



GABRIELA VILLELA DE FREITAS

**ESTÁGIO SUPERVISIONADO REALIZADO NO 3RLAB
LABORATÓRIO DE ANÁLISES AGROPECUÁRIAS LTDA EM
LAVRAS-MG**

LAVRAS – MG

2023

GABRIELA VILLELA DE FREITAS

**ESTÁGIO SUPERVISIONADO REALIZADO NO 3RLAB LABORATÓRIO DE ANÁLISES
AGROPECUÁRIAS LTDA EM LAVRAS-MG**

Relatório de estágio supervisionado apresentado à
Universidade Federal de Lavras, como parte das
exigências do Curso de Medicina Veterinária, para a
obtenção do título de Bacharel.

Prof. Dr. Luis David Solis Murgas

Orientador

LAVRAS – MG

2023

GABRIELA VILLELA DE FREITAS

**ESTÁGIO SUPERVISIONADO REALIZADO NO 3RLAB LABORATÓRIO DE ANÁLISES
AGROPECUÁRIAS LTDA EM LAVRAS-MG**

**SUPERVISED INTERNSHIP CONDUCTED AT 3RLAB AGRICULTURAL ANALYSIS
LABORATORY LTDA IN LAVRAS-MG**

Relatório de estágio supervisionado apresentado à
Universidade Federal de Lavras, como parte das
exigências do Curso de Medicina Veterinária, para a
obtenção do título de Bacharel.

APROVADO em 18 DE JULHO DE 2023

Prof. Dr. Luis David Solis Murgas

M.V Vinicius Frota Ferreira dos Santos - UFLA

Srta. Flaviane Rodrigues de Carvalho - 3RLAB

Prof. Dr. Luis David Solis Murgas

Orientador

LAVRAS – MG

2023

AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal de Lavras, cuja excelente estrutura proporcionou uma formação profissional enriquecedora, cercada por professores e colaboradores incríveis repletos de conhecimento.

Aos meus pais, Nívio (*in memorian*) e Daniela, pelo amor que me concedeu a dádiva da vida.

Aos meus familiares, especialmente meus avós, Sr. Nívio e Dona Dilu (*in memorian*), por me proporcionarem a oportunidade de estar aqui. Também destaco minha tia, Claudini, que tem sido meu refúgio nos momentos difíceis e uma incentivadora constante.

Ao meu namorado, Álvaro, por todo amor, incentivo e extrema paciência, especialmente nos últimos meses, nos quais tem sido meu porto seguro em meio ao caos.

À equipe da empresa 3RLAB pela oportunidade, troca de conhecimento e pelos dados fundamentais para o desenvolvimento deste trabalho. Em particular à Flaviane que esteve ao meu lado durante e após o estágio, incentivando e auxiliando todo o processo.

Ao meu orientador Prof. Dr. Luis David Solis Murgas pela orientação desde quando fui monitora da disciplina de Fisiologia Veterinária, passando por projetos de extensão e pesquisa. Esta jornada se encerra com a conclusão deste trabalho. Pelos inúmeros ensinamentos, que vão além do conhecimento técnico-científico inquestionável. Tenho imenso orgulho de ter sido sua orientanda, serei sempre grata.

Aos membros da banca, pela disponibilidade e interesse.

Por fim, agradeço a todos que, de forma direta ou indireta, contribuíram em todas as etapas da realização deste trabalho. Minha gratidão sincera, muito obrigada.

RESUMO

O presente trabalho de conclusão de curso é um registro das atividades desenvolvidas durante o estágio supervisionado, correspondente à disciplina PRG107, do curso de Medicina Veterinária da Universidade Federal de Lavras. Este relatório aborda as atividades vividas no setor de nutrição animal do 3RLAB Laboratório de análises agropecuárias, na cidade de Lavras, MG, durante o período de 06 de março a 16 de junho de 2023. As atividades desenvolvidas consistiram no preparo e pré-secagem das amostras, realização de análise de processamento de grãos (KPS), bem como o auxílio no processo das análises bromatológicas. A silagem de milho desempenha um papel fundamental na nutrição de ruminantes, proporcionando fontes abundantes de energia, e seu processamento adequado é essencial para otimizar sua digestibilidade e valor nutricional. Com base nisto, foi realizada uma revisão de literatura que busca abordar a importância da silagem de planta inteira de milho na nutrição de ruminantes com ênfase no impacto do processamento dos grãos na qualidade. O objetivo é fornecer informações sobre a silagem de milho, abordando aspectos nutricionais e os principais fatores que influenciam na sua qualidade, ressaltando o período de colheita e processamento de grãos. Além disso, busca-se destacar a relevância do método de avaliação KPS como uma ferramenta para a análise do processamento de silagem de milho.

Palavras-chave: Silagem de milho. Processamento de grãos. Nutrição animal. Bromatologia. KPS.

LISTA DE IMAGENS

Figura 1 - Área de recepção de amostras do laboratório.....	10
Figura 2 - Sala da secagem.....	11
Figura 3 - Barquinho de pesagem já etiquetado e com amostra.....	12
Figura 4 - Agitador de partículas e conjunto de peneiras para processamento de grãos.....	13
Figura 5 - Sala de moinhos.....	13
Figura 6 - Moinho do setor de Nutrição Animal.....	14
Figura 7 - Sala de análises via NIRS.....	15
Figura 8 - Equipamento de Espectroscopia de Infravermelho Próximo (NIRS).....	15
Figura 9 - Leitor de amostras do equipamento NIRS.....	16
Figura 10 - Célula.....	16
Figura 11 - Bancada central da sala de análise química, lado direito.....	17
Figura 12 - Bancada central da sala de análise química, lado esquerdo.....	18
Figura 13 - Bancada lateral da sala de análise química.....	18
Figura 14 - Computador e balança analítica presentes na bancada lateral.....	19
Figura 15 - Sala da capela.....	19
Figura 16 - Estufas.....	20
Figura 17 - Muflas.....	20
Figura 18 - Agitador vertical (A) e Conjunto de peneiras (B).....	22
Figura 19 - Anatomia do grão de milho e suas partes.....	31
Figura 20 - Grãos bem (verde) e mal processados (vermelho).....	34
Figura 21 - Localização do processador de grãos cracker.....	34
Figura 22 - Passo a passo para a avaliação do processamento de grãos da forragem.....	38
Figura 23 - Grãos de milho separados de acordo com o nível de processamento.....	39

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Número de análises (n) e frequência (F%) de análises acompanhadas no período de 06 de março a 16 de junho de 2023 em laboratório comercial de análises bromatológicas situado em Lavras/Minas Gerais.....	23
Tabela 2 - Número de análises (n) e frequência (F%) de amostragem e secagem de amostras realizadas período de 06 de março a 16 de junho de 2023 em laboratório comercial de análises bromatológicas situado em Lavras/Minas Gerais.....	23
Tabela 3 -Número de amostras de silagem de milho (SM) recebidas para análise e frequência (F%) de solicitações da análise de processamento de grãos (KPS) destas mesmas amostras realizadas período de 06 de março a 16 de junho de 2023 em laboratório comercial de análises bromatológicas situado em Lavras/Minas Gerais.....	24
Tabela 4 - Avaliação do processamento das silagens através da análise do escore de KPS...	35
Tabela 5 - Categorização do processamento de grãos da silagem pela metodologia KPS (Shinners e Holmes, 2013).....	37

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	9
2. DESCRIÇÃO DO LOCAL DO ESTÁGIO.....	9
2.1 Área Física.....	10
2.1.1 Recepção de amostras.....	10
2.1.2 Sala de secagem.....	11
2.1.3 Sala de moinhos.....	13
2.1.4 Sala de análises.....	14
2.1.4.1 Sala de análise pelo NIRS.....	14
2.1.4.2 Sala de análise química.....	17
2.1.4.3 Sala da capela.....	19
3. ATIVIDADES REALIZADAS.....	21
3.1 Análise de processamento de grãos (KPS).....	22
3.2 Casuística acompanhada no estágio.....	23
3.2.1 Levantamento de dados sobre a casuística da análise de KPS no 3rLab.....	24
4. O IMPACTO DO PROCESSAMENTO DOS GRÃOS NA QUALIDADE DA SILAGEM DE MILHO E A RELEVÂNCIA DA ANÁLISE DE KPS: REVISÃO DE LITERATURA.....	27
4.1 A importância da silagem de milho para a nutrição animal.....	29
4.2 Os grãos da silagem de milho.....	30
4.3 O processamento x Qualidade da silagem.....	32
4.3.1 A relevância do processamento adequado.....	33
4.3.2 A utilização do cracker para a otimização do processamento.....	34
4.4 Metodologias de avaliação do processamento dos grãos.....	35
4.4.1 KPS (Kernel Processing Score) ou CSPS (Corn Silage Processing Score).....	35
4.4.2 Balde com água.....	37
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	39
6. REFERÊNCIAS.....	40
ANEXO A.....	43

1. INTRODUÇÃO

O curso de Medicina Veterinária na Faculdade Federal de Lavras é composto por dez períodos letivos, sendo o décimo reservado para a realização do estágio supervisionado com o objetivo de aprimorar e aplicar a teoria aprendida pelo aluno na prática, preparando-o para a vida profissional. Na disciplina PRG107 são exigidas 472 horas de atividades, sendo 408 horas práticas para o estágio, realizado na área e instituição de escolha do aluno, e 68 horas teóricas para o desenvolvimento do trabalho de conclusão de curso. O presente relatório descreve as atividades práticas que ocorreram no 3rLab (Laboratório de Análises Agropecuárias LDTA) na cidade de Lavras, Minas Gerais, durante o período de 06 de março a 16 de junho de 2023. A escolha do lugar teve como intuito obter mais conhecimento sobre a prática laboratorial na área de nutrição animal com enfoque em análises bromatológicas, sob a orientação do Prof. Luis David Solis Murgas e supervisão de Larissa Estefane Cruz das Graças.

As atividades realizadas no local, foram anotadas e separadas categoricamente neste trabalho a fim de demonstrar a importância das atividades desenvolvidas no setor de análise nutricional de alimentos para animais no laboratório da empresa 3rLab. Os objetivos deste relatório incluem a descrição das atividades durante o período de estágio e a elaboração de uma revisão de literatura sobre o impacto do processamento dos grãos na qualidade da silagem de milho e a relevância da análise de KPS.

2. DESCRIÇÃO DO LOCAL DO ESTÁGIO

O estágio curricular supervisionado foi realizado na cidade de Lavras, Minas Gerais no 3rLab, contabilizando o total de 408 horas.

O 3rLab foi fundado em 2013 pelo Grupo Rehagro, em parceria com Rock River Laboratory, com objetivo de aumentar a produtividade do agronegócio brasileiro através de sistemas avançados de diagnósticos importantes para a produção agrícola e animal. Sendo o foco deste trabalho as análises de Nutrição Animal realizadas no laboratório localizado na cidade de Lavras-MG. A empresa também possui mais duas filiais que são localizadas na cidade de Chapecó-SC e Goiânia-GO.

2.1 Área Física

2.1.1 Recepção de amostras

O espaço de recepção de amostras (Figura 1) é o espaço responsável por receber e registrar adequadamente as amostras entregues pelos clientes, seja diretamente na recepção ou deixadas na caixa coletora localizada na porta do laboratório, bem como as entregues pelos correios e transportadoras.

Figura 1 - Área de recepção de amostras do laboratório.



Fonte: do autor (2023).

A sala é equipada com duas bancadas e dois computadores, que auxiliam no processo de organização e gerenciamento das amostras. Os computadores são utilizados para cadastrar as amostras no sistema do laboratório, garantindo sua rastreabilidade durante todo o processo.

Nessa área, as amostras são separadas e identificadas com código de barras de acordo com as informações contidas no formulário de solicitação de análise (Anexo A). O formulário é disponibilizado através do site (3rlab.com) e deve ser preenchido pelo cliente e enviado juntamente com a amostra a ser analisada. Neste formulário há informações detalhadas sobre o cliente, a propriedade e o material enviado, bem como o pacote de análises desejado. Caso o pacote solicitado seja de análises químicas, a etiqueta apresenta a coloração vermelha e caso a análise seja realizada via NIRS, a etiqueta é da cor preta.

Esta primeira etapa desempenha um papel crucial no fluxo de trabalho do laboratório, pois assegura que todas as amostras sejam recebidas corretamente, registradas adequadamente e encaminhadas para as etapas subsequentes do processo de análise requerido pelo cliente.

Essa área é projetada para garantir a eficiência, a rastreabilidade e a integridade das amostras, contribuindo para a confiabilidade dos resultados obtidos durante as análises laboratoriais. Caso haja alguma discordância, inicia-se um processo de pendência relacionada à amostra, então, o cliente é contatado e a amostra é armazenada em freezer, até que ocorra a liberação ou descarte da mesma. Uma vez que as amostras são devidamente identificadas e cadastradas, elas são encaminhadas para a sala de secagem.

2.1.2 Sala de secagem

A secagem é a primeira etapa das análises do setor de nutrição animal. É um ambiente específico dedicado ao processo de avaliação, homogeneização e secagem das amostras. A sala está equipada com computador, balança semi-analítica, micro-ondas, geladeira e estante para armazenamento de amostras (Figura 2).

Figura 2 - Sala da secagem.



Fonte: do autor (2023).

Primeiramente a amostra é desembalada e colocada sobre a bancada para a realização do processo de homogeneização. Neste momento, é realizada avaliação visual da amostra com objetivo de identificar se há presença de mofo, terra ou outros contaminantes, além de conferir se os dados de identificação estão em concordância com a amostra enviada. Após este primeiro processo, é realizada a homogeneização de acordo com a categoria e é retirada uma alíquota, de forma aleatória, para a pesagem. O restante da amostra inicial é guardada em saco plástico e identificado com a numeração correspondente à amostra para uso de contraprova, caso necessário ou se solicitada novas análises pelo cliente.

A pesagem é feita em um recipiente plástico de peso conhecido (barquinho de pesagem) e identificado com uma etiqueta idêntica à amostra (Figura 3). Através do leitor de infravermelho, é realizada a leitura do código de barras da amostra e do barquinho - para confirmar que ambas são compatíveis. Em seguida, o peso da amostra úmida é registrado no sistema do laboratório.

Figura 3 - Barquinho de pesagem já etiquetado e com amostra.



Fonte: do autor (2023).

Posteriormente ao preparo, a amostra é encaminhada para o forno micro-ondas para a secagem, seguindo valores de referência. Após a secagem, as amostras são pesadas novamente e registradas no sistema, permitindo a determinação do teor de matéria seca. Todo este processo é realizado de acordo com as diretrizes internas do laboratório, havendo padronização de procedimento, peso, potência e tempo de secagem para cada categoria de amostra.

Na sala de secagem também são realizadas as análises de processamento de grãos (KPS), diâmetro geométrico médio (DGM) e tamanho de partículas, através do conjunto de peneiras PENN STATE (Figura 4).

Figura 4 - Agitador de partículas e conjunto de peneiras para processamento de grãos.



Fonte: do autor (2023).

2.1.3 Sala de moinhos

A sala de moinhos é um espaço destinado à realização do processo de moagem de amostras após o processo da secagem. Neste ambiente, as amostras secas são submetidas à redução de tamanho das partículas, tornando-se adequadas para análises posteriores. A sala é composta por dois moinhos do tipo ultra centrífugo (Figuras 5 e 6), sendo um utilizado especificamente para a moagem de alimentos para animais.

Figura 5 - Sala de moinhos.



Fonte: do autor (2023).

Figura 6 - Moinho do setor de Nutrição Animal.



Fonte: do autor (2023).

O moinho é equipado com peneira de crivo de 1,0mm que auxilia no controle do tamanho das partículas resultantes da moagem. A homogeneidade das amostras contribuem para a leitura adequada nas análises realizadas através do NIRS. As amostras moídas são colocadas em um saquinho plástico, identificado e encaminhado para a sala de análise por NIRS.

2.1.4 Sala de análises

2.1.4.1 Sala de análise pelo NIRS

A sala de análises via NIRS é um ambiente dedicado à realização das análises por meio do equipamento de Espectroscopia de Infravermelho Próximo (NIRS) (Figura 7 e 8). Essa sala é composta por um computador, responsável por executar o software necessário para operar o equipamento, realizar as leituras e processar os resultados obtidos através da parceria com o Laboratório Rock River.

Figura 7 - Sala de análises via NIRS.



Fonte: do autor (2023).

Figura 8 - Equipamento de Espectroscopia de Infravermelho Próximo (NIRS).



Fonte: do autor (2023).

O equipamento NIRS utiliza a técnica de espectroscopia de infravermelho próximo para analisar as amostras e obter informações sobre sua composição química, com base em um banco de dados e curvas padrão. Ele é composto por uma fonte de luz infravermelha, um detector e um leitor de amostras (Figura 9). O leitor de amostras é o lugar em que as amostras preparadas são inseridas utilizando como base um pequeno recipiente, chamado célula (Figura 10), que possui seu fundo feito de vidro para permitir a leitura da amostra.

Figura 9 - Leitor de amostras do equipamento NIRS.



Fonte: do autor (2023).

Figura 10 - Célula.



Fonte: do autor (2023).

Em questão de segundos, o aparelho gera uma curva da amostra analisada e os dados desta são direcionados para o sistema do Rock River Laboratory que irá processar os dados e retornar as informações com um laudo completo, contendo todas as informações nutricionais e composicionais daquela amostra específica. Esse laudo é revisado pelo analista responsável que verifica a qualidade e confiabilidade dos resultados obtidos. Após a aprovação final, o laudo é encaminhado para o cliente, fornecendo informações importantes para a manutenção nutricional adequada da produção.

2.1.4.2 Sala de análise química

Nesta sala, encontram-se bancadas de trabalho espaçosas, feitas de materiais resistentes a produtos químicos, onde as amostras e reagentes são manipulados. As bancadas são divididas de forma que permita a realização de diferentes análises simultâneas. A bancada central, no lado direito (Figura 11), possui quatro dessecadores, uma seladora, armários, uma pia e dois destiladores de proteínas, acompanhados de um computador exclusivo para inserir os dados das análises realizadas .

Figura 11 - Bancada central da sala de análise química, lado direito.



Fonte: do autor (2023).

Além disto, os armários abaixo desta bancada são equipados com uma variedade de vidrarias e utensílios, como béqueres, provetas, pipetas, tubos de ensaio e balões volumétricos. Também há um armário destinado para reagentes químicos. Tudo devidamente identificado com etiquetas e faixas de demarcação.

Ainda na bancada central, no lado esquerdo da mesma (Figura 12), estão disponíveis 3 equipamentos de banho maria, dois determinadores de fibra (FDN e FDA), e um determinador de extrato etéreo.

Figura 12 - Bancada central da sala de análise química, lado esquerdo.



Fonte: do autor (2023).

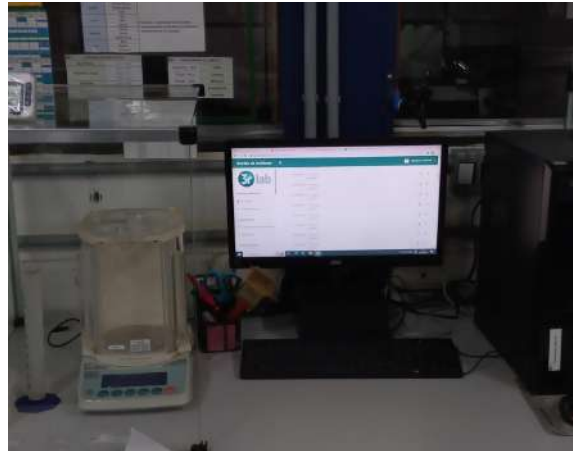
A segunda bancada, localizada diretamente na parede direita do laboratório (Figura 13 e 14), é equipada com 3 computadores, 4 balanças analíticas, uma mesa agitadora e uma estufa, sendo esta última essencial para a secagem das vidrarias utilizadas nas análises.

Figura 13 - Bancada lateral da sala de análise química.



Fonte: do autor (2023).

Figura 14 - Computador e balança analítica presentes na bancada lateral.



Fonte: do autor (2023).

Os computadores e software são utilizados para processar dados, auxiliar no registro e armazenamento das informações relacionadas às análises realizadas. Para garantir a segurança dos operadores, a sala de análises químicas possui equipamentos de proteção individual, como luvas e óculos de proteção. Em suma, é um ambiente estruturado e equipado com os recursos necessários para realizar análises químicas com precisão e segurança.

2.1.4.3 Sala da capela

A sala da capela (Figura 15) é uma área equipada com exaustores que removem vapores e gases nocivos gerados durante algumas das análises. Essas capelas fornecem um ambiente seguro para manipulação de substâncias químicas voláteis, para realização de digestões químicas e outros processos que envolvem a manipulação de substâncias que podem apresentar riscos à saúde.

Figura 15 - Sala da capela.



Fonte: do autor (2023).

A capela é equipada com duas chapas digestoras e dois blocos digestores. Os mesmos são destinados para procedimentos que compõem a preparação de amostras para a análise química.

Ao sair da sala da capela, o laboratório possui uma área em comum utilizada por todos os setores. Neste local estão localizadas estufas e muflas (Figuras 16 e 17). Utilizadas para promover o aquecimento controlado e aquecimento de alta temperatura respectivamente, também destinados para procedimentos que compõem a preparação de amostras para a análise química.

Figura 16 - Estufas.



Fonte: do autor (2023).

Figura 17 - Muflas.



Fonte: do autor (2023).

3. ATIVIDADES REALIZADAS

Durante o período de estágio, tive a oportunidade de participar de diversas atividades relacionadas a todo processo de análise nutricional, incluindo a triagem e o preparo de amostras, bem como a realização de análises por métodos diretos e indiretos. Além disso, tive a chance de acompanhar treinamentos, chamados “Diálogos de Segurança”, realizados quinzenalmente, que enfatizavam a importância da padronização para a qualidade das análises e práticas adotadas para a segurança no laboratório.

Na sala de secagem, fui responsável pelo preparo das amostras e pela secagem no micro-ondas. Após a secagem, as amostras foram moídas na sala de moagem e colocadas em saquinhos individuais com um código de identificação, este procedimento acompanhei apenas para conhecer o processo. Em seguida, as mesmas eram transferidas para o laboratório ou para a sala NIRS, onde seriam submetidas às análises planejadas.

No laboratório de nutrição animal, pude acompanhar as análises de proteína, determinação de minerais, nitrogênio não proteico (NNP), extrato etéreo (EE), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), cloreto e água. Durante as análises de proteína, auxiliei na pesagem, destilação e titulação das amostras. Na análise de minerais, as amostras foram pesadas previamente em Erlenmeyer e conduzidas para o processo de digestão na chapa digestora. Após a digestão, as amostras são transferidas para pequenos tubos para a pesagem pelo analista que direcionava as mesmas para a análise. Para as análises de FDN e FDA, realizei o processo de banhos das amostras usando o determinador de fibra. Na análise de extrato etéreo, posicionei as amostras no determinador de extrato etéreo e adicionei éter etílico no tubo reboiler. Na análise de NNP, participei da adição de solução, posicionamento das amostras na mesa agitadora, filtração e destilação. Na análise de cloreto, realizei a filtração, determinei o pH e fiz titulação. Por fim, na análise de água, conduzi todo o processo usando um fotômetro YSI.

Na sala de avaliação por meio da tecnologia NIRS, tive a oportunidade de acompanhar a pessoa responsável pela análise, observando-a interpretar os resultados e por fim, pude, durante um dia, realizar o processo para aprender na prática todas as etapas.

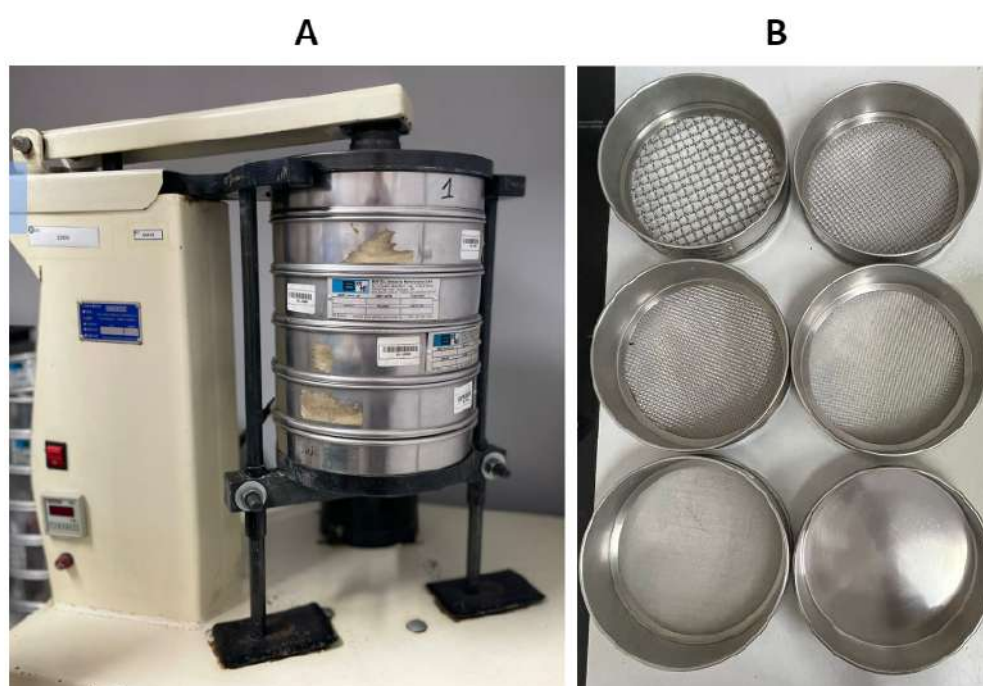
3.1 Análise de processamento de grãos (KPS)

O KPS (Kernel Processing Score) é uma análise que possibilita a avaliação do processamento dos grãos de milho, demonstrando a porcentagem de amido que ficará disponível para os ruminantes (CARBONARE, 2020). O método adotado pelo laboratório 3rLab segue algumas adaptações do método proposto por Ferreira e Mertens (2005). Esta técnica permite avaliar quantitativamente o processamento dos grãos de milho da silagem (CARBONARE, 2020), sendo o procedimento descrito a seguir.

Um pequeno recipiente utilizado para pesagem é marcado com uma etiqueta manual contendo um número de identificação exclusivo para a amostra. Em seguida, o recipiente é tarado em uma balança semi-analítica e registra-se um peso de 150 gramas para a amostra, seguindo o mesmo processo de homogeneização mencionado anteriormente. O recipiente com a amostra é, então, colocado em uma estufa com ventilação forçada, mantida a uma temperatura de 55°C por pelo menos 16 horas.

Após esse período, a amostra é adicionada a um conjunto de peneiras (com tamanho de malha de 9,5mm, 4,75mm, 2,36mm, 1,8mm, 0,5mm e a malha do fundo) e é agitada em um agitador de peneiras vertical por 10 minutos (Figura 18).

Figura 18 - Agitador vertical (A) e Conjunto de peneiras (B).



Fonte: do autor (2023).

Depois da separação das partículas pelas peneiras, cada peneira é pesada individualmente, registrando-se o peso de cada uma delas. Em seguida, o resíduo é agrupado em três frações: C - resíduo das peneiras de 9,5mm e 4,75mm; M - resíduo das peneiras de 2,36mm e 1,18mm; e F - resíduo da peneira de 0,5mm e fundo. Cada sub-amostra obtida é moída por moinho do tipo ultra centrífugo com peneira de crivo de 1,00mm na sala de moinhos, e, posteriormente, encaminhada para a sala de análise por meio do método NIRS. O peso obtido em cada peneira é registrado no sistema de gestão de análises, enquanto o conteúdo de amido de cada fração é analisado pelo equipamento NIRS. O cálculo é automaticamente realizado pelo sistema e o resultado, expresso em porcentagem, é gerado no laudo final.

3.2 Casuística acompanhada no estágio

Ao longo do período de estágio, realizado entre 06 de março a 16 de junho de 2023, foram exercidas diversas funções e atividades tanto no laboratório de análises químicas quanto na sala de secagem, o que permitiu a participação ativa em um número considerável de análises bromatológicas e a compreensão de todo seu processo (Tabela 1 e 2).

Tabela 1- Número de análises (n) e frequência (F%) de análises acompanhadas no período de 06 de março a 16 de junho de 2023 em laboratório comercial de análises bromatológicas situado em Lavras/Minas Gerais.

Análise	n	F(%)
Minerais	418	28,13
Proteínas	648	43,61
Nitrogênio Não Protéico (NNP)	288	19,38
Cloreto	52	3,5
FDN e FDA	39	2,62
Extrato Etéreo	23	1,55
KPS	12	0,81
Água	6	0,4
Total	1486	100

Fonte: do autor (2023).

Tabela 2 - Número de análises (n) e frequência (F%) de amostragem e secagem de amostras realizadas período de 06 de março a 16 de junho de 2023 em laboratório comercial de análises bromatológicas situado em Lavras/Minas Gerais.

Atividade	n	F(%)
-----------	---	------

Secagem	405	54,22
Amostragem	342	45,78
Total	747	100

Fonte: do autor (2023).

3.2.1 Levantamento de dados sobre a casuística da análise de KPS no 3rLab

Foi realizado um levantamento comparativo, com auxílio de dados disponibilizados pelo laboratório, do número de silagens de milho recebidas para realização de análises e quantas destas foram solicitadas a análise de KPS no laboratório 3rLab, durante o período de realização do estágio entre 06 de março e 16 de junho de 2023.

No total, foram consideradas 10125 amostras recebidas neste período na sede da cidade de Lavras e filiais (Chapecó e Goiânia). A tabela abaixo representa os resultados observados deste levantamento comparativo realizado.

Tabela 3 - Número de amostras de silagem de milho (SM) recebidas para análise e frequência (F%) de solicitações da análise de processamento de grãos (KPS) destas mesmas amostras realizadas período de 06 de março a 16 de junho de 2023 em laboratório comercial de análises bromatológicas situado em Lavras/Minas Gerais.

	Lavras	Outras Filiais	Total
SM	3844	6281	10125
KPS	49	26	75
F(%)	1,27%	0,41%	0,74%

Fonte: do autor (2023).

De acordo com a tabela apresentada, foi possível observar que, durante o período do estágio, a análise de processamento de grãos (KPS), na sede de Lavras, é solicitada apenas em 1,27% das amostras de Silagem de Milho recebidas para análise. Enquanto em outras filiais este número é ainda mais baixo, representando 0,41% das amostras recebidas. A discrepância entre a baixa solicitação de análise de processamento em relação à quantidade geral de amostras recebidas é uma questão problemática que merece atenção.

Apesar da impossibilidade de identificar o real motivo do cliente não solicitar a análise de KPS, pode-se sugerir o desconhecimento da importância do processamento adequado dos grãos de milho para a qualidade nutricional da silagem. Bernardes (2012), ao realizar um levantamento das práticas de produção nas fazendas do Brasil, ressaltou que apesar dos

produtores estarem atentos ao manejo agrônomo do milho, ainda há uma supervalorização da produtividade da planta sem levar em consideração o fator valor nutricional.

É essencial fragmentar os grãos em pequenas porções para otimizar a digestão do amido presente no endosperma, que constitui a maior parte dos nutrientes digestíveis totais na silagem de milho. Qualquer amido não aproveitado pela fermentação no rúmen e intestino será excretado nas fezes. Na ausência de uma fragmentação suficiente dos grãos ocorre uma diferenciação entre o cálculo nutricional estabelecido através dos nutrientes da silagem produzida e o quanto o animal foi capaz de utilizar a energia disponibilizada pelo alimento em seus processos metabólicos. Compreender os fatores que influenciam a fragmentação dos grãos nas silagem de planta inteira é fundamental para entender a dinâmica do processamento de grãos e identificar na propriedade áreas que possam ser aprimoradas. (SILVA, 2015).

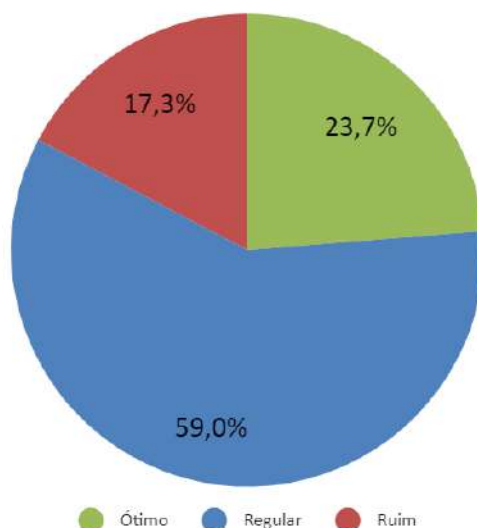
Estudos desenvolvidos por Carbonare (2020), analisaram a influência das limitações durante o processo de colheita em perdas de amido através das fezes. Os dados financeiros obtidos por essa pesquisa revelaram uma comparação entre o valor de KPS de 70%, considerado ideal, e o valor de 40%, considerado baixo. Essa comparação destacou que, em um rebanho de 100 vacas em lactação, as perdas anuais chegaram a aproximadamente R\$90 mil, um montante superior aos custos da própria colheita.

Fomentada pela relevância demonstrada destas perdas de amido, foi realizado um segundo levantamento através de dados disponibilizados pelo laboratório dos resultados obtidos através da análise de KPS das amostras recebidas pelo 3rLab considerando os anos de 2021, 2022 e 2023 no período de fevereiro a maio. Para isto, foi utilizado o método de classificação do processamento de grãos desenvolvido por Shinnars e Holmes (2013), definindo o processamento como Ótimo (>70%), Regular (50-69%) e Ruim (<50%).

No total foram consideradas 283 amostras recebidas e submetidas a análise de KPS neste período na sede da cidade de Lavras e filiais (Chapecó e Goiânia). O gráfico abaixo representa os resultados observados através da classificação do KPS das amostras analisadas.

Gráfico 1 - Classificação do KPS das amostras analisadas no período de fevereiro a maio dos anos de 2021-2023 em laboratório comercial de análises bromatológicas situado em Lavras/Minas Gerais.

Classificação do KPS no período de fev a maio dos anos 2021- 2023



Fonte: Adaptado de 3RLAB (2023).

No gráfico, podemos observar que a maior parte das amostras recebidas e submetidas à análise de KPS são classificadas como regular (KPS 50-69%), enquanto apenas 23,7% estão no valor considerado ideal por Shinnars e Holmes (2013).

Os dados evidenciados no gráfico demonstram que as silagens analisadas ainda não apresentam bons resultados de KPS e é preciso voltar a atenção para o aprimoramento do processamento de grãos. Como visto anteriormente, há uma correlação positiva entre KPS e a digestibilidade de amido, portanto, quanto menor o KPS, menor será o aproveitamento do amido, podendo levar a perdas produtivas, e conseqüentemente, financeiras para o produtor.

Carbonare (2020) realizou um levantamento que demonstra que, independente da região ou país, é possível estabelecer evolução nos valores de KPS através da difusão do conhecimento entre produtores e a padronização de um índice de monitoramento e controle do processamento dos grãos das silagens de milho. Por essa razão, é possível estabelecer algumas recomendações para que o problema seja amenizado.

No campo, para que ocorra um bom processamento dos grãos da silagem, é importante que o produtor foque na utilização de equipamentos e máquinas de forma correta, dirigindo a atenção para a regulagem adequada destes equipamentos e reconhecendo possíveis

desgastes. Para isso é necessário o constante monitoramento durante a colheita, para que resulte em partículas com formato regular, e que faça o teste de KPS, pois fornece evidências sobre a qualidade do processo de colheita do milho para a silagem (BURIOL et al., 2021)

O 3rLab faz parte do grupo Rehagro, uma empresa focada em consultoria e ensino especializado no agronegócio há mais de 20 anos. Isto torna viável a utilização dos dados observados como precursor para desenvolver formas de fornecer informações aos produtores e técnicos sobre a importância do processamento de grãos adequado na produção de silagem de milho de planta inteira, bem como a relevância da análise de KPS para boas práticas de manejo durante o processamento da forragem.

4. O IMPACTO DO PROCESSAMENTO DOS GRÃOS NA QUALIDADE DA SILAGEM DE MILHO E A RELEVÂNCIA DA ANÁLISE DE KPS: REVISÃO DE LITERATURA

O estudo dos alimentos, também conhecido como bromatologia, possui grande importância para a nutrição animal. Este conhecimento auxilia o nutricionista na otimização do uso dos ingredientes disponíveis para a composição de uma alimentação animal equilibrada e com bons resultados produtivos. Os intuitos da maior precisão na nutrição animal são reduzir o custo alimentar, maximizar o desempenho animal, atuar preventivamente sobre a saúde animal e reduzir o impacto ambiental da atividade. (ALMEIDA; PEREIRA, 2020).

De acordo com Araújo (2019), na produção animal, a alimentação representa em torno de 60 a 70% do custo total, por isto, a busca pela formulação de uma dieta que atenda as exigências nutricionais dos animais na produção com o menor custo possível, sem que isso altere a produtividade da fazenda é a base para uma abordagem adequada do nutricionista veterinário ou zootecnista.

Para obter uma maior precisão na formulação de dietas, é necessário o conhecimento dos nutrientes presentes no alimento disponível em cada caso, sendo que a silagem de milho é a principal fonte de energia e de fibra usada na dieta dos ruminantes. Diversas condições, como a variedade, maturidade, práticas de manejo, clima, entre outros fatores envolvidos no processo agrícola, bem como na conservação deste alimento, podem alterar o valor nutricional final do mesmo (JOBIM et al., 2007). Para isso, a melhor maneira de ter acesso ao valor destas variáveis é obter uma amostra representativa do alimento específico e analisá-lo em laboratório com qualidade e metodologias comprovadas.

A silagem de planta inteira de milho é a opção de forrageira mais prevalente em escala global para a alimentação de bovinos (FERRARETTO et al., 2018). Em termos nutricionais, oferece uma fonte abundante de energia, alto teor de matéria seca e fibra com impacto positivo no sistema digestivo dos ruminantes. Adicionalmente, é amplamente aceito como padrão na técnica de ensilagem (CAETANO, 2001).

A maior proporção dos nutrientes digestíveis totais encontrados na silagem de milho provém do amido presente na endosperma dos grãos (PAES, 2006). Para otimizar a digestibilidade do amido e promover a eficiência de utilização pelos ruminantes, é essencial fragmentar os grãos em frações pequenas (FERRARETTO; SHAVER, 2015).

A fase da colheita é de suma importância nesse procedimento e as escolhas feitas durante esses dias cruciais têm o potencial de impactar permanentemente o valor nutricional da silagem. A qualidade física, incluindo o tamanho das partículas e o processamento dos grãos, é determinada nessa etapa (BURIOL et al., 2021). Há uma variedade de máquinas, marcas, processadores e equipamentos disponíveis para o processo de colheita. A correta calibração das máquinas, visando o tamanho adequado das partículas e o processamento dos grãos, é de vital importância, uma vez que as propriedades físicas da silagem podem afetar sua composição química, o que por sua vez, influencia a disponibilidade de nutrientes para os animais (BURIOL et al., 2021).

Existem diferentes estratégias para avaliar a qualidade da silagem, como o olfato, análises químicas e microbiológicas, desempenho dos animais (JOBIN et al., 2007). Porém, por possuir proporções variáveis de grão e palha, há uma dificuldade em definir um cálculo exato da energia disponível da silagem produzida (FERREIRA; MARTENS, 2005). Concomitantemente, os diferentes tipos de híbridos presentes no mercado, também dificultam essa padronização (PEDROSO, 1998).

Ensaio *in vitro* são realizados para avaliar a digestibilidade de uma forragem específica, no entanto, nesses casos, os materiais forrageiros são finamente moídos. Como resultado, os efeitos das propriedades físicas da silagem de milho, podem não representar adequadamente o padrão real (FERREIRA; MERTENS, 2005). Levando isto em consideração, Ferreira e Mertens (2005) desenvolveram uma metodologia de análise “macro” que permite avaliar, a partir da extensão da fragmentação dos grãos, a qualidade e possível aumento da digestibilidade da silagem de planta inteira de milho.

A presente revisão de literatura tem como objetivo principal fornecer informações e estudos pertinentes sobre a silagem de planta inteiro de milho, abordando aspectos nutricionais e os principais fatores que influenciam sua qualidade, com ênfase no período de colheita e o processamento dos grãos. Além disso, busca-se estabelecer a relação entre os fatores citados anteriormente e a relevância do método de avaliação KPS como uma ferramenta para a análise do processamento da silagem de milho.

4.1 A importância da silagem de milho para a nutrição animal

De forma geral, pode-se entender o produto silagem como um material produzido através da fermentação anaeróbica de uma forrageira com alto teor de umidade. Este produto advém do processo de ensilagem, que consiste em uma forma de preservação de forragens naturais por acidificação (PEDROSO, 1998). Para isto a forragem é armazenada em uma condição de anaerobiose, para assim minimizar o desenvolvimento de fungos, bactérias patogênicas, ácaros e roedores, beneficiando o desenvolvimento de bactérias homofermentativas, responsáveis pela redução do pH da silagem (acidificação), permitindo a reserva de alimento nutricionalmente adequado (SOUZA, 2001).

Devido às variações sazonais, durante o período seco, as plantas forrageiras tropicais podem não fornecer nutrientes em quantidade suficiente para sustentar a produtividade dos animais (CABRAL et al., 2002). A conservação da forragem é uma estratégia adotada para a manutenção do desempenho animal mesmo durante estações mais secas, seja em criação a pasto ou em sistemas de confinamento (DANIEL et al., 2019). Entretanto, o valor nutricional da silagem, além da técnica de ensilagem, deve-se também à qualidade do material ensilado (CABRAL et al., 2002).

A produção de silagem de alta qualidade depende de fatores controláveis e não controláveis. As práticas envolvidas no cultivo, colheita e ensilagem são de responsabilidade das propriedades agrícolas e desempenham um papel essencial no êxito da conservação (CARBONARE, 2020). É necessário observar atributos químicos da planta utilizada, como o teor de umidade, qualidade e quantidade de carboidratos, conteúdo proteico e o seu poder tampão (PEDROSO, 1998). As forrageiras mais indicadas para ensilagem são as plantas de milho e sorgo devido às suas características serem compatíveis com os atributos químicos necessários para uma silagem de qualidade (PESSOA, 2014).

No entanto, a silagem de milho tem sido a opção principal para a dieta de ruminantes, seja em operações intensivas ou durante parte do ano em sistemas de pasto (DANIEL et al., 2019). De toda produção mundial de milho, de 70 a 85% são destinados diretamente à alimentação animal (PAES, 2006).

Segundo Ferraretto et al. (2018), a escolha da silagem de milho se baseia em fatores como o custo de colheita mais baixo, menores riscos de produção, um rendimento elevado por área e a flexibilidade de poder utilizar o milho para forragem ou apenas a utilização do grão. Além disso, levando em conta os requisitos nutricionais, a silagem de milho possui valores adequados de carboidratos solúveis para uma boa fermentação láctica, fator que irá auxiliar na promoção de um alimento bem conservado e alto em valor nutritivo, com teor adequado de matéria seca e de grande aceitação pelos animais (CAETANO, 2001).

A resposta do animal à silagem produzida irá, predominantemente, depender da palatabilidade, fator que está intrinsecamente ligado ao padrão de fermentação que por sua vez irá afetar diretamente, além da ingestão, a concentração dos nutrientes (JOBIM et al., 2007). O processo de ensilagem não tem como objetivo final melhorar o valor nutricional da silagem, como abordado por Pessoa (2014) a pretensão é de conservar a qualidade original do material escolhido.

Sendo assim, é importante ressaltar que a determinação final da qualidade da silagem será definida pela qualidade da forragem escolhida, características do processamento da cultura no momento da colheita, pelos processos fermentativos e deterioração, a qual pode ocorrer durante a fase de uso devido à exposição ao ar (BERCHIELLI et al., 2006).

4.2 Os grãos da silagem de milho

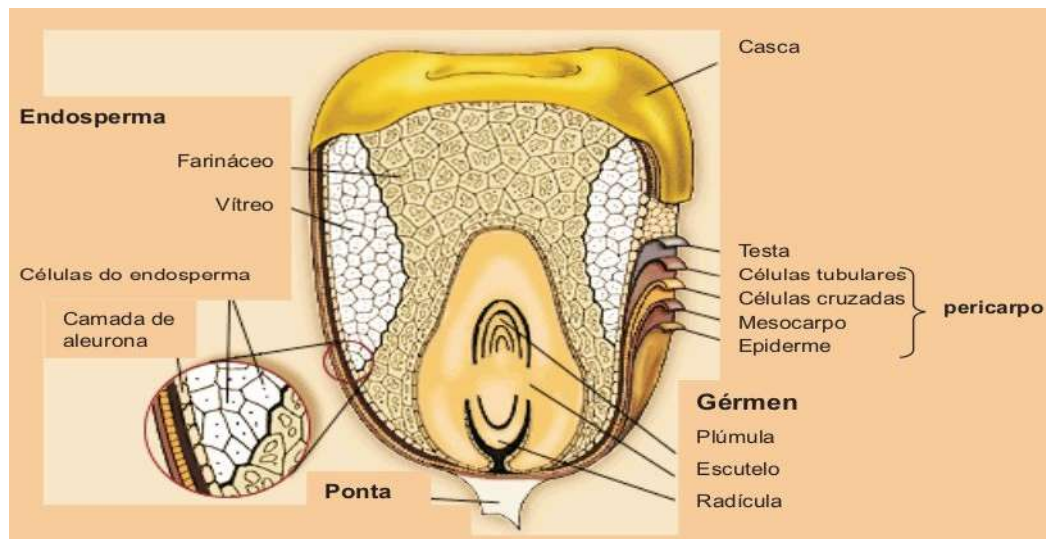
O milho é classificado como um alimento energético por ser composto predominantemente de carboidratos (amido) e lipídeos (óleo). De modo geral, os grãos de milho possuem em sua composição média, em base seca, 72-74% de amido (PAES, 2006). Cerca de 70% da dieta de ruminantes, principalmente em produções de vacas leiteiras, é composta de carboidratos, ou seja, a nutrição destes animais está intimamente ligada à presença do milho (DANIEL; JUNGES, 2014).

Apesar de ser um alimento rico em nutrientes e ideal para as necessidades energéticas dos animais ruminantes (PESSOA, 2014), muitos são os fatores que afetam a digestibilidade do grão e, conseqüentemente, a quantidade de amido que é fermentado no rúmen ou que

chega ao intestino delgado (BERCHIELLI et al., 2006). Segundo Ferraretto e Shaver (2015), a degradabilidade deste amido no trato total dos ruminantes pode gerar até 20% de perda do valor inicial fornecido.

Para entender melhor estes fatores, é necessário conhecer a estrutura física do grão de milho, que é formada por quatro principais estruturas: endosperma, gérmen, pericarpo (casca) e ponta. Estes se diferenciam tanto na composição química quanto na organização dentro do grão (Paes, 2006). O endosperma é a estrutura principal, corresponde a aproximadamente 83% do peso seco e é composto por amido organizado em forma de grânulos (88%) e proteínas de reserva, chamadas zeínas (8%) que envolvem os grânulos de amido (PAES, 2006). Como forma de proteção, este endosperma é revestido pelo pericarpo que, quando está intacto, torna este grão altamente resistente a fixação microbiana e digestão enzimática (Figura 18). Ou seja, para ter acesso a maior parte de amido deste grão é indispensável a quebra adequada do revestimento do grão (FERRARETTO; SHAVER, 2015).

Figura 19 - Anatomia do grão de milho e suas partes.



Fonte: PAES (2006).

A escolha do momento da colheita é um dos fatores que afetam diretamente o teor de amido da silagem, uma vez que o conteúdo dos grãos, o teor de matéria seca e a digestibilidade variam ao longo do desenvolvimento da planta de milho (PEDROSO, 1998). O processo da colheita, também é parte integrante desses fatores. A quebra adequada dos grãos, expõe o endosperma e aumenta a digestibilidade, bem como o amido disponível (FERRARETTO; SHAVER, 2015). Na colheita são utilizados rolos de processamento para garantir que haja a quebra do grão, para que a mesma ocorra de forma adequada deve-se ter

atenção aos tipos de rolo de processamento utilizados, a geometria da superfície do rolo e as configurações da máquina (FERRARETO; SHAVER, 2015).

A fermentação do processo de ensilagem também aumenta a digestibilidade ruminal do amido (FERRARETO et al., 2015). Apesar da pretensão da ensilagem ser apenas conservar a qualidade original sem a perspectiva de melhorar o valor nutricional da forragem (PESSOA, 2014), a silagem pode ter seu valor nutricional alterado durante a sua produção e conservação devido a fenômenos bioquímicos e microbiológicos (JOBIM et al., 2007).

Estudos conduzidos por Junges (2014), demonstraram que a degradabilidade ruminal do amido progride de forma constante ao longo do tempo de armazenamento, sendo os benefícios mais marcantes no primeiro mês de ensilagem e o platô atingido no segundo mês. O autor apresenta como explicação plausível para esses ganhos a degradação, através do processo de fermentação, da matriz protéica que envolve os grânulos de amido. Assim, há uma exposição dos grânulos de amido, facilitando o acesso para as bactérias ruminais (JUNGES, 2014).

4.3 O processamento x Qualidade da silagem

O momento de colheita e processamento da planta de milho é um dos fatores cruciais para a obtenção de uma silagem de alta qualidade (JUNGES, 2014), podendo afetar as características de como o valor nutritivo da massa colhida, o consumo e o potencial de desempenho do animal (JOBIM et al, 2007).

A velocidade de deslocamento para a colheita, a definição de altura do corte, tipo de maquinário utilizado, regulagem e manutenção dos equipamentos para o ajuste do tamanho de partículas interferem diretamente na eficiência da ensilagem (GOMIDES, 2013). Um planejamento adequado e bem estruturado durante a produção auxilia em boas práticas que irão impactar diretamente na qualidade final.

Porém, no Brasil, a colheita da silagem de milho nas fazendas é realizada com maquinários variados, com características distintas, o que pode dificultar a padronização nas ações para garantir a melhora do processamento dos grãos, devendo cada produtor focar no tipo de colhedora e as peculiaridades da região, bem como o híbrido utilizado (BERNARDES, 2017).

4.3.1 A relevância do processamento adequado

O processamento da fibra e dos grãos de milho são fatores importantes que promovem uma interação mais eficiente entre o material ensilado e os microrganismos responsáveis pela fermentação. Não apenas em dietas com uso predominante de silagem, o processamento da forragem desempenha um papel crucial na segurança alimentar (BURIOL et al., 2021).

A fisiologia dos ruminantes exige um ambiente ruminal que reduza os riscos de distúrbios digestivos ao mesmo tempo que otimiza a digestão fermentativa. Esses pontos podem ser relacionados a fatores, como a composição da fibra, tamanho da partícula, método de preservação, fragmentação dos grãos e a proporção de grão e palha (MERTENS, 2005).

Em relação ao processamento das partículas, o comprimento teórico de corte (TLOC) irá influenciar no tamanho médio das partículas da silagem e varia de acordo com as configurações do cortador. O tamanho de partícula, além de afetar indiretamente o perfil fermentativo da silagem, também pode estimular a atividade mastigatória e a função ruminal (MERTENS, 2005), influenciando na capacidade de consumo e digestão dos bovinos (BURIOL et al., 2021)

Para alcançar um equilíbrio adequado, é necessário realizar o processamento de forma cuidadosa, levando em consideração que partículas maiores podem levar a um menor consumo voluntário, conseqüentemente menor produção. Enquanto a moagem fina, apesar de aumentar a superfície de exposição ao ataque microbiano, o que, teoricamente, incrementa a taxa de digestão, pode acelerar a taxa de passagem reduzindo a eficiência do alimento consumido. Dessa forma é crucial encontrar um ponto de equilíbrio no processamento da silagem que permita uma degradação adequada no rúmen, mas também proporcionando tempo suficiente para a retenção e digestibilidade do material, bem como proporcionar um tamponamento adequado (GOMES et al., 2012).

Em relação aos grãos, como já abordado, também é importante evitar uma participação excessiva de grãos não processados na silagem (Figura 19), pois isso leva a maiores perdas. A falta de fragmentação do pericarpo (casca), impede o acesso das enzimas digestivas e a degradação do amido. Portanto, um processamento adequado dos grãos é essencial para otimizar a utilização dos nutrientes (BURIOL et al., 2021).

Figura 20 - Grãos bem (verde) e mal processados (vermelho).

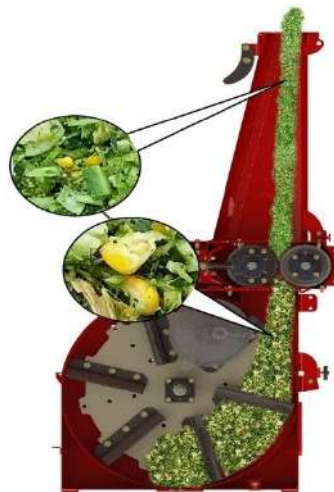


Fonte: BERNARDES (2017).

4.3.2 A utilização do cracker para a otimização do processamento

Mesmo com o constante avanço tecnológico no setor agrícola, possibilitando a disponibilidade de máquinas modernas e especializadas para a colheita de forragens, deve-se sempre dirigir atenção para a regulagem adequada destes equipamentos e igualmente para o reconhecimento de possíveis desgastes de componentes que possam afetar o resultado desejado. Entretanto, mesmo com a regulagem correta, nem sempre é possível compatibilizar o processamento desejado da fibra e dos grãos. Para isto, recomenda-se o uso do cracker (Figura 20), que permite a fragmentação minuciosa dos grãos através de dois rolos que giram em sentido contrário, anexado à colhedora de forragem (BURIOL et al., 2021).

Figura 21 - Localização do processador de grãos cracker.



Fonte: MILKPOINT (2018).

Sabendo da relevância da fragmentação dos grãos para a disponibilidade dos nutrientes e para o processo fermentativo do material ensilado, Buriol et al., (2021) conduziu um experimento no qual foi avaliado o perfil granulométrico da silagem de milho com uso ou não de cracker no processamento de grãos através da análise do escore de KPS. Foram definidas diferentes configurações de tamanho de partícula, sendo elas 10, 15 e 20mm, com e sem cracker para cada configuração (Tabela 4).

Tabela 4 - Avaliação do processamento das silagens através da análise do escore de KPS.

Tratamentos	KPS (%)
com cracker e partícula de 10mm	70,25
com cracker e partícula de 15mm	71,00
com cracker e partícula de 20mm	72,00
sem cracker e partícula de 10mm	54,25
sem cracker e partícula de 15mm	52,00
sem cracker e partícula de 20mm	40,25

Fonte: Buriol et al. (2021).

O resultado demonstrou que o uso de cracker impacta de maneira positiva no processamento de grãos em relação aos tratamentos sem cracker. Sendo que, em todas as configurações de partículas com a adição do cracker foram observados melhores valores de KPS, bem como menor presença de grãos inteiros.

É importante ressaltar que, além da atenção à regulagem, manutenção e utilização do cracker, o sucesso da colheita também se demonstra vinculada na qualificação e conscientização da mão de obra operacional (GOMIDES, 2013). A falta de conhecimento dos produtores em relação à ensilagem e sua relutância em aceitar e implementar as orientações dos consultores são fatores adicionais que representam desafios para uma produção adequada de silagem, de acordo com especialistas (BERNARDES, 2012).

4.4 Metodologias de avaliação do processamento dos grãos

4.4.1 KPS (Kernel Processing Score) ou CSPS (Corn Silage Processing Score)

O KPS é uma técnica de análise desenvolvida por Ferreira e Martens (2005), utilizada para a avaliação do processamento dos grãos presentes na forragem de milho. Com ela, é possível avaliar de forma quantitativa o nível de fragmentação dos grãos presentes na silagem de milho da planta inteira. Ao definir o tamanho das partículas de milho, é possível auxiliar na

previsão da digestibilidade ruminal e total do amido da silagem analisada (SHINNERS; HOLMES, 2013).

A técnica descrita por Ferreira e Martens (2005), utiliza-se de um conjunto de cinco peneiras com aberturas quadradas de 19,00; 13,20; 9,50; 6,70 e 4,75mm mais um fundo. A amostra de silagem de milho é colocada na primeira peneira do conjunto. Então as peneiras são colocadas em um agitador vertical por 15 min. O objetivo final da técnica é avaliar a proporção de amido que consegue ultrapassar a peneira de 4,75mm em relação ao amido total da silagem (CARBONARE, 2020).

A peneira com 4,75mm permite a retenção de grãos fragmentados em partículas maiores que $\frac{1}{4}$ de grão (FERREIRA; MERTENS, 2005). A escolha da milimetragem da peneira final foi definida através de estudos preliminares e a avaliação da correlação entre fragmentação e digestibilidade dos grãos (CARBONARE, 2020). Através de estudos *in vitro* da matéria seca (DIVMS), Ferreira e Mertens (2005) conseguiram observar uma digestibilidade 30% menor em grãos que estavam fragmentados em partículas superiores a 4,75mm, desconsiderando a mastigação dos animais e tendo como base comparativa os grãos que ultrapassaram a última peneira, considerados finamente moídos. Em grãos intactos ou pouco fragmentados, constatou-se que a maioria do amido presente não foi fermentado, indicando que *in vivo* parte deste amido pode não ser fermentada e eliminada nas fezes (FERREIRA; MERTENS, 2005).

O aumento da digestibilidade do amido no organismo dos ruminantes depende do acesso dos microrganismos ruminais ao amido encontrado internamente na camada fibrosa que recobre o grão (SALVATTI; BERNARDES, 2016). A quebra adequada dos grãos de milho em partículas menores garante a exposição do endosperma, aprimorando a digestão e consequentemente a utilização do nutriente pelos animais ruminantes (FERRARETTO; SHAVER, 2015). Ao potencializar a utilização do amido das silagens da planta inteira é possível acompanhar uma melhora no desempenho da lactação e reduzir os custos de alimentação, devido ao aproveitamento adequado dos nutrientes presentes (FERRARETTO; SHAVER, 2012).

Com base na técnica de análise descrita acima, Shinners e Holmes (2013) desenvolveram uma tabela para categorizar e auxiliar na classificação do processamento de grãos, definindo o processamento como Ótimo, Bom e Ruim (Tabela 5).

Tabela 5 - Categorização do processamento de grãos da silagem pela metodologia KPS (SHINNERS; HOLMES, 2013).

Categoria	KPS (%)
Ótimo	>70%
Bom	50-69%
Ruim	<50%

Fonte: do autor (2023).

Por fim, Ferreira e Mertens (2005) concluíram em seu estudo que ao reduzir as partículas de forma a ficarem menores que $\frac{1}{4}$ de grão, os mesmos seriam digeridos completamente e que esta demonstra ser uma metodologia que fornece uma medida quantitativa eficiente para a avaliação física do processamento dos grãos das silagens.

Apesar de ser uma boa ferramenta analítica, Shinners e Holmes (2013) ressaltam sua limitação em relação à tomada de decisões diretas no momento presente da produção, uma vez que a técnica depende de um processo laboratorial e impede a configuração adequada da colhedora de forragem antes da finalização do processo de colheita. Sendo assim, é uma ferramenta indicada para a avaliação de silagem, enquanto que para o momento da colheita, outros métodos devem ser considerados (SALVATTI; BERNARDES, 2016). A técnica de separação de água, descrita no tópico seguinte, é considerada um método simples e rápido que pode auxiliar na avaliação do nível de processamento do grão durante a colheita (SHINNERS; HOLMES, 2013). Porém, por ser uma prática baseada em método empírico e visual, não possui o mesmo nível de precisão científica em relação a metodologia do KPS (CARBONARE, 2020).

4.1.2 Balde com água

A técnica do balde com água é realizada com o objetivo de separar a planta em suas diferentes frações: os grãos e a porção vegetativa (SALVATI; BERNARDES, 2016). Esta é uma prática considerada simples e desenvolvida para ser aplicada de forma fácil e rápida pelo próprio produtor no campo durante a colheita da forragem, momento certo para determinar a adequação do grão, pois permite realizar ajustes na colhedora quando necessário (SHINNERS; HOLMES, 2013)

Para realizar a separação dos grãos da porção vegetativa deve-se seguir os seguintes passos do procedimento (Figura 22).

Figura 22 - Passo a passo para a avaliação do processamento de grãos da forragem.



Fonte: Adaptado de Shinnars e Holmes (2013).

Primeiro prepare um recipiente adequado, como uma bacia ou balde, e encha-o até aproximadamente $\frac{3}{4}$ de sua capacidade com água. Colete duas ou três mãos cheias do material colhido e coloque-o delicadamente sobre a água (Passo 1). Agite o material com cuidado por cerca de um minuto para auxiliar na separação dos grãos da parte vegetativa (Passo 2). Após a agitação, remova a porção flutuante do recipiente, utilizando as mãos ou uma peneira (Passo 3). A água estará um pouco turva e os grãos podem ser difíceis de visualizar mas estarão no fundo do recipiente. Para observar melhor os grãos, drene cuidadosamente a água, permitindo que eles fiquem mais visíveis (Passo 4). Por fim, espalhe os grãos em um pano ou papel toalha para remover qualquer água remanescente, os grãos estarão prontos para serem inspecionados e avaliados visualmente quanto ao seu grau de processamento (SHINNERS; HOLMES, 2013).

O grau de processamento é determinado de forma subjetiva. Para ser considerado um material adequado não deve-se observar grãos inteiros ou rachados. A figura 23 mostra três níveis de processamento, sendo que Shinnars e Holmes (2013) consideram adequado apenas o material da direita.

Figura 23 - Grãos de milho separados de acordo com o nível de processamento.



Fonte: Adaptado de Shinnars e Holmes (2013).

Muitas propriedades rurais, sejam voltadas para gado de corte ou gado leiteiro, que se dedicam à produção de silagem, têm adotado práticas e tomado decisões para aprimorar a gestão da propriedade. Uma das práticas que se mostrou fundamental é o monitoramento da qualidade durante o processamento dos grãos e no momento da colheita. Uma vez que quanto mais eficiente for o processamento dos grãos da silagem, maior será a digestibilidade aparente do amido, o que pode potencializar a produção. A utilização da análise KPS, auxilia na estimativa do processamento dos grãos de milho destinada à silagem. Quanto melhor for este processamento, maior será a digestibilidade aparente do amido, o que refletirá em uma produção mais favorável, reduzindo perdas e promovendo maiores receitas.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A realização do período de estágio e a elaboração deste relatório desempenharam um papel fundamental na minha formação acadêmica. Essas atividades possibilitaram a integração dos conhecimentos adquiridos ao longo do curso com experiências práticas tanto dentro quanto fora do ambiente universitário. Acompanhando todo o processo do setor de Nutrição Animal, desde o recebimento das amostras até a emissão do laudo final, e observando o trabalho dos demais profissionais envolvidos nas análises, pude ampliar meus conhecimentos e compreender de forma efetiva a relevância de cada etapa do processo de determinar uma nutrição animal adequada e de qualidade.

6. REFERÊNCIAS

- BERCHIELLI, T. T; PIRES, A. V e OLIVEIRA, S. G. **Nutrição de ruminantes**. Jaboticabal, SP, 2006.
- BERNARDES, T. F. **Levantamento das práticas de produção e uso de silagens em fazendas leiteiras no Brasil**. 2012. 17f. E-book – Universidade Federal de Lavras, Lavras.
- BERNARDES, T. F. **Silagem de milho: monitorar a colheita é fundamental**. 2017. Milkpoint. Disponível em: <https://www.milkpoint.com.br/colunas/thiago-fernandes-bernardes/silagem-de-milho-monitorar-a-colheita-e-fundamental-108701n.aspx>. Acesso em: 23 jun. 2023.
- BURIOL, L.R., TORTELI, S.R., GALLINA, G., BATTISTON, J., LAJÚS, C.R. **Perfil granulométrico e digestibilidade do amido da silagem de milho submetida a diferentes processamentos / Grain size profile and starch digestibility of corn silage submitted to different processing**. *Brazilian Journal of Development*. 7, 4 (Abr. 2021), 39680–39710.
- CABRAL, L.S.; VALADARES FILHO, S.C.; DETMANN, E. et al. **Cinética ruminal das frações de carboidratos, produção de gases, digestibilidade *in vitro* da matéria seca e NDT estimado da silagem de milho com diferentes proporções de grãos**. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.31, n.6, p.2332-2339, 2002.
- CAETANO, H. **Avaliação de onze cultivares de milho colhidos em duas alturas de corte para produção de silagem**. 178p. Tese (Doutorado em Produção Animal) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinária, Jaboticabal, 2001.
- CARBONARE, M. S. D. **Processamento de grãos (KPS) da silagem de milho e aproveitamento do amido por vacas em lactação em fazendas comerciais**. Tese (Doutorado em Zootecnia), Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2020.
- COUNCIL, Norwegian Refugee. **Nutrient requirements of dairy cattle**. *National Research*, v. 319, 2001.
- DANIEL, J. L. P. et al. **Production and utilization of silages in tropical areas with focus on Brazil**. *Grass and Forage Science*, Oxford, v. 74, n.2, p.188-200, 2019.
- DANIEL, J.L.P.; JUNGES, D.; NUSSIO, L.G. **Alterações na qualidade de silagens de milho durante o armazenamento**. In: SIMPÓSIO: PRODUÇÃO E UTILIZAÇÃO DE

FORRAGENS CONSERVADAS, 5., 2014, Maringá. Anais... Maringá: UEM/CCA/DZO, 2014. p. 23-36. Disponível em: <https://agrocereasmultimix.com.br/blog/alteracoes-de-qualidade-durante-o-armazenamento-de-silagem-de-milho/>. Acesso em: 22 mai. 2023.

FERRARETTO, L.F.; SHAVER, R.D.; LUCK, B.D. **Silage review: Recent advances and future technologies for whole-plant and fractionated corn silage harvesting.** Journal of Dairy Science, v.101, n.5, p. 3937-3951, 2017.

FERRARETTO, L. F., SHAVER, R. D., MASSIE, S., SINGO, R., TAYSOM, D. M., & BROUILLETTE, J. P. **Effect of ensiling time and hybrid type on fermentation profile, nitrogen fractions, and ruminal in vitro starch and neutral detergent fiber digestibility in whole-plant corn silage.** The Professional Animal Scientist, 31(2), 146–152. Disponível em: <https://doi.org/10.15232/pas.2014-01371>. Acesso em: 30 mai. 2023.

FERRARETTO, L.F.; SHAVER, R.D. **Meta-analysis: Effect of corn silage harvest practices on intake, digestion, and milk production by dairy cows.** The Professional Animal Scientist, v.28, p. 141-149, 2012.

FERREIRA, G.; MERTENS, D.R. **Chemical and Physical Characteristics of Corn Silages and Their Effects on In Vitro Disappearance.** Journal of Dairy Science, v.88, n.12, p. 4414-4425, 2005.

GOMES, S. P. et al. **Efeito do tamanho de partícula do volumoso e da frequência de alimentação sobre o consumo e a digestibilidade em ovinos.** Revista Brasileira Saúde Produção Animal., v.13, n.1, p.137-149, 2012.

GOMIDES, G.C. **Fatores determinantes na ensilagem de milho: Da colheita à utilização.** 2013. 31f. Monografia (Graduação em Zootecnia) – Universidade Federal de Goiás, Goiânia.

JOBIM, C. C.; et al. **Avanços metodológicos na avaliação da qualidade da forragem conservada.** Revista Brasileira de Zootecnia, v. 36, n. 2 suplemento especial. p. 101–119, 2007.

JUNGES, D. **Tempo de armazenamento e manejo do painel no valor nutritivo de silagens de milho.** 2014. Tese (Doutorado em Ciência Animal e Pastagens) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2014.

MERTENS, D.R. **Particle Size, Fragmentation Index, and Effective Fiber: Tools for Evaluating the Physical Attributes of Corn Silages.** Madison, 2005. Disponível em: <http://www.whminer.org/pdfs/Mertens%20particle%20size%204%20state%202005.pdf>.

Acesso em: 20 jun. 2023.

PAES, M. C. D. **Aspectos físicos, químicos e tecnológicos do grão de milho.** Circular Técnica. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, Minas Gerais, 2006. Disponível em: https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/CNPMS/19619/1/Circ_75.pdf. Acesso em:

10 jun. 2023.

PEDROSO, A. de F. **Silagem: princípios básicos, produção, manejo.** Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/44489/silagem---principios-basicos---producao---manejo>. Acesso em: 6 jun. 2023.

PESSOA, R. A. S. **Nutrição Animal: Conceitos Elementares.** 1º Ed. São Paulo: Editora Érica, 2014.

SALVATI, G.; BERNARDES, T.F. **Você é eficiente em colher milho para silagem?** Milk Point, 2016. Disponível em: <https://www.milkpoint.com.br/colunas/thiago-fernandes-bernardes/voce-e-eficiente-em-colher-milho-para-silagem-103049n.aspx?acao=eeb8dc68-7f87-4e1e-9307-333a4b985860>.

Acesso em: 24 jun. 2023.

SHINNERS, K.J.; HOLMES, B.J. **Making Sure Your Kernel Processor Is Doing Its Job.** Focus on Forage, v.15, n.4, 2013.

SILVA, M. R. **Processamento e ensilagem, no valor nutritivo de grãos de milho para novilhos em confinamento.** 2015. Universidade Estadual de Maringá Centro de Ciências Agrárias. Maringá, 2015. Disponível em: <http://sites.uem.br/ppz/trabalhos-deconclusao/teses/2015/marlon-richard-h-da-silva.pdf>.

Acesso em: 6 jun. 2023.

SOUZA, O.W. **Elaboração de silagem de grão úmido de milho em pequenas propriedades.** In: LAZZARI, F.A.; LAZZARI, S.M.N. Silagem de Grão Úmido de Milho. Gráfica Leal Ltda, p.19-32, 2001.

ANEXO A



LABORATÓRIO DE ANÁLISES AGROPECUÁRIAS LTDA
A MAIOR REDE DE ANÁLISES AGROPECUÁRIAS DO MUNDO

FORMULÁRIO PARA SOLICITAÇÃO DE ANÁLISE DE NUTRIÇÃO ANIMAL			
EMPRESA FAZENDA OUTROS			DATA DE COLETA DA AMOSTRA
TELEFONE			Nº DA CONTA
RESPONSÁVEL TÉCNICO			
MUNICÍPIO		CEP	UF
IDENTIFICAÇÃO DA AMOSTRA		PACOTE DE ANÁLISE	ADICIONAL
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			

Pacotes Químicos	NIRS**
Básico - MS, PB, FDA, NDT	Forragem básico - MS, Umidade, PB, Proteína Solúvel, Proteína Disponível, Pida, Pidr, Pida % PB, Cinzas, Ca, P, Mg, K, S, FDA, aFDN, aFDNmo, Lignina, Amido, Produtos de Fermentação, EE, FDN Tradicional 30, 48, 120 e 240 h, FDN Padronizado 24, 30 e 48 h, uFDN 30 e 240 h, Dig. In situ do Amido 3 e 7 h, Kd do FDN, Kd do Amido, TTNDFD, CNF, Milk 2006, Curva de Dig. do FDN, Curva de Dig. do Amido. * Alimentos permitidos: Pastos, Fenos, Silagem de Milho, Silagem de Sorgo, Silagem de Avela, Silagem de Capim, Pré-Secados.
Minerais - MS, Ca, P, K, Mg, S, Na, Zn, Mn, Cu, Fe, Al, B	
Minerais + DCAD - MS, Ca, P, K, Mg, S, Na, Zn, Mn, Cu, Fe, Al, B, Cl, DCAD	
Pacotes Adicionais (deverão ser adicionados a um pacote químico)	
Amido	Forragem avançado - MS, Umidade, PB, Proteína Bruta, Proteína Solúvel, Proteína Disponível, NH ₃ -N equivalente, NH ₃ -N %PB, Pida, Pidr, Pida %PB, Aminoácidos (Lisina, Metionina e Histidina %PB), Cinzas, Ca, P, Mg, K, S, FDA, aFDN, aFDNmo, Lignina, Amido, Produtos de Fermentação, Estimativa de Perda de MS, EE, Ácidos Graxos Totais (Mirístico, Palmítico, Estearico, Oleico, Linoléico, Linolênico, Rural), FDN Tradicional 30, 48, 120 e 240 h, FDNmo Tradicional 30, 120 e 240 h, FDN Padronizado 24, 30 e 48 h, uFDN 30 e 240 h, Dig. In situ do Amido 0, 3, 7 e 16 h, Kd do FDN, Kd do Amido, TTNDFD, Milk 2006, Curva de Dig. do FDN, Duva de Dig. do Amido. * Alimentos permitidos: Pastos, Fenos, Silagem de Milho, Silagem de Sorgo, Silagem de Avela, Silagem de Capim, Pré-Secados.
Lignina	
Pida	
FDN / Pidr	
FDN	
EE	
Cinzas	TMR Gado de Leite - MS, Umidade, PB, Proteína Solúvel, Proteína Disponível, Pida, Pidr, Pida % PB, FDA, FDN, EE, Cinzas, Lignina, Lignina % FDN, Amido, Amido % CNF, CNF, NRC 2001. * Alimentos permitidos: TMR Gado de Leite.
NNP	Amido Fecal - MS, Umidade, Cinzas, Amido, Digestibilidade do Amido. * Amostras permitidas: Fezes de Gado de Leite e Fezes de Gado de Corte.
Água	Cana-de-açúcar - MS, Umidade, PB, Proteína Disponível, Pida, Pidr, Pida %PB, EE, Cinzas, Lignina, Lignina % FDN, Açúcares, Açúcares %CNF, CNF, NRC 2001. * Alimentos permitidos: Cana-de-açúcar, Silagem de Cana-de-açúcar.
Sulfato, Dureza, Condutividade, Sólidos Totais Dissolvidos, Nitrito, Cl + Ca, P, K, Mg, S, Na, Zn, Mn, Cu, Fe, Al, B, pH.	
Processamento	Grãos / Farelos / Resíduos / TMR Gado de Corte - MS, Umidade, PB, FDA, FDN, Cinzas, Amido, Fibra Bruta, Amido, Amido % CNF, NDT, CNF. Para Grão de Milho Grão Úmido, o laudo terá os itens acima acrescidos de Proteína Solúvel, Proteína Disponível, Pida, Pidr, Pida %PB, aFDNmo, Ca, P, Mg, K, Dig. do Amido 7 h, Produtos de Fermentação e Kd do Amido. * Alimentos permitidos: Milho Grão e Milho Grão Úmido, Sorgo Grão e Sorgo Grão Úmido, Avela e Grão Úmido de Avela, Grão de Trigo, Resíduo de Cervejaria, Grão de Cevada, Glúten do milho, Gérmen de milho, DDG, WDG, Ração com até 15% de Mineral, Farelo de Soja, Soja Tostada, Soja Grão, Soja Extrusada, Casca de Soja, Farelo de Algodão, Farelo de Arroz.
KPS - Deverá ser associado a uma análise Nirs. *Alimentos permitidos: Silagem de milho.	
Penn State - *Alimentos permitidos: Silagens, Dietas, Pastos, Fenos.	
Tamanho de Partícula - Grão *Alimentos permitidos: Grãos.	

**Obs.: nos pacotes de Forragem Básico e Avançado, também possui a análise de Beef Per Ton

Rua Fábio Modesto, 158 | Bairro Joaquim Sales | Lavras MG | CEP: 37.207-748
Contato: contato@3rlab.com.br | www.3rlab.com.br | (35) 3822-5174
Redes Sociais: Facebook: 3rlab | Instagram: @3rlaboratorio | LinkedIn: 3rlab
Consulte também nossos pontos de coleta espalhados pelo Brasil.

