPs que entraram na fábrica e em todos os produtos acabados, foram efetuadas utilizando NIRs.

Foram realizadas 300 análises ao produto acabado e 163 amostras de MPs e Coprodutos, 60 amostras de MPs grosseiras, 29 amostras de MPs para a deteção de Aflotoxina B_1 e 75 amostras para a avaliação de partícula.

Palavras-chaves: dietas completas, micotoxinas, separador de partículas, NIRs, alimentação.

ABSTRACT

Manufacture and use of Complete diets for ruminants: the case of the Arborea Producers Cooperative, Sardinia

This report characterizes and describes the activities conducted during the curricular internship, focusing on the importance of quality, formulation, and production of Total Mixed Ration (TMR) diets. It also includes a literature review covering the following topics: the production and use of raw materials (RMs) and by-products for ruminant feeding in Europe (EU-28) and Italy; production systems of complete diets for ruminants; the occurrence of toxins in raw materials and compound feeds; and the evaluation of the chemical composition of raw materials and compound feeds using near-infrared spectroscopy (NIR).

This report aims to explain the key quality controls that should be performed in a complete diet manufacturing facility to ensure the quality of raw materials from reception to the final product, which will be consumed by animals, ensuring continuous improvement of manufacturing processes.

A quality control plan was implemented, consisting of a monthly sample collection, the organization of the sample storage room according to expiration dates, and the analysis of all batches of incoming raw materials and finished products using NIR technology. A total of 300 analyses were performed on finished products, along with 163 samples of raw materials and by-products, 60 samples of coarse raw materials, 29 samples for Aflatoxin B1 detection, and 75 samples for particle size evaluation.

Keywords: total mixed rations, mycotoxins, particle separator, NIRs, feed.

ÍNDICE

INTRODUÇÃO **1**

2.REVISÃO BIBLIOGRÁFICA **3**

2.1. PRODUÇÃO E UTILIZAÇÃO DE MATÉRIAS-PRIMAS E COPRODUTOS PARA ALIMENTAÇÃO DE RUMINANTES NA EUROPA (UE-28) E EM ITÁLIA 3

2.1.1. PRODUÇÃO DE ALIMENTOS COMPOSTOS PARA ANIMAIS 3

2.1.2. PRODUÇÃO DE ALIMENTOS COMPOSTOS PARA ANIMAIS EM ITÁLIA 6

2.1.3. CONSUMO MATÉRIAS-PRIMAS EM ALIMENTAÇÃO ANIMAL NA EUROPA (EU-28) 6

2.1.4. CONSUMO MATÉRIAS-PRIMAS E COPRODUTOS EM ALIMENTAÇÃO ANIMAL EM ITÁLIA 7

2.1.5. COPRODUTOS DAS INDÚSTRIAS AGROALIMENTARES 9

2.2. SISTEMAS DE PRODUÇÃO DE DIETAS COMPLETAS PARA RUMINANTES 13

2.2.1. TÉCNICAS DE PRODUÇÃO DE DIETAS COMPLETAS 15

2.2.2. CARACTERISTICAS FÍSICAS DAS DIETAS COMPLETAS 22

2.2.3. VANTAGENS DA ALIMENTAÇÃO TMR 28

2.2.4. DESVANTAGENS DA ALIMENTAÇÃO TMR 29

2.3. OCORRÊNCIA DE TOXINAS EM MATÉRIAS-PRIMAS E ALIMENTOS COMPOSTOS 30

2.3.1. IMPORTÂNCIA DA DETEÇÃO DE TOXINAS 32

2.3.2. IMPLICAÇÕES DAS MICOTOXINAS NA SAÚDE DOS RUMINANTES 34

2.3.3. EFEITOS DAS AFLATOXINAS NOS PARÂMETROS PRODUTIVOS 35

2.3.4. ENQUADRAMENTO LEGISLATIVO DAS MICOTOXINAS EM ITÁLIA E NA EUROPA 38

2.4.AVALIAÇÃO DA COMPOSIÇÃO QUÍMICA DE MATÉRIAS-PRIMAS E ALIMENTOS COMPOSTOS POR ESPECTROSCOPIA NO INFRAVERMELHO PRÓXIMO (NIRs) 40

2.4.1. CALIBRAÇÃO NIRs 41

2.4.2.VISÃO GERAL DO USO DA TECNOLOGIA DE ESPECTROSCOPIA NO INFRAVERMELHO PRÓXIMO (NIRs) 43

2.4.3.FUNCIONALIDADE DOS EQUIPAMENTOS NIRS 44

3. CARACTERIZAÇÃO COOPERATIVA DE PRODUTORES DE ARBOREA **45**

3.1. CONTEXTO INSTITUCIONAL 45

3.2. LOCAL DE ESTÁGIO 47

3.2.1. UNIDADE INDUSTRIAL DE PRODUÇÃO DE ALIMENTOS PARA ANIMAIS DA CPA 48

3.2.2. ÁREAS DE ARMAZENAMENTO DE MATÉRIAS-PRIMAS SÓLIDAS E LÍQUIDAS 51

3.2.3. UNIDADE DE PRODUÇÃO DE DIETAS COMPLETAS E COMPLEMENTARES 53

3.2.4. LINHA DE PROCESSAMENTO DE MATÉRIAS-PRIMAS E COPRODUTOS 56

3.2.5. LINHA DE EMBALAMENTO DA CPA 61
3.2.6. LOGISTICA E EXPEDIÇÃO 63
3.2.7. GESTÃO DE ENTRADA DE MPs E SAÍDA DE PRODUTOS ACABADO 65
3.3. ATIVIDADES DESENVOLVIDAS EM CONTEXTO DE ESTÁGIO 67
3.3.1. CONTROLO DE QUALIDADE DE MATÉRIAS-PRIMAS A ENTRADA 67
3.3.2. ATIVIDADES DE CONTROLO DE QUALIDADE DO PRODUTO ACABADO 71
3.3.3. GESTÃO DE RECLAMAÇÕES DOS CLIENTES 74
3.3.4. VISITAS A EXPLORAÇÕES DURANTE O ESTÁGIO 75
4.RESULTADOS E DISCUSSÃO 77
4.1. COMPOSIÇÃO QUÍMICA DAS MPs, COPRODUTOS CONCENTRADAS e MPs GROSSEIRAS 77
VARIAÇÃO DOS TEORES DE PROTEINA E AMIDO EM MPs CONCENTRADAS 79
COMPOSIÇÃO QUIMICA DE FORRAGENS DISIDRATADAS DA CPA 83
4.2. DETEÇÃO DE AFLATOXINA NAS MP A ENTRADA DA FÁBRICA 86
4.3. CONTROLO DO TAMANHO DE PARTÍCULA E COMPOSIÇÃO QUIMICA DAS DIETAS COMPLETAS 87
4.3.1. TAMANHO DE PARTICULA 88
4.3.2. CONTROLO DA ROTULAGEM DAS DIETAS COMPLETAS 90
CONSIDERAÇÕES FINAIS 92
REFERÊNCIAS BIBLIOGRAFICAS 94

Índice de Tabelas

TABELA 1 - PRINCIPAIS GRUPOS DE MATÉRIAS-PRIMAS E COPRODUTOS CONSUMIDOS PELA INDÚSTRIA DE ALIMENTAÇÃO ANIMAL ITALIANA (ASSALZOO, 2022). 8
TABELA 2 - COPRODUTOS DE UTILIZAÇÃO CORRENTE EM ALIMENTAÇÃO ANIMAL. 10
TABELA 3 - COPRODUTOS UTILIZADOS DIRETAMENTE NAS EXPLORAÇÕES PECUÁRIAS. 10
TABELA 4 -COPRODUTOS DE 1ª E 2ª TRANSFORMAÇÃO. 12
TABELA 5 - CÁLCULO DO PSPS (HEINRICHS & JONES, 2022). 27
TABELA 6 – TEOR DE NDF EM RELAÇÃO AO CORTE LONGO (ADAPTADO DE CEVOLANI, *ET AL.*, 2022). 28
TABELA 7- MICOTOXINAS MAIS DIFUSAS NOS ALIMENTOS RELATIVOS AOS FUNGOS PRODUTORES (LICIA, *ET AL.*) 31
TABELA 8- TEORES MÁXIMOS DE AFB1 NOS ALIMENTOS PARA RUMINANTES E MONOGÁSTRICOS SEGUNDO O REGULAMENTO (UE) N.O 574/2011 (MODIFICADO; AS CONTAMINAÇÕES EXPRESSAS EM MG/KG O PPM FORAM CONVERTIDAS EM PPB O MCG/KG). 39
TABELA 9- VALORES DE REFERÊNCIA-RECOMENDAÇÃO 2006/576/CE. 39
TABELA 10- MPS POR ORDEM DE TRANSFORMAÇÃO. 57
TABELA 11- TIPO DE MATÉRIAS-PRIMAS E RESPETIVO NÚMERO DE AMOSTRAS ANALISADAS. .. 77
TABELA 12 - MATRIZ DAS MP CONCENTRADAS. 78
TABELA 13-LIMITES DE VARIAÇÃO DO REGULAMENTO (CE) Nº 767/2009 79
TABELA 14- - TIPO DE MATÉRIAS-PRIMAS GROSSEIRAS E RESPETIVO NÚMERO DE AMOSTRAS ANALISADAS. 83
TABELA 15- MATRIZ MPS GROSSEIRAS. 83
TABELA 16 -ESTADO DE MATURAÇÃO DA PLANTA. 84
TABELA 17-NÚMERO DE ANALISES PARA DETEÇÃO DE AFLOTOXINA B_1. 86
TABELA 18-RESULTADOS DOSEAMENTO DE AFLOTOXINA B_1. 87
TABELA 19-ANALISES REALIZADAS E NÃO CONFORMIDADES ASSINALADAS NAS DIETAS COMPLETAS DE PRODUTOS DE LINHA. 88
TABELA 20- REPRESENTAÇÃO DAS SEÇÕES DO DOCUMENTO EXCEL ADAPTADO PARA ANÁLISE DO TAMANHO DE PARTÍCULA DA DIETA COMPLETA. 89
TABELA 21- ARQUIVO EXCEL QUE VERIFICA OS VALORES NUTRICIONAIS DOS PRODUTOS ACABADOS. 90
TABELA 22- LIMITES PARA O CONTROLO DE ETIQUETA DOS PRODUTOS DE LINHA. 91

Índice de Figuras

FIGURA 1- PRODUÇÃO MUNDIAL DE ALIMENTOS COMPOSTOS PARA ANIMAIS 2022 (FEFAC 2022) 4
FIGURA 2- PRODUÇÃO DE ALIMENTOS COMPOSTOS NA UNIÃO EUROPEIA EM 2018 POR 1000 TONELADAS (FEFAC, 2023). 4
FIGURA 3- PRODUÇÃO DE ALIMENTOS COMPOSTOS SEGUNDO A ESPÉCIE DE INTERESSE ZOOTÉCNICO (FEFAC, 2022). 5
FIGURA 4- ABASTECIMENTO DE ALIMENTOS PARA A ALIMENTAÇÃO ANIMAL EU-27 (FEFAC, 2022). 5
FIGURA 5- ESTRUTURA DA PRODUÇÃO DE ALIMENTOS COMPOSTOS EM ITÁLIA EM 2021. 6
FIGURA 6- CONSUMO DE MATÉRIAS-PRIMAS NA UE-28 EM 2019 (FEFAC, 2022). 7
FIGURA 7- OS COPRODUTOS UTILIZADOS NA ALIMENTAÇÃO DE ESPÉCIES DE INTERESSE ZOOTÉCNICO (MALIZIA & RUMI, 2016). 9
FIGURA 8- COPRODUTOS AGROINDUSTRIAIS DE 1ª E 2ª TRANSFORMAÇÃO. 11
FIGURA 9- UNIFEED MÓVEL (FARESIN, 2023). 16
FIGURA 10- REBOQUES UNIFEED REBOCADOS (FIALHO, 2023). 16
FIGURA 11- UNIFEED FIXO (SEKO, 2023). 17
FIGURA 12- CINEMÁTICA DO ALIMENTO EM UNIFEED DE 3 SEM-FINS (CONCEIÇÃO L. A., 2012).17
FIGURA 13- SISTEMA DE CORTE DO UNIFEED DE EIXO HORIZONTAL (TOPAGRO, S.D) 18
FIGURA 14- UNIFEED AUTOPROPILSIONADO VERTICAL CONSTITUÍDO COM 2 VEIOS HELICOIDAIS (ITALMIX CORPORATION, 2024). 19
FIGURA 15 - ORGÃOS DO SISTEMA DE INFORMAÇÃO (CONCEIÇÃO L. A., 2012). 20
FIGURA 16- MECANISMO DE PREPARAÇÃO E DISTRIBUIÇÃO DA DIETA COMPLETA (BISAGLIA, 2011-2012) 22
FIGURA 17- DIFERENTES PENEIROS DO TESTE PSPS (YOST & GREG, 2022). 26
FIGURA 18- TECNICA DO PARTICLE SIZE (HEINRICHS & JONES, 2022). 27
FIGURA 19- IMAGEM REPRESENTATIVA DOS GÉNEROS PENICILLUM E ASPERGILLUS (FIGUEIREDO, *ET AL.*, 2020). 31
FIGURA 20- EFEITO DAS MICOTOXINAS EM BOVINOS DE LEITE (AGRIFIRM, 2021). 35
FIGURA 21- NÍVEL DE TOXIDADE DAS PRINCIPAIS AFLATOXINAS IDENTIFICADAS (NUDDA.A, COMUNICAÇÃO PESSOAL, 2022). 35
FIGURA 22- TRANSFORMAÇÃO DA AFLATOXINA B_1 EM M_1 (NUDDA.A, COMUNICAÇÃO PESSOAL, 2022). 36
FIGURA 23- CALIBRAÇÃO DE UMA CURVA NIRS (KPM, 2024). 42
FIGURA 24- USO DO NIRS FIXO NA FÁBRICA DE ALIMENTOS COMPOSTOS. 43
FIGURA 25- O USO DE UM INSTRUMENTO NIRS PORTÁTIL POR UM PRODUTOR NA EXPLORAÇÃO PODE MELHORAR O MANEIO DA EXPLORAÇÃO E PROMOVER UMA ALIMENTAÇÃO DE PRECISÃO (EVANGELISTA, 2021). 44
FIGURA 26- MAPA DA SARDENHA COM LOCALIZAÇÃO DAS DIFERENTES ESTRUTURAS DA COOPERATIVA INCLUINDO PONTOS DE VENDA (PV). 46
FIGURA 27- ESQUEMA DA FÁBRICA DE AC DA CPA. 48
FIGURA 28- LINHA DE ALIMENTOS COMPOSTOS. 49
FIGURA 29- LINHA DE EXTRUSÃO (FLOCOS), MOAGEM (FARINHA) E TRITURAÇÃO. 50
FIGURA 30- LINHA PRODUÇÃO DE ALIMENTOS HÚMIDOS. 50
FIGURA 31- ARMAZÉM DO FENO E BOXES PARA AS MP FIBROSAS. 51

FIGURA 32- SILOS PARA ARMAZENAMENTO DE MELAÇO A ESQUERDA E A DIREITA SILO DE ARMAZENAMENTO DE CARBONATO DE CÁLCIO..... 51
FIGURA 33- SISTEMA DE CARGA E DESCARGA DOS SILOS DE PRODUÇÃO. 52
FIGURA 34- BOX DE ARMAZENAMENTO DE MATÉRIAS-PRIMAS A GRANEL 52
FIGURA 35- LINHA DE PRODUÇÃO DE DIETAS COMPLETAS DA CPA. 54
FIGURA 36- ALIMENTO COMPOSTO COMPLEMENTARES. 55
FIGURA 37- LINHA DE PRODUÇÃO DE DIETAS COMPLEMENTARES DA CPA. 55
FIGURA 38- MÁQUINA DE ESMAGAMENTO E LAMINAÇÃO A FRIO. 58
FIGURA 39- MÁQUINA DE EXTRUSÃO..... 59
FIGURA 40- MÁQUINA TRITURADORA. 60
FIGURA 41- MOINHO A DISCOS. 60
FIGURA 42- LINHA DE ENSAQUE. 61
FIGURA 43- LINHA DE PRENSAGEM E EMBALAMENTO. 62
FIGURA 44-RECOLHA DA ENCOMENDA NA FÁBRICA. 63
FIGURA 45- PONTO DE VENDA DE GUSPINI 64
FIGURA 46- RECEÇÃO DA DIETA COMPLETA A CASA. 64
FIGURA 47- PROCEDIMENTO INTERNO DO LABORATÓRIO..... 68
FIGURA 48- PROCEDIMENTO DE ANALISE A AFLATOXINA B_1. 69
FIGURA 49- APROVAÇÃO DE MPS FIBROSAS..... 70
FIGURA 50- PESAGEM DA AMOSTRA. 71
FIGURA 51- SUPERFÍCIE PLANA COM OS PENEIROS E PRODUTO ACABADO. 72
FIGURA 52- PESAGEM DOS PENEIROS 72
FIGURA 53- MOINHO DE LABORATÓRIO. 73
FIGURA 54- ANÁLISES NIRS DO PRODUTO ACABADO. 73
FIGURA 55- FORMULÁRIO DA RECLAMAÇÃO. 75
FIGURA 56- ANÁLISES NIRS DE BAGAÇO DE SOJA 47..... 80
FIGURA 57- ANÁLISES NIRS DE BAGAÇO DE GIRASSOL. 81
FIGURA 58- ANÁLISES NIRS DO MILHO. 82
FIGURA 59- ANÁLISES NIRS DA LUZERNA..... 85
FIGURA 60- ANÁLISES NIRS DA PALHA. 85
FIGURA 61-GRAFICO QUE PERMITE A COMPARAÇÃO DE DOIS PRODUTOS DIFERENTES COM OS VALORES DE REFERIMENTO. 90

Lista de Abreviaturas, Siglas e Acrónimos

AC-Alimentos Compostos;

ADF-Fibra em Detergente Ácido;

AFM1-Aflatoxina M1;

AGV-Ácidos Gordos Voláteis;

ASAE-Sociedade Americana de Engenheiros Agrícolas;

ASSALZOO - Associação Nacional dos Produtores de Alimentos Zootécnicos em Itália;

BB-Big Bags

CB-Cinza Bruta

COOP-Cooperativa Produttori di Arborea;

DAS-Diacetoxiscirpenol;

DC-Departamento Comercial;

DON-Desoxinivalenol;

DTQ-Departamento Tecnico e Qualidade;

EE-Extrato Étero;

FB1-Fumonisinas B1;

FB-Fibra Bruta

FEFAC - Fabricantes de Alimentos Compostos;

IAAs-Indústrias Agroalimentares;

MPs- Matérias-primas;

MQP-Regressão Mínimos Quadrados Parciais;

Mt-Milhões de Toneladas;

NDF-Fibra em Detergente Neutro;

NIRs-Espectroscopia no Infravermelho Próximo;

OR-Oristano

OTA-Ocratoxina A;

PA-Produto Acabado

PB-Proteínas Bruta;

peNDF -Fibra Fisicamente Eficaz;

PIB -Produto Interno Bruto;

Ppb-Partes por bilião;

Ppm-Partes por milhão;

PSPS -Separador de Particulas Penn State;

PV-Pontos de Venda;

RFV- Valor Relativo de Alimentação

TDF-Tomada de Força;

TDF-Tomada de Força;

TMR-Total Mixed Ration;

UE-União Europeia;

ZEA- Zearalenona;

INTRODUÇÃO

O domínio da formulação de alimentos para animais é vasto, assumindo modalidades que respondem tanto aos tipos e objetivos dos sistemas de produção animal a que se destinam, como às matérias-primas que estão à disposição para o fabrico dessas diferentes misturas. O foco do meu interesse, no trabalho final de Mestrado em Engenharia Zootecnia, foi precisamente a procura de mais conhecimentos e novas tecnologias no domínio da formulação e do fabrico de alimentos compostos para animais de produção. Foi nesse contexto que optei pela realização de um relatório de estágio como trabalho final do Mestrado, o que me permitiu aplicar e aprofundar conhecimentos já adquiridos, desenvolver competências práticas e criar soluções para os problemas identificados.

As dietas completas para ruminantes, foram desenvolvidas com objetivo de permitir a minimização de seleção de ingredientes pelos animais, garantindo o fornecimento dos alimentos necessários aos ruminantes e favorecendo assim, a sua utilização digestiva e metabólica.

Estas dietas são compostas por forragens, coprodutos, cereais, matérias-primas proteicas, minerais e vitaminas que são misturadas de forma homogéneas em que o peso específico de cada ingrediente deve ser conhecido permitindo definir a ordem correta de introdução na mistura eficaz dos mesmos (Silvia-del-Rio, 2012).

A mistura de alimentos grosseiros e concentrados necessária para o fabrico das dietas completas é geralmente feita no local da sua utilização, ou seja, nas explorações agropecuárias. Sendo que, cada vez é mais difícil encontrar mão-de-obra para as explorações agropecuárias, o fabrico e disponibilização de dietas completas às explorações agropecuárias constitui uma vantagem quer do ponto de vista de tempo quer do ponto de vista económico pois permite ao produtor reduzir o tempo na distribuição do alimento, o que por sua vez reduz os custos.

O presente Relatório de Estágio foi elaborado no âmbito do Mestrado em Engenharia Zootécnica na Cooperativa Produttori Arborea-Sardenha, Itália. A conjunto de produtores que constitui esta cooperativa, tem uma cultura empresarial baseada no conceito “do prado ao prato” e trabalham em diferentes setores que vão desde a indústria hortofrutícola, indústria de produção, abate e transformação de carne até à alimentação animal.

Os alimentos utilizados para a fileira da produção de carne e produção de leite são produzidos numa unidade inovadora de produção de dietas completas para animais nomeadamente também para ruminantes, localizada no Porto de Oristano, Sardenha.

O objetivo principal deste estágio foi proporcionar-me uma experiência profissional na área do fabrico de alimentos para ruminantes, com ligação direta à realidade dos produtores, sempre focados em fornecer aos animais o melhor alimento possível, com garantia de qualidade e de acordo com as suas necessidades nutritivas. Foi também um outro objetivo deste estágio adquirir e aprofundar competências na construção e execução de um sistema de controlo de qualidade de matérias-primas e produto acabado na unidade fabril da Cooperativa Produttori di Arborea.

Para cumprir os objetivos estabelecidos, foi realizado um estágio com duração de aproximadamente três meses, entre 8 de agosto e 2 de novembro de 2023. Durante esse período, tive a oportunidade de explorar diversos domínios de atuação da Cooperativa, integrando a equipe técnica do laboratório de controle de qualidade. As minhas principais responsabilidades incluíram o controlo de qualidade das matérias-primas na entrada, o controlo dos produtos acabados e a participação em atividades de pesquisa e desenvolvimento de novos produtos.

2.REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. PRODUÇÃO E UTILIZAÇÃO DE MATÉRIAS-PRIMAS E COPRODUTOS PARA ALIMENTAÇÃO DE RUMINANTES NA EUROPA (UE-28) E EM ITÁLIA

A alimentação de ruminantes, em particular dos pequenos ruminantes e vacas aleitantes baseia-se maioritariamente nos recursos forrageiros produzidos em zonas marginais (Coelho, 2016) , no entanto, em períodos de maior carência alimentar e no caso de animais produtores de leite ou em fases de engorda, o recurso a alimentos compostos é frequente. Assim, nesta secção discute-se a utilização de matérias-primas e coprodutos para a alimentação de ruminantes na Europa, com foco especial na realidade italiana, onde se enquadra o trabalho relatado neste documento.

Os industriais de alimentos para animais estão associados a nível europeu na Federação Europeia dos Fabricantes de Alimentos Compostos (FEFAC) e em Itália na Associação Nacional dos Produtores de Alimentos Zootécnicos em Itália (ASSALZOO).

As produções de alimentos compostos e os consumos de matérias-primas na Europa-27 e em Itália, apresentados nas secções seguintes, são baseados nos dados disponibilizados em FEFAC (2022) e ASSALZOO (2023): i) os referentes ao ano de 2020 relatório *"Feed Industry Review"* publicados pela FEFAC em 2021; ii) os referentes ao ano de 2022 publicados pela ASSALZOO em 2023.

2.1.1. PRODUÇÃO DE ALIMENTOS COMPOSTOS PARA ANIMAIS

De acordo com a FEFAC, a produção de alimentos compostos para animais no mundo em 2022 é estimada em 1205 milhões de toneladas, sendo os principais produtores mundiais a China (261 milhões de tons), Estados Unidos da América (240 milhões de toneladas) e o Brasil (82 milhões de toneladas) (**Fig.1**).

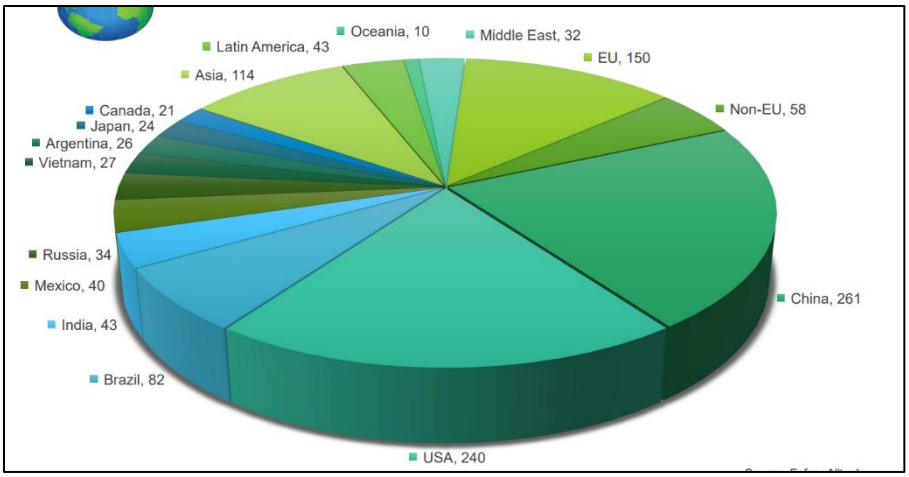

Figura 1- Produção mundial de alimentos compostos para animais 2022 (FEFAC, 2022)

A União Europeia (UE-27) em 2022, produziu 145,8 milhões de toneladas (12,4% da produção mundial) registando uma redução de 3,84% em relação a 2021 isto ficou a deve-se a piores condições metrológicas e devido às alterações decorrentes da guerra entre a Ucrânia e a Rússia (**Fig.2**).

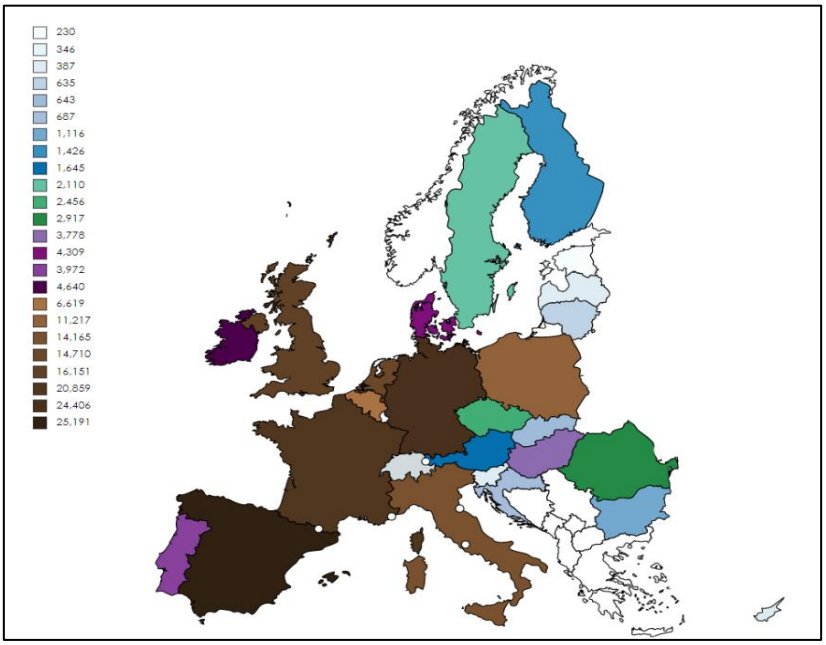

Figura 2- Produção de alimentos compostos na União Europeia em 2018 por 1000 toneladas (FEFAC, 2023).

Na produção industrial de alimentos compostos para animais na Europa os suínos são a espécie que representa maior quota de mercado de produtos produzidos (34%), seguido das aves (32%) os bovinos (28%) e os outros (6%) (**Fig.3**).

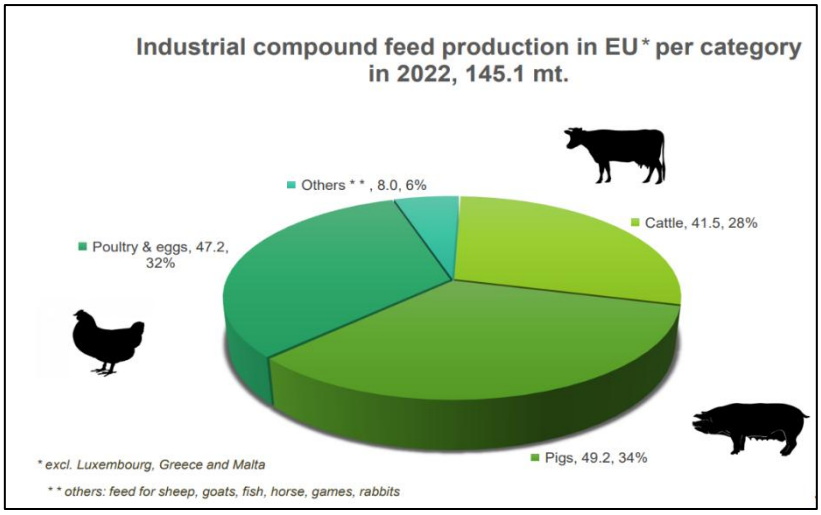

Figura 3- Produção de Alimentos Compostos segundo a Espécie de interesse Zootécnico (FEFAC, 2022).

Dentro da EU, Alemanha, Espanha e França são os três principais produtores em termos de produção total de alimentos compostos para animais. No entanto, a Espanha o principal lidera a produção de alimentos compostos para bovinos (9040 mt).

Os animais de interesse zootécnico criados na EU-27 são alimentados com 645 mt. de alimentos, incluindo matérias-primas (MP) para alimentação animal, alimentos compostos e forragens. Dentro desta quantidade 395 mt são forragens produzidas nas próprias explorações o que demostra a importância dos alimentos fibrosos no setor de produção de ruminantes na EU-27 (**Fig.4**).

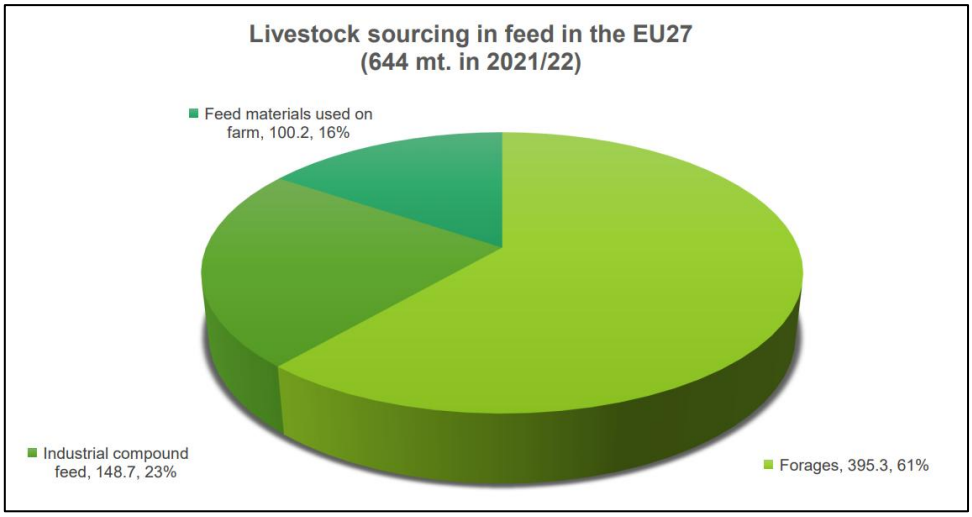

Figura 4- Abastecimento de alimentos para a alimentação animal EU-27 (FEFAC, 2022).

2.1.2. PRODUÇÃO DE ALIMENTOS COMPOSTOS PARA ANIMAIS EM ITÁLIA

Segundo os dados da ASSALZOO o volume de negócio do setor da indústria de alimentos compostos em Itália atingiu os 10,7 mil milhões de euros em 2022. Este valor representa 7,4% do Produto Interno Bruto (PIB) agrícola italiano, sendo que por sua vez representa 2,7% do PIB italiano (Mordor Intelligence, 2024), sendo um setor em crescimento (aumento de 3,5% em comparação com o ano de 2021).

A produção de alimentos compostos em Itália atingiu 15,6 milhões de toneladas em 2021 o que representa um aumento de 2,7% em relação a 2020.

De facto, com estes dois aumentos consecutivos, a produção industrial de alimentos compostos atingiu um pico histórico nunca alcançado, apesar deste período representar um dos momentos mais difíceis da história devido à grave crise pandémica marcada por dificuldades operacionais significativas para as empresas, pelos problemas de fornecimento de matérias-primas e pela complexa gestão da produção em fábrica (FAO, 2021).

Para as fábricas italianas, em 2021, os alimentos para aves representaram 40,8%, da produção nacional, os alimentos para suínos 26,2%, os alimentos para bovinos 23,4%, outros animais 6,3% (Coelhos, Ovinos, Equinos e Peixes) e Pet Food 3,3% (**Fig.5**).

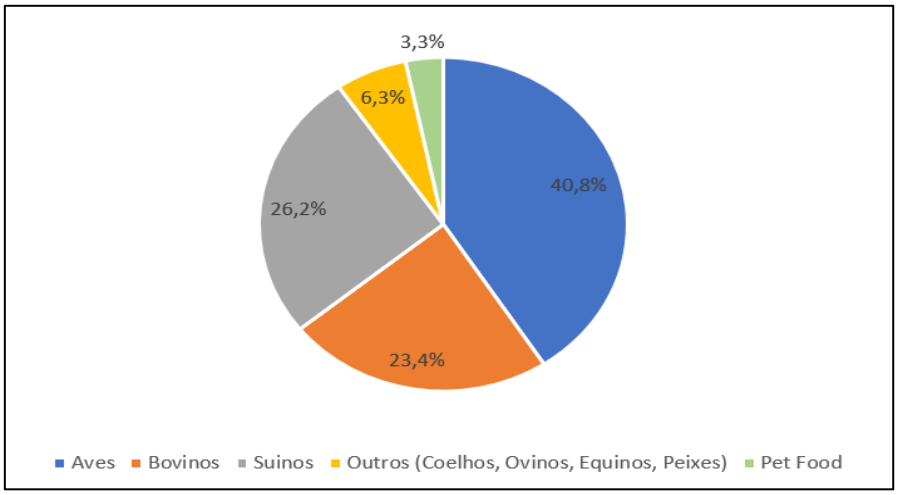

Figura 5- Estrutura da produção de alimentos compostos em Itália em 2021.

2.1.3. CONSUMO MATÉRIAS-PRIMAS EM ALIMENTAÇÃO ANIMAL NA EUROPA (EU-28)

Os alimentos compostos são fabricados a partir de uma mistura de matérias-primas destinadas a atingir objetivos de desempenho predeterminados entre os animais. Estas matérias-primas para alimentação animal são obtidas a partir de uma grande variedade de fontes, principalmente

com origem na União Europeia (UE): cereais, sementes oleaginosas e leguminosas, bem como uma quantidade significativa de coprodutos da indústria alimentar e de biocombustíveis.

No entanto, alguns destes ingredientes, em particular as matérias-primas para alimentação animal ricas em proteínas, como a bagaço de soja 44 e 47, não são produzidos em quantidade suficiente na UE e são importados de países terceiros (nomeadamente Estados Unidos da América e Brasil). Estas diversas fontes de fornecimento de matérias-primas para alimentação animal são contributos cruciais para a boa capacidade da indústria para fabricar alimentos compostos de alta qualidade a preços competitivos para os produtores de animais.

Em 2019, a indústria de alimentos compostos para animais da UE produziu 164,9 milhões de toneladas (mt) de alimentos compostos, consumindo 83 mt de cereais, 61 mt de coprodutos (derivados de bens destinados aos seres humanos e biocombustíveis), 5,6 mt de minerais, aditivos e vitaminas, 2,8 mt de óleos e gorduras, 2,2 mt de forragem seca e 7,6 mt. t. das restantes matérias-primas (**Fig.6**).

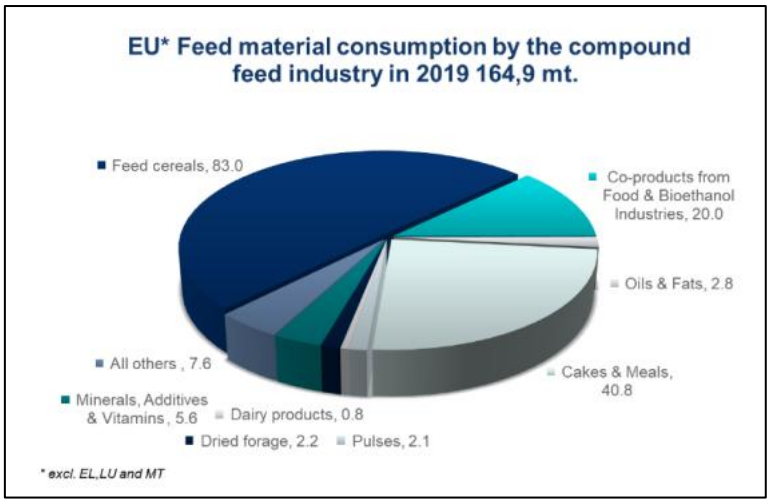

Figura 6- Consumo de matérias-primas na UE-28 em 2019 (FEFAC, 2022).

2.1.4. CONSUMO MATÉRIAS-PRIMAS E COPRODUTOS EM ALIMENTAÇÃO ANIMAL EM ITÁLIA

No que respeita ao consumo de matérias-primas e coprodutos para a alimentação animal, em Itália no ano de 2021, a indústria de alimentação animal consumiu 26,2 milhões de toneladas.

Este valor representa um aumento de 5,8% em relação ao ano anterior, quando foram consumidas 24,6 milhões de toneladas (ASSALZOO, 2022).

O consumo de matérias-primas e coprodutos feito pelas fábricas associadas na ASSALZOO, é organizado em 7 grupos (**Tabela 1**) dos quais 5 são considerados coprodutos ou derivados.

Tabela 1 - Principais grupos de matérias-primas e coprodutos consumidos pela indústria de alimentação animal italiana (ASSALZOO, 2022).

Grupos de Matérias-Primas	Milhões de Toneladas
Cereais	11,7
Carnes e derivados	7,1
Soja e Derivados	4,7
Leite e Derivados	1,9
Oleaginosas	1,5
Coprodutos vegetais	2,8
Coprodutos de Origem Animal	1,1
Total Consumido	26,2
Total. Produzido	30,8

O aumento do consumo de coprodutos pela indústria de alimentação animal italiana deve-se a uma série de fatores, incluindo:

- Redução do desperdício: os coprodutos são subprodutos que, de outra forma, seriam descartados. A sua utilização para a alimentação animal contribui para a redução do desperdício de alimentos.
- Redução dos custos: os coprodutos são, geralmente, mais baratos do que as matérias-primas convencionais utilizadas na alimentação animal. A sua utilização contribui para a redução dos custos de produção de alimentos para animais.
- Melhoria da sustentabilidade: a utilização de coprodutos das indústrias agroalimentares contribui para a redução da pegada ambiental da produção de alimentos, uma vez que reduz a necessidade de utilização de matérias-primas virgens.

Neste sentido as Indústrias Agroalimentares têm e sempre tiveram um papel muito importante pelo conjunto de coprodutos que geram. Estes materiais que não são utilizados no produto final, vão ser utilizados para outros fins, nomeadamente a alimentação animal (**Fig.7**).

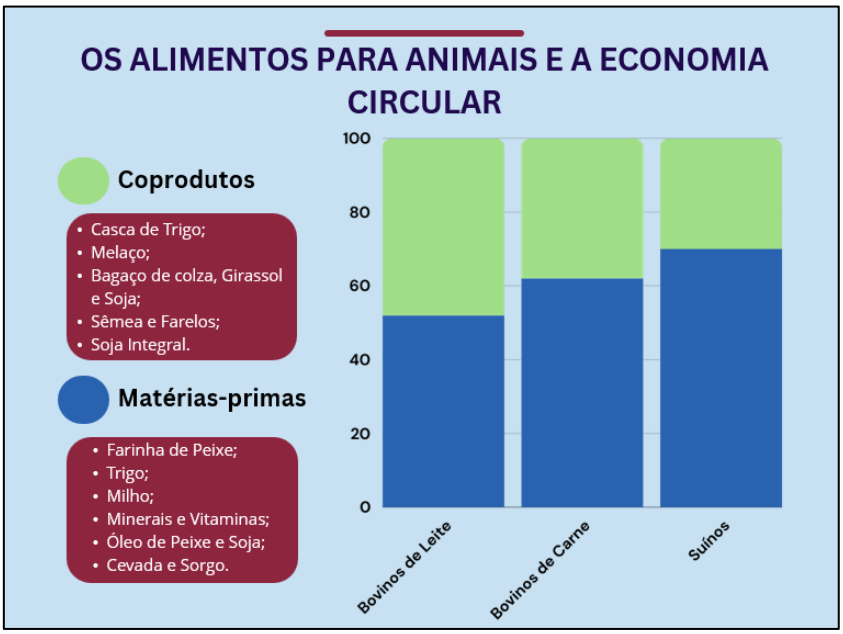

Figura 7- Os coprodutos utilizados na alimentação de espécies de interesse zootécnico (Malizia & Rumi, 2016).

2.1.5. COPRODUTOS DAS INDÚSTRIAS AGROALIMENTARES

As Indústrias Agroalimentares (IAAs), como as indústrias do açúcar, dos óleos alimentares, dos lacticínios, do amido, do malte, das massas alimentícias, das bolachas e dos sumos, entre outras, processam alimentos com vários fins e de várias formas, produzindo géneros alimentícios destinados ao setor da alimentação humana.

Todas estas atividades utilizam matérias-primas alimentares que são transformadas através de processos industriais tendo em conta o seu objetivo, produzindo frações dos alimentos originais nutricionalmente valorizáveis, mas normalmente não destinados à alimentação humana. As frações que resultam do fabrico do produto principal (subprodutos ou resíduos dos processos de fabrico) são atualmente denominadas como coprodutos ou produtos derivados. Estes coprodutos podem ocorrer na forma sólida ou na forma líquida e são utilizados frequentemente em fábricas de alimentos para animais (**Tabela 2**).

Tabela 2 - Coprodutos de utilização corrente em alimentação animal.

Grupos de Coprodutos	Exemplos de Coprodutos
Derivados de Cereais	Glúten Feed, Farinha Forrageira, DDGS e Glúten Meal, Sêmeas de Milho, Trigo e Cevada;
Derivados de Oleaginosas	Bagaços de Soja, Girassol, Colza e Palmiste. Cascas de Soja;
Derivados de Frutos ou Tubérculos	Polpas de Citrinos, Beterraba e Alfarroba;
Gorduras Vegetais	Óleos, Oleínas e Lecitinas de Girassol, Soja, Colza, Palma e Coco;
Gorduras Animais	Banha de Porco, Sebo de Vaca, Gordura de Aves e Óleo de Peixe;
Concentrados de Açúcares	Melaço de Beterraba, Melaço de Cana-de-Açúcar, Vinhaças e Glicerol.

Outros produtos derivados, menos comuns e quase sempre apresentados na forma líquida ou húmida (e que serão o objetivo principal deste trabalho), são normalmente utilizados diretamente nas explorações pecuárias (**Tabela 3)**.

Tabela 3 - Coprodutos utilizados diretamente nas explorações pecuárias.

Grupos de Coprodutos	Exemplos de Coprodutos
Coprodutos da Batata e Cenoura	Polpa, Cascas, Batata Frita, Cenoura dissecada
Produtos Derivados da Panificação ou Pastelaria	Pão Ralado, Bolos, Biscoitos e Bolachas
Produtos Lácteos	Soro de Leite, Leitelho, Permeato, Iogurte e Leite UHT
Coprodutos da Cerveja	Bagaço e Levedura
Outros	Bagaço de Uvas, Polpa de Maçã, Polpa de Tomate, Okara, e Ovos Líquidos.

Embora a (re)utilização destes produtos derivados possa ser feita em processos como a combustão ou fertilização de solos, é na alimentação animal (*feed*) que são marioritariamente utilizados, como matérias-primas, contribuindo diretamente para a nutrição de diferentes

animais e indiretamente para a alimentação humana (*food*) na perspetiva de uma política de Economia Circular. Deste modo, valorizam-se "resíduos" e diminuem-se as "pressões sociais e políticas" a que a produção animal atualmente está sujeita, no que respeita à sustentabilidade ambiental, neutralidade carbónica e depleção de recursos naturais (Folque, 2013).

Em termos globais, podemos considerar que as IAAs produzem coprodutos de 1ª transformação e 2ª transformação (Chapoutot , Rouillé, Sauvant , & Renaud, 2019)(**Fig.8**):

a) Os coprodutos de 1ª transformação são gerados durante o manuseamento primário de uma matéria-prima nas IAAs. O objetivo desta transformação é extrair os constituintes mais "nobres", em geral açúcares, óleos ou amidos, para valorizá-los principalmente na alimentação humana.

   Podem também ter outras finalidades (energéticas, fermentações, entre outras). Estes alimentos são utilizados em indústrias de alimentação animal, diretamente ou após operações para melhorar a sua conservação e manuseamento (ex.: desidratação ou secagem).

b) Os coprodutos de 2ª transformação resultam de um processamento secundário dos coprodutos de 1ª transformação. Por exemplo, o melaço de beterraba (coproduto de 1ª transformação) pode ser utilizado como substrato de fermentação para a produção de álcool, de leveduras ou de aminoácidos, gerando outros tipos de coprodutos (ex.: vinhaças).

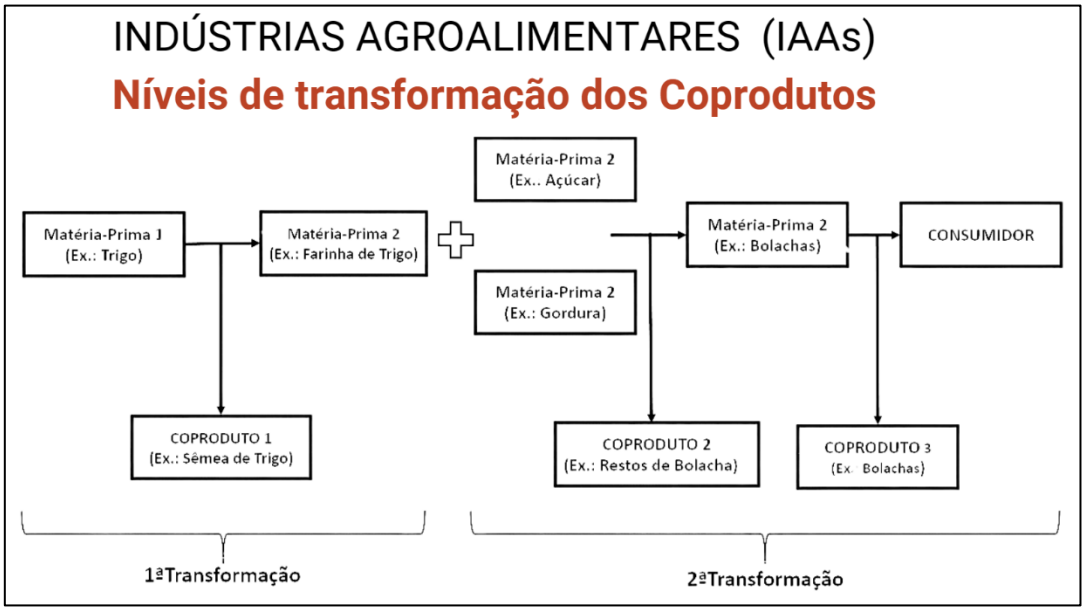

Figura 8- Coprodutos agroindustriais de 1ª e 2ª transformação.

Os coprodutos de 1ª transformação são os mais utilizados em alimentação animal, devido ao facto da sua apresentação ser geralmente feita na forma seca (ex.: sêmea de cereais, bagaços de oleaginosas, polpas de frutos desidratadas…). Estes coprodutos são normalmente consumidos por fábricas de alimentos compostos para animais.

Os coprodutos de 2ª transformação mais frequentes são geralmente restos de alimentos destinados a humanos (restos de processo de fabricos como por exemplo bolachas, produtos não conformes ou em fim de validade), também utilizados em alimentação animal. Tal como os anteriores podem estar na forma seca (batatas fritas, bolachas, biscoitos, snacks, …), mas também na forma líquida (iogurtes, sumos, produtos de ovos), pelo que são normalmente utilizados diretamente nas explorações pecuárias (Folque, 2013) (**Tabela 4**).

Tabela 4 -Coprodutos de 1ª e 2ª Transformação.

Categoria	Coprodutos de 1ª Transformação	Coprodutos de 2ª Transformação
Indústria de transformação de Carne	Carne (Sem ossos)	Sebo e Banha
Indústria de transformação de Peixe	Peixe (Sem espinhas e escamas)	Farinha e Óleo de Peixe
Indústria dos Açúcares	Açúcar Refinado	Melaço de Beterraba e Cana, Vinhaça, Polpa de Beterraba e Cana, Concentrato Proteico de Batata, Sacarose de Beterraba
Indústria de Lacticínios	Manteiga, Queijo, Caseína e Soro	Permeato de Soro, Leitelho, desperdícios de leite, soro e iogurte
Indústria Transformadora de Cereais, leguminosas e afins	Polpa de Tomate, Vinho e Sêmeas	Farinha de Alfarroba, Repiso de Tomate, Folhelho de Uva, Drechés e Farinhas Forrageiras
Indústria de Produtos de Padaria e outros	Farinha	Restos de bolachas e biscoitos
Indústria de Bebidas	Sumos de Fruta, Café moído, Malte de Cevada	Bagaço e Levedura de Cerveja e Polpa de Maçã

Além destas matérias-primas alimentares referidas nos parágrafos anteriores, existe ainda um grupo de coprodutos emergentes designados de *former foodstuffs* - produtos de 2ª

transformação que não resultam de processos industriais, mas que são desperdícios da alimentação humana provenientes de restaurantes, casas particulares, lojas e distribuição alimentar. Nos últimos anos a UE tem tido uma atenção particular com estes desperdícios alimentares, incentivando a criação de empresas especializadas na sua recolha e reciclagem, de forma a serem utilizados em alimentação animal (FEFAC, 2023).

Uma maior utilização de coprodutos em alimentação animal permitirá reduzir o défice alimentar face ao crescimento previsto da população humana e consequente aumento das necessidades alimentares. Como foi referido anteriormente, estima-se que até 2050 a população mundial aumente de 7 biliões para 9 biliões de habitantes, com uma maior capacidade económica, pelo que as necessidades mundiais de alimentos poderão aumentar cerca de 60% (FAO, 2014). Estes números vão obrigar a um incremento na produção global de alimentos que pode seguir várias vias, (Dentinho, *et al*., 2023) tais como:

- Aumentar a eficiência digestiva (tecnologia, aditivos…), reduzindo a quantidade dos produtos alimentares utilizados em alimentação animal;
- Utilizar novas matérias-primas alimentares (algas, insetos, outras…);
- Aumentar a utilização de vários coprodutos, reduzindo os desperdícios alimentares (são exemplos, levedura de cerveja, iogurte, lactosoro, okara, sumos e também alimentos provenientes da distribuição, restauração e das casas particulares).

A escolha desta última via pode ser considerar-se uma forma de transição do modelo produtivo de Economia Linear para a Economia Circular (Pereira, 2019).

2.2. SISTEMAS DE PRODUÇÃO DE DIETAS COMPLETAS PARA RUMINANTES

O sistema digestivo dos ruminantes está preparado para digerir alimentos fibrosos. Eles possuem quatro compartimentos (retículo, rúmen, omaso e abomaso), sendo o rúmen o maior deles. O rúmen, é colonizado por bactérias, protozoários e fungos que fermentam os alimentos, degradando em nutrientes que podem ser absorvidos pelo organismo dos ruminantes.

A correta alimentação dos animais deve constituir uma prioridade em qualquer exploração pecuária devido não apenas ao peso económico que a alimentação representa no custo final do produto elaborado, mas também devido à importância que a alimentação assume nas performances produtivas dos animais (Freitas, 2008). O maneio alimentar tradicional dos

ruminantes utiliza o fornecimento separado de alimentos grosseiros e dos alimentos concentrados. A alimentação destes animais baseia-se nas pastagens naturais ou semeadas complementadas com forragens verdes ou conservadas, recorrendo-se à suplementação com concentrados (cereais, bagaços das oleaginosas, alimentos compostos complementares, etc.), nas alturas de menor disponibilidade de recursos forrageiros e/ou nas fases produtivas mais exigentes em termos nutricionais, como o final da gestação, o início da lactação e o acabamento dos animais (Afzal Beigh, Majeed Ganai, & Ali Ahmad, 2017).

A combinação ideal de alimentos grosseiros e concentrados através de uma dieta completa permite ao rúmen através da microflora, que fermente e utilize como fonte de nutrientes para o seu próprio metabolismo. Os microrganismos do rúmen degradam os hidratos de carbono, sejam eles estruturais ou não, produzindo a principal fonte energética para os ruminantes, os ácidos gordos voláteis (AGV) como o ácido acético, o ácido propiónico e o ácido butírico. A quantidade relativa de cada um dos AGV produzidos no rúmen é influenciada pelas características da dieta (Mertens, 1997), uma vez que os alimentos grosseiros levam ao aumento da produção de acetato, enquanto que alimentos concentrados induzem a produção de propianato (Boland, Lonergan, & O'Callaghan, 2001).

Também a proteína de origem alimentar é maioritariamente utilizada no metabolismo da flora ruminal, sendo utilizada na síntese de proteína microbiana que vai ser, posteriormente, digerida e absorvida, constituindo assim a principal fonte de proteína para o animal (Shirley, 2009).

Estes dois mecanismos ocorrem em simultâneo no caso das dietas completas.

Os consecutivos aumentos do preço de custo das matérias-primas e dos alimentos compostos para a alimentação animal têm originado uma diminuição da rentabilidade das explorações pecuárias. Ora, a adoção de dietas completas através de sistemas Unifeed poderia ser uma solução interessante por dois motivos: possibilita a utilização de coprodutos e diminui a seletividade alimentar dos animais. Nas explorações com um elevado efetivo de animais, normalmente, é utilizado este sistema de produção de dietas completas com recurso a "Unifeed", já no caso de explorações com um reduzido número de animais é pouco frequente a utilização deste sistema, a não ser que quando os produtores adquirem dietas completas já preparadas (Schingoethe, 2017).

2.2.1. TÉCNICAS DE PRODUÇÃO DE DIETAS COMPLETAS

De entre os fatores que tem maior peso no custo de produção animal e respetivos produtos de origem animal destacam-se a alimentação e a mão-de-obra (Owen, 1984). Existem diversas formas de alimentar os animais desde sistemas mais extensivos com recurso a pastagens até aos sistemas mais intensivos com recurso a alimentos compostos completos. No caso das dietas completas, é possível utilizar alimentos grosseiros e concentrados em simultâneo. A preparação e distribuição destas dietas completas pode ser feita de diversas formas e recorrente a diferentes tipos de equipamentos.

A escolha dos equipamentos a utilizar numa exploração pecuária ou numa fábrica, deve ter em atenção diversos aspetos, tais como:

- As necessidades nutritivas, que são função da espécie animal, da raça e da fase produtiva em que se encontram os animais e ainda dos resultados produtivos que se pretendem atingir;
- O tipo e as características químicas e nutritivas dos alimentos disponíveis a utilizar;
- A dimensão (número de animais) da exploração que condiciona, em termos económicos, a aquisição dos equipamentos de eleição.

Na escolha do sistema de distribuição do alimento terão de ser considerados, por um lado, os custos inerentes aos equipamentos utilizados e à mão-de-obra exigida e, por outro lado, os aspetos nutricionais do alimento, como a forma de apresentação e o tamanho das partículas alimentares (Particle Size), o fornecimento de energia, proteína, vitaminas e minerais, a palatibilidade da dieta e a quantidade de matéria seca ingerida pelos animais.

O termo alimento único (Total Mixed Ration- TMR) foi utilizado, pela primeira vez, por Owen em 1971, para designar uma mistura composta por alimentos grosseiros e alimentos concentrados intimamente misturados, oferecida como único alimento, e fabricada e distribuída aos animais com o objetivo de minimizar a seleção dos ingredientes que a compunham e otimizar a utilização digestiva e metabólica dos nutrientes fornecidos (Freitas, 2008).

A utilização de dietas completas implica a utilização de equipamentos de pesagem e mistura dos alimentos, os denominados misturadores-distribuidores, vulgarmente conhecidos por “Unifeed” que podem ser móveis ou fixos.

A oferta de equipamentos de mistura e distribuição é muito diversa, sendo alguns exemplos apresentados abaixo (Conceicao, 1997 &Freitas, 2008):

- **Unifeed autopropulsionado (Móvel)–** são veículos móveis com motor próprio e sistema de propulsão. Os modelos mais pequenos têm a capacidade de preparar entre 10-15 toneladas alimento único por lote, enquanto os modelos maiores têm capacidade para 30-50 toneladas. Trata-se de um equipamento mais caro, mas que oferece uma elevada autonomia e flexibilidade aos produtores. (**Fig. 9**);

Figura 9- Unifeed móvel (Faresin, 2023).

- ***Unifeed* rebocado** - são reboques que são acoplados a um trator, o engate à respetiva tomada de força (TDF). São frequentes os requisitos de potência à tomada de força de 25 a 35 kW/ton de matéria seca carregada consoante se trate de máquinas de eixo horizontal ou vertical respetivamente. Tem a desvantagem que é gerido por um operador que decide a velocidade de mistura e corte sendo mais propicio a erros humanos **(Fig.10).**

Figura 10- Reboques Unifeed rebocados (Fialho, 2023)**.**

- ***Unifeed* estacionário (Fixo)-** tem um motor elétrico ou a gasóleo e trabalham autonomamente sem estar acoplado a um trator ou um veículo. Estes equipamentos são utilizados em fábricas de alimentos compostos e também em explorações de pequena dimensão. Apresentam algumas particularidades em relação aos *Unifeed* móveis. Uma

delas é facto de serem instalados em um local fixo e podem receber as matérias-primas e coprodutos por diversas fontes (silos diretamente ligados ou veículos móveis) para a preparação do alimento (**Fig.11**).

Figura 11- Unifeed Fixo (Seko, 2023).

Estes equipamentos têm diferentes componentes que permitem a sua eleição para diferentes tipos de explorações pecuárias ou fábricas, de acordo com as necessidades de cada contexto. Diferentes sistemas de mistura e destroçamento, dimensão e capacidade bruta, sistema de informação condicionam a escolha feita para cada situação.

1)Sistema de Mistura e Destroçamento

Os sistemas *Unifeed* podem ser de tipo horizontal ou vertical. Nos de tipo horizontal, a mistura é feita por um grupo sem-fim, que podem ter movimentos de rotação opostos obrigam os diferentes componentes da dieta a deslocarem-se em sentidos diferentes, conforme é elucidado na **figura 12** (Conceição L. A., 2012)**.**

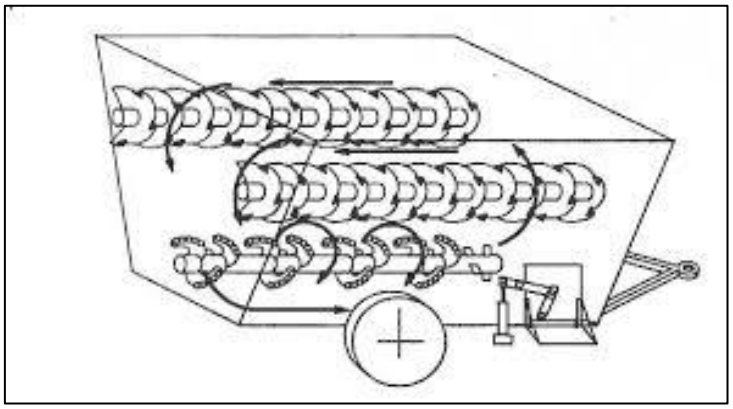

Figura 12- Cinemática do alimento em Unifeed de 3 sem-fins (Conceição L. A., 2012).

Em relação aos tipos de sem-fim existentes, podem classificar.se de acordo com:

-O tipo de superfície helicoidal, em aberta ou fechada;

-O comprimento do veio, completo ou incompleto;

Os órgãos de corte são compostos por facas e contra-facas, sendo as primeiras montadas no limbo do sem-fim (**Figura 13**) e as seguintes nas paredes da caixa do *Unifeed*.

Figura 13- Sistema de corte do Unifeed de eixo horizontal (TopAgro, s.d)

As facas podem apresentar diferentes formatos e a sua ação sobre o alimento é tanto maior quanto maior for o seu número, estando a capacidade de destroçamento muito dependente da existência ou não de contra facas, principalmente quando se pretendem processar alimentos de grande volume e teor fibroso.

Nos de tipo vertical os órgãos de mistura são constituídos por um ou mais veios helicoidais dispostos transversalmente com as facas dispostas radialmente. De forma idêntica aos modelos de eixo horizontal, as contra-facas dispõem-se perifericamente podendo ser ajustadas para maior ou menor destroçamento do alimento (Conceição L. A., 2012)(**Fig.14**).

Figura 14- Unifeed autopropulsionado vertical constituído com 2 veios helicoidais (Italmix Corporation, 2024).

2)Dimensão e Capacidade Bruta

Independentemente de se tratar de um modelo *Unifeed* horizontal ou vertical, a capacidade bruta destes equipamentos pode ser muito variada em relação a necessidade de cada contexto: no caso de modelos rebocados entre 7 e 30 m^3, em modelos autopropulsionados entre 10 e 25 m^3 e modelos estacionários entre 8 e 40 m^3 (Italmix Corporation & Siloking;, 2024).

Sem que haja desperdícios, a capacidade de mistura e processamento de alimento é em regra 80% da capacidade total ou bruta.

3)Sistema informação

Em muitos fabricantes os sistemas informação que permitem monitorizar todo o processo de produção de uma dieta completa podem ser muito variados sendo constituídos por:

- Células de carga ou balança que permitem a quantificação dos componentes de uma dieta bem como as quantidades exatas da mesma que se quer produzir;
- Painel de comandos e unidades processadoras responsável por informação, função do peso medida pelos sensores, em valores numéricos lidos num monitor. Atualmente existem modelos em que este painel pode ser montado junto ao operador, na cabina ou invés no caso dos *Unifeed* estacionário junto ao proprio sistema.
- Um alarme para informação do operador da quantidade correta carregada ou distribuída;
- Um software para programação da balança e realização dos respetivos registos mediante interface via wireless.

Figura 15 - Órgãos do sistema de informação (Conceição L. A., 2012).

Na operação de carregamento, a sua programação baseia-se num programa de formulação que determina o **n** ingredientes e ordem a serem carregados. Consoante o fabricante assim é permitido um maior ou menor número de dietas e um maior número ou menor de ingredientes em cada dieta.

CARACTERISTICAS DOS INGREDIENTES UTILIZADOS NO PROCESSO DE MISTURA PARA PREPARAÇÃO DE DIETAS COMPLETAS

Nas dietas completas são usados ingredientes com características físicas e químicas diferentes e variáveis e que podem afetar a eficácia da mistura. As características dos ingredientes que afetam em maior escala a qualidade da mistura são: a forma, o tamanho, a densidade, a higroscopicidade, a carga estática e a adesividade das partículas (Herman *et al*., 1996, cit in Shirley, 2009).

Entre estes aspetos, a forma, o tamanho e a densidade das partículas, são os que mais afetam a homogeneidade da mistura.

As partículas com granulometrias distintas, por regra, não se misturam convenientemente, por estarem sujeitas a influências direcionais em quase todos os processos de mistura utilizados (Behnke, 2005), resultando no aumento da segregação após a mistura (Herrman & Behnke, 1994).

A separação dos ingredientes com diferentes tamanhos (formas e densidades) de partículas, é aumentada, quando o alimento é sujeito a vibração causada pelo transporte por caminhos/estradas irregulares e pela descarga dos alimentos aquando da distribuição nas

manjedouras, uma vez que as partículas menores caem mais lentamente do que as maiores (Shirley, 2009).

Para prevenir esta separação causada pela diversidade granulométrica é necessário triturar/moer os ingredientes até atingirem um tamanho uniforme, através da combinação ou aglomeração das partículas de diferentes tamanhos com gorduras ou melaços; as partículas com diferentes formas devem estar concomitantemente aglomeradas, tal como acontece com partículas com diferentes densidades (Schiere & De Wit, 1993).

CARREGAMENTO DOS DIFERENTES INGREDIENTES NO PROCESSO DE PRODUÇÃO DE DIETAS COMPLETAS

A ordem de carregamento dos alimentos no interior do vagão do *Unifeed* é um procedimento muito importante que pode pôr em causa toda produção da dieta completa, dependendo das características dos alimentos e do tempo de mistura.

Os ingredientes mais leves e com partícula de maior tamanho devem ser os primeiros a serem colocados no vagão do *Unifeed*, sendo seguidos dos alimentos mais densos, uma vez que os ingredientes mais leves e maiores tendem a ter um movimento ascendente, enquanto os alimentos de menor partícula e mais densos têm movimento descendente (Jordan, 2001). Desta forma as forragens secas (feno, palha) deverão ser os primeiros ingredientes a serem introduzidos, sempre seguidos de ingredientes com partícula de dimensão mais reduzida (como sêmeas), tendo em consideração as recomendações para a utilização do *Unifeed* (Calsamiglia, 2005; Behnke, 2005; Jordon, s.d.) e os fatores já referidos anteriormente.

A introdução de líquidos (água, melaços, gorduras e fontes líquidas de aminoácidos) só deve ser realizada após todos os ingredientes sólidos terem sido misturados uniformemente (Behnke, 2005).

Contrariamente, Linn (2005) considera que os últimos alimentos a ser colocados devem ser as forragens, embora os fenos antes dos ensilados (exceto na silagem de milho), enquanto os líquidos podem ser antes ou depois das forragens. Antes da colocação das forragens no interior do vagão, estas devem ser cortadas ou/e moídas para facilitar a mistura com os restantes alimentos da dieta, isto para o caso do *Unifeed* ser desprovido de processador de forragem (Shirley, 2009). Se o *Unifeed* estiver equipado com um processador de forragem, estas devem ser os primeiros alimentos a serem introduzidos. Os alimentos forrageiros, como o feno por exemplo, tendem a concentrar-se no (s) sem-fim (ns), não permitindo que operem

eficientemente (Calsamiglia, 2005), sendo por vezes necessário adicionar água ou reduzir o nível de forragem na dieta para permitir um melhor destroçamento. O nível de inclusão de forragem não deve ultrapassar 10 a 15% da mistura total (Calsamiglia, 2005).

A **Figura 16** ilustra o diagrama morfológico utilizado no processo de trabalho com todas as funções desenvolvidas desde o armazenamento de cada ingrediente até o alimento chegar a manjedoira (Bisaglia, 2011-2012).

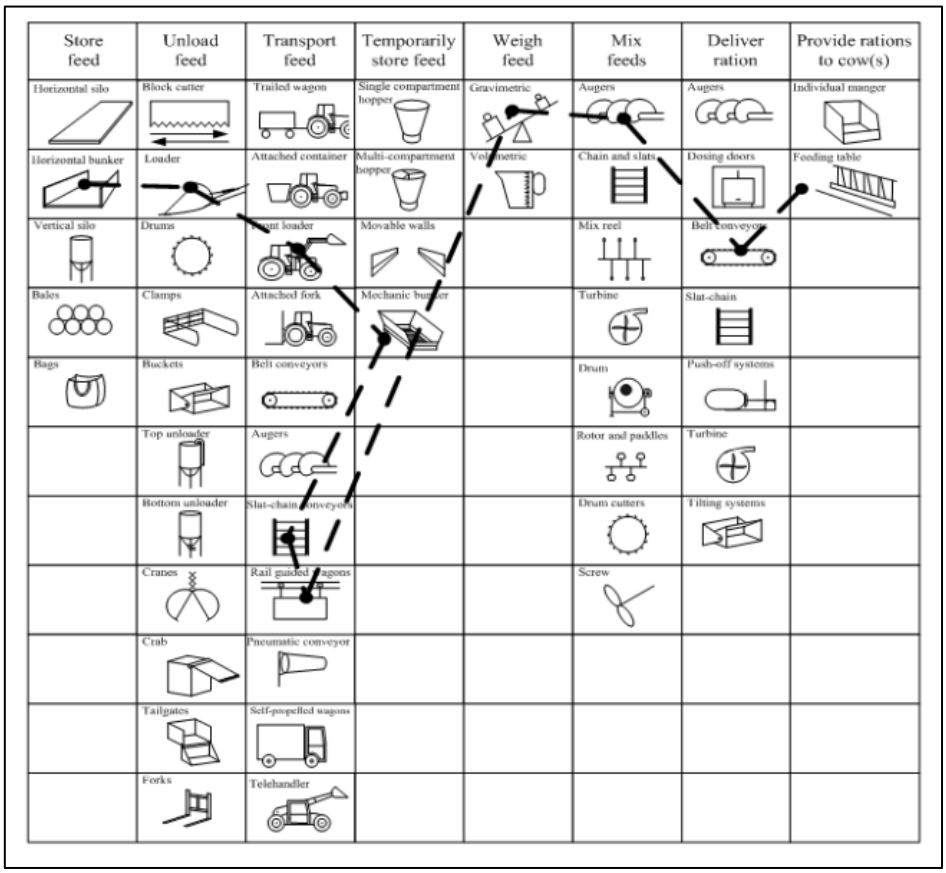

Figura 16- Mecanismo de Preparação e distribuição da dieta completa (Bisaglia, 2011-2012)

2.2.2. CARACTERISTICAS FÍSICAS DAS DIETAS COMPLETAS

As dietas completas foram desenvolvidas com objetivo de permitir a minimização de seleção de ingredientes pelos animais, garantindo o fornecimento dos alimentos necessários as vacas e favorecendo assim, a sua utilização digestiva e metabólica (Shirley, 2009).

Estas dietas são compostas por forragens, coprodutos, cereais, matérias-primas proteicas, minerais e vitaminas que são misturadas de forma equilibrada em que o peso específico de cada

ingrediente deve ser conhecido permitindo definir ordem correta de carregamento e mistura eficaz dos mesmos (Silvia-del-Rio, 2012).

Sendo as forragens (ex.: luzerna, palha e feno) os principais ingredientes para o fornecimento de fibra que posteriormente vão ser utilizados por ruminante para produção de energia. A qualidade da fibra e o tamanho da partícula que é distribuída é importante.

Rossi *et al* (1991) defendiam que os problemas digestivos que podem aparecer quando os animais são alimentados com TMR eram originados pela elevada ingestão de alimentos compostos granulados, sendo estes caracterizados pela presença de grandes partículas de forragem no granulado. Portanto a dimensão de partícula das forragens pode ter efeitos importantes no comportamento alimentar e na utilização dos alimentos pelos animais.

Estes efeitos podem ser particularmente relevantes nos ovinos e caprinos, uma vez que estas espécies são normalmente alimentadas com grandes quantidades de forragens (Cannas, 1995).

Os ovinos diferem dos bovinos no que respeita ao comportamento alimentar, ao nível de ingestão, às capacidades gastrointestinais, às capacidades fermentativas, à digestibilidade e à rotação ruminal dos alimentos (Van Soest *et al*. 1994). Assim, os efeitos da dimensão das partículas das forragens nesta espécie podem ser substancialmente diferentes dos observados nos bovinos (Cannas, 1995).

RELAÇÃO ENTRE A MASTIGAÇÃO E O PH RUMINAL

Os ruminantes como já referido anteriormente têm um sistema digestivo único, que inclui a fermentação microbiana no rúmen. A mastigação é crucial para esse processo, pois ajuda a separar os alimentos em partículas mais pequenas, permitindo assim aumento da superfície de contato para a ação das enzimas e bactérias no rúmen.

Além disso, a mastigação estimula a produção de saliva, que contém bicarbonato de sódio e fosfato de cálcio, que tem um poder tampão (pH neutro) que neutraliza os ácidos produzidos durante a fermentação ruminal.

A presença de fibra das forragens (ex.: luzerna, palha) numa dieta completa ajuda a manter pH ruminal estável (6,0-7,0) porque é mais lentamente fermentada pelos microrganismos do rúmen em comparação com outros ingredientes, como os grãos de cereais que são ricos em amido que tem uma disponibilidade de energia imediato. Assim vai prevenir doenças metabólicas (acidoses

ruminal) ao evitar a diminuição do pH ruminal permitindo uma correta ruminação e produção de saliva (Cannas, 1995).

Cerca de 40% do tempo que os ruminantes passam a mastigar é gasto na preensão e primeira mastigação dos alimentos, o que está relacionado com o nível de fibra e com a maturidade das plantas da dieta.

Sendo que o pH ruminal aumenta com o conteúdo de NDF nas dietas e diminui com o aumento da maturidade das forragens (Carta, 2010). Se tivermos elevada salivação devido a maturidade das plantas iremos ter um elevado poder tampão que contrabalança a formação de acidoses.

RELAÇÃO ENTRE O TAMANHO DAS PARTÍCULAS E O TRÂNSITO DIGESTIVO (TAXA DE PASSAGEM)

É importante referir que a ruminação, com o auxílio da saliva, é uma das ações mais importantes para facilitar a fragmentação das partículas alimentares e auxiliar na manutenção do pH ruminal, (mais fibra, mais saliva). Essa relação entre o tamanho das partículas na alimentação de ruminantes e o trânsito digestivo (taxa de passagem) é fundamental para entender a eficiência da digestão desses animais.

Do alimento que entra dentro do trato digestivo do animal apenas 60-80% da matéria orgânica sofre fermentação ruminal, ou seja, passa por digestão ruminal. A matéria orgânica não fermentada passa para o omaso, por contrações primárias, sendo que esta passagem é influenciada pelo tamanho da partícula, pela densidade, pelo teor em fibra e ainda pela quantidade de digesta. A quantidade de partículas alimentares não degradas que abandonam o rúmen por unidade de tempo é conhecida como taxa de passagem, ocorrendo esta em simultâneo - com os processos referidos anteriormente.

O tamanho de partícula pode ser um fator importante que influencia o valor nutricional do alimento e também a taxa de passagem dependo dos vários processos ao longo do tubo digestivo (Rúmen-Intestino Delgado-Fezes).

As características das fezes refletem o processo digestivo. Observar a sua aparência e consistência permite uma ideia da qualidade da digestão. É influenciada pela relação entre a água e a matéria seca, sendo esta constituída essencialmente por resíduos alimentares não digeridos (Cevolani, *et al*., 2022).

AVALIAÇÃO DO TAMANHO DE PARTÍCULA

O principal objetivo na análise do tamanho da partícula da dieta completa é medir a distribuição do mesmo nos alimentos que as vacas consomem, após os processos de mistura e distribuição permitindo assim uma correta fermentação e utilização dos nutrientes (Lammers *et al*., 1996a, cit in Heinrichs *et al*., 1999).

Para determinar quantitativamente a distribuição do tamanho da partícula estão descritos dois métodos. O primeiro e mais antigo é o método estabelecido pela Sociedade Americana de Engenheiros Agrícolas (ASAE – American Society of Agricultural Engineers'). Neste método um equipamento constituído por um conjunto de 5 peneiros com crivos de diferentes tamanhos e um tabuleiro na base. Estes dispositivos, permitem separar partículas em seis frações, de acordo com a ASAE (1993). Este método é laborioso sendo um procedimento laboratorial moroso, impraticável em explorações pecuárias (Heinrichs *et al*., cit in Lopes, 2011).

Para simular o método laboratorial complexo da ASAE através de um método mais simples, que pudesse ser levado a cabo nas explorações e melhorar a qualidade da mistura nos *Unifeed* em 1996 o Dave Mertens, desenvolveu na Universidade da Pensilvânia um equipamento para mensurar a dimensão das partículas em dietas completas e forragens designado Separador de Particulas Penn State (PSPS).

Originalmente constituído de duas peneiras (com orifícios de 19 e 8 milímetros e 12,2 e 6,4 milímetros de espessura), o PSPS de seguida fui melhorado com um terceiro peneiro para valorizar e contabilizar as partículas mais finas (<1,18 mm). O peneireiro no fundo em plástico que recolhe as partículas mais finas. O terceiro peneiro estima a fibra fisicamente eficaz (peNDF), que consente uma adequada atividade ruminale assegurando a máxima eficácia (Cevolani, *et al*., 2022).

Inicialmente Mertens considerava como peNDF toda a fibra, o melhor NDF, com um diâmetro maior a 1,18 mm. Investigações sucessivas aconselharam-no a aumentar para 4mm no caso de bovinos. Para obter um valor de peNDF perto da realidade pode-se multiplicar a soma das partículas de alimento que ficou no terceiro peneiro por a concentração de NDF da dieta: partículas de concentrado fibroso que se possam ser retidas no terceiro peneiro, e especialmente 3º, mas tem uma margem de erro tolerável (**Fig.17**)

Figura 17- Diferentes Peneiros do teste PSPS (Yost & Greg, 2022).

Segundo Yost & Greg (2022) o peneiro de 19 mm representa a fração de alimento que estimula a mastigação e manutenção do pH pode também ser representativo do material de refugo pelo animal, o peneiro de 8mm recolhe partículas que requerem menos mastigação mas que hidratam rapidamente o rúmen, com o de 4mm é onde se encontra a maior fração de peNDF e no funo encontram-se as partículas que vão ser rapidamente digeridas.

METEDOLOGIA PARA AVALIAÇÃO DO TAMANHO DE PARTÍCULA

Deve-se sobrepor os quatro separadores de plástico uns sobre os outros na seguinte ordem: peneiro com os furos maiores (peneira superior) em cima, os furos médios (peneiro do meio) em seguida, depois os furos menores (peneira inferior) e o fundo é o último (Cevolani, *et al.*, 2022).

Coloca-se no minimo 500 gramas de forragem ou TMR na peneira superior. O teor de humidade pode causar pequenos efeitos nas propriedades de peneiramento, mas não é um problema grave a não ser que atinja valores na ordem dos 45% de matéria seca sendo já uma amostra muito húmida que não permite uma separação com precisão (Heinrichs & Jones, 2022).

O separador é projetado para descrever o tamanho de partícula da dieta fornecida ao animal. Assim, as amostras não devem ser alteradas química ou fisicamente em relação ao que foi alimentado antes da peneiração.

Em uma superfície plana, agita-se os diferentes peneiros em uma direção 5 vezes e depois gira-se a caixa separadora uma quarta vez. Não deve haver nenhum movimento vertical durante a agitação. Deve-se repetir este movimento 7 vezes, para um total de 8 séries ou 40 vezes, girando o separador após cada série de 5 vezes (Heinrichs & Jones, 2022) (**Fig.18**).

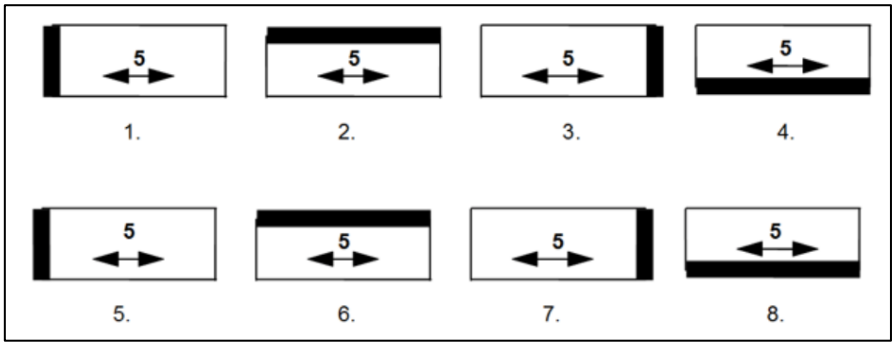

Figura 18- Tecnica do Particle Size (Heinrichs & Jones, 2022).

Para poder utilizar corretamente o PSPS deve-se fazer algumas considerações. O número de agitações por unidade tempo.

Depois de concluída a agitação, pesa-se o material em cada peneira e no fundo. Na **tabela 5** demostra o procedimento para calcular a percentagem em cada peneira.

Tabela 5 - Cálculo do PSPS (Heinrichs & Jones, 2022).

Amostra	Peso Retido	Proporção restante em cada Peneiro
Peneiro Superior - Fibra >19mm	10 gramas (a)	a/e *100=10/200*100=5%
Peneiro Medio - Fibra 19 a 8mm	80 gramas (b)	b/e*100=80/200*100=40%
Ultimo Peneiro - Fibra 8 e 1,18mm	40 gramas (c)	c/e*100=40/200*100=20%
Fundo – Fibra <1,18mm	70 gramas (d)	d/e*100=70/200*100=35%
Total do Peso	200 gramas (e)	

MATERIAL DE REFUGO E TEOR DE FIBRA DA DIETA

Em suma para efetuar esta operação é necessário analisar com o PSPS o material avançado ou desperdiçado dos animais nas 24 horas depois. Para um nutricionista o objetivo è aquele que também os desperdícios tenham uma composição semelhante o mais possível à dieta original: se è uma diferença qualitativa superior a 5% os animais quase de certeza que selecionaram isto quer dizer que a dieta original já não adequada para os animais. A **tabela 6** mostra com o passar

das horas, o teor em NDF da relação do corte longo aumenta progressivamente de 33% para 44%. De facto, os bovinos estão a comer uma ração diferente daquela que formulamos (Cevolani, *et al*., 2022).

Tabela 6 – Teor de NDF em relação ao corte longo (Adaptado de Cevolani, *et al*., 2022).

Produção de Leite	NDF % da dieta	NDF % da Forragem
Alta (>36kg/dia)	28-32%	21-27%
Media (27-36 kg/dia)	33-37%	25-32%
Baixa (<27kg/dia)	38-42%	29-36%

2.2.3. VANTAGENS DA ALIMENTAÇÃO TMR

As dietas completas ao misturarem corretamente alimentos grosseiros, subprodutos, alimentos proteicos, vitaminas e minerais permitem fornecer aos animais as quantidades necessárias de todos os nutrientes, assim como uma proporção equilibrada de alimentos grosseiros e concentrados, que evitam variações bruscas do pH ruminal e favorecem a digestão da dieta e a sua utilização metabólica.

A mistura homogénea de vários alimentos reduz a capacidade dos animais selecionarem os diferentes ingredientes da ração, pelo que, em cada bocado de alimento ingerido é fornecida uma quantidade semelhante e constante de nutrientes. Esta estabilidade origina um ambiente ruminal mais estável e mais favorável aos microrganismos do rúmen, que se traduz numa melhor utilização do azoto não proteico e, consequentemente, no aumento da síntese proteica pelo animal (Freitas, 2008).

Ao alimentarmos os ruminantes estamos a alimentar em primeiro lugar a população microbiana que vive no seu rúmen. Esta população não tolera alterações bruscas da alimentação, pelo que ao fornecermos dietas completas, os microrganismos contactam com a mesma proporção de nutrientes ao longo do dia, o que se traduz na diminuição dos riscos de transtornos digestivos, nomeadamente de acidoses provocadas por altos teores de amido, e na melhoria dos resultados sanitários.

O animal tem um maior número de refeições ao longo do dia garantindo equilíbrio constante das fermentações bacterianas.

A incorporação na dieta completa de alimentos com elevado teor em humidade, como a erva, as forragens verdes ou as silagens, permite um aumento da quantidade ingerida, favorecendo a utilização dos outros alimentos fibrosos, tanto mais que o animal tem maior dificuldade em selecionar os alimentos que compõem a mistura, sobretudo se os alimentos forem previamente triturados ou moídos antes de se proceder à sua mistura (ou seja aumento da ingestão de matéria seca porque ouve uma redução do efeito de volume da forragem devido a trituração) (Freitas, 2008).

A **incorporação de coprodutos** produzidos na exploração ou em locais próximos, em virtude do seu menor custo, poderá traduzir-se na diminuição significativa dos encargos com a alimentação (Freitas, 2008).

A utilização do sistema de alimentação *Unifeed* permite uma redução significativa do tempo necessário e da mão-de-obra exigida nas operações para pesar, carregar, misturar e distribuir uma ração completa. Esta redução será tanto maior quanto maior for o grau de mecanização utilizado, nomeadamente no que diz respeito ao manuseamento e processamento dos alimentos grosseiros.

2.2.4. DESVANTAGENS DA ALIMENTAÇÃO TMR

Embora a TMR ofereça várias vantagens, é importante reconhecer também suas desvantagens para garantir uma abordagem equilibrada na nutrição dos animais.

A implementação de um sistema de alimentação deste tipo pode exigir um investimento inicial significativo em equipamentos especializados, como misturadores verticais ou horizontais. Isso pode representar um desafio financeiro para produtores com recursos limitados (Schingoethe, 2017).

Os equipamentos utilizados na preparação do alimento único exigem manutenção regular para garantir seu funcionamento eficiente. Falhas mecânicas podem resultar em interrupções na alimentação dos animai, afetando diretamente o desempenho produtivo dos animais (Freitas, 2008).

A preparação do alimento único exige uma gestão cuidadosa dos ingredientes, garantindo a proporção correta de nutrientes em cada mistura. O que muitas vezes se revela um problema visto que as matérias-primas são carregadas com meios móveis mecânicos não sendo

corretamente pesadas, este desvio pode comprometer a qualidade da dieta, afetando a saúde e o desempenho dos animais. Um outro problema é o excesso de tempo de mistura que pode causar a trituração e pulverização do alimento (Singh & Awasthi, 2022).

Baseia-se sobre o material descarto na manjedoura (6-8%) para decidir qual a quantidade certa a distribuir porque estes resíduos são os potencialmente sujeitos à seleção variando na sua composição química e físicas durante o período de disponibilidade em manjedoura (Tangorra & Calcante, 2022).

Uma dieta quando mal formulada, pode aumentar o risco de acidose ruminal devido ao consumo excessivo de grãos. Isso pode levar a problemas de saúde nos animais, como *laminitis* e queda na produção de leite.

O facto de nem sempre ser possível manter a composição da dieta ao longo do tempo devido a **sazonalidade da disponibilidade de coprodutos**. É conveniente tentar uniformizar a dieta, especialmente no que diz respeito aos alimentos grosseiros, de forma a evitar alterações bruscas na flora ruminal, que afetarão a digestibilidade e o aproveitamento da ração. Sendo assim essencial a utilização de MP de boa qualidade e conhecer o seu valor nutritivo além da correta utilização dos equipamentos para se obter uma mistura homogénea (Tangorra & Calcante, 2022).

A TMR pode limitar a flexibilidade na formulação da dieta para atender às necessidades específicas de diferentes grupos de animais. Isso é particularmente relevante em explorações com grupos de animais com diferentes necessidades.

É importante espaços adequados para armazenar e manipular os ingredientes, o que pode ser um desafio em explorações com infraestrutura limitada.

Ao considerar a implementação da alimentação TMR, os produtores devem pesar cuidadosamente essas desvantagens em relação aos benefícios, adaptando a prática às condições específicas de sua operação agrícola.

2.3. OCORRÊNCIA DE TOXINAS EM MATÉRIAS-PRIMAS E ALIMENTOS COMPOSTOS

As micotoxinas são compostos secundários do metabolismo de fungos filamentosos (comumente definidas como “bolores”) pertencem aos géneros *Aspergillus, Penicillus* e *Fusarium* (**Fig.19**). As temperaturas de 15-30ºC permitem o desenvolvimento e proliferação de fungos responsáveis pela produção de metabolitos tóxicos.

As micotoxinas podem permanecer nos produtos contaminados por longos períodos até mesmo após a morte do fungo que lhe deu origem. As micotoxinas são geralmente muito estáveis (não se podem ser eliminar com tratamento químico ou térmico) e são persistentes durante o período de armazenamento da matéria-prima ou do alimento, ocorrendo geralmente uma tendência de aumento da sua concentração (Cevolani, *et al*., 2022). No que diz respeito aos alimentos para animais, em particular para ruminantes, é extremamente importante pesquisar e detetar a presença de toxinas em diversas matérias-primas, nomeadamente cereais (sobretudo no milho e coprodutos), algodão, bagaço de girassol, feno, silagem de milho e ainda no alimento acabado (Figueiredo, *et al*., 2020).

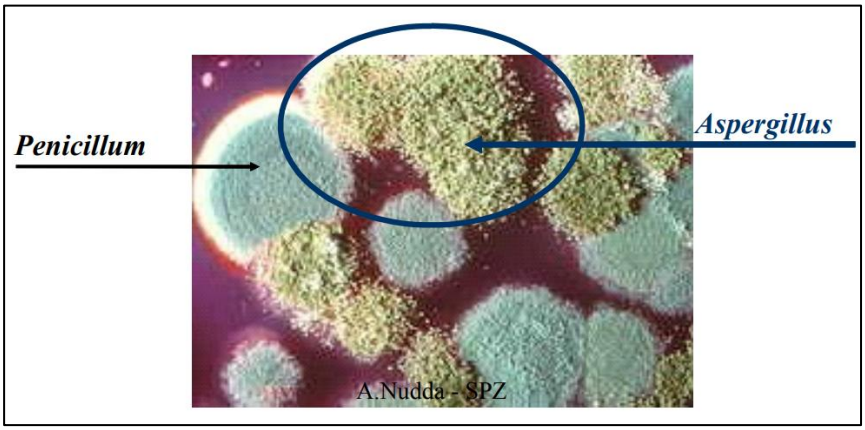

Figura 19- Imagem representativa dos géneros Penicillum e Aspergillus (Figueiredo, *et al*., 2020).

A micotoxina tem um perigo real e potencial que pode levar a intoxicações agudas e crónicas como outros problemas para os animais que falarei mais a frente.

Na área da Zootecnia e Agronómica as micotoxinas mais comuns são: aflotoxinas (in particular, a aflotoxina B1), ocratoxina A (OTA), zearalenona (ZEA), fumonisinas (sobretudo a fumonisina B1 e FB1) e tricotecenos. No ambito deste grupo, os compostos mais importantes para nos são desoxinivalenol (DON), a toxina T2 e o diacetoxiscirpenol (DAS) (**Tabela 7**).

Tabela 7- Micotoxinas mais difusas nos alimentos relativos aos fungos produtores (Licia, *et al*.)

Micotoxinas	Matéria-prima	Fungos produtores
Aflotoxina B_1, B_2, G_1, G_2	Milho, Amendoim, Fruta Seca	*Aspergilos flavus, A.parasiticus*

Aflotoxina M_1	Leite e Queijo	*Aspergilos flavus A.parasiticus, A. Ochraceus*
Ocratoxina A	Trigo, Cevada, Milho, Café e Vinho	*Aspergilos carbonarius, A.niger, Pennincillium verrucosum*
Desoxinivalenol	Trigo, Cevada, Milho	*Fusarium graminearum, F.culmorum*
Nivalenolo	Trigo, Cevada, Milho	*Fusarium crookwellense, F. graminearum*
Toxina T-2	Trigo	*Fusarium sporotrichioides, F.triciatum*
Zearalenona	Milho, Trigo	*Fusarium graminearum, F.culmorum, F. crookwellense*
Fuminisina	Milho, coprodutos do milho	*Fusarium verticilliodes (=F.moniliforme), F.proliferatum*

2.3.1. IMPORTÂNCIA DA DETEÇÃO DE TOXINAS

A deteção de micotoxinas nas matérias-primas é importante para garantir a segurança e a qualidade dos alimentos compostos para animais. As micotoxinas podem causar uma variedade de efeitos negativos nos animais, incluindo: a diminuição do desempenho produtivo; o aumento da suscetibilidade a doenças e em casos graves, as toxinas podem causar a morte dos animais.

A deteção de toxinas nas matérias-primas nas fábricas de alimentos compostos animais é importante para proteger os animais e garantir que os produtos sejam seguros para consumo.

Existem vários métodos de deteção de toxinas, tais como:

- Análises laboratoriais
- Métodos rápidos de deteção

As análises laboratoriais são os métodos mais precisos, mas também são os mais caros e demorados. Os métodos rápidos de deteção são menos precisos, mas são mais rápidos e económicos podem ser divididos em dois grupos principais:

- Métodos colorimétricos: Estes métodos baseiam-se na alteração da cor de uma solução quando é adicionada uma substância que reage com a toxina (Estes testes são utilizados para a deteção de uma variedade de toxinas, incluindo aflotoxina, zearalenona, ocratoxina A e fumonisinas);

- Métodos imunoquímicos: Estes métodos baseiam-se na reação entre uma substância que reage com a toxina e um anticorpo específico para essa toxina (Estes testes são utilizados para a deteção de aflatoxinas, zearalenona e ocratoxina A).

As fábricas de alimentos compostos para animais devem ter um programa de controlo de toxinas rígido que inclua o rastreio regular das matérias-primas como medida de garantir a segurança e a qualidade dos produtos e para proteger a saúde dos animais.

Alguns dos benefícios específicos da deteção de micotoxinas nas matérias-primas nas fábricas de alimentos compostos animais são:

- Permite identificar e remover as matérias-primas contaminadas, evitando que sejam utilizadas na produção de alimentos.
- Ajuda a reduzir os custos associados ao tratamento de animais doentes ou mortos.
- Pode aumentar a produtividade dos animais e a rentabilidade das empresas.
- Ajuda a proteger a reputação da empresa e a confiança dos consumidores.

O programa de controlo de micotoxinas em fábricas de alimentos compostos deve incluir:

- A recolha de amostras das matérias-primas

- A análise das amostras para a presença de toxinas
- A implementação de medidas de controlo para reduzir a contaminação por toxinas

2.3.2. IMPLICAÇÕES DAS MICOTOXINAS NA SAÚDE DOS RUMINANTES

Os ruminantes são considerados entre os animais de interesse zootécnico mais sensíveis aos efeitos das micotoxinas tendo bem presente os seguintes três fatores críticos: nível de contaminações; sinergia entre diferentes micotoxinas e duração da exposição às micotoxinas.

Segundo Whitlow *et al*. (2008) os efeitos nocivos das micotoxinas nos animais podem ser resumidos em três pontos-chave:

1. Redução dos nutrientes disponíveis para o animal. Trata-se de um processo multifatorial: em primeiro lugar o apodrecimento do alimento reduzindo o conteúdo de vitaminas e aminoácidos de (lisina sobretudo) e o valor energético alterando a qualidade nutricional da fonte de alimento. Algumas micotoxinas produzem um efeito de redução da ingestão de alimento, com consequente diminuição da ingestão total de nutrientes. Por último as micotoxinas podem produzir fenómenos de irritação na mucosa intestinal ou interferir com alguns processos metabólicos (ex.: toxina T-2, é um potente inibidor da síntese proteica);
2. Efeitos sobre o sistema endócrino e exócrino. Um exemplo tipico è o efeito da ZEA na performance reprodutiva. Os efeitos estrogénicos conhecidos desta micotoxina são resultado da grande afinidade da ZEA e dos seus derivados para recetores normais de estrogénio;
3. Supressão do sistema imunitário. Os efeitos das micotoxinas na resposta imunitária foram analisados por diversos autores (Gashaw, *et al*.). Em particular, acredita-se que sejam tóxicas a aflotoxina B_1, a Ocratoxina e a Fumonisina B_1. A Toxina T-2 exerce este efeito através da inibição da síntese proteica e, por consequência, dos processos de formação dos linfócitos. Outras micotoxinas podem ser citotóxicas para células imunocompetentes já formadas ou deprimir a formação de anticorpos (como a Ocratoxina A) (Cevolani, *et al*., 2022).

Na **figura 20** evidencia-se a correlação entre a presença de micotoxinas a ocorrência de sintomas/efeitos em órgãos ou sistemas muito específicos dos ruminantes.

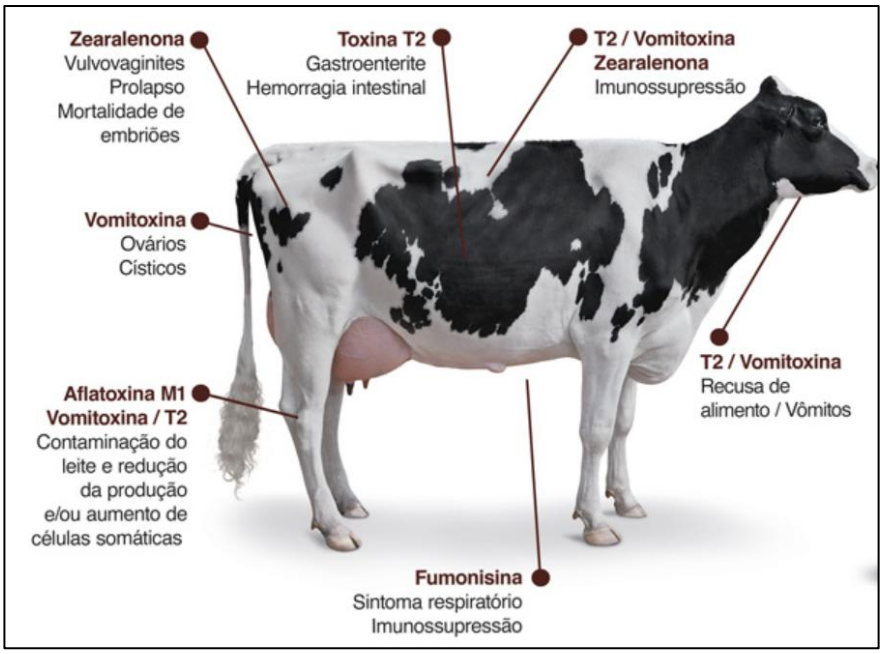

Figura 20- Efeito das micotoxinas em bovinos de leite (Agrifirm, 2021).

2.3.3. EFEITOS DAS AFLATOXINAS NOS PARÂMETROS PRODUTIVOS

As aflatoxinas são o grupo de metabolitos heterocíclicos produzidos por fungos "de armazenagem" (fungos que crescem em condições de armazenamento inadequadas) do género *Aspergillus* (em particular *A.flavus* e *A.parasitus*). Das 18 aflatoxinas identificas, as que ocorrem com mais frequência são a aflotoxina B_1 e a B_2 (AFB1-AFB2) produzidas de cepas de *A.flavus* e *A.parasitus* (Nudda.A, Comunicação Pessoal, 2022).

E as aflatoxinas G1 e G2 (AFG1-AFG2) são metabolitos secundários produzidos pelo *A. parasiticus* tendo um nível de toxidade variável (**figura 21)**.

Tossicità: B1>> M1 > G1 > B2 > G2.

Figura 21- Nível de toxidade das principais Aflatoxinas identificadas (Nudda.A, Comunicação Pessoal, 2022).

A AFB1 ingerida é transformada no fígado em aflatoxina M1(AFM1), que depois é excretada no leite do animal em lactação (**Fig.22**).

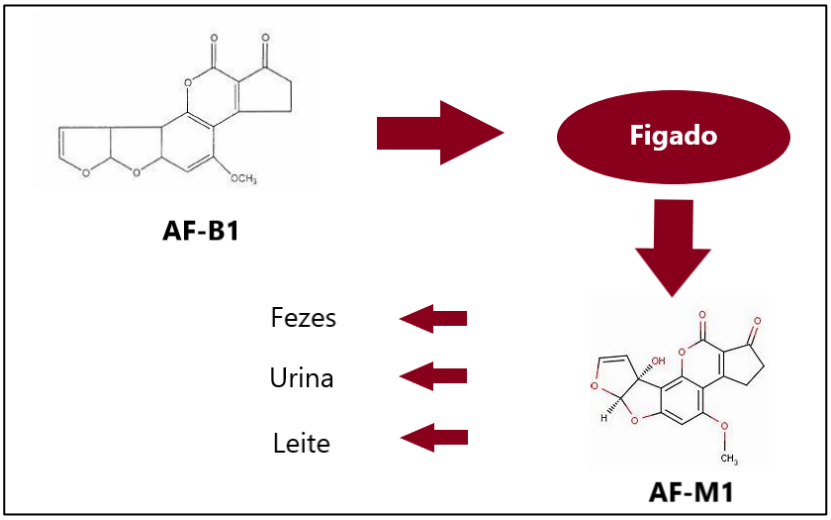

Figura 22- Transformação da Aflatoxina B_1 em M_1 (Nudda.A, Comunicação Pessoal, 2022).

As aflatoxinas pode causar uma série de efeitos negativos nos parâmetros produtivos de ruminantes, incluindo:

- Redução do ganho de peso: a aflatoxina pode causar redução do consumo de alimentos e da digestibilidade dos nutrientes, levando à perda de peso.
- Redução da produção de leite: a aflatoxina pode causar redução da produção de leite, bem como alterações na qualidade do leite (Durman, 2021).
- Redução da fertilidade: a aflatoxina pode causar abortos, nascimentos prematuros e problemas de fertilidade (Smith, Humphrey, Turner, & Stoltzfus, 2017).
- Aumento da mortalidade: especialmente em animais jovens e debilitados.

Os efeitos das aflatoxinas na produção animal variam de acordo com o tipo de ruminante, a dose de aflatoxina ingerida e a condição física do animal. Os animais mais jovens são sempre mais afetados que os adultos e os ruminantes são, em geral, mais resistentes que os monogástricos (pela ação desintoxicante realizada por bactérias e protozoários no rúmen) (Cevolani, *et al.*, 2022).

A **intoxicação aguda** por aflatoxinas manifesta-se em geral por: apatia grave, perda de apetite, febre mais ou menos alta e morte do animal em momentos variados dependendo da sensibilidade específica. Danos no fígado (pálido, aumentado de volume com necrose do parênquima) e nos rins (pode apresentar lesões por glomerulonefrite) bem como nos pulmões de ECOCLIN (fenômenos congestivos) (Tassinari, s.d.).

Na **Intoxicação crónica** os sinais mais visíveis consistem em: falta de apetite, acompanhada de desaceleração do crescimento da perda de peso; o fígado fica congestionado e apresenta áreas hemorrágicas e necróticas. Quando a intoxicação é prolongada, pode ocorrer a formação de tumores malignos. Os rins ficam congestionados e ocasionalmente pode-se observar enterite hemorrágica. Além disso, o animal pode exibir sintomas de depressão e distúrbios nervosos, como descoordenação motora, perda de equilíbrio e espasmos musculares (Tassinari, s.d.).

Os alimentos mais frequentemente contaminados por aflatoxinas são divididos em dois grupos: os de alto risco de contaminação porque normalmente tem uma maior percentagem de humidade são: milho e coprodutos (ex.: polpa de beterraba); e produtos vegetais suscetíveis normalmente associadas às condições de armazenamento: soja, coprodutos e cereais (cevada, trigo, triticale e arroz) (Tassinari, s.d.).

A aflatoxina tem um potencial impacto negativo na saúde animal que pode causar grandes prejuízos económicos à atividade pecuária. A adoção de medidas de controlo da contaminação dos alimentos e forragens (ex.: testes rápidos, controlo da humidade com a termo balança e controlo da temperatura dos silos) é fundamental para prevenir a presença de aflatoxinas nos alimentos para ruminantes.

Algumas medidas de controle da aflatoxina incluem:

- Armazenamento adequado dos alimentos e forragens: os alimentos e forragens devem ser armazenados em local fresco e seco, evitando a proliferação de fungos.
- Uso de fungicidas para controlar o crescimento de fungos: o uso de fungicidas pode ser uma forma eficaz de prevenir e controlar o crescimento de fungos nos alimentos e forragens.
- Seleção de cultivares resistentes a fungos: a seleção de cultivares resistentes a fungos pode ajudar a reduzir a contaminação dos alimentos e forragens por aflatoxina.

2.3.4. ENQUADRAMENTO LEGISLATIVO DAS MICOTOXINAS EM ITÁLIA E NA EUROPA

Em relação ao enquadramento legislativo, attualmente 50 países tem leis e/ou diretivas que regulam os níveis de contaminação das micotoxinas nos alimentos. A maior parte destas diretivas estão relacionadas com as aflatoxinas em alimentos destinados ao uso humano ou zootécnico (Regulamento (UE) N.o 574/2011), enquanto poucos países, onde se incluem os da União Europeia estabelecem limites também para outras micotoxinas. Diversos fatores estiveram na origem do estabelecimento de regulamentos para os limites de tolerância a micotoxinas tais como: 1) a disponibilidade adequada de dados toxicológicos; 2) a disponibilidade de dados estatísticos validos; 3) a não uniforme distribuição das micotoxinas nos alimentos e, portanto, maior dificuldade de amostragem; 4) A disponibilidade de métodos de analise, suficientemente precisos e específicos (Licia, *et al*.).

Muitas vezes os limites de tolerância são um compromisso entre a necessidade de ter alimentos sem potencial cancerígeno e as consequências económicas do seu desenvolvimento.

O Regulamento CE n.165/2010 fixa 50 nanogramas/kg (ppt) como limite máximo de contaminação da aflotoxina M1 no leite para o consumo humano. De acordo com este regulamento e com estudos relativos à taxa de passagem da AFB1 ingerida como AFM1 no leite, pode ser suficiente uma ingestão media de 30-40 mcg/animal/dia de aflotoxina B1 para produzir um leite com um conteudo em AFM1 superior a 50 ppt e, como tal, não comerciável por estar acima dos limites legais.

Para prevenir este problema o Ministerio da Saúde Italiana emitiu uma Nota 855-P-16/01/2013 – Aflatossine tendo como objeto: " Contaminação da Aflatoxina no milho e na cadeia alimentar" que é explicação sobre o "Processo operativo extraordinário para a prevenção e a gestão do risco de contaminação da aflotoxina na fileira do leite e na produção de milho distinado à alimentação humana e animale, seguido de condições climaticas externas". Os procedimentos são basicamente divididos uma parte que se focaliza sobre o milho (primeira parte + Alg.I) e uma sobre os produtos lácteos (segunda parte +Alg. II e III) (Cevolani, *et al*., 2022).

A **tabela 8** reporta mostra os valores máximos admissiveis de aflatoxina B_1 em materias-primas e alimentos compostos para ruminates e monogástricos. Na **tabela 9** são apresentadas as recomendações da Comissão Europeia sobre a presença de desoxinivalenol, zearalenona, ocratoxina A, toxinas T-2 e HT-2 e fumonisinas em produtos destinados à alimentação animal.

Tabela 8- Teores máximos de AFB1 nos alimentos para Ruminantes e Monogástricos segundo o Regulamento (UE) N.o 574/2011 (modificado; as contaminações expressas em mg/kg o ppm foram convertidas em ppb o mcg/kg).

Aflatoxina B1	Produtos destinados à alimentação animal	Conteúdo máximo em ppb
	Materias-primas para alimentação animal	20
	Alimentos complementares e alimentos completos para animais com a exceção: - Alimentos compostos para bovinos leiteiros e vitelos, ovinos leiteiros e cordeiros, caprinos leiteiros e cabritos, leitões e aves de capoeira jovens;	10 5
	- Alimentos compostos para bovinos (excepto bovinos leiteiros e vitelos), ovinos (excepto ovinos leiteiros e cordeiros), caprinos (excepto caprinos leiteiros e cabritos), suínos (excepto leitões) e aves de capoeira (excepto aves de capoeira jovens);	20

Tabela 9- Valores de Referência-recomendação 2006/576/CE.

Micotoxina	Produtos destinados à alimentação animal	Valor de orientação em mg/kg (ppm) de alimento para animais para um teor de humidade de 12 %
Desoxinivalenol	Matérias-primas para alimentação animal: — Cereais e produtos à base de cereais com excepção dos subprodutos do milho	8
	— Subprodutos do milho	12
	Alimentos complementares e alimentos completos para animais, com excepção de:	5
	— Alimentos complementares e alimentos completos para suínos	0,9
	— Alimentos complementares e alimentos completos para vitelos (< 4 meses), borregos e cabritos.	2
Zearalenona	Matérias-primas para alimentação animal: — Cereais e produtos à base de cereais com exceção dos subprodutos do milho	2
	— Subprodutos do milho	3
	Alimentos complementares e alimentos completos para animais - Alimentos complementares e alimentos completos para leitões e marrãs (porcas jovens	0,1
	— Alimentos complementares e alimentos completos para porcas e suínos de engorda	0,25
	— Alimentos complementares e alimentos	0,5

	completos para vitelos, vacas leiteiras, ovelhas (incluindo borregos) e cabras (incluindo cabritos).	
Ocratoxina A	Matérias-primas para alimentação animal: — Cereais e produtos à base de cereais Alimentos complementares e alimentos completos para animais: -Alimentos complementares e alimentos completos para suínos -Alimentos complementares e alimentos completos para aves de capoeira	0,25 0,05 0,1
Fumonisinas B1 + B2	Matérias-primas para alimentação animal - milho e produtos à base de milho Alimentos complementares e alimentos completos para: - Suínos, cavalos (equídeos), coelhos e animais de companhia - Peixes - Aves de capoeira, vitelos (< 4 meses), borregos e cabritos -Ruminantes adultos (> 4 meses) e martas	60 5 10 20 50

2.4.AVALIAÇÃO DA COMPOSIÇÃO QUÍMICA DE MATÉRIAS-PRIMAS E ALIMENTOS COMPOSTOS POR ESPECTROSCOPIA NO INFRAVERMELHO PRÓXIMO (NIRs)

Como referido anteriormente, caso não exista uma mistura homogénea de todos ingredientes numa dieta completa estas alterações podem conduzir a transtornos metabólicos. Por isso é muito importante no caso dos pequenos ruminantes o tamanho de partícula das matérias-primas fibrosas para evitar problemas seletividade (Lopes, 2011).

A formulação de alimentos para animais, pretende responder às necessidades nutricionais dos animais, nas diferentes fases do ciclo produtivo em que se encontram.

Perante as alterações que podem ocorrer, é importante monitorizar a composição química das matérias-primas e os produtos finais, para que se possa garantir que o animal ingere um alimento com composição nutricional semelhante àquela que foi formulada, de acordo com a altura do ciclo produtivo (Lopes, 2011).

A espectroscopia no infravermelho próximo (NIRs- Near Infrared Spectroscopy), é uma técnica de análise que permite prever a composição química e certas propriedades físicas de matrizes alimentares, nomeadamente matérias-primas e produtos acabados. A tecnologia NIRs baseia-se na análise de interação da radiação ótica (luz) com as estruturas moleculares e atómicas das matrizes analisadas (IRIS, 2021).

A análise através NIRs é realizada de forma mais rápida do que os métodos químicos clássicos determinando os nutrientes do alimento (Proteína Bruta, Gordura Bruta, Fibra Bruta, Cinzas, NDF…) permitindo assim confirmar os parâmetros de qualidade dos produtos.

Em termos práticos, a espectroscopia NIR envolve o desenvolvimento de modelos de ***machine learning*** que convertem a informação espectral em valores de parâmetros de análise quantitativos e qualitativos. A análise destes parâmetros por métodos clássicos, é assim fundamental para a construção dos modelos.

2.4.1. CALIBRAÇÃO NIRs

O desenvolvimento de uma calibração NIR implica inicialmente a recolha de amostras. Estas amostras devem ser representativas do alimento desconhecidas para serem medidas em todas as áreas de potencial variabilidade, incluindo gama(s) de constituintes, origem e variação sazonal. A recolha das amostras certas é muitas vezes o passo mais difícil na criação de uma calibração NIR.

O número mínimo de amostras para obter uma calibração provisória é normalmente de 50 amostras, mas calibrações mais robustas são geralmente desenvolvidas com mais de 100 amostras, dependendo do tipo de produto, e algumas podem ser baseadas em milhares de amostras químicas que constituem a calibração devem ser submetidas (KPM, 2024).

Através do método de Dumas ou Kjeldahl para proteínas, extração Soxhlet para gorduras e óleos ou quaisquer outros métodos de referência aprovado para o(s) constituiente(s) de interesse. É importante que os dados de referência sejam de alta qualidade e com erros mínimos, porque precisão e o desempenho da calibração NIR são limitados pelo erro de referência.

Uma vez obtidos os valores de referência, eles são adicionados aos espectros da amostra bruta e esses dados são regredidos entre si, usando uma regressão mínimos quadrados parciais (MQP) (**Fig.23**). O valor fora da equação linear pode ser aplicado a futuras amostras desconhecidas para prever os constituintes de interesse (KPM, 2024). Porque existe um conjunto de variáveis independes (chamadas de componentes neste caso nutrientes) que estão altamente correlacionados com a variável dependente, mas não estão correlacionados entre si.

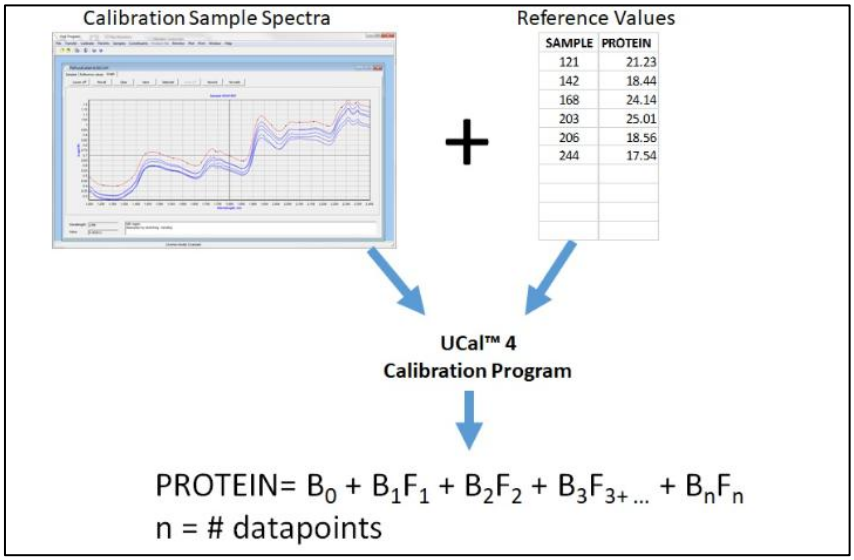

Figura 23- Calibração de uma curva NIRS (KPM, 2024).

Por exemplo a calibração pode ser usada com amostras desconhecidas para prever o conteúdo de proteína. E os *outliers* são usados para garantir que as amostras analisadas sejam semelhantes às amostras usadas para criar a calibração, garantindo que os resultados sejam precisos e fiáveis (KPM, 2024).

Na indústria dos alimentos compostos para animais existem diferentes formar de adquirir curvas de calibração tanto para matérias-primas e como produtos acabados: existem laboratórios e empresas que vendem um pacote completo (equipamento já com curvas de calibração previamente instaladas) ou só as curvas de calibração. No primeiro é importante perceber onde foram desenvolvidas as calibrações (origem das matérias primas) e procedimento realizados (perceber se é necessário moer as amostras com tamanho de partícula 0,5 ou 1 milímetro ou se pode ser analisada tal e qual) e por ultimo a fabrica de alimentos compostos pode construir as suas próprias curvas, enviando amostras para um laboratório externo no caso de ter produtos muito específicos e determinar as suas especificações (FOSS, 2023).

2.4.2.VISÃO GERAL DO USO DA TECNOLOGIA DE ESPECTROSCOPIA NO INFRAVERMELHO PRÓXIMO (NIRs)

A utilização crescente da **Internet of Things** (IoT) e das tecnologias de informação e comunicação (ICT), tem levado a uma evolução da Agricultura de Precisão para uma ***Smart farming***.

Atualmente o desafio é obter a maior quantidade de dados de forma automática, rápida e precisa, utilizando ML o **Deep Learning** (DL), ambos baseados no desenvolvimento de redes neutrais artificiais (ANN), e obter algoritmos de classificação para ter uma gestão zootecnica cada vez mais automática e precisa (Evangelista, 2021).

No panorama da produção animal em que cada vez mais as fábricas de alimentos compostos e os técnicos necessitam de uma resposta imediata e com precisão para ajudar os produtores. Torna-se essencial a utilização de NIRS para suporte à fábrica com equipamento fixo (ex.: NIRS^{TM}DS3). Este equipamento permite o controlo de matérias-primas na receção, em tempo real permitindo aceitar ou não a matéria-prima. Por outro lado, também fazer o controlo do processo de produção (**Fig.24**).

Figura 24- Uso do NIRS fixo na fábrica de Alimentos Compostos.

Fora da fábrica no caso dos técnicos ou na própria exploração o mais adequado é o NIR portátil. permitindo analise da composição química das matérias-primas seja no campo ou durante o carregamento do *Unifeed*, analise dos constituintes da dieta completa, análise de índices de avaliação *Unifeed* (homogeneidade e seleção); análise da composição química de fezes e análise online da qualidade do leite (total e individual) em sala de ordenha (Evangelista, 2021)(**Fig.25**).

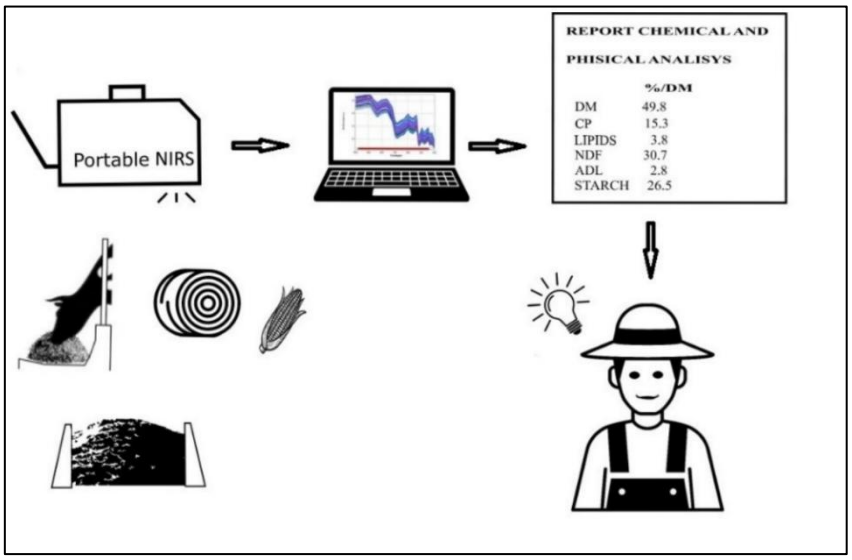

Figura 25- O uso de um instrumento NIRS portátil por um produtor na exploração pode melhorar o maneio da exploração e promover uma alimentação de precisão (Evangelista, 2021).

2.4.3.FUNCIONALIDADE DOS EQUIPAMENTOS NIRS

A técnica NIRs é uma ferramenta valiosa para as fábricas de alimentos compostos, pois pode ser usada para:

- Controlo de qualidade de matérias-primas à entrada da fábrica ou monitorização dos silos (cereais ou alimentos compostos) ou a solo (bagaços) e controlo de alimentos compostos após produção,

- Monitorização de processos: O NIRs pode ser usado para monitorizar processos industriais em tempo real. Por exemplo, o NIR_s pode ser usada para monitorizar a temperatura de um processo de cozimento ou a umidade de um processo de secagem.

- Otimização de processos: O NIRs pode ser usado para otimizar processos industriais. Por exemplo, a NIR pode ser usada para determinar a melhor combinação de ingredientes para uma dieta ou a melhor temperatura para um processo de produção de flocos.

A tecnologia NIR é uma ferramenta valiosa e preponderante para as fabricas de alimentos para animais evitem ter custos elevados por matérias-primas de baixa qualidade.

Por outro lado, uma formulação desajustada do alimento composto traduz-se diretamente em perdas económicas, devido a um aumento dos custos do alimento ou de menor desempenho dos animais.

Recorrendo à tecnologia NIRs para determinar, por exemplo, a energia metabolizável, o teor de aminoácidos e de fósforo fítico das matérias-primas, é possível ter dados que permitem uma seleção eficaz das matérias-primas. Ao conhecer, em segundos, a composição química dos produtos, é possível tomar decisões em tempo real sobre a necessidade de atualizar as matrizes de formulação do alimento para otimizar a produção.

3. CARACTERIZAÇÃO COOPERATIVA DE PRODUTORES DE ARBOREA

3.1. CONTEXTO INSTITUCIONAL

O presente estágio realizou-se na Cooperativa Produttori di Arborea e decorreu entre o dia 8 de agosto e o 2 de novembro de 2023, com duração de 480 horas de atividades efetivamente exercidas no local de estágio.

A história da Cooperativa Produttori Arborea é profundamente ligada à história do repovoamento da região de Arborea (Sardenha), que apartir dos anos 20, sofre uma transformação devido aos contributos das famílias de agricultores provenientes das regiões de Veneto, de Friuli e da Emilia Romangna (Italia continental). Estas famílias transferiram-se para a Sardenha e recuperaram uma área cerca de 10.000 ha para a agricultura, tornando Arborea num dos territórios mais produtivos e rentáveis de toda a Ilha da Sardenha.

Quando a Cooperativa nasceu em 1950, o seu objetivo era prestar assistência técnica a cada exploração dos seus cooperantes e organizar a atividade de gestão administrativa, contabilidade e financeira, de aquisição de meios técnicos, de assistência veterinária e agronómica.

Nos primeiros anos de atividade, a Cooperativa Produttori di Arborea, inicialmente Cooperativa Assegnatari Etfas, era responsável por acompanhar o crescimento de cada exploração agrícola na transição da condição original, desde a concessão das terras, até as próprias famílias se tornarem proprietárias das mesmas. Assim a Cooperativa deu vida e força ao sistema de cooperativismo que na Sardenha representa ainda uma inovação.

Hoje a Cooperativa Produttori di Arborea é uma importante realidade do sistema agroalimentar sardo, com cerca de 220 cooperantes/sócios, representando uma economia de escala que permite assistir os seus clientes do "*prado ao prato*".

A cooperativa está dividida em vários setores como: lacticínios, hortofrutícola, carne (centro de engorda e matadouro), alimentos compostos e ainda venda a retalhistas, grossistas e ao público em geral.

Em **2020** a fabrica de alimentos compostos é criada para apoiar os produtores pecuários dos setores acima mencionados, de forma a fornecer-lhes dietas completas necessárias tanto para a manutenção dos animais como para a produção, em particular para épocas mais exigentes do seu ciclo produtivo. Para além dos outputs da unidade industrial ainda existe uma rede de Pontos de Venda (PV) ao público onde se comercializa uma vasta gama de artigos e produtos dedicados à agro-pecuária (matérias-primas, alimentos compostos, sementes, fertilizantes, entre outros…)

Os pontos de venda (PV) dispersos na Sardenha fazem parte da estratégia de aproximação da Cooperativa aos produtores estando presentes em 5 locais diferentes (**Figura 26**): Bassacutena (Sassari), Muros (Sassari), Thiesi (Sassari), Lula (Nuoro) e Arborea.

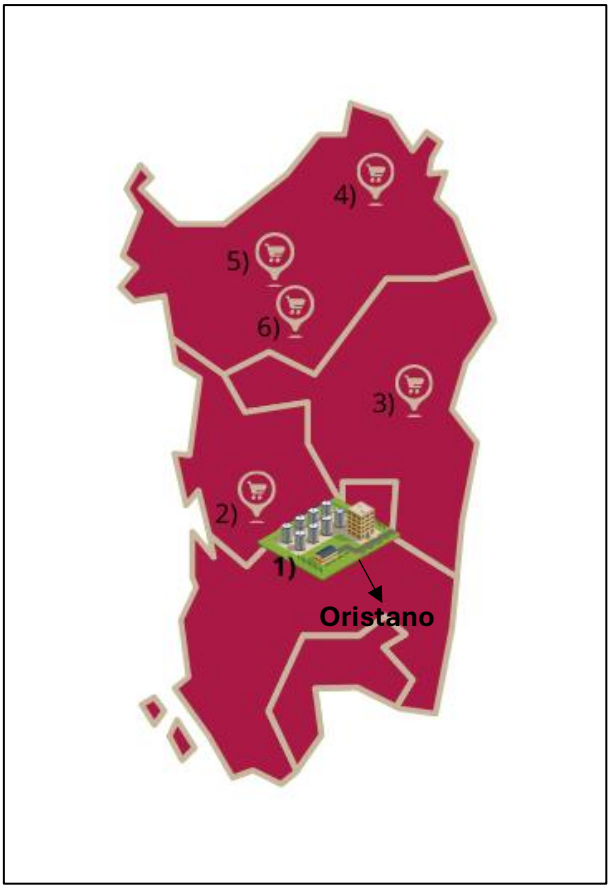

Figura 26- Mapa da Sardenha com localização das diferentes estruturas da Cooperativa incluindo Pontos de Venda (PV): 1-Fabrica de Alimentos Compostos, 2-PV Arborea, 3-PV Lula, 4-PV Bassacutena, 5-PV Muros e 6-PV Thiesi.

3.2. LOCAL DE ESTÁGIO

A atividade desenvolvida neste estágio, centrou-se maioritariamente na Fábrica de alimentos compostos da CPA que se localiza em Santa Giusta (OR), Porto Oristano Industrial – Via Ercole Cellino (Figura 1). É no recinto da fábrica que decorre toda a atividade produtiva, desde a receção e armazenamento de matérias-primas, até aos diferentes processos de produção das fórmulas finais. A fábrica de rações está implantada num recinto com cerca de 30.000 m^2, que inclui diferentes estruturas (**Fig.27**):

1)Escritórios:

Departamento administrativo– Onde são registadas todas as pesagens dos camiões à entrada e saída da fábrica das matérias-primas e produto acabado;

Departamento Tecnico – Onde se faz a formulação das dietas completas, investigação e desenvolvimento de novos produtos;

Departamento Comercial – onde os clientes são recebidos;

Departamento de Qualidade– Controlo de qualidade das matérias-primas, coprodutos e produto acabado;

2) Unidade de Armazenamento - é constituída por uma zona de armazenamento de MP e Coprodutos sólidos (ex.: Bagaço de soja, Alfarroba, Destiler,…) a terra, Silos para armazenamento de MP de longa duração (Milho, Cevada), Silos para armazenamento de curta duração onde as MP e Produtos Acabados permanecer por um reduzido período, Silos de Armazenamento de Coprodutos líquidos (ex.:Melaço de Cana) e o Fenile onde são armazenados os Fardos de MP fibrosas;

3) Unidade de Produção de Alimentos Compostos – estrutura habilitada à produção de alimentos compostos e produção de ”ESSE 44” (bagaço de soja 47% de proteína bruta que é reduzido a 44%).

4)Unidade de Produção de Flocos – estrutura habilidade para a produção de Cereais ou Coprodutos extruditos.

5)Unidade de embalamento e armazenamento do Produto Acabado (PA) - estrutura habilitada à enchimento de big bags (BB) e armazenamento do PA.

6)Unidade de armazenamento de MP húmida – zona onde as matérias-prima (silagem de milho, erba ou mix) são embaladas em vácuo (Balletta) e estabilizadas e armazenadas para serem expedidas;

7)Unidade de produtos não conformes – na eventualidade de não conformidades graves dos produtos são geridas nessa área para evitar contaminações com os restantes alimentos produzidos na fábrica;

8)Área de resíduos – área de armazenamento temporário de resíduos a serem expedidos para serem expedidos e eliminados;

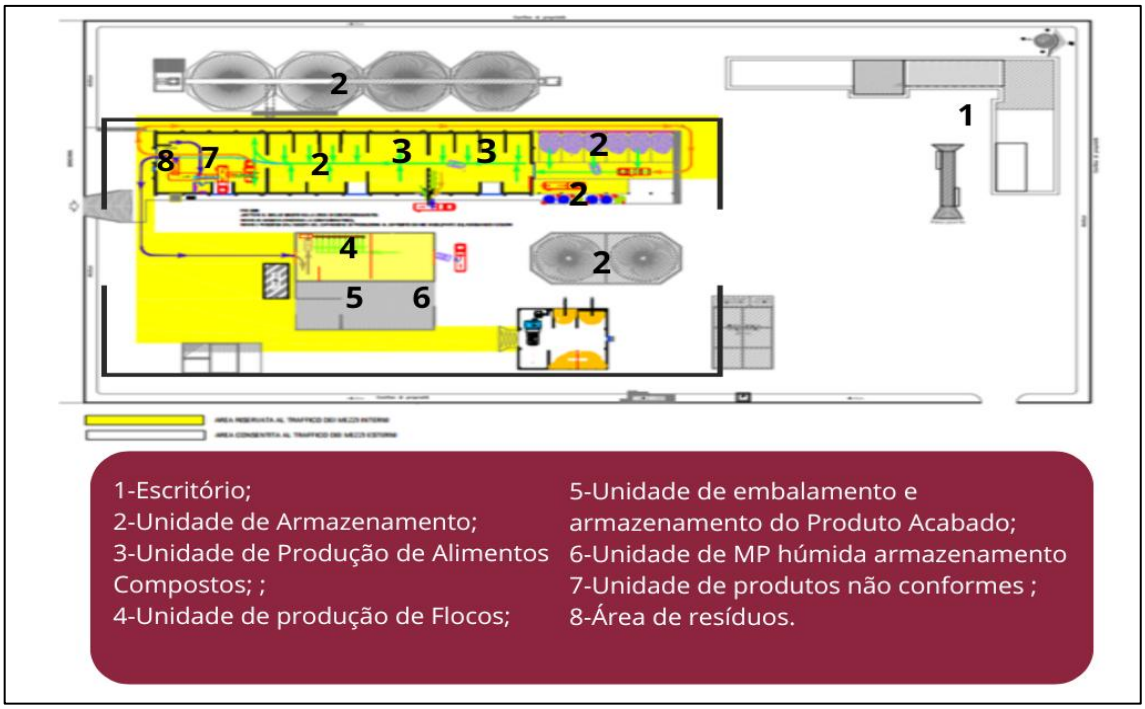

Figura 27- Esquema da Fábrica de AC da CPA.

3.2.1. UNIDADE INDUSTRIAL DE PRODUÇÃO DE ALIMENTOS PARA ANIMAIS DA CPA

Na unidade industrial de produção de alimentos para animal da CPA produzem-se:

- Alimentos simples ou matéria-primas para a alimentação - produtos de origem vegetal, conservados, no seu estado natural ou após moagem ou trituração a frio ou após tratamento a vapor e coprodutos de origem vegetal derivados de processos de transformação industrial;

- Alimentos Compostos - misturas de matérias-primas que, dependendo da sua composição e métodos de utilização se designam por (dieta completa ou dieta complementar).

A unidade de produção de alimentos simples e compostos da Cooperativa Produttori di Arborea é composta por três linhas de produção que se apresentam abaixo por ordem de relevância para a produção total da fábrica da CPA:

- Linha de Alimentos Compostos - (*Fiberfeed* ou Dietas Completas, Misturas e *Preunifeed* ou dietas fibrosas complementares e *Miscelas* ou alimentos concentrados complementares) (**Fig.28**);

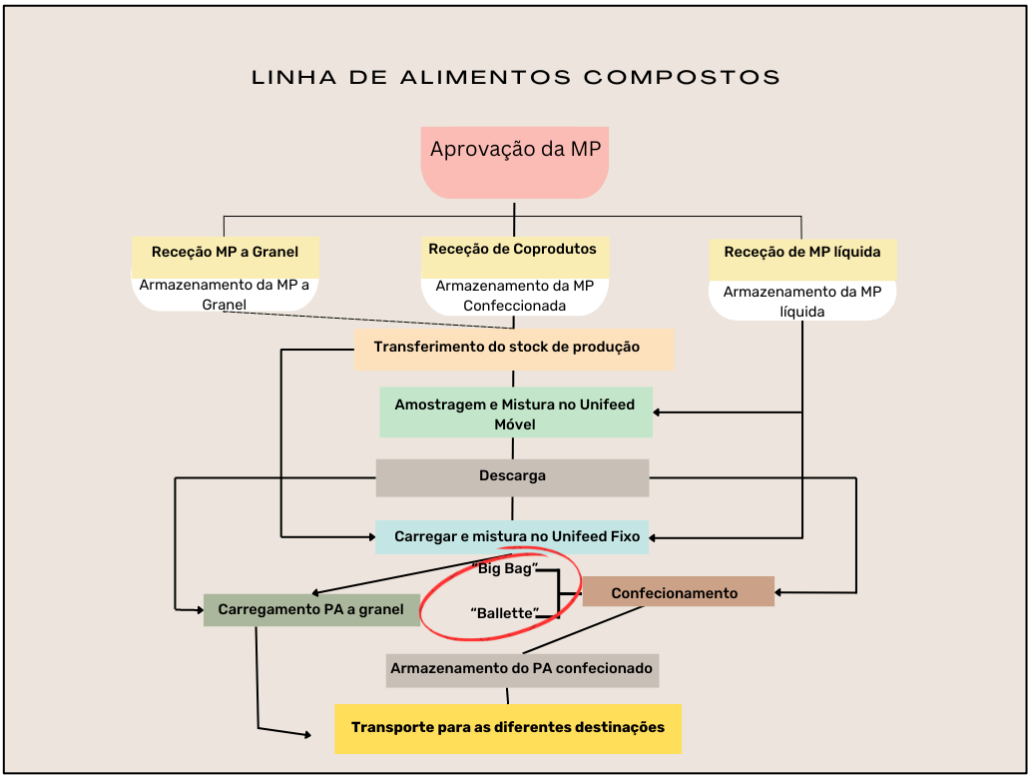

Figura 28- Linha de Alimentos Compostos.

- Linha de Extrusão (Flocos), Moagem (Farinha) e Trituração (polpa de beterraba e bagaço de girassol) (**Fig.29**);

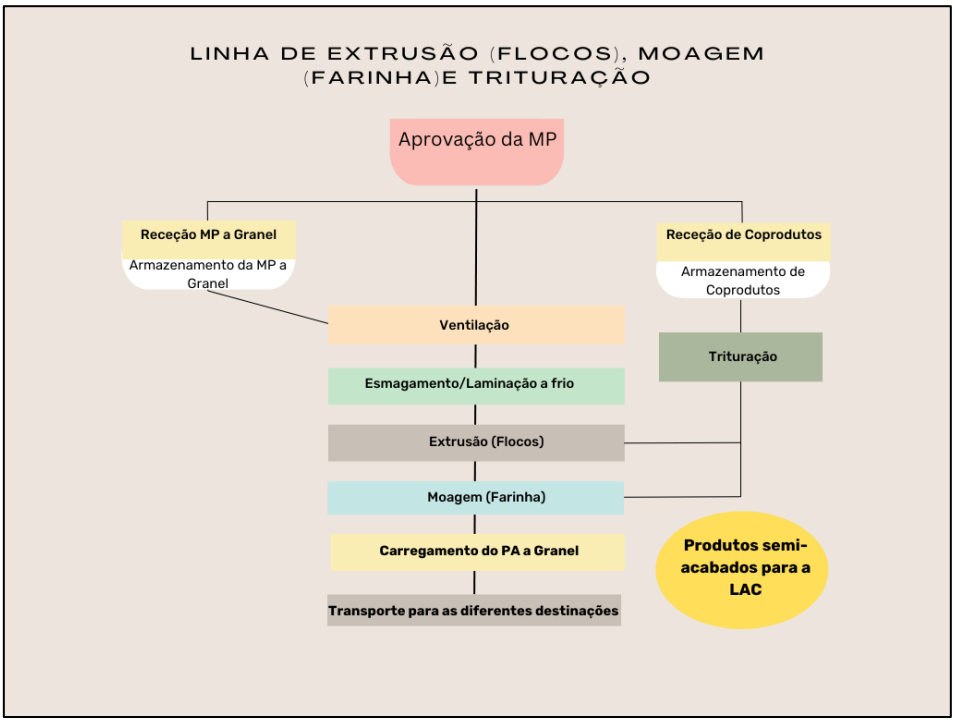

Figura 29- Linha de Extrusão (Flocos), Moagem (Farinha) e Trituração.

- Linha de produção de alimentos húmidos (*Humifeed*) (**Fig.30**).

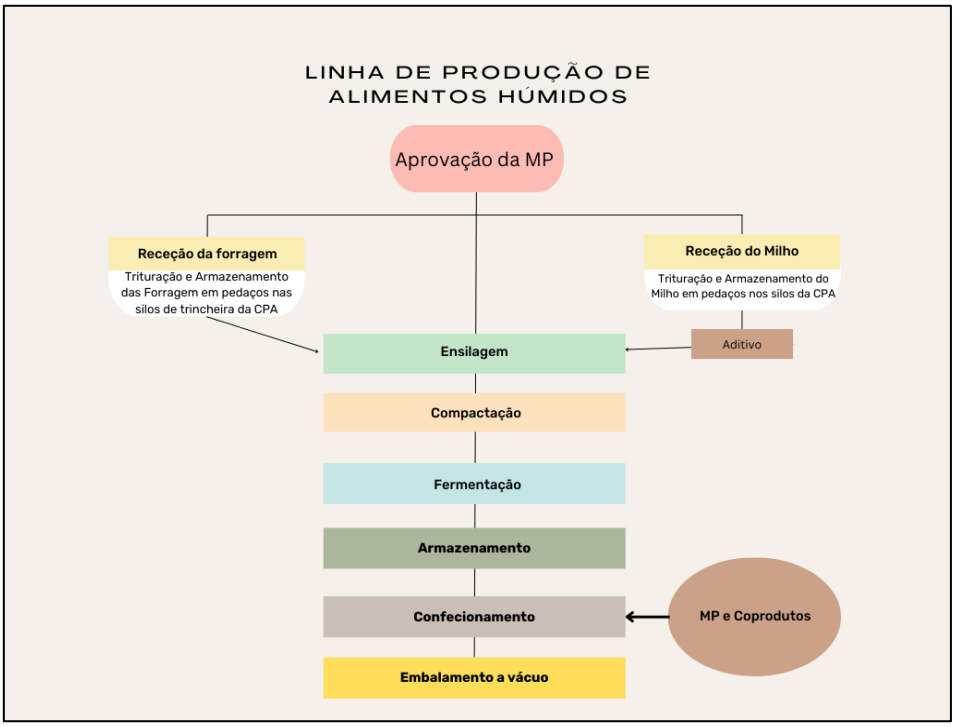

Figura 30- Linha Produção de Alimentos Húmidos.

3.2.2. ÁREAS DE ARMAZENAMENTO DE MATÉRIAS-PRIMAS SÓLIDAS E LÍQUIDAS

As matérias-primas são armazenadas em três áreas distintas:

- Armazém do Feno– onde são armazenados os Fardos de 750-800 kg de MP fibrosas com diversas dimensões de corte (Luzerna e Palha) (**Fig.31**). O transporte dos fardos para a área de produção de alimentos compostos é feito com recurso a um **Manitou.**

Figura 31- Armazém do Feno e boxes para as MP fibrosas**.**

- Silos das Matérias-Primas Líquidas –localizam-se no mesmo espaço onde são armazenadas as MP fibrosas. A fábrica dispõe de três silos para o armazenado do Melaço e um para o armazenamento de Bicarbonado de Cálcio (sólido) (**Fig.32**);

Figura 32- Silos para armazenamento de Melaço a esquerda e a direita silo de armazenamento de Carbonato de Cálcio.

- Silos para matérias-primas sólidas de grande capacidade – 7 silos de armazenamento primário dos quais três com capacidade de 9000 m^3 e quatro de 4000 m^3, onde são armazenados os cereais como o milho, cevada e trigo provenientes dos desembarques;

- Silos de Produção – são 34 silos de menor capacidade utilizados para o armazenamento das matérias-primas transformadas (Flocos de cereais, MP trituradas e Farinhas). Estes estão localizados junto das linhas de produção (**Fig.33**).

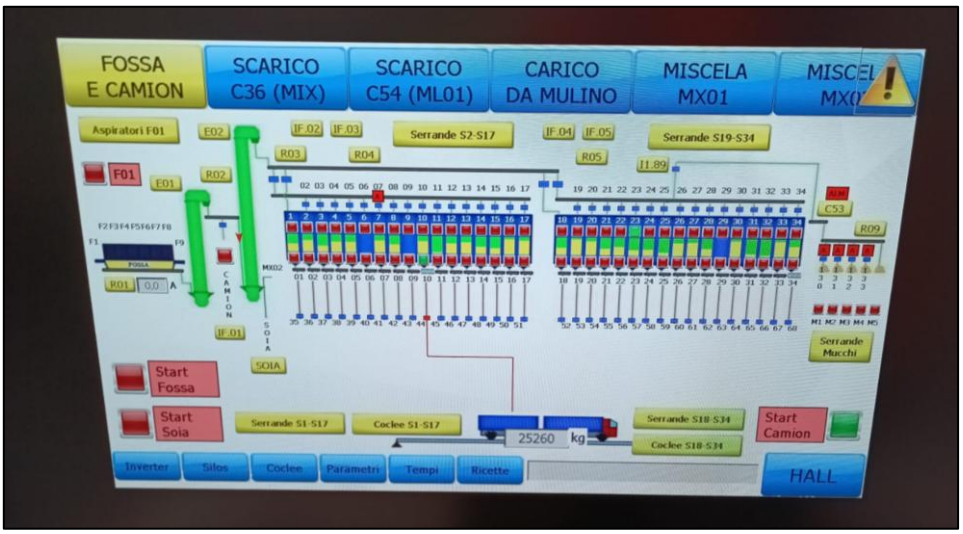

Figura 33- Sistema de carga e descarga dos silos de produção.

- Silos de armazenamento a Granel- são silos a terra que armazenam matérias-primas solidas que não podem ser armazenadas nos silos de produção (ex.: Distiller, Alfarroba, Sêmea de Trigo) (**Fig.34**).

Figura 34- Box de Armazenamento de Matérias-primas a Granel

3.2.3. UNIDADE DE PRODUÇÃO DE DIETAS COMPLETAS E COMPLEMENTARES

As linhas de produção de Dietas Completas (*Fiberfeed*) e Dietas Complementares Personalizadas (*Miscelas* e *Preunifeed*) estão ambas alojadas dentro da mesma infraestrutura que se designa para simplificação, área de produção de alimentos compostos.

A área de produção de AC situa-se num recinto exclusivo compreende 2 zonas relativas a produção de dietas completas, e produção de alimentos compostos complementares *(Miscelas* e *Preunifeed*).

A Produção de Alimentos Compostos

Dentro da área de Produção de Alimentos Compostos reconhecemos uma área onde ocorre a produção das "Dietas completas" e outra onde ocorre a produção de "Alimentos Complementares".

a) <u>Linha das Dietas Completas</u>

Na linha das dietas completas produzem-se alimentos únicos com baixo teor de humidade, designados aqui por alimentos secos. Este alimento não tem na sua composição matérias-primas com elevado teor de humidade, tal como as silagens.

Na linha de produção das dietas completas é utilizado um *Unifeed* estacionário (Fixo que tem a função de misturar várias MPs utilizadas. O *Unifeed* estacionário é da marca Siloking e tem a capacidade de 40 m^3 com um sistema de turbo sem-fim funciona a uma velocidade ótima de 18 rpm durante a mistura e 38 rpm para a descarga completa com a capacidade de carga até 12 toneladas. No exterior do *Unifeed*, existe uma cisterna para armazenamento de água que pode ser utilizada para melhorar a eficiência da mistura (A adição de água é utilizada por sistema, mas apenas em fórmulas especificas.

O *Unifeed* fixo é carregado com as matérias-primas através de um manitou e os microcomponentes (minerais e vitaminas) através de sistema que está diretamente ligado ao *Unifeed* (**Fig.35**).

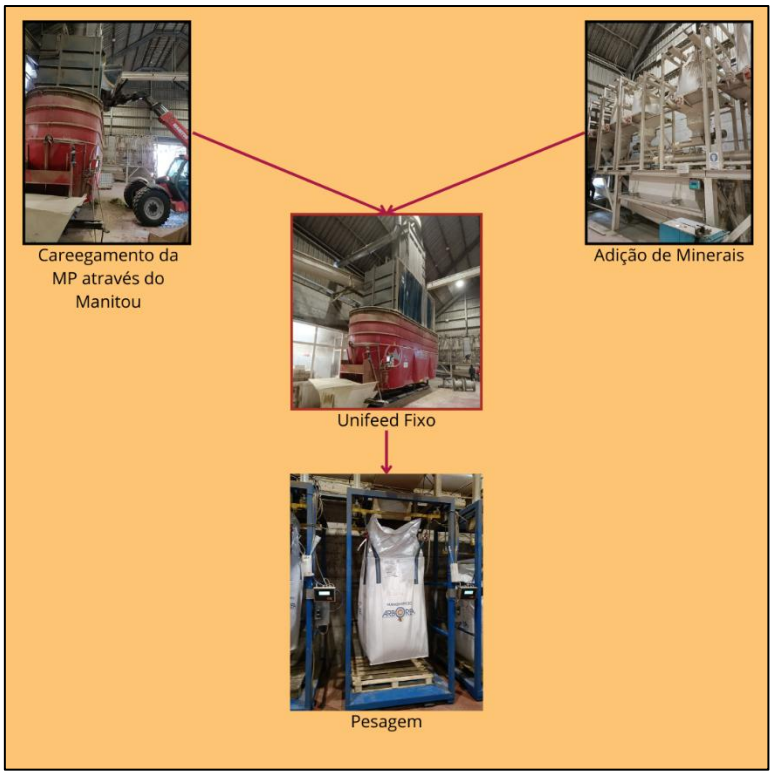

Figura 35- Linha de produção de Dietas Completas da CPA.

b) <u>Linha das Dietas Complementares</u>

Na linha das Dietas Completares produzem-se dois tipos de produtos (**Fig.36**):

- *Miscelas* –mistura equilibrada de ingredientes (ex.: milho, soja, polpa de beterraba) formulada para fornecer os nutrientes necessários para fases de maior exigência nutricional aos ruminantes. Estas *miscelas* são formulas para complementar a dieta de base dos animais, que geralmente consiste em forragens (palha, feno luzerna).
- *Preunifeed* – que é uma mistura de ingredientes fibrosos para complementar a dieta básica.

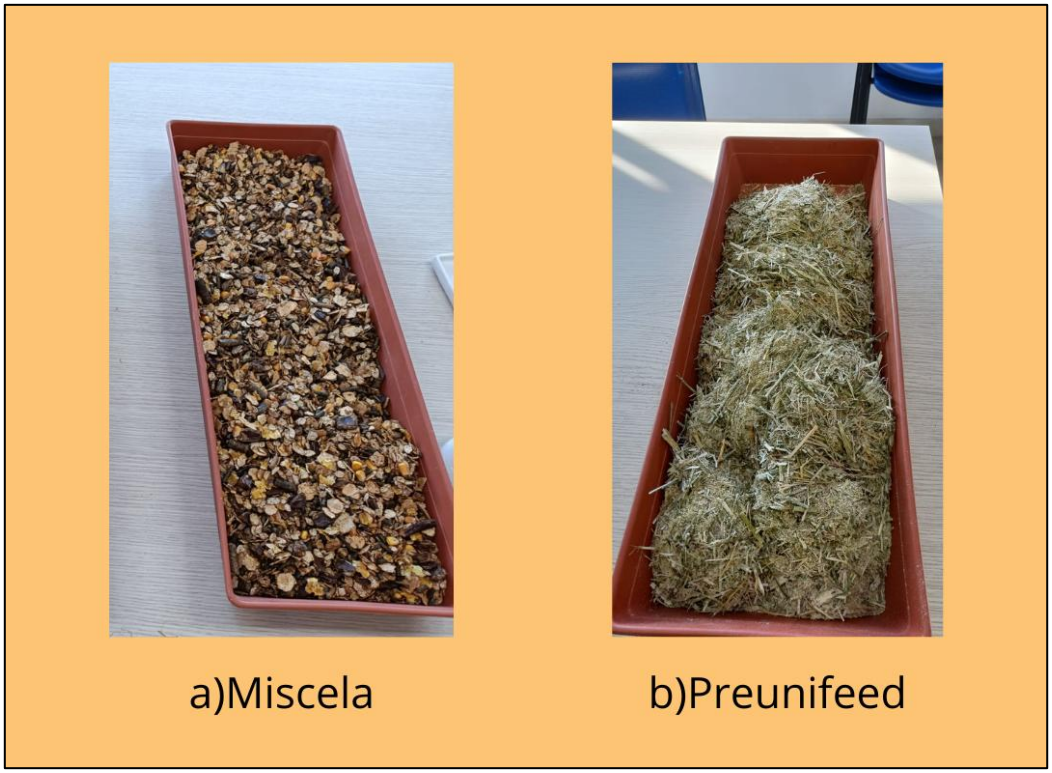

Figura 36- Alimento Composto Complementares.

A linha de dietas complementares é composta por um *Unifeed* estacionário ligado a um sistema onde são distribuídos os microcomponentes diretamente. O *Unifeed* é um equipamento da Radon Jumbo Bio de 40m^3, tem um motor elétrico de 4 polos, 1400 rpm, 400, 50 Hz e tem sistema de pesagem mod. Winfarm (20 receitas, 50 ingredientes) e capacidade de carga 12 toneladas (**Fig.37**).

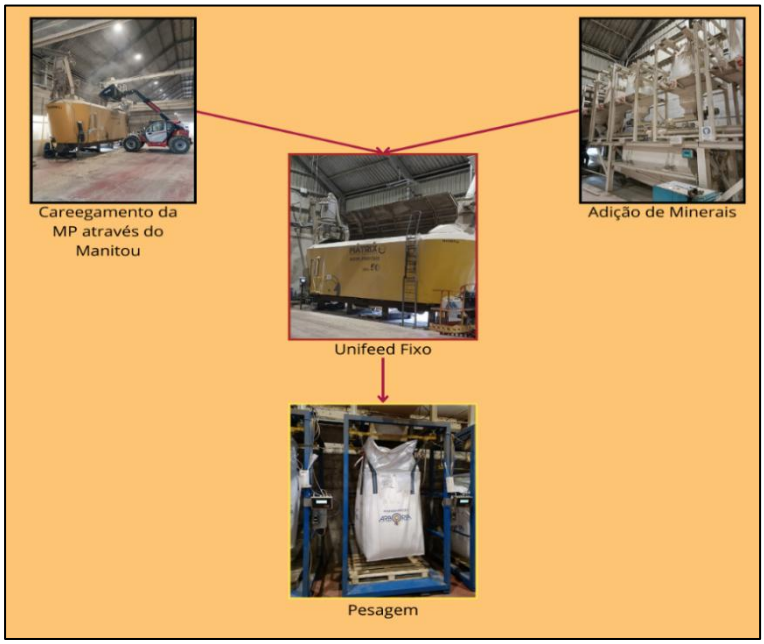

Figura 37- Linha de produção de Dietas Complementares da CPA.

Depois de produzido o lote é carregado em Big Bags entre 250 e 600kg dependendo do tipo de produto que são pesados devidamente com linha de enchimento com capacidade de 10 Big Bags em simultâneo. No caso de um de estes Big Bags não ser completamente preenchido será enviado para a unidade de embalamento.

Na linha de produção das dietas completas e complementares existe ainda dois *Unifeed* móveis que são constituídos de um sistema de mistura descontínua com dosagem ponderal: equipadas com uma célula de misturadora de 20 m^3 montada num sistema de pesagem eletrónica controlada de aproximadamente 5 kg e sistema sem-fim para fazer a mistura dos nutrientes. O operador depois de ter programado a dose prevista na fórmula para cada nutriente, carrega-o, manobrando adequadamente os respetivos dispositivos até atingir os objetivos da fórmula. A mistura ocorre por um tempo pré-estabelecido da fórmula. Sendo que por último após pronta a dieta é descarregada lateralmente.

Como os *Unifeed* estacionários não tem uma ligação direta com a unidade de embalamento são obrigados após a produção a carregar o produto acabado no *Unifeed* móvel através de uma tremonha que depois o descarrega num vagão que alimenta a unidade de embalamento.

3.2.4. LINHA DE PROCESSAMENTO DE MATÉRIAS-PRIMAS E COPRODUTOS

A CPA adquirir ao exterior, a fornecedores qualificados as seguintes MP e coprodutos:

1. Milho em Grão
2. Cevada em Grão
3. Soja em Grão
4. Polpa de Beterraba granulada
5. Bagaço de Girassol
6. Ervilha
7. Aveia em Grão
8. Bagaço de Soja
9. Sêmea de Trigo
10. Casca de arroz
11. DDGS
12. Alfarroba
13. Casca de soja

As matérias-primas 8 a 13 são utilizadas na produção no seu estado original.

As matérias-primas do 1 ao 7 além de serem utilizadas na produção no seu estado original (com exceção da soja em grão), são submetidas a um processo de transformação interna para se obter os seus coprodutos (**Tabela 10**).

Tabela 10- MPs por ordem de transformação.

Ventilação	Esmagamento e Laminação	Extrusão (Flocos)	Moagem	Trituração
Grãos de Milho e Cevada	Grãos milho, cevada, aveia e soja	Grãos Milho, Cevada, Aveia e Soja	Milho e Cevada	Polpa de Beterraba e Bagaço de Girassol

Os processos a que as MP e Coprodutos são sujeitas são:

Ventilação

As matérias-primas como os grãos de milho e cevada podem ser submetidos ao processo de limpeza para remover poeira e outras impurezas.

Na limpeza ocorre sempre o processo de esmagamento e extrusão mecanicamente, na linha de transporte através da aspiração de poeiras finas em suspensão, enquanto a parte principal do processamento é feita por meio de um crivo vibratório de 2 placas (cada uma com 1000 mm de largura e 2000 mm de comprimento).

A primeira placa que se encontra com o produto tem orifícios de 10 mm e serve para eliminar todas as impurezas grosseiras, dos resíduos dos cereais, a segunda tem orifícios de 4 ou 5 mm, consoante o tratamento, e serve para separar a parte polvorosa ou o grão partido do grão inteiro. Os finos que permanece no fundo do peneiro são encaminhados para a linha de "limpeza".

A quantidade de produto que alimenta o crivo vibratório pode ser doseada através de um motor controlado por inversor.

Esmagamento/Laminação

A máquina de Laminação ou esmagamento é uma máquina com dois cilindros metálicos, pesando cerca de 4 toneladas cada um tem um diâmetro de 800 mm, um é fixo e outro é móvel (o movimento é efetuado por meio de pistões). É possível efetuar a laminagem a frio de grãos com diferentes espessuras de trituração. O produto resultante é um cereal laminado de 2 mm de espessura (**Fig.38**).

Figura 38- Máquina de Esmagamento e Laminação a Frio.

Extrusão

A designação incorreta de floculação engloba vários processos de transformação de cereais que começam com o carregamento do cereal limpo na "torre de cozedura", uma câmara de aço inoxidável com cerca de 10 m de altura e uma capacidade de cerca de 4 toneladas de produto, onde é introduzido vapor a baixa pressão. Os cereais são introduzidos na torre de cozedura após uma fase de aquecimento, são amolecidos com fluxo constante de vapor e retirado do fundo da torre com um doseador gerido de um motor elétrico e inversor.

Após esta etapa o produto passa entre os rolos do laminador (semelhante ao que acontece no esmagamento), mas neste caso o produto amolecido pelo vapor cria “flocos” que vão para o secador, na mesa vibratória de aproximadamente 2m x 6m, onde é bombeado ar quente que retira a humidade excessiva do produto final.

Ao sair do secador, os "flocos" vão para o refrigerador para baixar a temperatura e depois são encaminhados para o silo de armazenamento final (**Fig.39**).

Figura 39- Máquina de Extrusão.

Trituração

Este processo é normalmente utlizado em cereais secos ou produtos granulados (polpa de beterraba e citrinos). Em ambos os casos, obtêm-se um produto triturado.

O triturador é uma máquina composta por dois discos dentados opostos, um dos quais é móvel (o movimento é permitido pelo motor) e outro fixo.

Matérias-primas como a polpa de beterraba granulada e bagaço de girassol passam por a trituração a frio, onde a distância entre os dois discos permite determinar o grau de desintegração mais adequado para as dietas completas e complementares produzidas pela CPA.

Está equipamento tem uma capacidade de produção 5,5 a 7 toneladas/hora (**Fig.40**).

Figura 40- Máquina Trituradora.

Moinho a discos

O moinho de discos apresenta um disco fixo oposto a um rotativo. O fixo pode ser afastado ou mais próximo do outro para regular espessura granulometria da farinha que sai. Antes de chegar aos discos de moagem, o produto passa por um detetor de metais que elimina os corpos metálicos. Também tem um doseador que permite manter a uniformidade do fluxo do produto (**Fig.41**).

Figura 41- Moinho a discos.

No final do processamento, as matérias-primas e os coprodutos são armazenadas em silos para serem vendidos nos pontos venda em *Big-Bags*, granel ou são utilizadas nas fórmulas de produtos acabados da CPA.

3.2.5. LINHA DE EMBALAMENTO DA CPA

Para garantirem o abastimento de MP sólidos (Milho, Cevada e Trigo), coprodutos (Polpa de beterraba, bagaço de soja) e alimentos compostos (Baby) aos pontos venda da CPA os produtos são ensacados ou embalados.

O sistema de ensaque é constituído por uma tremonha no qual são depositados os alimentos através de *Big-Bags* por queda direta. Estes são enviados através de um sem-fim para a ensacadora horizontal do modelo Venere. Este equipamento de funcionamento electropneumático dispõe de uma boca de enchimento de sacos de 20 e 30kg. Estes sacos são de papel revestido com plástico no interior.

A eliminação do excesso de ar é feita através de uma sonda que penetra no saco antes da cozedura do fecho do saco. Após a intervenção na barra de selagem e arrefecimento, o saco é transportado e posicionado na estação de jato de tinta para permitir a impressão do lote do produto e da data de validade. A linha de embalagem tem uma capacidade produtiva de 600/700 sacos por hora (**Fig.42**).

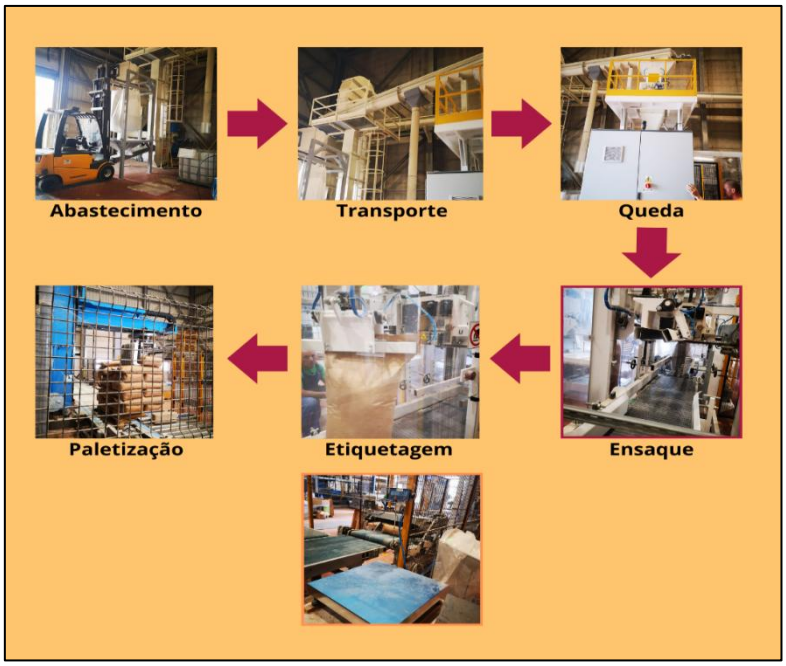

Figura 42- Linha de Ensaque.

No caso das dietas completas e silagens (erva e milho) a linha de embalamento é diferente.

Trata-se de uma linha de compactação e embalamento a vácuo. Nesta linha os produtos são descarregados num vagão por um *Unifeed* móvel com saída lateral. O alimento é transportado por um sistema de correias até a máquina de prensagem e embalamento a vácuo do modelo PKT. Onde no caso dos alimentos húmidos (silagens) o embalamento é feito em porções 25 a 30kg de acordo com os produtos em causa. No caso das dietas completas o embalamento é feito em porções entre de 25 a 35kg (25kg para produtos de secagem após a fase de lactação, 30kg para bovinos e 35kg para produtos de lactação) com humidade inferior a 13%. A capacidade de embalar 2 a 6 sacos por minuto sendo que o produto acabado tem uma validade de cerca de 6 meses.

As dietas completas, sendo constituídas por produto seco, são embaladas e ensacar em *Big Bags* entre 350-600 kg segundo o produto.

A embalagem difere de cor de acordo como o tipo de produto. A cor azul é para as dietas completas e quando a cor verde é para os produtos húmido (*Humifeed*).

Uma particularidade do equipamento de prensagem é a capacidade que tem de embalar alimentos com uma humidade entre 15-40% (ex.: silagem de erva). Sendo que a CPA já tem dois produtos em venda um para a secagem após a lactação com 40% de humidade e outro com 30% para a lactação (**Fig.43**).

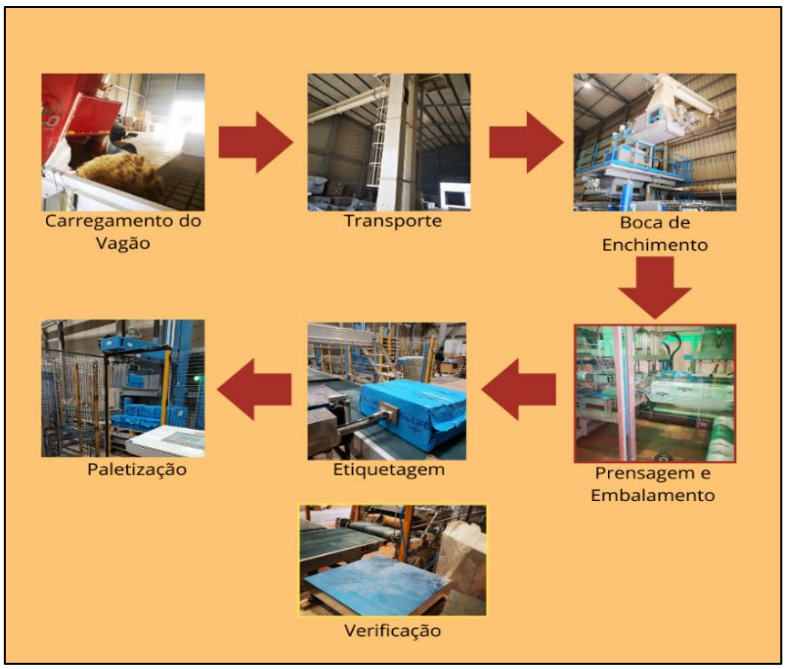

Figura 43- Linha de Prensagem e Embalamento.

O produto acabado, sacos e embalagens prensadas seguem através de um tapete rolante para uma palete na qual vão ser posicionados e filmados através de um robot. Por questões de controlo de qualidade em cada lote de produção são pesadas 30 unidades.

3.2.6. LOGISTICA E EXPEDIÇÃO

Dentro da fábrica existe uma estrutura organizacional responsável por gerir e coordenar todas as atividades relacionadas com a expedição e logísticas das matérias-primas e produtos acabados. Esta unidade é crucial para garantir que os produtos sejam entregues aos clientes e enviados para os pontos de venda de forma eficiente. Sendo um armazém de cerca de 2000 m^2 onde todas as mercadorias são organizadas por produto, lote e data de validade. Os clientes podem receber as encomendas nas seguintes modalidades:

1-Recolha da encomenda na Fábrica- o vem com o seu próprio veículo onde é pesado por uma báscula à entrada e saída da fábrica (**Fig.44**);

Figura 44-Recolha da encomenda na Fábrica.

2-Recolha da encomenda nos Pontos de Venda (**Fig.45**);

Figura 45- Ponto de Venda de Guspini

3-Receção da encomenda nas suas instalações (DAV- Delivered at place) (**Fig.46**).

Figura 46- Receção da Dieta completa a casa.

3.2.7. GESTÃO DE ENTRADA DE MPs E SAÍDA DE PRODUTOS ACABADO

a) Receção e aprovação/aceitação de Matérias-Primas

A receção e aprovação/aceitação de matérias-primas é um processo crítico para garantir a qualidade nutricional e a segurança dos produtos finais. As diferentes etapas do processo de recessão e aprovação de matérias-primas são:

- **Verificação de documentação** - Os documentos relacionados com às matérias-primas, como faturas, certificados de qualidade e notas de entrega, são verificados para garantir que correspondem aos pedidos e que atendem aos padrões exigidos.
- **Pesagem** – O camião é pesado à entrada e saída do camião numa báscula, para confirmação da quantidade recebida;
- **Inspeção Visual** -As matérias-primas são inspecionadas visualmente quanto a danos ou presença de materiais estranhos e/ou contaminações (ex.: insetos, infestantes) ou outras irregularidades que possam afetar sua qualidade e segurança;
- **Análises Laboratoriais** – É recolhida uma amostra representativa, de acordo com um protocolo previamente estabelecido, utilizando uma sonda. Esta amostra é submetida a um teste rápido de aflotoxinas no caso de se tratar de um novo lote. Todas as amostras recolhidas são também submetidas a análise por NIRs para estimativa da composição química;
- **Armazenamento** – As matérias-primas após aprovação são armazenadas nos locais descritos na seção 3.2.2., e organizadas de forma a garantir a rotatividade adequada dos stocks;
- **Registo e Controlo de Qualidade** – Todas as etapas do processo de receção/aprovação/aceitação de matérias-primas são registadas e documentadas para garantir o controlo de qualidade e a rastreabilidade ao longo do tempo;
- **Comunicação com Fornecedores** – Se houver problemas de qualidade com as matérias-primas e não cumprirem as especificações pré-estabelecidas nos contratos os fornecedores são contactados para implementação de medidas corretivas, ou no limite, para rejeição e devolução das mesmas.

Estas etapas ajudam a garantir que as matérias-primas utilizadas na produção atendam aos padrões de qualidade e segurança exigidos pela CPA, contribuindo para a fabricação de produtos finais elevada qualidade.

b) Formulação de alimentos compostos

A formulação é realizada por um técnico nutricionista que utiliza o software Magnifeed está ligado ao processo de fabrico e permite desenvolver formulas para dietas completas e complementares. Uma particularidade interessante do software de formulação é o facto de conter um modulo que gera alertas quando deteta inconformidades legais relativamente à legislação italiana.

Na atividade de formulação também leva em conta as exigências, as necessidades e limites técnicos de produção, diversos aspetos económicos e comerciais que podem influenciar o sucesso do produto.

Ele opera em conformidade com as regras que regem a produção de alimentos para animais, incluindo aqueles relativos à rotulagem e à rastreabilidade.

As "Fórmulas" destinadas à produção são transmitidas ao departamento de produção através do programa Wingman que comunica com o programa de formulação Magnifeed. Para a rastreabilidade, contabilidade e operações durante a produção e gestão de stocks é utilizado o programa de gestão e-Solver que é independente dos outros dois.

c) Produção

No programa de produção Wingman são definidas as doses das diferentes matérias-primas que irão formar o alimento composto, de acordo com quantidade total que se pretende produzir.

Cada matéria-prima, é retirada do armazenamento de diferentes formas dependendo da natureza da própria matéria-prima. As diferentes MPs são introduzidas no processo de fabrico/mistura de forma que seja representada no produto final nas exatas proporções que foram inicialmente definidas na fórmula.

Quando solicitados volumes muito elevados em relação à capacidade de armazenamento da fábrica, impõe a necessidade de fabricar o produto ao mesmo tempo que é carregado nos veículos de entrega, evitando a necessidade de constituir, na fábrica, *stokes* de produtos acabados.

3.3. ATIVIDADES DESENVOLVIDAS EM CONTEXTO DE ESTÁGIO

Nesta secção descrevem-se as principais atividades desenvolvidas ao longo do estágio e que contribuíram não só para a minha formação, mas também foram um contributo para o bom funcionamento da entidade de acolhimento.

3.3.1. CONTROLO DE QUALIDADE DE MATÉRIAS-PRIMAS A ENTRADA

Depois de todos os controlos documentais das MPs que chegam a fábrica de dietas completas para animais da CPA são realizados diversos controlos de qualidade, com o objetivo de garantir a entrada das MP de acordo com as especificações dadas aos fornecedores.

Em primeiro lugar o camião, é supervisionado, sendo a carga (matéria-prima) avaliada visualmente e olfativamente. Após esta primeira aprovação, é recolhida uma amostra de 1,5kg, utilizando uma sonda automática que recolhem em 5 subamostras em pontos diferentes da carga de forma a obter uma amostra o mais representativo possivel de acordo com o Reg. (UE) Nº 691/2013 (métodos de amostragem e análise).

PESO ESPECÍFICO

A amostra colhida é submetida à determinação do peso específico. Para tal é pesada 6 vezes num recipiente com volume de 1 litro onde se faz uma média permitindo perceber a densidade.

Esse dado do peso específico vai ser utilizado para determinar a volumetria dos silos necessária para o armazenamento e regular a velocidade dos moinhos de discos (farinha de cevada e milho) e da trituradora (bagaço de girassol e polpa de beterraba).

HUMIDADE

Após o peso específico é avaliada a humidade utilizando um termo balança. A termo balança reúne num só equipamento o processo de pesagem e de secagem, recorrendo a uma lâmpada de halogéneo. No caso da avaliação da humidade em coprodutos (bagaço de girassol e soja, polpa de beterraba, flocos de cereais) a quantidade de amostra utilizada é de 6 gramas e o equipamento da marca "Ph científica 21" e no caso das MP, nomeadamente os cereais, são utilizadas amostras de 200 gramas sendo a determinação feita num "Moisture meter" da marca *Isoelectric*. A determinação da humidade é importante porque permite compreender ao estado de conservação da matéria-prima e o potencial de ocorrência de alguns problemas relevantes como por exemplo a possibilidade de presença de micotoxinas ou risco de futuras fermentações no interior dos silos.

ANALISE DA COMPOSIÇÃO QUIMICA (NIRs)

Em simultâneo com a determinação de peso específico e avaliação do teor de humidade, procede-se à estimativa da composição química através de uma análise NIR. A preparação da amostra para a análise NIR, dependendo do tipo de matéria-prima podendo ser moída ou não. A análise NIR, permite concluir se a composição química de cada matéria-prima está de acordo com especificações de contrato estabelecido com os fornecedores (**Fig.47**).

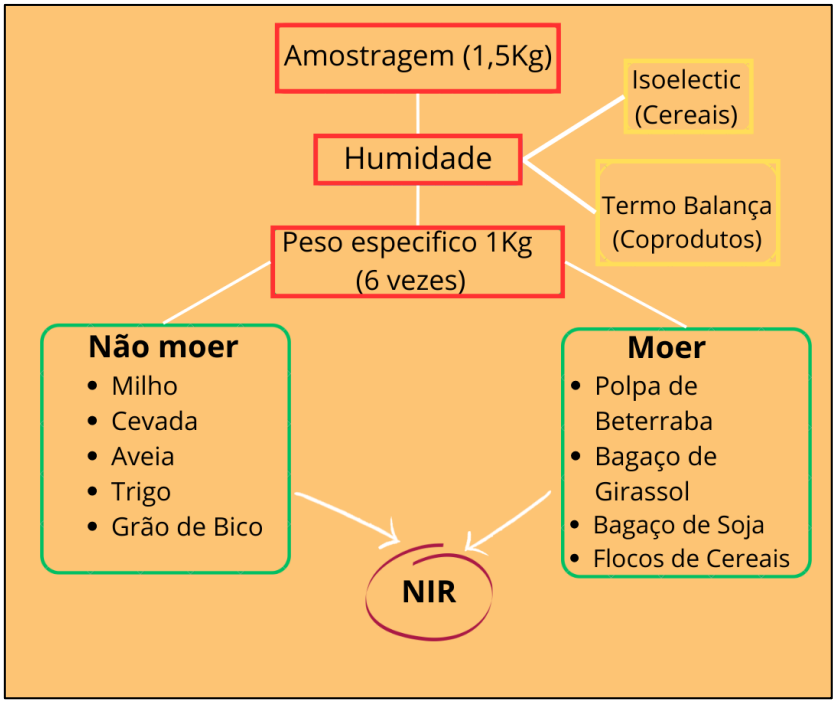

Figura 47- Procedimento interno do Laboratório.

Caso a matéria-prima seja proveniente de um lote novo ou tenha evidenciado algum parâmetro (nutricional, químico, presença de humidade) fora do normal faz-se um teste rápido à presença de Aflotoxina B_1.

CONTROLO POR DOSEAMENTO DE AFLATOXINA B_1 DA MP A ENTRADA

A deteção de micotoxinas nas matérias-primas em fábricas de alimentos compostos é importante para proteger os animais e garantir que os produtos sejam seguros para consumo. Na CPA faz-se controlo do doseamento da Aflotoxina B_1 através do método rápido da *Gold Standard Diagnostics* através do princípio de imunocromatográfica competitiva que é um kit que contêm os reagentes para determinar a presença da mesma. As matérias-primas e coprodutos

que são analisadas mensalmente são: milho, cevada e bagaço de soja. O limite máximo admitido para a presença de aflatoxina B_1 de 5 ppb, tal como estabelecido no Reg. (UE) n.º 574/2011.

O protocolo de preparação de amostra para deteção de aflatoxina B_1, utilizado na CPA apresentado abaixo (**Fig.48**):

1. Moer a amostra
2. Pesar 10 gramas de amostra moída e adicionar 30 ml de metanol a 70% de água destilada;
3. Agitar vigorosamente por 3 minutos;
4. Esperar por 10 minutos que a parte sólida da líquida da amostra se separem e colocar um 1 ml num tubo de plástico (*eppendorf*) e colocar na centrifugadora por 1 minuto;
5. Diluir num extrato 1:3 no tampão de diluição fornecido (ex.: 0,1 ml de amostra filtrada + 0,2 ml de tampão) e misturar bem pipetando para cima e para baixo várias vezes. Use o extrato diluído de 15 minutos e depois prossiga com preparação de uma nova diluição se necessário. O extrato metanólico pode ser utilizado no mesmo dia da extração.
6. A amostra está pronta para o teste com uma faixa de dosagem de 1-75ppb. No software de cálculo de resultados, seleciona-se o fator de diluição 1:1;
7. Se amostra estiver contaminada >75 ppb, diluir o filtrato cinco vezes (1+4) em metanol 70% e proceder com uma diluição 1:3 no tampão fornecido, para obter uma faixa de dosagem de 5-375 ppb. Mistura-se bem pipetado para cima e para baixo várias vezes
8. Deve-se esperar 10 minutos para obter o resultado.

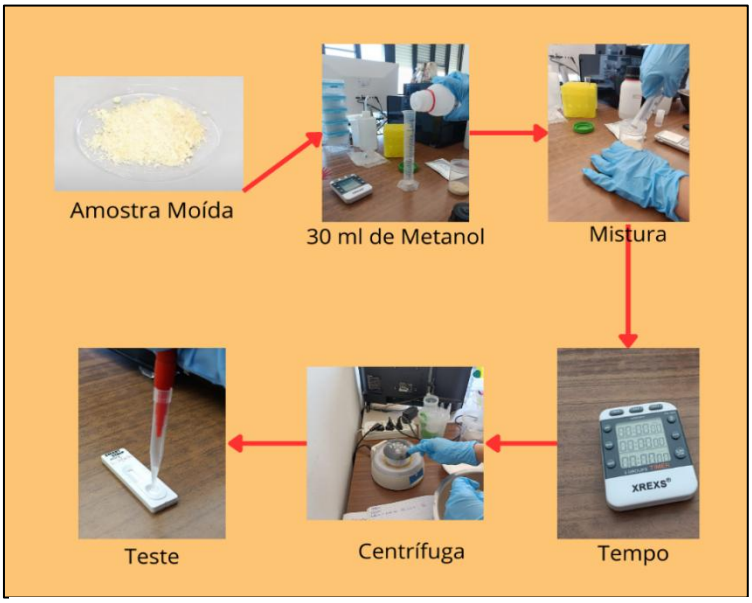

Figura 48- Procedimento de analise a Aflatoxina B_1.

CONTROLO DE QUALIDADE DE MP FIBROSAS A ENTRADA

Na Fábrica da CPA todos os camiões de matérias-primas fibrosas (luzerna, feno e palha) são amostrados cerca de 10 fardos de cada lote para fazer uma amostra compósita. Utiliza-se uma sonda de colheita de amostra para forragens que é introduzida até ao centro do fardo (1 vez em cada fardo) até atingir 1-1,5Kg de amostra. Os fardos amostrados são também analisados em relação ao seu aspeto visual (cor e presença de corpos estranhos) e odor. A determinação de humidade em cada um dos 10 fardos é feita utilizando uma sonda da *Mundis*.

As amostras compósitas de cada MP fibrosa são submetidas a uma análise NIR para estimativa da composição química onde se controla se a composição química dessa forragem está de acordo com o DDT. Após a aprovação os diferentes lotes são organizados de acordo com o seu valor de PB de modo haver melhor organização no armazém de feno.

Após todos estes procedimentos o camião está aprovado para ser descarregado (**Fig.49**).

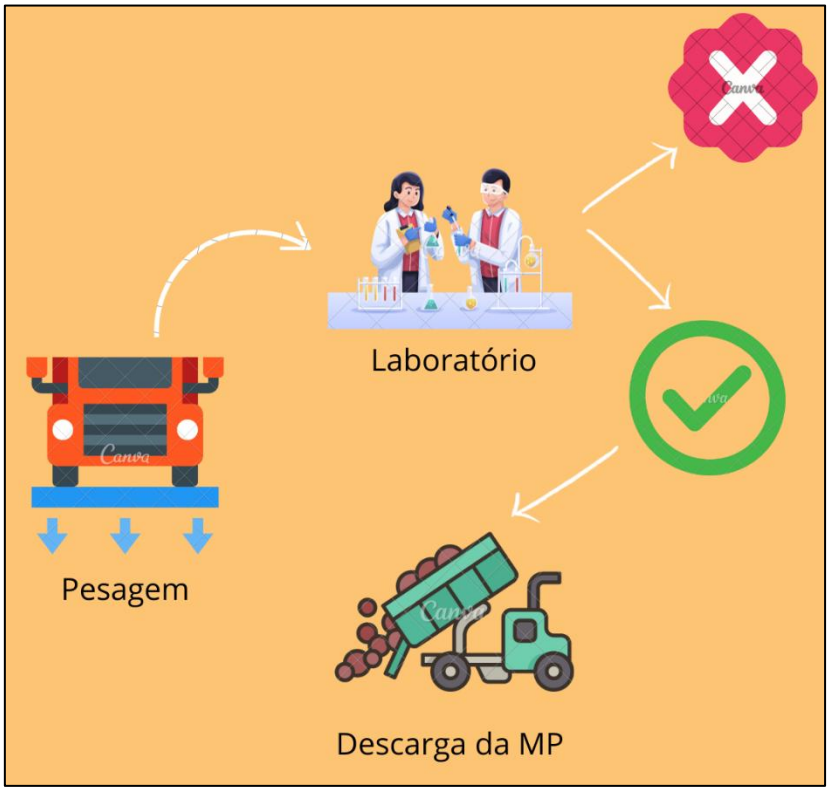

Figura 49- Aprovação de MPs fibrosas.

3.3.2. ATIVIDADES DE CONTROLO DE QUALIDADE DO PRODUTO ACABADO

Nos produtos acabados é recolhida uma amostra de cada lote produzido, de acordo com a sua tipologia e são levadas a laboratório:

- Dietas completas (*fiberfeed*) 1,5Kg de amostra por lote -submetida a uma análise do tamanho de partícula e da composição química (NIRs);
- Dietas complementares (*humifeed, preunifeed* e misturas) 0,5Kg por lote– faz-se uma análise química (NIRs).

AVALIAÇÃO DO TAMANHO DE PARTÍCULA

O teste do PSPS é composto por 4 caixas separadoras de plástico uma sobre as outras na seguinte ordem: peneiro com os orifícios maiores de 19 milímetros (peneiro superior) no topo, os orifícios de tamanho médio 8 milímetros (peneiro médio) em seguida os menores orifícios de 4 milímetros (peneiro inferior) e o fundo. Que serve para fazer o controlo estrutural do produto.

O protocolo utilizado para a avaliação do tamanho da partícula apresenta-se abaixo:

1º- Pesa-se 500-600 gramas de uma amostra de uma dieta completa (**Fig.50**);

Figura 50- Pesagem da Amostra.

2º- Numa superfície plana através da agitação dos peneiros dividindo-se em quatro quartos os movimentos são repetidos sucessivamente 4 vezes numa ordem de uma circunferência depois estes movimentos repetem-se novamente por 4 vezes no sentido contrário (**Fig.51**);

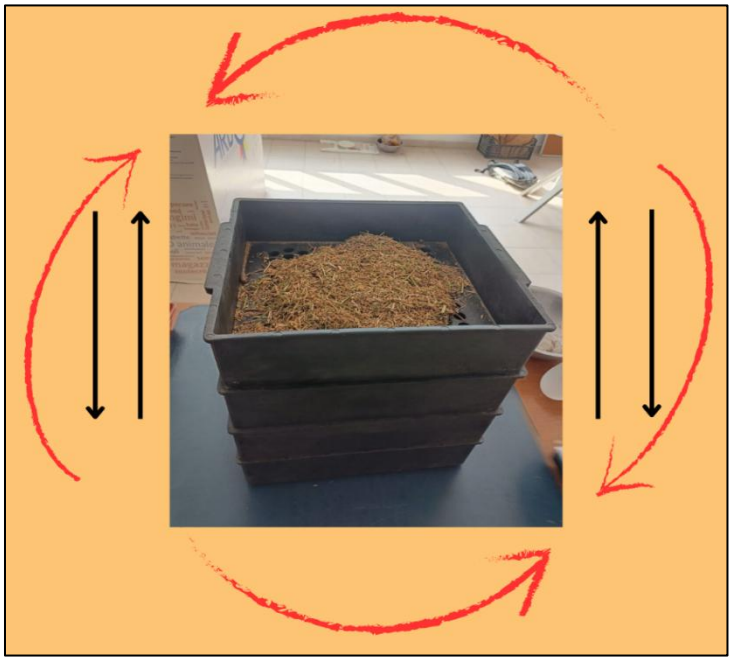

Figura 51- Superfície plana com os peneiros e produto acabado.

3º-Pesa-se a quantidade de material em cada peneiro (**Fig.52**).

Figura 52- Pesagem dos Peneiros

O restante kg de amostra do produto acabado da dieta completa é moído num moinho e é feito um controlo analítico através NIR (**Fig.53**). No caso das dietas complementares não se faz análise estrutural porque não sendo utilizadas com um alimento único não existe a necessidade de determinar a peNDF, ou seja, a fibra efetiva que pode ser ruminada.

Figura 53- Moinho de laboratório.

ANÁLISE QUÍMICA

Através do NIRs faz-se um controlo da composição química do produto acabado permitindo controlar se o produto corresponde aos valores da etiqueta: Proteína Bruta, Extrato Etéreo, Fibra Bruta e Cinza Bruta, Sódio e Fosforo (**Fig.54**).

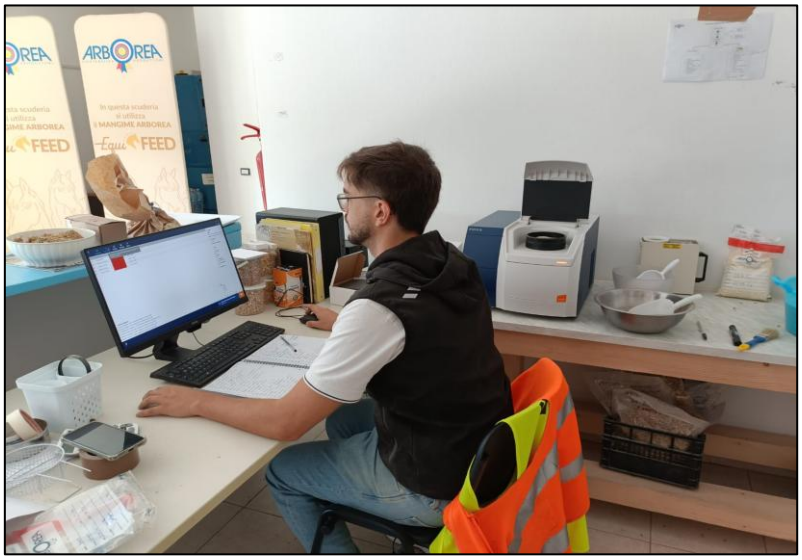

Figura 54- Análises NIRs do produto acabado.

OUTRAS AVALIAÇÕES DO PRODUTO ACABADO-ANALISE DA COMPACTAÇÃO

Um outro controlo que é feito na CPA aos produtos acabados é a avaliação da compactação dos produtos embalados de 25-35Kg que permite detetar zonas com excessivo melaço que originam aglomerados de partículas sólidas devido á mistura incorreta do carro *Unifeed*. Onde essencialmente consiste na abertura da embalagem e o operador tenta separar o produto verificando se este se separa ou não sem apresentar aglomerados. Este teste só se faz nos produtos *Unifeed* Secos (*Fiberfeed*).

O plano de controlo de qualidade dos produtos acabados é revisto com uma periodicidade mensal pelo técnico nutricionista da CPA. Nessa revisão são definidas o tipo de análise e a regularidade com que devem ser realizadas.

3.3.3. GESTÃO DE RECLAMAÇÕES DOS CLIENTES

As reclamações por parte dos clientes da CPA são geridas por funcionários administrativos dos pontos de venda e pelo tecnico de zona, com o suporte do departamento tecnico e qualidade (DTQ), departamento comercial (DC), e o responsável do estabelecimento da fábrica de dietas completas.

Após a reclamação da parte do cliente, segue-se o seguinte processo (**Fig.55**):

- É preenchido o modulo de reclamação do cliente e é enviado para um email específico das reclamações;
- O DC comunica ao DTQ a reclamação, onde é identificado o nome do produto e o número de lote. O tecnico de qualidade analisa a amostra do produto fornecido ao cliente que está armazenado na sala de amostras. Dependendo do tipo de reclamação pode fazer diversos controlos: controlo estrutural ao produto acabado se é uma dieta completa (PSPS), analítico (NIR), teste rápido de aflatoxina e alguns casos é enviado em laboratório externo.
- Após a analise desta reclamação são introduzidas medidas corretivas;
- O responsável dos PV e o responsável do estabelecimento de alimentos para animais aprovam as ações e fecham a reclamação.

No caso em que reclamação é considerada valida, o produto pode ser retirado com eventual reembolso ou substituído.

Modulo

Modulo Reclamação Cliente

MODULO DE RECLAMAÇÃO CLIENTE

INFORMAÇÕES SOBRE O CLIENTE
Nome do Cliente
Contacto:

INFORMAÇÕES DA RECLAMAÇÃO
Data da reclamação:
Quem recebeu o reclamo:
Produto:
Lote:
Data da acquisição: O cliente comprou na data 12/96/2024 com a Fatura Nº xxxxxx **Detalhes da reclamação:** **Anexo da Fotografia ou video:**

GESTÃO E FECHO DA RECLAMAÇÃO *
Analise da causa:
Ação e/oAzioni e/o Soluções Propostas

* da compilare a cura dell'ufficio tecnico e qualità

1/1

Figura 55- Formulário da Reclamação.

3.3.4. VISITAS A EXPLORAÇÕES DURANTE O ESTÁGIO

Durante o período de estágio foram visitadas diversas explorações de ovinos, caprinos e bovinos de leite, permitindo a interação na prática em campo. Foram visitadas explorações de tipo semiextensivo, semi-intensivo e intensivo nas diferentes regiões da Sardenha do Norte ao Sul.

As visitas a explorações permitiram desenvolver diversos planos alimentares de arraçoamento e dietas completas sempre com o acompanhamento e supervisão dos técnicos nutricionistas da CPA.

As visitas foram também utilizadas para recolher amostras de matérias-primas, forragens e produtos acabados de modo a apoiar da melhor forma possivel os técnicos de campo com os seus clientes. Estas amostras eram analisadas no laboratório da CPA utilizando o NIRs e em caso de necessidade enviadas a um laboratório externo sempre com o objetivo de prestar o melhor serviço possivel aos clientes da CPA.

A técnica de amostragem utilizadas foram as mesmas referidas nas secções: controlo de qualidade de MP concentradas e grosseiras e atividades de controlo de qualidade do produto acabado.

4.RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. COMPOSIÇÃO QUÍMICA DAS MPs, COPRODUTOS CONCENTRADAS e MPs GROSSEIRAS

Durante o período de estágio foram analisadas 163 amostras de matérias-primas e coprodutos as amostras foram realizadas entre 4 de setembro até o 2 de novembro de 2023 porque o NIRs só foi instalado no final do mês de agosto. As matérias-primas mais frequentemente analisadas ao longo deste estágio foram: os flocos de milho e polpas de beterraba foram as mais analisadas (17 amostras para cada MP) e os flocos de aveia, casca de soja e trigo são as matérias-primas e coprodutos menos analisados (1 amostra para cada MP) (**Tabela 11**).

Tabela 11- Tipo de matérias-primas e respetivo número de amostras analisadas.

Materias-Primas	Amostras analisadas
Aveia	9
Flocos de Aveia	1
Bagaço de Girassol	12
Bagaço de Soja 47	9
Alfarroba	6
Casca de Soja	1
Cevada	2
DDGS Cereais	10
DDGS Milho	4
ESSE 44	3
Sêmea de Trigo	10
Farinha de Cevada	2
Farinha de Milho	12
Flocos de Cevada	8
Flocos de Milho	17
Flocos de Soja	14
Trigo	1
Luzerna Granulada	5
Milho	8
Flocos de Ervilha Proteica	6
Ervilha Proteica	2
Polpe de beterraba	17
Farinha de segunda de cerea	1
Sementes de Soja	3
Total de Amostras	**163**

Na **tabela 12** podemos observar a média e desvio padrão dos principais parâmetros nutricionais das matérias-primas analisadas onde nos permite perceber a dispersão dos vários resultados.

Tabela 12 - Matriz das MP Concentradas.

Materias-Primas	PB %MS	Desvio Padrão PB	EE %MS	Desvio Padrão EE	FB %MS	Desvio Padrão FB	CB %MS	Desvio Padrão CB	Amido %MS	Desvio Padrão de A
Alfarroba	5,5	1,2	0,8	0,4	6,7	1,6	3,5	0,4	#DIV/0!	#DIV/0!
Aveia	12,7	0,3	1,9	1,2	8,7	1,6	2,8	0,3	42,4	3,5
Bagaço de Girassol	34,4	1,4	1,7	1,4	19,9	1,5	7,2	0,2	#DIV/0!	#DIV/0!
Bagaço de Soja 47	46,4	0,5	1,6	0,3	4,2	0,5	6,4	0,2	#DIV/0!	#DIV/0!
Casca de Soja	10,7	#DIV/0!	0,9	#DIV/0!	35,4	#DIV/0!	4,5	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!
Cevada	10,8	0,1	2,2	0,1	4,1	0,4	2,1	0,1	55,2	1,1
Drèches e solúveis de Cereais	29,0	2,6	7,0	0,7	9,1	1,1	5,1	0,3	#DIV/0!	#DIV/0!
Drèches e solúveis de Milho	30,6	0,4	8,5	0,5	11,2	0,8	5,6	0,9	0,8	1,0
Ervilha Proteica	20,7	0,7	0,7	0,6	2,2	3,2	3,1	0,5	46,1	3,6
ESSE 44	44,4	0,8	1,7	0,0	4,2	0,8	6,1	0,0	#DIV/0!	#DIV/0!
Farinha de Cevada	11,2	1,1	2,2	0,1	3,7	0,4	2,3	0,0	54,5	1,6
Farinha de Milho	7,7	0,3	3,7	0,3	2,1	0,1	1,3	0,1	65,2	1,9
Farinha de Segunda	6,5	#DIV/0!	1,1	#DIV/0!	2,1	#DIV/0!	2,6	#DIV/0!	66,6	#DIV/0!
Flocos de Aveia	9,2	#DIV/0!	4,0	#DIV/0!	6,8	#DIV/0!	3,1	#DIV/0!	51,2	#DIV/0!
Flocos de Cevada	10,4	0,3	1,6	0,3	3,5	0,6	2,2	0,2	55,5	1,0
Flocos de Ervilha Proteica	21,2	0,9	1,3	0,1	3,0	0,9	2,7	0,1	46,1	1,7
Flocos de Milho	7,0	0,3	2,8	0,5	1,2	0,3	0,8	0,1	64,6	0,9
Flocos de Soja	33,7	1,0	20,3	1,5	7,3	1,3	5,4	0,3	#DIV/0!	#DIV/0!
Luzerna Granulada	17,1	2,0	1,9	0,1	27,1	2,9	11,1	1,4	#DIV/0!	#DIV/0!
Milho	8,0	0,3	3,2	0,0	1,9	0,3	1,5	0,6	65,3	2,1
Polpa de Beterraba	9,9	2,7	0,7	0,1	20,4	0,5	6,1	0,3	#DIV/0!	#DIV/0!
Sêmea de Trigo	16,3	0,7	4,4	0,3	6,2	0,7	4,1	0,4	30,6	2,7
Sementes de Soja	33,9	0,7	19,1	0,7	10,7	0,8	4,3	0,2	#DIV/0!	#DIV/0!
Trigo	10,4	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	1,3	#DIV/0!	56,0	#DIV/0!
Total Geral	**19,1**	**12,7**	**4,5**	**5,7**	**8,6**	**7,6**	**4,1**	**2,5**	**51,8**	**16,8**

Todos os meses, era elaborada uma matriz com as médias das matérias-primas concentradas e grosseiras em relação aos nutrientes declarados na etiqueta: proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), fibra bruta (FB), cinzas brutas (CB) e amido(A). Esses dados eram utilizados para ajustar os valores nutricionais no programa de formulação, com o objetivo de assegurar a conformidade com o Regulamento (CE) N. 767/2009, que estabelece os limites de variação permitidos para esses nutrientes (**Tabela 13**).

Tabela 13-Limites de Variação do Regulamento (CE) nº 767/2009

Parâmetros Nutricionais	Limites de Variação Permitido
Proteína Bruta	±2%
Fibra Bruta	±2% a ±3%
Extrato Etéreo	±1% a ±2%
Cinzas Brutas	±1%
Amido	±2% a ±3%

Os resultados destacados em laranja na **Tabela 12** representam a as matérias-primas com maior variabilidade em relação aos seus parâmetros nutricionais.

VARIAÇÃO DOS TEORES DE PROTEINA E AMIDO EM MPs CONCENTRADAS

Os teores de proteína e amido nas matérias-primas concentradas são considerados os parâmetros mais críticos pelos nutricionistas da CPA. A valorização do teor de proteína está diretamente ligada à sua função essencial no crescimento e reparação dos tecidos, além de seu papel na produção de enzimas. A proteína é também um dos nutrientes mais caros em termos monetários, o que torna crucial o controle rigoroso de seu valor para garantir a eficiência econômica das formulações. O amido, por sua vez, é altamente valorizado por ser a principal fonte de energia rápida para os animais, essencial para sustentar a produção e o desempenho. Segundo Selle & Liu, 2009, a proteína e o amido são fundamentais na formulação de dietas balanceadas, pois garantem a entrega adequada de energia e aminoácidos necessários para o metabolismo e crescimento animal. A combinação desses dois nutrientes é, portanto, vital para otimizar tanto a saúde quanto a produtividade, justificando a atenção especial a esses componentes nas análises nutricionais.

Do conjunto total de MPs concentradas avaliadas, destaco dois grupos de MPs que se distinguem pelos seus teores de proteína ou pelos seus teores de amido:

a) MPs com teores elevados de Proteína, utilizadas na CPA

O Bagaço de Soja 47 constitui a principal fonte de proteína utilizada pela CPA na formulação de Dietas Completas e Dietas Complementares. Este ingrediente é obtido através de um processo de extração do óleo presente nos grãos de soja, realizado com a utilização de um solvente orgânico. Além de apresentar um elevado teor proteico, o Bagaço de Soja 47 destaca-se pelo seu significativo conteúdo de lisina, um aminoácido essencial especialmente relevante para a nutrição de monogástricos, espécies que dependem deste nutriente para um crescimento e desenvolvimento muscular adequados. Adicionalmente, o bagaço de soja é uma fonte importante de outros nutrientes essenciais, como o ácido linoleico e a colina, fundamental para o funcionamento do sistema nervoso e a saúde hepática nessas espécies (FEDNA, s.d).

Entre os dias 4 de setembro de 2023 e 2 de novembro de 2023, foram analisadas nove amostras de Bagaço de Soja 47, com um teor médio de PB na matéria seca (MS) de 46,4%, apresentando um desvio-padrão (±0,5) associado a esta média (**Fig. 56**). A variação observada nos valores de PB está dentro da faixa de variação normalment4e relatada na literatura para o bagaço de soja, onde são reportadas flutuações semelhantes devido a fatores como as condições de cultivo, o processamento e a origem geográfica das amostras (Oil World Annual, 2015). Esta variação é relevante no contexto da formulação de dietas, pois os valores de PB obtidos são utilizados para a construção da matriz mensal de composição de matérias-primas, que é fundamental para adaptar as fórmulas das dietas aos novos lotes de matérias-primas (MPs). Este processo de adaptação garante que as dietas atendam consistentemente aos requisitos nutricionais específicos das espécies-alvo, mantendo a qualidade e a eficácia dos produtos finais.

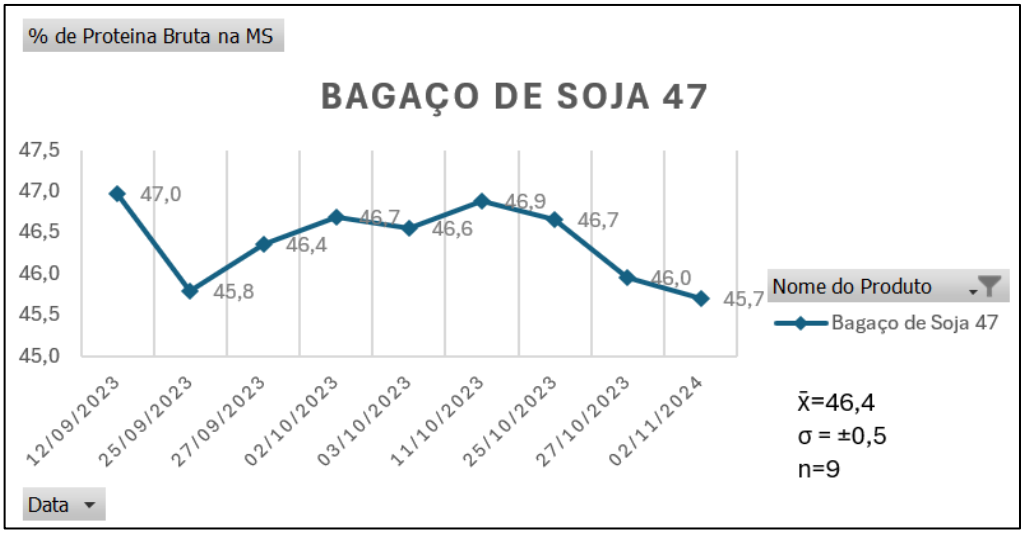

Figura 56- Análises NIRs de Bagaço de Soja 47.

O Bagaço de Girassol é obtido através de um processo que envolve o pré-descascamento das sementes de girassol seguido da extração do óleo utilizando um solvente. Este processo resulta em um coproduto altamente palatável, cuja fração proteica apresenta alta digestibilidade tanto da proteína quanto dos aminoácidos. Embora a proteína do bagaço de girassol seja deficiente em lisina, é rica em aminoácidos sulfurados e triptofano, o que a torna um complemento eficaz para proteínas de origem leguminosa. No entanto, a principal limitação do uso do bagaço de girassol é seu alto teor de fibras e lignina, o que o torna mais adequado para ruminantes (Feedipedia, 2019).

Entre os dias 4 de setembro de 2023 e 2 de novembro de 2023, foram analisadas doze amostras de Bagaço de Girassol, obtendo-se uma média de 34,4% de proteína bruta (PB) na matéria seca (MS), com um desvio-padrão de ±1,4 (**Fig. 57**).

Esta variação nos valores de PB é considerada dentro da faixa normal reportada na literatura (28-36%), refletindo as diferenças inerentes às condições de cultivo e processamento das sementes (FEDNA, s.d).

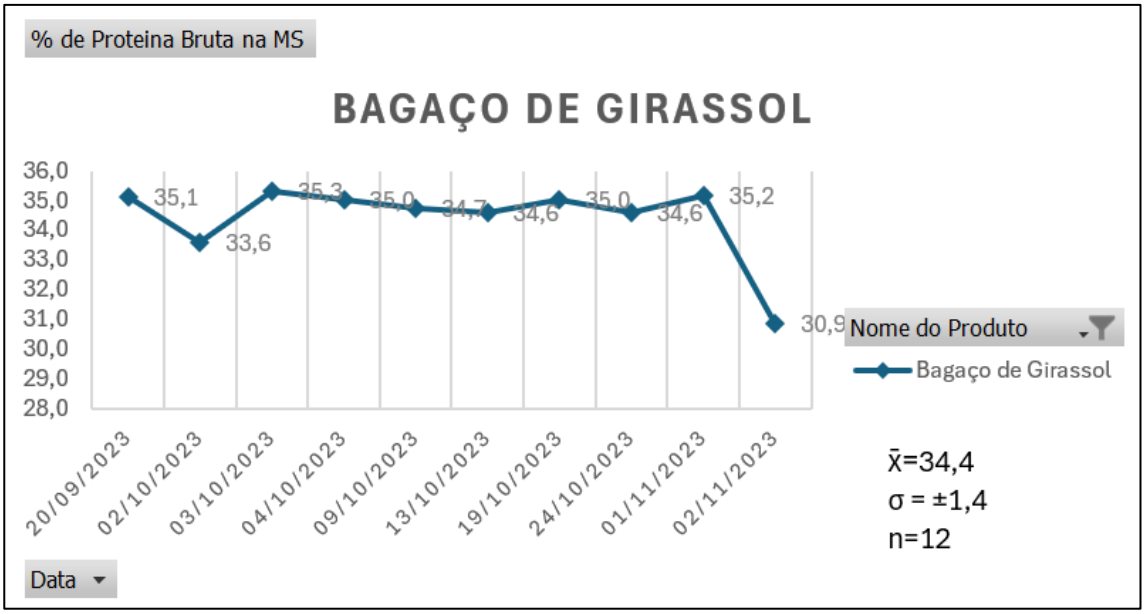

Figura 57- Análises NIRs de Bagaço de Girassol.

b) Amido

O grão de cevada é um dos ingredientes mais importantes em dietas para ruminantes com aptidão leite e carne, pois é uma boa fonte de energia e é facilmente digerido pelos ruminantes, com uma digestibilidade energética de 80%. Isso resulta em um valor energético

elevado de cerca de 12,4 MJ/kg de matéria seca (MS). Como o grão de cevada possui um alto teor de amido, que é rapidamente degradado no rúmen (≥ 50% da MS), é importante usá-lo na dieta em quantidades que respeitem as recomendações sobre o amido degradável (menos de 40% da MS) (Feedipedia, 2016).

Entre os dias 4 de setembro de 2023 e 2 de novembro de 2023, foram analisadas duas amostras de cevada, que apresentaram uma média de 55,2% de amido na matéria seca (MS), com um desvio-padrão de ±1,1 (**Tabela 12**). Esta variação nos níveis de amido está dentro da faixa normal mencionada na literatura (52,2-66,8%), refletindo as variações naturais decorrentes das condições de cultivo e processamento das sementes.

O grão de milho é palatável e adequado para todos os animais (Feedipedia, 2017). É a fonte de energia mais valiosa entre os cereais e a principal utilizada na CPA. Possui alto teor de amido (cerca de 65%), O amido de milho é menos facilmente fermentável do que outros amidos de cereais (30% escapa à fermentação ruminal). As proteínas do grão de milho são principalmente zeína e glutelina, e estão situadas no endosperma e no germe, respetivamente (McDonald, *et al*., 2010).

Entre os dias 4 de setembro de 2023 e 2 de novembro de 2023, foram analisadas oito amostras de cevada, que apresentaram uma média de 65,3% de amido na matéria seca (MS) (**Fig.58**), com um desvio-padrão de ±2,1 (**Tabela 12**). Esta variação nos níveis de amido está fora da faixa normal mencionada na literatura (67,5-78,8%), devido às particularidades das condições de cultivo e processamento das amostras analisadas sendo que mensalmente foram ajustados os valores nutricionais no programa de formulação na etiqueta da matéria-prima destinada à venda.

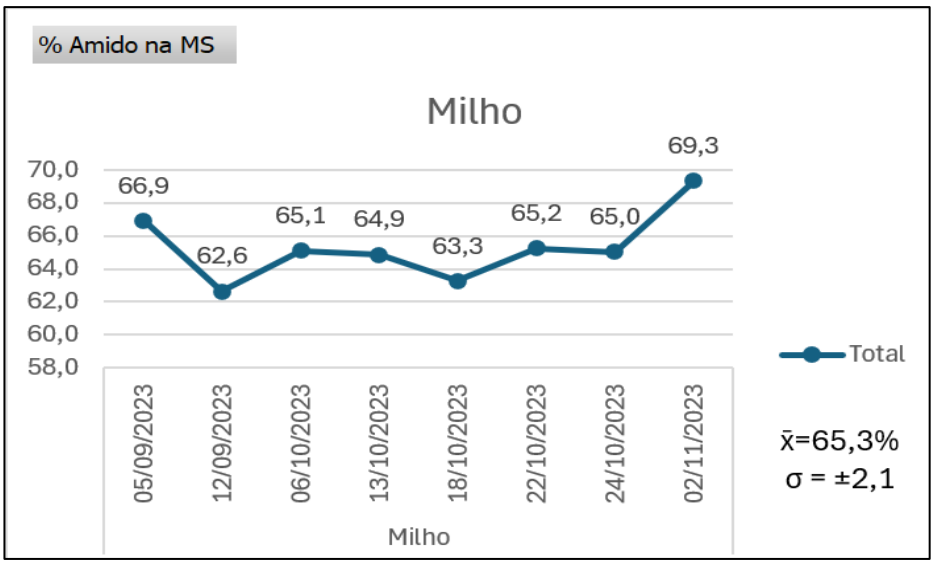

Figura 58- Analises NIRs do milho.

COMPOSIÇÃO QUIMICA DE FORRAGENS DISIDRATADAS DA CPA

Durante o estágio foram analisadas com recurso a NIRs 60 amostras de matérias-primas grosseiras das quais 36 amostras eram de luzerna e 24 amostras de palha (**Tabela 14**).

Tabela 14- - Tipo de matérias-primas grosseiras e respetivo número de amostras analisadas.

Materias-Primas	Contagem de Nome produto
LUZERNA	36
PALHA	24
Total Geral	**60**

Todos os meses, era elaborada uma matriz com as médias das matérias-primas grosseiras em relação aos nutrientes declarados na etiqueta: proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), fibra bruta (FB), cinzas brutas (CB) e amido(A). Esses dados eram utilizados para ajustar os valores nutricionais no programa de formulação, com o objetivo de assegurar a conformidade com o Regulamento (CE) n.º 767/2009, que estabelece os limites de variação permitidos para esses nutrientes (**Tabela 15**). Além de um controlo adicional NDF, ADF e RFV (**Tabela 15**) onde é explicado mais à frente a sua importância.

Tabela 15- Matriz MPs Grosseiras.

Matérias-Primas	Média de PB	Desvio Padrão PB	Média FB	Desvio Padrão FB	Média NDF	Média ADF	Média RFV
LUZERNA PR	15,5	1,0	31,4	3,0	45,9	37,2	122,1
PALHA	3,8	0,5	40,7	1,1	0,0	0,0	#VALOR!
Total Geral	**7,3**	**5,7**	**37,9**	**4,8**	**34,4**	**27,9**	**#VALOR!**

Como a qualidade da fibra é um dos pontos fortes das dietas completas da CPA nas análises realizadas dá-se muita importância ao NDF e ADF porque a fibra bruta (FB) é uma medida pouco precisa e abrangente desta forma não conseguimos ter uma visão detalhada dos componentes fibrosos e sua digestibilidade. Por isso é importante conhecer o NDF inclui hemicelulose, celulose e lignina, sendo um indicador da quantidade total de fibra que pode afetar a ingestão de alimentos. ADF, por sua vez, inclui apenas celulose e lignina, sendo um indicador mais direto da digestibilidade da fibra. Estas diferenças são importantes para a formulação de dietas equilibradas para animais, especialmente ruminantes.

O Relative Feed Value (RFV), ou Valor Relativo de Alimentação, é um índice usado para avaliar a qualidade de forragens, especialmente feno e silagem, com base na digestibilidade e no teor de fibra. Ele é particularmente útil para produtores, nutricionistas animais e compradores de forragem, pois fornece uma métrica comparativa simples e padronizada da qualidade do

alimento. No periodo de estágio obteve-se uma média de 122 o que quer permite perceber que a luzerna tinha um estado de maturação da planta aceitável (**Tabela 16**).

Tabela 16 -Estado de maturação da planta.

Nível	RFV	Maturação	Qualidade
Premium	>151	Germinação	Superior
1	125-150	10% floração	Boa
2	103-124	50% floração	Aceitável
3	<102	100% floração	Baixa

4.1.3. VARIAÇÃO DOS TEORES DE PROTEINA E FIBRA EM MPs GROSSEIRAS

Os teores de proteína e fibra nas matérias-primas grosseiras são considerados os parâmetros mais críticos pelos nutricionistas da CPA. Onde a proteína é essencial para o crescimento, regeneração de tecidos e produção de leite, enquanto a fibra, especialmente a fibra permite manter a saúde digestiva e promover a ruminação. A desidratação das forragens, como a luzerna, ajuda a preservar esses nutrientes, inibindo a fermentação e a deterioração, garantindo que os animais recebam teores constantes e de alta qualidade de proteína e fibra ao longo do tempo.

Do conjunto total de MPs grosseiras avaliadas, destaco duas MPs que se distinguem pelos seus teores de proteína ou pelos seus teores de fibra:

A luzerna desidratada come mencionado anteriormente é chamada “Rainha das forragens” porque tem um excelente conteúdo de proteína e um perfil de aminoácidos bem equilibrado para ruminantes que se compara favoravelmente ao da soja que é essencial para o crescimento, desenvolvimento e produção de leite para ruminantes. Tem uma fibra altamente digerível, essencial para a ruminação (Feedipedia, 2016). A luzerna desidratada permite uma estabilização dos nutrientes, e a inibição de fermentações. Durante o estágio foram analisadas 36 amostras apresentaram uma média de 15,5% de proteína bruta (**Fig.59**), com um desvio-padrão de ±1 (**Tabela 15**). Esta variação da percentagem de PB revela estar nos limites dos limites de lei (2±3) esta matéria-prima mostra ser muito estável neste nutriente.

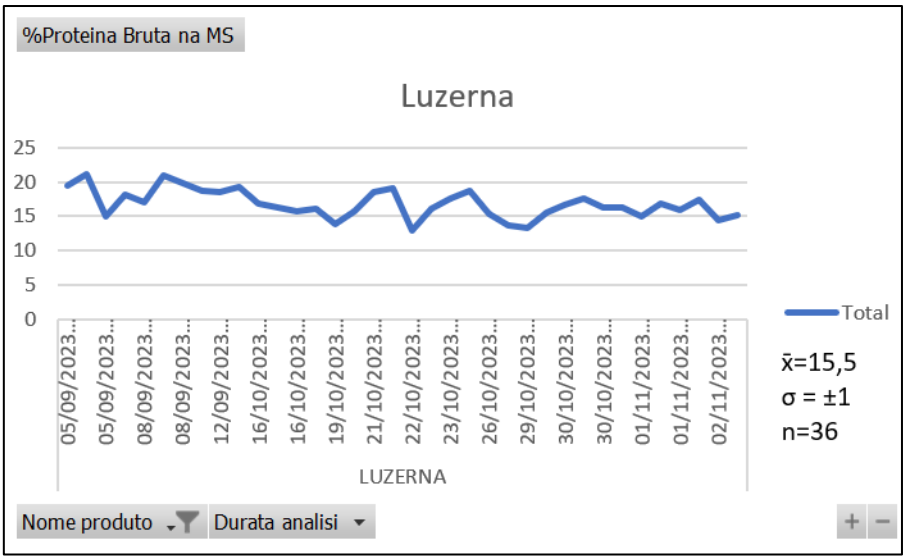

Figura 59- Análises NIRs da Luzerna.

A palha desempenha um papel crucial na alimentação de ruminantes, fornecendo diversos benefícios nutricionais e fisiológicos. Um deles é a fibra efetiva que permite estimular a ruminação e a produção de saliva, o que contribui para a manutenção de um pH adequado no rúmen. A palha fornece glúcidos estruturais que são fermentados lentamente no rúmen, libertando energia de forma constante (University of Wisconsin Board of Regents, 2010). Foram analisadas 24 amostras onde obteve uma média 39,2% de Fibra Bruta (**Fig.60**) com um desvio-padrão de ±1 (**Tabela 15**) o que demostra ser uma matéria-prima muito estável neste nutriente, o que não se pode dizer a mesma coisa da luzerna (±3).

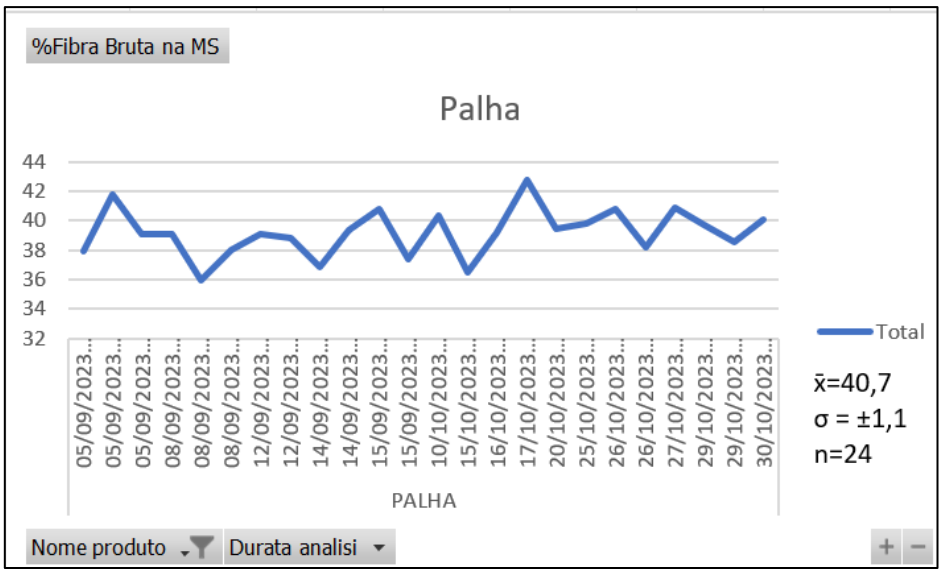

Figura 60- Análises NIRs da Palha.

4.2. DETEÇÃO DE AFLATOXINA NAS MP A ENTRADA DA FÁBRICA

Durante o periodo de estágio foram sujeitas a teste para deteção de aflatoxina B_1, 29 matérias-primas e coprodutos dos quais: 10 de milho, 8 grão de cevada, 8 bagaço de soja e 3 de bagaço de girassol (**Tabela 17**). No mês de outubro e novembro foram analisadas um maior de amostras devido fluxo de entrada de matérias-primas por ser o periodo de pico de produção.

Tabela 17-Número de Analises para deteção de Aflotoxina B_1.

Data	Contagem de Tipo de micotoxina
⊞ ago	5
⊞ set	4
⊞ out	13
⊞ nov	7
Total Geral	29

Segundo o Regulamento N.574/2011 o limite de lei é 20 partes por bilião (ppb) para a aflatoxina B1, contudo na Cooperativa trabalha-se com o limite de 5 ppb para cada matéria-prima. Na **Tabela 18** um dos lotes analisados de milho apresentou um resultado acima dos limites estabelecidos onde foi negada a entrada em fábrica desse lote tendo sido expedido uma amostras em laboratório externo que validou esse dato.

Tabela 18-Resultados doseamento de Aflatoxina B_1.

Matéria-Prima	Data	Resultados	Unidade	Tipo de Analise
Milho	2023-08-23	< 1,00	ppb	Aflatoxin B1
Milho	2023-08-23	< 1,00	ppb	Aflatoxin B1
Milho	2023-08-23	< 1,00	ppb	Aflatoxin B1
Cevada	2023-08-23	< 1,00	ppb	Aflatoxin B1
Cevada	2023-08-31	< 1,00	ppb	Aflatoxin B1
Cevada	2023-09-08	< 1,00	ppb	Aflatoxin B1
Cevada	2023-09-12	< 1,00	ppb	Aflatoxin B1
Bagaço de Soja	2023-09-25	< 1,00	ppb	Aflatoxin B1
Bagaço de Soja	2023-09-25	< 1,00	ppb	Aflatoxin B1
Bagaço de Soja	2023-10-05	< 1,00	ppb	Aflatoxin B1
Bagaço de Soja	2023-10-05	< 1,00	ppb	Aflatoxin B1
Milho	2023-10-10	< 1,00	ppb	Aflatoxin B1
MIlho	2023-10-10	< 1,00	ppb	Aflatoxin B1
Bagaço de Girassol	2023-10-13	< 1,00	ppb	Aflatoxin B1
Cevada	2023-10-13	< 1,00	ppb	Aflatoxin B1
Bagaço de Soja	2023-10-19	< 1,00	ppb	Aflatoxin B1
Bagaço de Soja	2023-10-19	< 1,00	ppb	Aflatoxin B1
Milho	2023-10-23	8,65	ppb	Aflatoxin B1
Milho	2023-10-25	< 1,00	ppb	Aflatoxin B1
Milho	2023-10-27	< 1,00	ppb	Aflatoxin B1
Bagaço de Girassol	2023-10-27	< 1,00	ppb	Aflatoxin B1
Bagaço de Girassol	2023-10-27	< 1,00	ppb	Aflatoxin B1
Cevada	2023-11-14	< 1,00	ppb	Aflatoxin B1
Cevada	2023-11-17	< 1,00	ppb	Aflatoxin B1
Milho	2023-11-17	< 1,00	ppb	Aflatoxin B1
Bagaço de Soja	2023-11-17	< 1,00	ppb	Aflatoxin B1
Cevada	2023-11-20	< 1,00	ppb	Aflatoxin B1
Bagaço de Soja	2023-11-21	< 1,00	ppb	Aflatoxin B1
Milho	2023-11-23	< 1,00	ppb	Aflatoxin B1

4.3. CONTROLO DO TAMANHO DE PARTÍCULA E COMPOSIÇÃO QUIMICA DAS DIETAS COMPLETAS

Durante o estágio, foram analisadas 93 amostras de dietas completas, utilizando os peneiros da Penn State para avaliação do tamanho de partícula (PSPS) e o espectrômetro de infravermelho próximo (NIRS) para análise da composição química (**Tabela 19**). Dessas amostras 10 não estavam de acordo com os limites dos parâmetros nutritivos declarados nas etiquetas. Na avaliação do tamanho de partícula, sete amostras apresentaram uma percentagem elevada de partículas retidas no primeiro peneiro, quatro mostraram uma percentagem elevada de partículas no fundo. Seis dietas completas apresentaram uma quantidade excessiva de melaço. Todas estas dietas completas foram consideradas não conformes.

Diante dessas inconformidades, o técnico nutricionista foi devidamente informado e ações corretivas foram implementadas. No caso das amostras com elevada percentagem de partículas forragens mais elevadas do que o devido, os produtos acabados foram levados novamente para

a linha de em produção para serem reutilizados. Para as amostras com excesso de melaço, foram feitas modificações nos *Unifeed*s estacionários, ajustando a quantidade de melaço distribuída.

Tabela 19-Analises realizadas e não conformidades assinaladas nas Dietas Completas de produtos de linha.

			Avaliação do tamanho de Partícula Amostras Não Conforme		
Produtos de Linha	NºAmostras Analisadas	Analise Quimica Amostras Não conforme	1º Peneiro	Fundo	Melaço
Fiberfeed Capre Lattazione	10	1	1	0	1
Fiberfeed Ingrasso	10	2	0	0	0
Fiberfeed Mini	10	0	0	0	2
Fiberfeed Novillas	3	2	0	0	0
Fiberfeed Pecore Lattazione	41	2	4	2	1
Fiberfeed Pecore Prima Fase	2	1	0	2	0
Fiberfeed Pecore Seconda Fase	3	0	2	0	0
Fiberfeed Pecore Top	2	0	0	0	0
Fiberfeed Vacche Milk 30	12	2	0	0	2
Total Geral	93	10	7	4	6

4.3.1. TAMANHO DE PARTICULA

Na **tabela 20** apresenta-se, a título de exemplo, os resultados relativos a todas amostras de dietas completas analisadas no período de estágio. Este resultado obtém-se após a realização do controlo do tamanho de partículas de dietas completas, como explicitado na secção 3.3.2.

Após realizar o controlo do tamanho das partículas da dieta completa, as quantidades de alimento retidas em cada peneira são pesadas. Esses resultados são inseridos em um documento Excel, desenvolvido pela Penn State Extension e adaptado para os produtos da CPA. Os valores são inseridos na secção de ***"Input"***, onde são calculados a distribuição das partículas (percentagens do tamanho das partículas em cada peneira) na **Secção 1**, os parâmetros da amostra (tamanho médio das partículas e desvio padrão) na **Secção 2**, e a distribuição ideal das partículas, que varia de acordo com a espécie (ovinos, caprinos ou bovinos), na **Secção 3** como podemos ver na **tabela 20**.

Tabela 20- Representação das seções do documento Excel adaptado para análise do tamanho de partícula da dieta completa.

PennState Extension

Analise da Dimensão de Partícula no Unifeed

ARBOREA COOPERATIVA PRODUTTORI

Empresa		**Data da Amostragem**	05/03/2023
Morada		**Tipo de Amostra**	2
		1 - Unifeed com silagem, 2 - Unifeed PR a seco 3 - Unifeed PR banhado (e con granulado)	
% humidade da amostra (média):	75		

INPUT

Peneiros	Amostra 1: Peso (grammi)	Amostra 2: Peso (grammi)
Superior	8,0	6,0
Intermedio	72,0	52,0
Baixo	28,0	15,0
Fundo	105,0	89,0
Total	213,0	162,0

OUTPUT

Secção 1. Distribuição da Partícula

Peneiros	Amostra 1: Partículas Restante (% do total)	Amostra 1: Partículas Cumulativas (% de cada peneiro)	Amostra 2: Partículas Restante (% do total)	Amostra 2: Partículas Cumulativas (% de cada peneiro)
Superiore	4	36	4	36
Intermedio	34	62	32	64
Baixo	13	49	9	55
Fundo	49		55	

Secção 2. Parametri das Amostras

	Amostra 1	Amostra 2
Dimenção Media de Partícula (mm)	2,87	2,59
Desvio Padrão (mm)	3,67	3,72

Secção 3. Distribuição Ideal das Partículas **Tipo de Amostra:** unifeed PR a secco

Peneiro	Intervalos (% del totale)
Superior	2 a 8
Intermedio	25 a 40
Baixo	10 a 20
Fundo	menos de 55

A partir dos resultados apresentados na **tabela 20**, é produzido um gráfico que relaciona os resultados com os parâmetros estabelecidos permitindo classificar a dieta completa, quanto à dimensão de partícula, relativamente aos valores de referência (**Fig.61**).

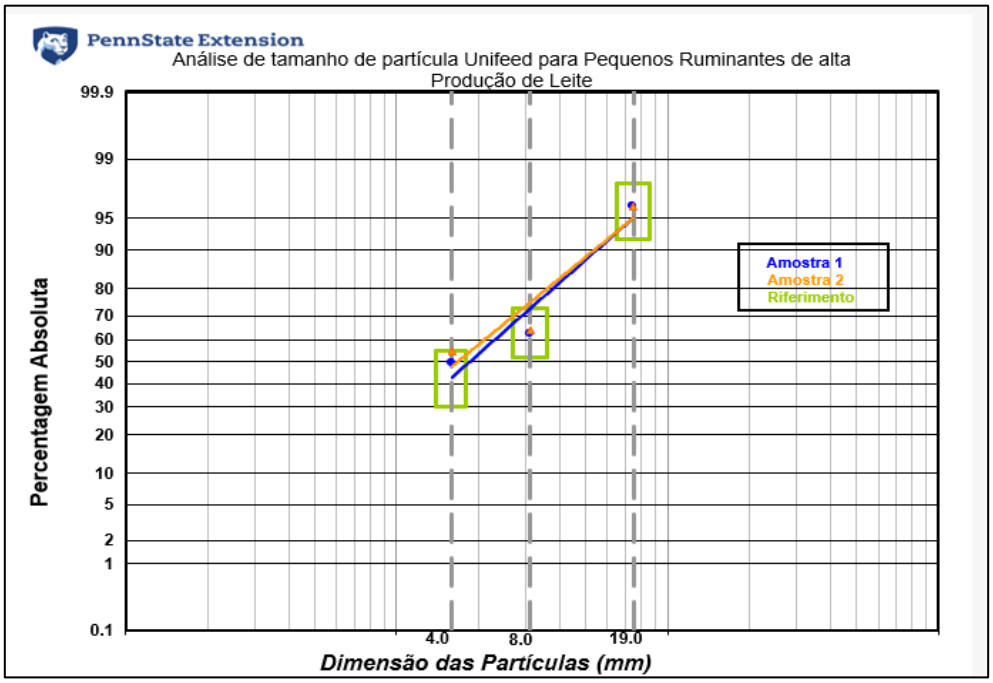

Figura 61-Grafico que permite a comparação de dois produtos diferentes com os valores de referimento.

4.3.2. CONTROLO DA ROTULAGEM DAS DIETAS COMPLETAS

Após a realização do PSPS, procedia-se à análise química utilizando o NIRs (Espectroscopia de Infravermelho Próximo) para verificar se os valores obtidos correspondiam aos indicados nas etiquetas. Os resultados dessa análise eram, então, inseridos em um arquivo Excel (**Tabela 21**).

Tabela 21- Arquivo Excel que verifica os valores nutricionais dos produtos acabados.

K83 =SEND(SE.S(J83< ÍNDICE(Fiberfeed!$A$3:J110;CORRESP(E83;Fiberfeed!$B$3:B110;0);3);(J83- ÍNDICE(Fiberfeed!$A$3:

	B	E	F	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U
1	Nome produt	Numero Campione	Comento Amostra	Umidida	% Proteine S	di	Colum	% Gordura S	difl	Colum	% Fibra S	difl	Colum	% Cinzas S	difl	Colum
7	Unifeed	Fiberfeed Ingrasso	MACINATO28/09/2023	10,63	14,49			3,37	-4,63	VALIDARE	11,43	-0,57	VALIDARE	6,50		
8	Unifeed	Fiberfeed Ingrasso	28/09/2023	10,90	13,71			3,27	-4,73	VALIDARE	13,96			6,60		
9	Unifeed	Fiberfeed Capre Lattazione	28/09/2023	10,77	19,16			5,20	-2,80	VALIDARE	14,95			8,88		
0	Unifeed secco	Fiberfeed Pecore Lattazione	02/10/2023	2582,12	18,26			2,31	-5,69	VALIDARE	15,52			8,81	+0,81	VALIDARE
1	Unifeed	Fiberfeed Pecore Top	MACINATO03/10/2023	12,18	18,03			5,36	-2,64	VALIDARE	16,94			9,19	+1,19	VALIDARE
2	Unifeed secco	Fiberfeed Ingrasso	MACINATO	3481,85	14,83			3,46	-4,54	VALIDARE	10,46	-1,54	VALIDARE	8,19	+0,19	VALIDARE
3	Unifeed	Fiberfeed Ingrasso	29.09.2023	10,89	16,68			3,67	-4,33	VALIDARE	14,91			6,91		
4	Unifeed	PREUNIFEED INGRASSO CIS	02/10/2023	7,07	13,97			3,48			15,53			5,20		
5	Unifeed secco	PREUNIFEED INGRASSO CIS	02/10/2023	9469,13	13,44			3,33			4,95			6,96		
6	Unifeed secco	PREUNIFEED INGRASSO CIS	MACINATO03/10/2023	4230,97	17,38			3,44			7,83			6,99		
7	Unifeed secco	Fiberfeed Pecore Lattazione	02/10/2023BALLETTE	3208,03	16,16			2,07	-5,93	VALIDARE	14,80			7,77		
8	Unifeed secco	Fiberfeed Pecore Lattazione	30/09/2023	3800,95		####		17,08	+7,08	VALIDARE	2,16	-9,84	VALIDARE	13,76	+5,76	VALIDARE
9	Unifeed secco	Fiberfeed Pecore Lattazione	02/10/2023	3291,55		####		16,55	+6,55	VALIDARE	1,97	-10,03	VALIDARE	15,58	+7,58	VALIDARE

Com o objetivo de facilitar o processo de controle e assegurar a conformidade dos dados, foi criada uma tabela específica. Essa tabela estabelecia os limites permitidos para cada produto da linha, em conformidade com o Regulamento (UE) 2017/2279. Dessa forma, era possível verificar se os produtos atendiam aos padrões de qualidade e segurança estipulados pelas normas europeias, garantindo consistência entre a composição química real e a informação apresentada ao consumidor. Essa prática contribuía para assegurar a precisão dos dados nutricionais e a adequação dos produtos ao mercado, bem como para otimizar a rastreabilidade e controle de qualidade ao longo do processo de produção (**Tabela 22**).

Tabela 22- Limites para o controlo de etiqueta dos produtos de linha.

Espécie	Fiberfeed	PG% SS		GG% SS		FG% SS		CG% SS	
		Limite mínimo	Limite máximo	Limite mínimo	Limite máximo	Limite mínimo	Limite máximo	Limite mínimo	Limite máximo
Bovinos	Fiberfeed Asciutta	1	20	8	10	12	17	6	8
Bovinos/Ovinos/Capr	Fiberfeed Baby Plus	2	18	8	10	12	17	6	8
Caprinos	Fiberfeed Capre Lattazione	2	20	8	15	10	21	5	10
Bovinos de Engorda	Fiberfeed Finissaggio	15	20	8	10	12	17	6	8
Bovinos de Engorda	Fiberfeed Ingrasso	4	20	8	10	12	17	6	8
Bovinos	Fiberfeed Mantenimento	5	25	8	10	12	17	6	8
Bovinos/Ovinos/Capr	Fiberfeed Mini	12	20	8	10	12	17	6	8
Bovinos	Fiberfeed Novillas	30	50	10	15	13	24	2	4
Caprinos/Ovinos	Fiberfeed Ovi-Cap	15	20	8	10	12	17	6	8
Caprinos/Ovinos	Fiberfeed Ovi-Cap 16P	15	20	8	10	12	17	6	8
Ovinos	Fiberfeed Ovicap Asciutta	15	20	8	10	12	17	6	8
Ovinos	Fiberfeed Ovixelle Lattazione	15	20	8	10	12	17	6	8
Ovinos	Fiberfeed Pecore Lattazione	15	20	8	10	12	17	6	8
Ovinos	Fiberfeed Pecore Prima Fase	15	20	8	10	12	17	6	8
Ovinos	Fiberfeed Pecore Seconda Fase	15	20	8	10	12	17	6	8
Ovinos	Fiberfeed Pecore Top	15	20	8	10	12	17	6	8
Bovinos	Fiberfeed Vacche Milk 30	15	20	8	10	12	17	6	8
Bovinos	Fiberfeed Vacche Preparto	15	20	8	10	12	17	6	8
Caprinos/Ovinos	Humifeed Asciutta	15	20	8	10	12	17	6	8
Caprinos/Ovinos	Preunifeed Calor Plus	15	20	8	10	12	17	6	8

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com a realização deste relatório de estágio, espera-se ter contribuído para compreensão do conceito dieta completa e todos os controlos de qualidade necessários para a produção destes alimentos únicos para animais.

Foram analisadas com recurso a tecnologia NIRs, 163 amostras de matérias-primas e constatou-se a existência de variabilidade da composição química das MPs ao longo do tempo. Nesta circunstância justifica-se a elaboração de uma atualização mensal da matriz de formulação onde a composição química média das MP utilizadas ao longo do mês anterior, é atualizada desta forma o formulista/nutricionista responsável pela formulação, vai adequar as fórmulas a utilizar, com uma frequência aproximadamente mensal. No entanto, nem todas as MPs tem o mesmo grau de importância geralmente dá-se mais atenção aos nutrientes de eleição (ex.: Proteína, Amido e Fibra) com um objetivo final concreto.

No controlo de qualidade das MPs também é importante fazer a deteção de micotoxinas, em particular a Aflotoxina B_1 uma vez que esta pode causar diminuição do desempenho e o aumento da suscetibilidade de doenças e/ou até mesmo causar morte nos animais. Foram realizadas 29 analises a matérias-primas e coprodutos através de testes rápidos de deteção de aflatoxinas tendo sido os resultados maioritariamente negativos.

Para garantir a qualidade do produto final, para além do controlo de qualidade das MPs, foi também feito o controlo de qualidade do produto final onde foram analisadas 93 amostras a avaliação do tamanho de partícula e analise química através do NIRs.

O principal objetivo da análise do tamanho das suas partículas é avaliar a sua estrutura física para garantir que os animais recebem uma dieta que permita uma função fisiológica e metabólica equilibrada. Na avaliação do tamanho de partícula, 7 amostras apresentaram uma percentagem elevada de partículas retidas no primeiro peneiro, 4 mostraram uma percentagem elevada de partículas no fundo, e 6 apresentaram uma quantidade excessiva de melaço, sendo todas consideradas não conformes.

Para além da avaliação do tamanho de partícula do produto acabado é importante realizar também a analise química NIRs para controlar se este está a ser vendido de acordo com as especificações legais e também permitir perceber a eficiência dos processos produtivos.

Em suma, todos estes processos de avaliação das MPs e produtos acabados, incluindo analise química, física e qualitativa permitem a manutenção da integridade do alimento para

determinado fim, ou seja, com base nestes processos analíticos detetar não conformidades e implementar medidas corretivas.

Em resumo, os principais contributos que resultaram da minha colaboração com o departamento I&D e Qualidade da CPA ao longo do meu período de estágio foram:

- Colheita de amostras de todas as matérias-primas à entrada da fábrica e de todos os lotes de coprodutos e produtos acabados produzidos;
- Conservação e organização de um depósito de amostras que permite manter um sistema de rastreabilidade;
- Criação de uma matriz mensal de valores nutricionais das matérias-primas para o ajuste das fórmulas para fabrico;
- Adaptação do documento Excel, desenvolvido pela *Penn State Extension* e para dietas completas da CPA;
- Criação de um arquivo Excel que permite fazer um controlo automatico da rotulagem das dietas completas;
- Ajuda na criação de uma metodologia para resposta imediata e melhoramento da gestão de reclamações.

Após a implementação de todos estes processos cruciais para a melhoria funcionamento do departamento I&D e Qualidade da empresa, fui convidado a ser parte integrante destes dois departamentos assim como para desenvolver o novo projeto de criação de uma fileira de culturas forrageiras de origem Sarda para produção de forragens desidratadas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRAFICAS

Chapoutot , P., Rouillé, B., Sauvant , D., & Renaud, B. (janeiro de 2019). Les coproduits de l'industrie agro-alimentaire : des ressources alimentaires de qualité à ne pas négliger. *31*(3), pp. 201–220. Obtido em 05 de 2019, de INRAE Productions Animales: https://productions-animales.org/article/view/2353

Afzal Beigh, Y., Majeed Ganai, A., & Ali Ahmad, H. (Abril de 2017). Prospects of complete feed system in ruminant feeding.

Agrifirm. (2021). Efeito das Micotoxinas em Bovinos. Obtido de: https://www.agrifirm.com.br/segmentos/bovinos-de-leite/aditivos/

ASSALZOO. (2022). Annuario della Associazione Nazionale tra i produttori di Alimenti Zootecnici. Obtido de: https://www.assalzoo.it/wpcontent/uploads/2023/02/Annuario_2022_web.pdf

Behnke, K. C. (2005). MIXING AND UNIFORMITY ISSUES IN RUMINANT DIETS. Obtido de: https://www.txanc.org/Proceedings/1996/Mixing-and-Nutrient-Uniformity-Issues-in-Ruminant-Diets.pdf

Bisaglia, C. (2011-2012). Automazione della preparazione e distribuzione di razioni completamente miscelate (TMR) o *Unifeed*, per bovine da latte: possibilità tecnologiche e ricadute produttive, gestionali ed economiche.

Boland, M. P., Lonergan, P., & O'Callaghan, D. (Abril de 2001). Effect of nutrition on endocrine parameters, ovarian physiology, and oocyte and embryo development. Obtido de: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/11327687/

Calsamiglia, S. (2005). Manejo de la Alimentación. Research Gate. Obtido de: https://www.researchgate.net/publication/28179858_Manejo_de_la_Alimentacion

Camara. (2014). Mezclador *Unifeed*. Obtido de: https://www.maquinariacamara.com/es/maquina/mezclador-*Unifeed*

Cannas, A. (Maio de 1995). Effects of the Particle Size of the diet on feeding behavior and milk production in sheep.

Carta, P. (2010). Evaluation of physical efective neutral detergent fiber in total mixed ration of dairy cows. pp. 16-20.

Cevolani, D., Bombardieri, R., Carrescia, R., Cinquanta, M., Freddi, V., Galli, A., . . . Pepe, F. (2022). *Alimenti per la vacca da latte e il bovino da carne* (Vol. 2). (Edagricole, Ed.)

Coelho, P. M. (2016). Pastagens de Altitude Caracterização e melhoramento. Pastagens semeadas na região da Guarda. Obtido de: https://www.repository.utl.pt/bitstream/10400.5/13377/1/tese%20Final_final.pdf

Conceição, C. (2021). Comunicação Pessoal. Sistema de Produção de Ruminantes Módulo de Bovinos de Leite. Obtido de: https://dspace.uevora.pt/rdpc/bitstream/10174/34449/1/TextosApoioSPR2021.pdf

Conceicao, L. A. (fevereiro de 1997). Semi-Reboques misturadores e Distribuidores de Ração. Obtido de: https://www.researchgate.net/publication/279516828_SemiReboques_misturadores_e_Distribuidores_de_Racao_I

Conceição, L. A. (2012). Semi-reboques *Unifeed* na alimentação de Ruminantes. Obtido de: https://www.yumpu.com/pt/document/read/12808057/semi-reboques-*Unifeed*-na-alimentacao-de-ruminantes-nutricao-

Dentinho, M., Costa, C., Silveira, M., Paulos, K., Cachucho, L., Alves, M., . . . E. Jerónimo, E. (2023). SubProMais - Utilização de subprodutos da agroindústria na alimentação animal. Obtido de: https://www.subpromais.pt/artigos/zootec23%20pagina%20e%20resumo%20da%20comunica%C3%A7%C3%A3o.pdf

Durman, T. (2021). Micotoxinas na produção de ruminantes: quais os tipos e seus efeitos? Obtido de https://www.alltech.com/pt-br/blog/micotoxinas-na-producao-de-ruminantes-quais-os-tipos-e-seus-efeitos

Evangelista, C. (Abril de 2021). Una panoramica sull'uso della spettroscopia nel vicino infrarosso (NIRS) in azienda per la gestione delle vacche da latte. Obtido de https://ruminantiamese.ruminantia.it/una-panoramica-sulluso-della-spettroscopia-nel-vicino-infrarosso-nirs-in-azienda-per-la-gestione-delle-vacche-da-latte/

FAO. (julho de 2014). O crescimento populacional e a questão alimentar. (H. Muteia, Produtor) Obtido de: http://www.fao.org/fileadmin/user_upload/faoweb/lisbon/docs/O_País_25_7_2014.pdf

FAO. (2021). The impact of the covid-19 pandemic on SMAEs. Obtido de https://www.fao.org/3/cb4476en/cb4476en.pdf

Faresin. (2023). Carros Mezcladores i vagões misturadores. Obtido de: https://agricoladuran.com/uploads/marques/faresin/pdf/es-faresin-mixer-wagon-stage-iiia-2021.pdf

FEDNA. (s.d). *Bagaço de Soja 47*. Obtido de Fundación Española para el Desarrollo de la Nutrición Animal: https://www.fundacionfedna.org/ingredientes_para_piensos/harina-de-soja-47-pb

FEDNA. (s.d). Fundación Española para el Desarrollo de la Nutrición Animal. Obtido de: https://www.fundacionfedna.org/ingredientes_para_piensos/harina-de-extracci%C3%B3n-de-girasol-34-pb

Feedipedia. (novembro de 2016). Alfalfa (Medicago sativa). Obtido de: https://www.feedipedia.org/node/275

Feedipedia. (março de 2016). Grão de cevada. Obtido de: https://www.feedipedia.org/node/227

Feedipedia. (setembro de 2017). Grão de milho. Obtido de: https://www.feedipedia.org/node/556

Feedipedia. (2019). *Bagaço de Girassol*. Obtido de https://www.feedipedia.org/node/732

FEFAC. (2022). From farm to table: 2022 feed statistics in charts.

FEFAC. (Junho de 2023). Circulara feed optimised nutrient recovery through animal Nutrition, p.17.

Fialho. (2023). REBOQUE MISTURADOR E DISTRIBUIDOR FIALHO FI-M2/SF 9 M3. Obtido de https://fialhostore.com/pt_PT/p/reboque_misturador_e_distribuidor_fi_m2_sf

Figueiredo, C. N., de Souza, H. G., Cruz-Magalhães, V., Sales, L. S., Neto, D. S., de Souza, J., . . . Marbach, P. (Dezembro de 2020). Diversidade taxonômica e identicação de Penicillium.

Folque, P. (2013). Utilização dos Produtos Derivados das Industrias Agro-alimentares em Alimentação Animal. (82), 18-24.

FOSS. (2023). Obtido de https://www.fossanalytics.com/it-it/products/nirs-ds3-feed

Freitas, A. B. (2008). SISTEMA DE ALIMENTAÇÃO *UNIFEED*: RAÇÕES COMPLETAS. *Notícias Limousine*, 33-36.

Gashaw, M., Pierron, A., Alassane-Kpembi, I., P. Oswald, I., Sun, Y., Huang, K., & Long, M. (s.d.). Mycotoxins in Feeds: Implications to Livestock and human health; Obtido de https://www.researchgate.net/publication/295545801_Review_on_Mycotoxins_in_Feeds_Implications_to_Livestock_and_human_health#:~:text=Direct%20consequences%20of%20consumption%20of%20mycotoxinscontaminated%20livestock%20feed,%28due%20to%20immune%20suppressi

Heinrichs, J., & Jones, C. M. (Dezembro de 2022). Penn State Particle Separator. *The Forage and TMR Particle Separator was designed to help in determining the correct forage particle length needed to improve ruminant nutrition*. Obtido de https://extension.psu.edu/penn-state-particle-separator#section-0

Herrman, T., & Behnke, K. (1994). Testing Mixer Performance. Obtido de http://tarwi.lamolina.edu.pe/~vjvergara/trabajos_archivos/testing%20mixers.pdf

IRIS. (2021). Obtido de Espectroscopia NIR: https://www.iris-eng.com/pt-pt/o-que-e-espectroscopia-nir/

Italmix Corporation & Siloking;. (2024). Obtido de https://www.italmix.it/area-riservata/

Italmix Corporation. (2024). *Unifeed* Vertical. Obtido de: https://www.italmix.it/categoria_prodotto/miscelatori-verticali-fissi/

Jordan, E. R. (2001). Managing Mixing Wagons for Performance and Health. Obtido de https://www.txanc.org/Proceedings/2001/MixingWagons.pdf

KPM. (2024). NIR Calibration. Obtido de: https://www.kpmanalytics.com/articles-insights/what-is-nir-spectroscopy-and-how-does-it-work

Kung, L. (Fvereiro de 2014). The Role of Fiber in Ruminant Ration Formulation. Obtido de http://cdn.canr.udel.edu/wp-content/uploads/2014/02/The-Role-of-Fiber-in-Ruminant-Ration-Formulation.pdf

Licia, G., Schadt, I., Carpino, S., Campisi, G., Azarro, G., Petriglieri, R., . . . Van Soest, P. (s.d.). Manuale degli alimenti e dei foraggi in Sicilia.

Lopes, A. (2011). Influência do processo de mistura na composição física e química do alimento único para vacas leiteiras. Obtido de: https://www.repository.utl.pt/bitstream/10400.5/4198/1/TESE.pdf

Malizia, P., & Rumi, S. (2016). Il valore aggiunto del mangime. Obtido de: https://www.comazoo.it/il-valore-aggiunto-del-mangime/

McDonald, P., Edwards, R., Greenhalgh, J. F., Morgan, C., Sinclair, L., & Wilhinson, R. (2010). *Animal Nutrition.* Pearson.

Mertens, D. (Julho de 1997). Creating a System for Meeting the Fiber Requirements of Dairy Cows. Journal of Dairy Science, 80(7), 1463-1481. Obtido de: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0022030297760752

Mordor Intelligence. (2024). Italy Compound Feed Market Size & Share Analysis - Growth Trends & Forecasts (2023 - 2028). Obtido de: https://www.mordorintelligence.com/industry-reports/italy-compound-feed-market

Oil World Annual. (2015). GmbH, ISTA Mielke. Obtido de: https://www.oilworld.biz/t/publications/annual

Owen, J. B. (junho de 1984). Complete diet feeding for cattleAlimentation des bovins avec des rations complètes. Obtido de: https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/0301622684900198?via%3Dihub

Pereira, M. P. (fevereiro de 2019). A transformação de subprodutos agroalimentares pode gerar valor, pode alimentar uma outra cadeia produtiva, os animais de produção. Obtido de https://acientistaagricola.pt/economia-circular-alimentacao-animal/?fbclid=IwAR0E_Y8_vdoaEkv0YdFpOr69XDsQoQjIzCTvtFAwFNMXqIe-RBxV7UWpjho

Regulamento (UE) N.o 165/2010. (2010). Definisce i tenori massimi di alcuni contaminanti nei prodotti alimentari. Obtido de: https://eur-lex.europa.eu/legal-content/IT/TXT/PDF/?uri=CELEX:32010R0165

Regulamento (UE) N.o 574/2011. (s.d.). Limites máximos de nitrite, melamina e Ambrosia spp. e à transferência de certos. *Jornal Oficial da União Europeia*. Obtido de https://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2011:159:0007:0024:PT:PDF

Revista Ruminantes. (8 de Abril de 2022). *Uma aposta forte no bem-estar animal*, pp. 10-15. Obtido de https://issuu.com/ruminantes/docs/_book_45_ld

Schiere, J., & De Wit, J. (1993). Feeding Standars: feeding systems.

Schingoethe, D. J. (Dezembro de 2017). A 100-Year Review: Total mixed ration feeding of dairy cows. Obtido de: https://www.journalofdairyscience.org/article/S0022-0302(17)31044-5/fulltext

Seko. (2023). Vagão *Unifeed* estacionário. Obtido de https://www.agriexpo.online/pt/prod/seko-industries-170208.html

Selle, P. H., & Liu, S. Y. (Setembro de 2009). The Relevance of Starch and Protein Digestive Dynamics in Animals.

Shirley, M. I. (2009). Avaliação da homogeneidade da dieta completa (*Unifeed*) para vacas leiteiras. Obtido de: https://www.repository.utl.pt/bitstream/10400.5/2073/1/TESE_Marta_Shirley_pdf.pdf

Silvia-del-Rio, N. (2012). Preparing the Total Mixed Ration (TMR): What ingredients should I add first? Obtido de https://www.agproud.com/articles/23723-preparing-the-total-mixed-ration-tmr-what-ingredients-should-i-add-first

Singh, N., & Awasthi, A. (2022). Total Mixed Rations of Dairy Cows. Obtido de https://www.researchgate.net/publication/360264356_Total_Mixed_Ration_Feeding_of_Dairy_Cows?_sg=DYGAnZawBiP1CAjItI4Oq185VVdn2VnC_rRZElyjJBPHlLnJoGUw8dp2mavjVW2gGISYnmQoqqUEbww&_tp=eyJjb250ZXh0Ijp7ImZpcnN0UGFnZSI6InB1YmxpY2F0aW9uIiwicGFnZSI6Il9kaXJlY3QifX0

Smith, L. E., Humphrey, J., Turner, P., & Stoltzfus, R. (2017). Aflatoxin Exposure During Pregnancy, Maternal Anemia, and Adverse Birth Outcomes. Obtido de: https://www.researchgate.net/publication/314271684_Aflatoxin_Exposure_During_Pregnancy_Maternal_Anemia_and_Adverse_Birth_Outcomes

Tangorra, F. M., & Calcante, A. (2022). La tecnica *Unifeed*: una procedura chiave nella moderna zootecnia. Obtido de: https://autofeed.crea.gov.it/wp-content/uploads/2022/12/1-Autofeed-Tangorra_2-Autofeed.pdf

Tassinari, M. (s.d.). *Aflatossine: problema sempre presente nei nostri allevamenti*. Obtido de: https://ecoclin.it/download/Clinoptilolite_Aflatossine_WM.pdf

TopAgro. (s.d). Livestock & Environment. Obtido de: https://topagro.info/01/2023/zago-*Unifeed*-horizontal-duo-mix-system/

University of Wisconsin Board of Regents. (2010). *Use of Straw in Dairy Cattle Diets*. Obtido de Team Forage: https://fyi.extension.wisc.edu/forage/use-of-straw-in-dairy-cattle-diets/

Yost, C., & Greg, S. (2022). Penn State Particle Size Separator (PSPS). Obtido de https://extension.psu.edu/penn-state-particle-size-separator-psps