

UNIVERSIDADE DE PASSO FUNDO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA
DE ALIMENTOS

Tiago Bordin

**Estabilidade do concentrado armazenado em silos metálicos na fazenda
leiteira: uma análise sobre a inclusão de gordura poliinsaturada**

Passo Fundo
2021

Tiago Bordin
Médico Veterinário

**Estabilidade do concentrado armazenado em silos metálicos na fazenda
leiteira: uma análise sobre a inclusão de gordura poliinsaturada**

Dissertação apresentada como um dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Ciência e Tecnologia de Alimentos.

Orientadora: Prof.^a Dr.^a Laura Beatriz Rodrigues

Coorientador: Prof.^o Dr.^o Fernando Pilotto

Linha de pesquisa: Qualidade e propriedade funcional de alimentos

Passo Fundo

2021

CIP – Catalogação na Publicação

- B729e Bordin, Tiago
Estabilidade do concentrado armazenado em silos metálicos na fazenda leiteira [recurso eletrônico]: uma análise sobre a inclusão de gordura poliinsaturada / Tiago Bordin. – 2021.
341 Kb ; PDF.
- Orientadora: Profa. Dra. Laura Beatriz Rodrigues.
Coorientador: Prof. Dr. Fernando Pilotto.
Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Universidade de Passo Fundo, 2021.
1. Silos metálicos. 2. Bovino de leite. 3. Nutrição animal.
4. Gordura poliinsaturada. 5. Fazenda leiteira. I. Rodrigues, Laura Beatriz, orientadora. II. Pilotto, Fernando, coorientadora.
III. Título.
- CDU: 637.1

Tiago Bordin
Médico Veterinário

**Estabilidade do concentrado armazenado em silos metálicos na fazenda
leiteira: uma análise sobre a inclusão de gordura poliinsaturada**

Dissertação apresentada como um dos
requisitos para obtenção do título de Mestre em
Ciência e Tecnologia de Alimentos.

Orientadora: Prof.^a Dr.^a Laura Beatriz
Rodrigues

Coorientador: Prof.^o Dr.^o Fernando Pilotto

Linha de pesquisa: Qualidade e propriedade
funcional de alimentos

Passo Fundo, 30 de Março de 2021.

Banca Examinadora:



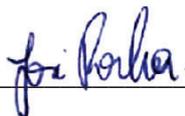
Prof. Dra. Laura Beatriz Rodrigues (UPF) – Orientador



Prof. Dr. Fernando Pilotto (UPF) – Coorientador



Prof. Dr. Christian Oliveira Reinehr (UPF) – Examinador



Prof. Dr. José Francisco Xavier da Rocha (CESURG) – Examinador

“Há homens que lutam um dia e são bons. Há outros que lutam um ano e são melhores. Há os que lutam muitos anos e são muito bons. Porém, há os que lutam toda a vida. Esses são os imprescindíveis” (Bertold Brecht)”.

RESUMO

O Brasil vem se destacando mundialmente como um dos maiores fabricantes de concentrados comerciais destinados a bovinocultura de leite. Devido as condições de falta de mão de obra, terras e de estrutura, boa parte dos produtores de leite preferem comprar este alimento pronto da indústria de nutrição animal ao invés de produzi-lo nas próprias fazendas. Existe uma escassez muito grande de trabalhos científicos que demonstrem o comportamento destas formulações comerciais durante o seu tempo de armazenamento em silos metálicos nas fazendas leiteiras. Assim este trabalho teve por objetivo avaliar a estabilidade de um concentrado com inclusão de gordura poliinsaturada durante o seu armazenamento em silos metálicos na fazenda. Verificamos as possíveis variações no perfil químico e microbiológico, e por consequência, a estabilidade final desta formulação. Para tal experimento foi escolhido uma fazenda leiteira de médio porte localizada na área de transição entre a Região Serrana e o Planalto Médio do Estado do Rio Grande do Sul. Foram utilizados quatro silos metálicos para armazenar o concentrado durante os meses de abril e maio de 2020. Os silos estavam equipados com aparelhos que mediam e registravam a temperatura e umidade relativa do ar interna e externa durante as 24 horas do dia, do início ao fim do experimento. As amostras foram coletadas e analisadas nos dias 0, 7, 14, 21 e 28 do armazenamento para caracterizar as possíveis variações no concentrado. Foram avaliados os perfis de ácidos graxos (AG), vitaminas A (retinol) (VIT A), D3 (colecalfiferol) (VIT D3) e E (tocoferol) (VIT E), nitrogênio não proteico (NNP), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), cálcio (CA), fósforo (P) e matéria mineral (MM), umidade (U), índice de acidez hidrolítica (IAH), atividade de água (AW) e pH, contagem de bolores e leveduras (CBL), aflatoxinas B1 (AFLA B1), B2 (AFLA B2), G1 (AFLA G1) e G2 (AFLA G2) e contagem total de aeróbios (CTA). O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, com cinco tratamentos (D0, D7, D14, D21 e D28) e quatro repetições (S1, S2, S3 e S4). Foi estudado o comportamento da temperatura interna média (TIM), temperatura externa média (TEM) e umidade relativa do ar interna média (UIM) e umidade relativa do ar externa média (UEM) dos silos metálicos onde o concentrado foi armazenado. A TIM do silo foi mais alta quando comparada à TEM, sugerindo que silos metálicos aqueceram o concentrado durante o armazenamento. A UEM foi maior que a UIM, sugerindo que os silos metálicos protegem o concentrado da exposição à UEM. O perfil químico demonstrou que o AG linoleico foi encontrado em grande quantidade no concentrado (38,67%), já os AG livres se apresentaram em menor quantidade (0,56%). A VIT A foi a que teve maior redução no nível de concentração (43,34%), seguida pela VIT D3 (41,09%) e VIT E (6,99%), no qual ficou visível a diminuição destas vitaminas lipossolúveis durante o armazenameto do concentrado. A variável PB ($p=0,05$), e EE ($p=0,03$) foram afetadas positivamente pelo tratamento, já as variáveis P ($p=0,05$), MM ($p=0,01$), IAH ($p=0,05$) e Ph ($p=0,05$) foram afetadas negativamente. NNP, CA, U, AW não foram afetadas. O perfil microbiológico demonstrou um decréscimo na CBL durante o período de armazenamento ($p=0,007$). Já a CTA e as AFLA B1, AFLA B2, AFLA G1, AFLA G2, não sofreram interferência pelo armazenamento em silos metálicos nas fazendas. Quando se explora os resultados das variáveis correspondentes aos perfis químico e microbiológico podemos afirmar que o concentrado com gordura poliinsaturada demonstrou estabilidade durante o período de armazenamento em silos metálicos na fazenda leiteira. Porém, mais estudos avaliando o comportamento das vitaminas lipossolúveis são necessários.

Palavras-chave: Armazenamento. Concentrado. Gordura poliinsaturada. Silos metálicos.

ABSTRACT

Brazil has been standing out as one of the largest manufacturers of commercial concentrates for milk farms. Due to the lack of labor, land and structure, most milk producers prefer to buy this ready-made food from the animal nutrition industry instead of producing it. There is a very shortage of scientific studies that demonstrate the behavior of these coherent formulations during their storage time on the farms. Thus, this work aimed to evaluate the stability of a concentrate with inclusion of polyunsaturated fat during its storage in metallic silos on the farm. We verified the possible variations in the chemical and microbiological profile, and consequently, the final stability of this formulation. For this experiment, a medium-sized dairy farm located in the transition area between the mountainous region and the Middle Plateau of the State of Rio Grande do Sul was chosen. Four metallic silos were used to store the concentrate during the months of April and May 2020. The silos were equipped with devices that measure and record the temperature and relative humidity of the indoor and outdoor air 24 hours a day, from the beginning to the end of the experiment. The samples were collected and analyzed on days 0, 7, 14, 21 and 28 of storage to characterize the possible variations in the concentrate. The profiles of fatty acids (FA), vitamins A (retinol) (VIT A), D3 (cholecalciferol) (VIT D3) and E (tocopherol) (VIT E), non-protein nitrogen (NPN), crude protein (CP) were evaluated, ether extract (EE), calcium (CA), phosphorus (P) and mineral matter (MM), moisture (M), hydrolytic acid index (IAH), water activity (WA) and pH, counting of molds and yeasts (MYC), aflatoxins B1 (AFLA B1), B2 (AFLA B2), G1 (AFLA G1) and G2 (AFLA G2) and total aerobic count (TAC). The experimental design was completely randomized, with five treatments (D0, D7, D14, D21 and D28) and four replications (S1, S2, S3 and S4). The behavior of the average internal temperature (TIA), average external temperature (TEA) and relative humidity of the average internal air (HIA) and relative humidity of the average external air (HIE) of the metal silos where the concentrate was stored were studied. The TIA of the silo was higher when compared to TEA, suggesting that metallic silos heated the concentrate during storage. HEA was higher than HIA, suggesting that metal silos protect the concentrate from exposure to HEA. The chemical profile showed that linoleic FA was found in large quantities in the concentrate (38.67%), while free FA were found in a smaller quantity (0.56%). VIT A was the one with the greatest reduction in the concentration level (43.34%), followed by VIT D3 (41.09%) and VIT E (6.99%), in which the thermosensitivity of these fat-soluble vitamins was visible with the internal heating of the silo. The variables CP ($p=0.05$), EE ($p=0.03$), P ($p=0.05$) and MM ($p=0.01$) were affected by the treatment time. NPN, CA and P did not suffer this action. We observed a significant decrease in HIA ($p=0.05$) and Ph ($p=0.05$) in the concentrate, however, M and WA were not affected with the treatment. The microbiological profile showed a decrease in MYC during the storage period ($p=0.007$). TAC and AFLA B1, AFLA B2, AFLA G1, AFLA G2, were not affected by storage in metallic silos on farms. The concentrate with polyunsaturated fat showed stability during the storage period tested in metallic silos on the dairy farm.

Keywords: Storage. Focused. Polyunsaturated fat. Metal silos.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Temperatura (°C) média interna e externa diária dos silos utilizados para armazenamento do concentrado.	35
Figura 2 - Umidade relativa do ar (%) média interna e externa dos silos utilizados para armazenamento do concentrado.	36
Figura 3 - Concentração média de ácidos graxos poliinsaturados (%) no concentrado no dia 0 da fabricação e aos 28 dias de armazenamento em silos metálicos.....	38
Figura 4 - Concentração média de ácidos graxos saturados (%) no concentrado no dia 0 da fabricação e aos 28 dias de armazenamento em silos metálicos.	39
Figura 5 - Concentração média de ácidos graxos livres (%) no concentrado no dia 0 da fabricação e aos 28 dias de armazenamento em silos metálicos.	40
Figura 6 - Concentração de vitamina A no concentrado no dia 0 da fabricação e aos 28 dias de armazenamento em silos metálicos.	41
Figura 7 - Concentração de vitamina D3 no concentrado no dia 0 da fabricação e aos 28 dias de armazenamento em silos metálicos.	42
Figura 8 - Concentração de vitamina E no concentrado no dia 0 da fabricação e aos 28 dias de armazenamento em silos metálicos.	43
Figura 9 - Variação dos níveis de nitrogênio não proteico no concentrado durante os 28 dias de armazenamento em silos metálicos.	44
Figura 10 - Variação dos níveis de proteína bruta no concentrado durante os 28 dias de armazenamento em silos metálicos.	45
Figura 11 - Variação dos níveis de extrato etéreo no concentrado durante os 28 dias de armazenamento em silos metálicos.	46
Figura 12 - Variação dos níveis de cálcio no concentrado durante os 28 dias de armazenamento em silos metálicos.....	47
Figura 13 - Variação dos níveis de fósforo no concentrado durante os 28 dias de armazenamento em silos metálicos.....	48
Figura 14 - Variação dos níveis de matéria mineral no concentrado durante os 28 dias de armazenamento em silos metálicos.	48
Figura 15 - Variação dos níveis de umidade do concentrado durante os 28 dias de armazenamento em silos metálicos.	50

Figura 16 - Variação do índice de acidez hidrolítica no concentrado durante os 28 dias de armazenamento em silos metálicos.	51
Figura 17 - Atividade de água no concentrado durante os 28 dias de armazenamento em silos metálicos.....	52
Figura 18 - pH do concentrado durante os 28 dias de armazenamento em silos metálicos.	53
Figura 19 – Variação na contagem de bolores e leveduras no concentrado durante os 28 dias de armazenamento em silos metálicos.	54
Figura 20 - Variação nos níveis de aflatoxina B1 (A), aflatoxina G1 (B), aflatoxina B2 (C), aflatoxina G2 (D) do concentrado durante os 28 dias de armazenamento em silos metálicos.	55
Figura 21 - Variação da contagem total de aeróbios no concentrado durante os 28 dias de armazenamento em silos metálicos.	56

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Quantidade de ácidos graxos em vegetais.	19
Tabela 2 - Níveis de garantia do concentrado formulado antes de iniciar o armazenamento. .	31
Tabela 3 - Perfil dos ácidos graxos no concentrado durante período de armazenamento de 28 dias em silos metálicos	37

LISTA DE ABREVIATURAS E SÍMBOLOS

%: Porcentagem;

(máx.): Máximo;

(mín.): Mínimo;

®: Marca registrada;

µg: Microgramas;

-: Ausente;

<: Menor que.

°C: Graus célsius;

AFLA: Aflatoxina;

AG: Ácidos graxos;

AGV: Ácidos graxos voláteis;

AW: Atividade de água;

C: Carbono;

CA: Cálcio;

Ca: Cálcio;

CBL: Contagem de bolores e leveduras;

CTA: Contagem total de aeróbios;

D.O.U.: Diário oficial da união;

EE: Extrato etéreo;

FCC: Food Chemicals Códex;

g: Gramas;

IAH: Índice de acidez hidrolítica;

INS: Sistema internacional de numeração de aditivos alimentares;

LTDA: Limitada;

MM: Matéria mineral;

mm: Milímetros;

m³: Metro cúbico;

mg: Miligramas;

mgNaOH/g: Miligramas de hidróxido de sódio por grama;

nº: Número;

NNP: Nitrogênio não protéico;

OGM: Organismo geneticamente modificado;

P: Fósforo;

PB: Proteína bruta;

pH: Potencial hidrogeniônico;

RS: Rio Grande do Sul;

sp.: Espécie;

TEM: Temperatura interna média;

TIM: Temperatura externa média;

U: Umidade;

UFC: Unidade formadora de colônia;

UI: Unidade internacional;

UIM: Umidade relativa do ar interna média;

UIM: Umidade relativa do ar externa média;

UV: Ultra violeta;

VIT A: Vitamina A;

VIT D3: Vitamina D3;

VIT E: Vitamina E.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	15
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	18
2.1. ÓLEOS VEGETAIS NA NUTRIÇÃO DE VACAS LEITEIRAS.....	18
2.2. ARMAZENAMENTO E CONSERVAÇÃO DE CONCENTRADOS.....	21
2.3. OXIDAÇÃO LIPÍDICA	24
3. ARTIGO EXPERIMENTAL 1.....	26
3.1. INTRODUÇÃO	28
3.2. MATERIAL E MÉTODOS.....	29
3.2.1. Instalação dos equipamentos de mensuração de temperatura e umidade relativa do ar interna e externa:	30
3.2.2. Formulação e produção do concentrado com gordura poliinsaturada:	30
3.2.3. Armazenamento do concentrado em silos metálicos na fazenda:	32
3.2.4. Colheita e amostragem:	32
3.2.5. Análises químicas, microbiológicas, e limite de detecção:	33
3.2.6. Análise estatística:	34
3.3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	34
3.4. CONCLUSÃO	57
3.5. REFERÊNCIAS	58
4. CONCLUSÃO GERAL.....	65
REFERÊNCIAS	67
ANEXO A – TEMPERATURA E UMIDADE RELATIVA DO AR MÉDIA INTERNA E EXTERNA DOS SILOS METÁLICOS DURANTE 28 DIAS DE ARMAZENAMENTO DO CONCENTRADO COM GORDURA POLIINSATURADA.	72
APÊNDICE	76

1. INTRODUÇÃO

A pecuária leiteira brasileira vem passando por muitas transformações ao longo dos anos. A preocupação com o melhoramento genético dos animais, com instalações e com conforto, vem ganhando destaque nas fazendas de produção de leite. A busca do mercado lácteo externo, faz com que o Brasil se atente às exigências para a exportação do leite produzido. Além de se priorizar vacas altamente produtivas, o sistema exige que os produtores revejam conceitos quanto à forma que suas vacas são alimentadas (ANUÁRIO LEITE, 2018).

A rotina alimentar que é fornecida na maior parte das fazendas é baseada em volumosos que não fornecem aporte suficiente de energia para as vacas em alta produção (NRC, 2001). Garantir que essa categoria de vacas tenha na sua rotina alimentar diária, durante toda a sua fase lactacional, um adequado suporte energético é de crucial importância para que se consiga atingir um bom índice zootécnico dentro do rebanho e uma produção de leite em quantidade e qualidade composicional, de modo a satisfazer as exigências e necessidades desse mercado externo (ANUÁRIO LEITE, 2018).

Novas tecnologias nas produções de concentrados para a nutrição animal tornam-se fundamentais para atender as necessidades desse mercado. A indústria de nutrição animal possui o desafio de atender as necessidades da pecuária leiteira moderna, desenvolver novos produtos e buscar alternativas para melhorar a composição energética dos seus concentrados (DAWOD et al., 2020). Tanto as gorduras quanto os óleos são ingredientes importantes devido às suas propriedades nutricionais e por isso são incorporados em uma variedade de produtos alimentares, seja na alimentação humana ou animal. A dieta de animais vem sendo foco de muitos trabalhos, com o objetivo de identificar e adequar os níveis de nutrientes da ração, inclusive os níveis de energia que são diferentes para cada fase da produção (LALLES et al., 2009).

Os lipídios possuem a função de fornecer energia, melhorar a palatabilidade, a conversão alimentar, a absorção das vitaminas lipossolúveis e propiciar melhoria na consistência das rações (COUTO, 2012). Várias fontes de lipídios podem ser utilizadas para formular um concentrado para alimentação de bovinos. Os grãos, que são naturalmente constituídos por óleos, figuram como uns dos ingredientes mais utilizados na nutrição. O grão de soja domina o mercado mundial, tanto em proteína vegetal como em óleo comestível. Entre os doze principais vegetais oleaginosos, a soja contribui com mais de 95% da produção mundial dos óleos vegetais (GERMANO; GERMANO, 2001). Fruto da extração do farelo de soja, o

óleo se tornou um subproduto deste processamento, gerando renda e também preocupação por parte da indústria em reprocessar e trabalhar este ingrediente tão energético (MORETTTO; FETT, 1998).

Formulações contendo gordura podem sofrer com muitos problemas de estabilidade. Os lipídios passam por muitas alterações químicas podendo perder suas características nutricionais e se tornar impróprios ao consumo devido a sua deterioração (FENG et al., 2015). Fatores como o armazenamento do produto ao qual está sendo adicionada a gordura, a temperatura e a umidade favorecem o processo de oxidação lipídica. Substâncias indesejáveis nas formulações contendo gorduras podem ser formadas devido à oxidação, como peróxidos e intermediários reativos chamados de radicais livres, estes rebaixam a qualidade dos concentrados e interferem em parâmetros zootécnicos como a diminuição da palatabilidade do alimento pelas vacas. O aroma rançoso e pigmentos laranja, como os carotenoides, com os radicais livres são efeitos desta deterioração lipídica. Devido a perda da sua ação como antioxidante, os radicais livres podem reagir com vitaminas e levar à diminuição qualitativa nutricional do alimento (DRIDI et al., 2016).

A oxidação dos lipídios nos concentrados utilizados para vacas leiteiras pode ser avaliada para se obter um estudo sistemático do seu compartimento. Esta alteração pode ser mensurada por meio de várias análises químicas e microbiológicas. Estes testes podem possibilitar maior compreensão sobre a qualidade dos óleos presentes nas formulações e, assim, por exemplo, poder verificar a estabilidade de um concentrado.

Desta forma o presente estudo teve como objetivo avaliar o efeito na estabilidade química e microbiológica de uma formulação de concentrado com adição de gordura poliinsaturada, quando armazenado em silos metálicos na fazenda leiteira submetido às condições de tempo, temperatura e umidade relativa do ar internas e externas.

Para alcançar o objetivo principal, os seguintes objetivos específicos foram delineados:

- a) produzir um concentrado com adição de gordura poliinsaturada na sua composição;
- b) investigar a ação do tempo, temperatura e umidade interna e externa sobre a armazenagem do concentrado;
- c) analisar a dinâmica que acontece com a temperatura e umidade interna dos silos metálicos quando se armazena o concentrado;
- d) Compreender os mecanismos envolvidos com as alterações do comportamento do concentrado quando armazenado em silos metálicos na fazenda.

Este trabalho está estruturado em 4 capítulos, conforme especificado a seguir:

No capítulo 1, é apresentado a introdução ao tema proposto para esta dissertação de mestrado. No capítulo 2, a revisão bibliográfica para a realização do presente estudo que aborda o uso das fontes de gordura na nutrição de bovinos leiteiros, a oxidação que acontece com os lípidios presentes nas dietas o armazenamento e a conservação dos concentrados utilizados pelas fazendas de leite no Brasil.

Os materiais e métodos, bem como os resultados e a discussão serão apresentados no artigo escrito como resultados deste trabalho de mestrado.

No capítulo 3, é apresentado o artigo experimental 1 oriundo deste trabalho, intulado: “*Estabilidade do concentrado armazenado em silos metálicos na fazenda leiteira: uma análise sob a inclusão de gordura poliinsaturada*”. Este artigo aborda comportamento de um concentrado durante o seu armazenamento em silos metálicos utilizados especificamente para conservar e armazenar este tipo de material durante o seu tempo de uso nas fazendas leiteiras do Brasil. Os dados são novos e inovadores, haja visto a carência de estudos sobre este tema, trará ao Programa de Pós-graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos – PPGCTA da Universidade de Passo Fundo – UPF, referência como pionerismo no estudo da estabilidade de concentrados destinados a alimentação de bovinos leiteiros no Brasil. O artigo foi submetido para a revista *Animal Feed Science and Technology* em 28 de fevereiro de 2021.

No capítulo 4, são apresentadas as conclusões gerais e as sugestões para trabalhos futuros que envolvam este tema dentro da ciência e tecnologia de alimentos para bovinos leiteiros. No capítulo 5, as referências bibliográficas utilizadas para a realização da escrita deste estudo, no capítulo 6 um anexo que expõem as médias diárias de temperaturas e umidade interna e externa dos silos metálicos e no capítulo 7, como material suplementar, uma imagem corespondente ao artigo publicado na revista *Tropical animal health and production*.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. ÓLEOS VEGETAIS NA NUTRIÇÃO DE VACAS LEITEIRAS

A suplementação lipídica através de óleos vegetais é uma prática promissora, principalmente em rebanhos leiteiros. Benefícios como melhora do aporte energético, reprodutivo e composicional do leite são descritos por De Paula et al. (2012). No mercado brasileiro existe uma vasta diversidade de óleos que são processados em indústrias de alimentos. Os óleos mais frequentemente encontrados são os de milho, algodão, oliva, girassol, canola, amendoim, arroz, sendo que o de soja representa o menor custo e tem grande participação em formulações experimentais. Fontes de lipídeos advindos de grãos de várias origens são misturados e incorporados aos alimentos, inclusive em concentrados de nutrição animal (BELTRÃO, 1999).

A preocupação em melhorar a produtividade das fazendas e reduzir os custos com alimentação dos animais tem levado profissionais da área à constantes pesquisas, com o intuito de aprimorar o conhecimento sobre as características dos alimentos e suas limitações, para que possam ser utilizados adequadamente nas formulações de concentrados (SANTOS, 2003).

Valadares Filho e Pina (2006) descrevem que fontes de gorduras são recomendadas para vacas de alta produção para suprir esta fase de grande demanda energética para a lactogênese. O aumento da ingestão de energia e produção de leite em fêmeas no pós-parto, bem como melhoria do balanço de nutrientes durante a fase inicial da lactação também são relatados por Santos et al. (2009).

Os óleos vegetais são substâncias compostas principalmente por glicerídeos de ácidos graxos, podendo conter baixas quantidades de fosfolipídios, constituintes insaponificáveis e ácidos graxos livres. São substâncias hidrofóbicas e lipofílicas, formadas principalmente de triacilgliceróis, que se apresentam em estado líquido e viscoso nas condições normais de temperatura e pressão, devido ao seu baixo ponto de fusão, são extraídos de oleaginosas, exclusivamente das suas sementes (BRASIL, 2005). As gorduras vegetais são fontes importantes de ácidos graxos de cadeia média, fornecem energia e possuem atividade antimicrobiana, com uma ação similar à de outros biopreservadores (OGBOLU et al., 2007). Os ácidos graxos de cadeia média compreendem os ácidos saturados com 8 a 12 carbonos em sua cadeia (MARTEN et al., 2006), eles possuem diferentes propriedades químicas e

fisiológicas quando comparados com os ácidos graxos de cadeia longa, são moléculas menores e com menores pontos de fusão, entre 3 e 31 °C (MARTEN et al., 2006).

A indústria, juntamente aos cientistas, vem realizando pesquisas utilizando óleos vegetais como fator de alteração no processo de biohidrogenação levando à modificações da composição lipídica dos produtos gerados. Os óleos vegetais contêm alta proporção de ácidos graxos insaturados em relação aos saturados e uma digestibilidade aparentemente mais alta que fontes lipídicas de origem animal (COSTA et al., 2009). A qualidade intrínseca das gorduras é dada tanto pela sua composição de ácidos graxos bem como pelo grau de saturação, diretamente relacionados com a digestibilidade da energia contida (MASCARENHAS et al., 2010).

Os óleos vegetais são ingredientes essenciais da dieta, não só por seus atributos sensoriais, mas também por fornecer ácidos graxos e energia ao organismo. Eles servem como transportadores de vitaminas e precursores de síntese de hormônios (LI et al., 2016). Em termos de energia bruta, óleos e gorduras possuem um alto valor energético quando comparados a outros alimentos ricos em carboidratos ou proteínas. O aumento na absorção dos ácidos graxos saturados em misturas de gorduras é devido a um efeito sinérgico, uma vez que os valores obtidos de energia metabolizável da mistura são maiores que a média dos valores individuais de cada componente (GAIOTTO, 2000).

Os óleos derivados dos vegetais apresentam variações nas dimensões dos diferentes ácidos graxos (Tabela 1), podendo apresentar resultados distintos quando adicionados a dieta dos animais. No Brasil o custo da suplementação com óleos vegetais tem sido ainda um fator limitante (EIFERT et al., 2005). Porém, após o decreto da Instrução Normativa nº 15 de 17 de julho de 2001 (BRASIL, 2001), que proíbe o uso de proteínas e gorduras de origem animal na alimentação de ruminantes devido à encefalopatia espongiforme bovina, conhecida como a “doença da vaca louca”, os óleos vegetais têm ganhado espaço como uma opção viável a ser usada como ingrediente.

Tabela 1 – Quantidade de ácidos graxos em vegetais.

Óleos	Ácido graxo saturado	Ácido graxo monoinsaturado	Ácido graxo poliinsaturado	
			Ácido linoleico	Ácido linolênico
Soja	15%	24%	54%	7%
Canola	6%	58%	26%	10%
Girassol	11%	2%	69%	–
Milho	13%	25%	61%	1%
Oliva	14%	77%	8%	< 1%

Fonte: adaptado de Moretto; Fett (1988).

Nos últimos anos houve uma grande demonstração de interesse por parte dos pesquisadores em produzir ingredientes de origem animal distintos, Costa et al. (2009) asseguram que há uma projeção que a suplementação com óleos se torne comum nas fazendas, tornando a indústria produtora de óleos vegetais mais eficaz e até mesmo gere um processamento diferenciado tornando os custos menores e refletindo no ingrediente fornecido para o uso na nutrição animal.

Os lipídios estão comumente inseridos na dieta de ruminantes na forma esterificada como mono e digalactoglicerídeos em forragens e como triacilgliceróis em alimentos concentrados (OLIVEIRA et al., 2004). Dentre os óleos mais usados na indústria da nutrição animal o óleo de soja bruto ou cru, degomado ou purificado e o óleo refinado vem ganhando espaço nas grandes fazendas leiteiras. Contendo 19% de gordura, alto conteúdo de ácidos graxos essenciais, alto nível de iodo, o qual facilita a sua hidrogenação e alta digestibilidade e absorção (LINDSEY, 2011). O uso de óleos em concentrados pode proporcionar efeitos desejáveis às vacas, como inibição da produção de metano e amônia no rúmen e aumento na eficiência de síntese microbiana (CIESLAK et al., 2006; MARTIN et al., 2008).

Os lipídios derivados de dietas com adição de óleos vegetais podem ser extensivamente alterados no rúmen, pela ação dos microrganismos ruminais a partir de dois processos denominados de lipólise e biohidrogenação, resultando em diferenças acentuadas entre o perfil de ácidos graxos da dieta (insaturados) e o perfil dos lipídios que deixam o rúmen (saturados) (DEMEYER e DOREAU, 1999). A lipólise é concretizada logo após a ingestão do alimento, contendo a gordura por lipases associadas à membrana celular das bactérias ruminais (KOZLOSKI, 2009), liberando glicerol, galactose e ácidos graxos saturados e insaturados.

A galactose e o glicerol são fermentados e imediatamente metabolizados a ácidos graxos voláteis (OLIVEIRA et al., 2004), já os ácidos graxos insaturados ficam disponíveis para conversão a saturados pelo processo de biohidrogenação. A expansão da lipólise é dependente da natureza da gordura fornecida pela dieta, sendo que óleos vegetais são hidrolisados quase em sua totalidade (90%). Os ácidos graxos insaturados liberados pela lipólise são ligeiramente hidrogenados no rúmen. A biohidrogenação é o método pelo qual as bactérias ruminais implantam hidrogênio nas ligações insaturadas, tornando-as saturadas. As bactérias ruminais são sensíveis ao efeito dos ácidos graxos insaturados, a sua capacidade de realizar biohidrogenação da gordura dentro do rúmen parece ser uma forma de defesa contra a toxicidade da gordura insaturada (PALMQUIST; MATTOS, 2006).

O rúmen se torna uma barreira a ser atravessada pelos ácidos graxos insaturados da dieta para que possam ser absorvidos no intestino delgado (BEAM et al., 2000). Segundo Staples (2009), esse mecanismo realizado pelas bactérias, de modificar os ácidos graxos da dieta em outros ácidos graxos, tem deixado as pesquisas sobre os efeitos das gorduras na alimentação dos ruminantes mais difíceis de serem elucidadas.

Ao decorrer do processo de biohidrogenação, isomerases e redutases convertem os ácidos linoleico (18:2) e linolênico (18:3) a esteárico (18:0), com formação de vários intercessores, podendo destacar os compostos denominados de ácidos linoleicos conjugados, responsáveis por vários benefícios ao organismo dos seres humanos (TANAKA, 2005). Dietas fornecidas com altos níveis de óleos vegetais na sua composição podem manter maiores quantidades de ácidos graxos insaturados no rúmen, devido à diminuição da capacidade das bactérias ruminais em biohidrogenar, deixando assim, maior absorção e presença destes compostos nos produtos leite e carne (PALMQUIST; MATTOS, 2006).

A produção de leite da vaca de alto desempenho é certamente ligada à nutrição, além de genética e manejo. Portanto, é importante conhecermos as interações existentes entre práticas nutricionais, tais como incorporação de óleo na ração e os efeitos nas respostas produtivas dos animais (DE PAULA, 2012). De acordo com o NRC (2001), os resultados produtivos com a adição de gordura em formulações para vacas em lactação têm ligações com a dieta basal, estágio de lactação, balanço energético, composição e quantidade composicional da fonte de gordura utilizada. No entanto, as comprovações para essas variações nas respostas não foram ainda esclarecidas e parecem estar interligadas às modificações no consumo de matéria seca e digestibilidade dos nutrientes que, por sua vez, também não apresentam padrões estabelecidos de respostas à inclusão de lipídios nas rações (ALLEN, 2000). Desse modo, o gerenciamento de dietas adequadas para vacas de alta produção é uma tarefa desafiadora na produção de leite.

2.2. ARMAZENAMENTO E CONSERVAÇÃO DE CONCENTRADOS

Os silos de armazenamento localizados na maioria das fazendas apresentam variações de temperatura no seu interior, pois sofrem ação do ambiente externo (GONZÁLEZ-TORRALBA, 2013). O milho tem elevado valor energético, possuindo em sua composição vitaminas, proteínas, lipídios, carboidratos, sais minerais e amido (FENNEMA, 2010).

A soja é uma leguminosa cultivada em quase todo o território nacional, fazendo parte da grande maioria das formulações empregadas em vacas leiteiras. Em sua composição se

destaca quase 19% de gordura e 39% de proteína bruta, graças a isso ela vem ganhando espaço como substituto do farelo de soja devido a sua melhor oferta de energia líquida (NRC, 2001).

Os grãos de cereais constituem a maior parte dos ingredientes presentes nas formulações dos concentrados o teor de água destes grãos moídos, a temperatura e o tempo de armazenamento são as mais importantes variáveis em termos de qualidade do produto final fornecidos para as vacas de alta produção (NITHYA et al., 2011). Grãos de milho com alto teor de umidade, fruto de uma secagem insuficiente podem conter altos níveis de micotoxinas e perda dos níveis nutricionais e desta forma influenciar negativamente as formulações destinadas aos animais (CARVALHO et al., 2004).

Os cereais são muito ricos em carboidratos na sua composição bioquímica que serve de substrato ao desenvolvimento de fungos e microrganismos. Pesquisas sobre a colonização por fungos em cereais vem ganhando destaque nos últimos anos pelos cientistas, em razão do aumento do consumo de alimentos mais energéticos em animais de produção. Estas pesquisas têm se atentado na sua maioria em fumonisinas e aflatoxinas (MAZIERO e BERSOT, 2010).

Os tratamentos térmicos vêm sendo aplicados por processos industriais com a esperança de conservar os produtos finais. A remoção de umidade pelo tratamento térmico permite que os grãos percam o excesso de água existente da colheita, de modo a mantê-lo conservado por mais tempo em seu local de armazenagem (EICHELBERER; PORTELLA, 2001). Da mesma forma a temperatura e a umidade são de muita importância para o armazenamento seguro, o teor de água e a temperatura, uma vez mantidas baixas e controladas, irão inibir as reações metabólicas, atividades enzimáticas, ataque de microrganismos e a respiração dos grãos presentes nestas formulações. Níveis de umidade acima de 15% induzem o desenvolvimento de fungos produtores de micotoxinas nos grãos (FLEURAT-LESSARD, 2017).

Para a conservação segura de grãos, a condição ideal requerida é mantê-los limpos, íntegros, secos e frios. Quanto maior for o tempo de armazenamento, menor deve ser o teor de água contido nos grãos, os quais, quando moídos e acondicionados, a temperatura não pode passar da faixa dos 16 °C. Os silos de armazenagem são estruturas que sofrem muito com a temperatura externa. Técnicas de resfriamento pode serem utilizadas com o intuito de reduzir a temperatura e evitar a deterioração biológica, química e física destes grãos presentes nas formulações (DEMITO, 2009).

A soja, quando moída para formulação dos concentrados para uso na alimentação animal, apresenta rápida rancificação devido à ação da lipoxigenase junto aos óleos que são liberados do processo de moagem (BUENO, 2012). Como a oxidação lipídica implica

fortemente na vida útil dos alimentos (FENG et al., 2015), é necessário desenvolver estruturas que possam limitar o contato entre os lipídios e o meio externo em que são introduzidos.

A relação entre a fração oxidável e a fração estável dos lipídios num mesmo alimento pode ser modificada pela formulação e pelas condições de processamento. Determinados processos (trituração, torrefação, secagem), podem ocasionar a alteração profunda dessa estrutura compartimentada, provocando a ruptura dos glóbulos de gordura (FRANKEL et al, 1994), favorecendo a ação da lipase, a eliminação de água e aumentando a exposição ao oxigênio. A presença de uma fase lipídica contínua resulta na formação de uma maior superfície de troca com o meio e predisposição à oxidação.

Nawar (1996), descreve os metais encontrados na terra onde as sementes foram cultivadas, como o cobalto, cobre, ferro, manganês e níquel, como aceleradores do processo de oxidação. Observa também os metais presentes nos equipamentos e silos de estocagens, provocando aumento da taxa de oxidação dos lipídios. A taxa de oxidação é aumentada conforme a área de superfície, onde o óleo ou gordura é acondicionado, em contato com o ar (NAWAR, 1996). Altas temperaturas também podem gerar mudanças físico-química indesejáveis, substâncias oriundas da oxidação podem interagir com proteínas e hidratos de carbono alterando a textura dos óleos (BELINATO, 2010). O controle da temperatura dos silos de armazenagens de produtos que tem em sua formulação cereais, permite que se mantenham as características iniciais do produto armazenado e também o conserve por períodos mais longos (AGUIAR et al., 2012). Óleos vegetais com alto teor de ácidos graxos poliinsaturados formam hidroperóxidos durante sua estocagem. Na presença do oxigênio ocorrem modificações do sabor, devido à formação de produtos voláteis, oriundos da degradação dos hidroperóxidos termolábeis em radicais alcóxil (BUENO, 2012).

Métodos que permitam manter os grãos secos e bem armazenados para posteriormente serem moídos e aplicados como ingredientes em formulações para vacas leiteiras de alta produção são de suma importância (DEVILLA, 1999). Trocas de calor e água entre os grãos e o ar ambiente são dinâmicas e contínuas em determinadas condições de temperatura, até a obtenção do equilíbrio higroscópico. A qualidade dos grãos tem se tornado um aspecto importante na comercialização, devido a conservabilidade da integridade física e biológica dos grãos durante o armazenamento e da utilização como produto (ELIAS et al. 2007).

2.3. OXIDAÇÃO LIPÍDICA

Um dos maiores agentes causadores da deterioração de óleos vegetais é a oxidação. Os lipídeos são apresentados como óleos e gorduras. Na maioria dos alimentos, os triacilgliceróis se apresentam em maior frequência e estão sujeitos a inúmeras modificações químicas durante o processamento, armazenamento e consumo (ARAÚJO, 2011).

Óleos que são compostos por triglicerídeos formados por ácidos graxos, com alto número de ligações duplas, tem maiores riscos de sofrer oxidação, quando comparados aos que possuem menores ligações insaturadas. O óleo de soja é um exemplo de fácil oxidação da gordura, em razão da sua composição com elevadas ligações de ácidos graxos insaturados, apresenta 8 a 9% de ácido linolênico, o que se pode considerar como altamente instável. Além dessas ligações, o próprio grão da soja possui, também, uma enzima conhecida por lipoxigenase, a qual estimula a rancidez (BUENO, 2012).

A oxidação lipídica é uma reação química complexa que envolve ácidos graxos insaturados e o oxigênio. Para garantir a integridade do ingrediente com alto teor de gordura é importante manter a sua estabilidade. Sabe-se que quanto maior a estabilidade do óleo, menor a taxa de oxidação e rancificação. Esta reação química pode ocasionar mudanças sensoriais como a textura, a cor, o sabor e o aroma, devido a deterioração das vitaminas lipossolúveis, ácidos graxos essenciais e, também, pela formação de compostos poliméricos prejudiciais à saúde devido a sua toxicidade, o que deixa em risco a segurança alimentar (FENNEMA, 2010).

Esta reação química tem início pela autooxidação intercedida por radicais livres, que tem por agravante do seu mecanismo, fatores como íons metálicos e calor, ou por foto oxidação na presença de luz e sensibilizantes ou enzimas (CHUNG et al, 2011). A oxidação lipídica gera os hidroperóxidos como substâncias primárias, os quais se decompõem em radicais alcóxilo e peróxilo que dão continuidade à cadeia em propagação o que provoca o aumento da taxa de rotação radical, passando por novas combinações e vazões para formar os produtos secundários, como aldeídos, cetonas e álcoois (FENG et al., 2015).

A rancidez é ocasionada pelas vias hidrolítica e oxidativa. A rancidez hidrolítica é mais comumente observada durante o armazenamento de alimentos, em contato com maior atividade água e o seu produto final são os ácidos graxos livres. Fatores como catalisadores, lipases aceleram essa via durante o armazenamento (CONEGLIAN et al., 2011). Os óleos vegetais iniciam sua rancificação através da presença de espécies reativas de oxigênio nas suas duplas

ligações. Essa rancidez decorre de uma reação em cadeia e pode ser classificada em três diferentes estágios: iniciação, propagação e terminação.

De acordo com Belinato (2010), na iniciação da oxidação os ácidos graxos insaturados sofrem ação do oxigênio, de compostos presentes no óleo, aquecimento, luz UV, que são denominados catalisadores dando origem a radicais livres, formando peroxil após inserção do oxigênio. Na etapa da propagação, o radical peroxil reage com uma nova molécula do óleo formando hidroperóxido e mais radical livre, que também irão formar juntamente com oxigênio, mais radical peroxil. Na terminação, o hidroperóxido se decompõe em dois novos radicais, alcoxil e hidroxil e ambos vão reagir com novas moléculas de óleo, na presença do oxigênio, resultando em composto hidroxilado, água e mais radical peroxil, dando continuidade à reação de oxidação.

A espécie reativa do metabolismo do oxigênio mais reativo é o radical hidroxil, pois, tem alto poder oxidante. A ligação extremamente rápida do hidroxil com metais ou outros radicais confirma sua alta reatividade, sendo responsável por iniciar a oxidação dos ácidos graxos poliinsaturados denominada de lipoperoxidação, o que também inativa várias proteínas. Além dessas reações primárias, os radicais nelas formados também podem reagir entre si, gerando subprodutos, tais como ácidos, cadeias longas de hidrocarbonetos, aldeídos e cetonas, os quais, contudo não apresentam a característica da reatividade e a formação de odores da rancidez, indica que o processo de oxidação possa estar em sua fase final (HALLIWELL; GUTTERIDGE, 1986).

No processo de oxidação ocorre a adição de oxigênio ou a remoção do hidrogênio. Em alimentos, o oxidante mais comum é o oxigênio, denominado assim por reduzir e ganhar elétrons. Os óleos comestíveis, por conterem uma grande quantidade de ácidos graxos insaturados, são mais propícios à oxidação, pois estão mais expostos na fração lipídica. Embora a oxidação em geral tenha início na fração lipídica, eventualmente outras substâncias também são afetadas, é o caso das proteínas, vitaminas e pigmentos. Em temperatura ambiente a oxidação decorre mais lentamente, e à medida em que a temperatura aumenta (acima de 100 °C), o processo oxidativo se potencializa, especialmente na presença de compostos metálicos e enzimáticos (GATTO et al., 2006).

3. ARTIGO EXPERIMENTAL 1

ESTABILIDADE DO CONCENTRADO ARMAZENADO EM SILOS METÁLICOS NA FAZENDA LEITEIRA: UMA ANÁLISE SOB A INCLUSÃO DE GORDURA POLIINSATURADA

Tiago Bordin¹, Laura Beatriz Rodrigues¹, Fernando Pilotto²

¹ Programa de Pós-graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos – PPGCTA, Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária – FAMV, Universidade de Passo Fundo – UPF. BR 285, São José, CEP 99001-970 - Passo Fundo, Brasil.

² Programa de Pós-graduação em Bioexperimentação – PPGBioexp, Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária – FAMV, Universidade de Passo Fundo – UPF. BR 285, São José, CEP 99001-970 - Passo Fundo, Brasil.

RESUMO

Este estudo avaliou a estabilidade de um concentrado para a alimentação de vacas de leiteiras, com a inclusão de gordura poliinsaturada, durante o seu armazenamento em silos metálicos externos de uma fazenda de leite no Estado do Rio Grande do Sul, entre abril e maio de 2020. Os silos metálicos foram higienizados e equipados com aparelhos que mediram e registraram a temperatura interna (IT) e externa (ET), umidade relativa do ar interna (HRI) e externa (HRO) 24 horas por dia durante os 28 dias de armazenamento. Amostras deste concentrado foram coletadas aos 0, 7, 14, 21 e 28 dias para avaliação dos perfis químicos; ácidos graxos (FA), vitaminas A (retinol) (VIT A), D3 (colecalfiferol) (VIT D3), E (tocoferol) (VIT E), nitrogênio não proteico (NPN), proteína bruta (CP), extrato etéreo (EE), cálcio (CA), fósforo (P), matéria mineral (MM), umidade (M), índice de acidez hidrolítica (IAH), atividade de água (WA) e pH, e microbiológicos; contagem de bolores e leveduras (MYC), aflatoxinas B1 (AFLA B1), B2 (AFLA B2), G1 (AFLA G1) e G2 (AFLA G2) e contagem aeróbia total (TAC). O TI média do silo foi maior quando comparado a ET, sugerindo que os silos metálicos aqueceram o concentrado durante o seu armazenamento. A HRO foi maior do que o HRI, sugerindo que os silos de metal protegeram o concentrado da exposição ao HRO. O FA linoleico foi encontrado

em grandes quantidades no concentrado (38,67%). A VIT A apresentou a maior redução no nível de concentração (43,34%), seguida da VIT D3 (41,09%) e da VIT E (6,99%) durante o período de armazenamento. As variáveis CP ($p=0,05$) e o EE ($p=0,03$) foram afetadas positivamente pelo tratamento, já P ($p=0,05$), MM ($p=0,01$), IAH ($p=0,05$) e Ph ($p=0,05$) foram afetadas negativamente. NNP, CA, U, AW se mantiveram estáveis durante os 28 dias. O perfil microbiológico mostrou diminuição na quantificação de MYC durante o armazenamento ($p=0,007$). O período de armazenamento não influenciou na TAC e de AFLA B1, AFLA B2, AFLA G1 e AFLA G2. O concentrado com gordura poliinsaturada apresentou estabilidade durante os 28 dias de armazenamento em silos metálicos na fazenda leiteira. Novos estudos avaliando a estabilidade das vitaminas lipossolúveis são necessários.

Palavras-chave: Estabilidade. Concentrado. Gordura poliinsaturada. Silos metálicos. Validade.

ABSTRACT

This study evaluated the stability of a concentrate for feeding dairy cows, with the inclusion of polyunsaturated fat, during its storage in external metallic silos of a dairy farm in the State of Rio Grande do Sul, between April and May 2020. The metal silos were cleaned and equipped with devices that measured and recorded the internal (IT) and external (ET) temperature, indoor (HRI) and outdoor (HRO) relative humidity 24 hours a day during the 28 days of storage. Samples of this concentrate were collected at 0, 7, 14, 21 and 28 days for evaluation of chemical profiles; fatty acids (FA), vitamins A (retinol) (VIT A), D3 (cholecalciferol) (VIT D3), E (tocopherol) (VIT E), non-protein nitrogen (NPN), crude protein (CP), ether extract (EE), calcium (CA), phosphorus (P), mineral matter (MM), moisture (M), hydrolytic acid index (IAH), water activity (WA) and pH, and microbiological; mold and yeast count (MYC), aflatoxins B1 (AFLA B1), B2 (AFLA B2), G1 (AFLA G1) and G2 (AFLA G2) and total aerobic count (TAC). The average TI of the silo was higher when compared to ET, suggesting that the metal silos heated the concentrate during its storage. HRO was higher than HRI, suggesting that metal silos protected the concentrate from exposure to HRO. Linoleic FA was found in large quantities in the concentrate (38.67%). VIT A presents the greatest reduction in the concentration level (43.34%), followed by VIT D3 (41.09%) and VIT E (6.99%) during the storage period. The variables CP ($p = 0.05$) and EE ($p = 0.03$) were positively affected by the

treatment, whereas P ($p=0.05$), MM ($p=0.01$), AHI ($p=0.05$) and Ph ($p=0.05$) were negatively affected. NNP, CA, U, AW remained stable for 28 days. The microbiological profile decreased in the quantification of MYC during storage ($p=0.007$). The storage period does not influence TAC and AFLA B1, AFLA B2, AFLA G1 and AFLA G2. The concentrate with polyunsaturated fat has stability during 28 days of storage in metal silos on the dairy farm. New studies evaluating the stability of fat-soluble vitamins are discontinuous.

Keywords: Stability. Focused. Polyunsaturated fat. Metallic silos. Shelf life.

3.1. INTRODUÇÃO

Os últimos dados oficiais do Sindicato Nacional da Indústria de Alimentação Animal do Brasil, demonstram um crescimento na produção de rações comerciais em 4.5% para o setor da bovinocultura de leite no país, contabilizando 6,5 milhões de toneladas produzidas no ano de 2020 (SINDIRAÇÕES, 2020). Em contra partida uma pesquisa global com 30 mil fábricas de ração destacou o Brasil como o terceiro maior produtor de ração animal do mundo, ficando atrás apenas dos Estados Unidos da América e da China (ALLTECH, 2020).

A preocupação cada vez maior em atender às demandas nutricionais das vacas de alta produção (OPSOMER, 2015), a escassez constante de mão de obra necessária dentro das fazendas e a pequena disponibilidade de áreas de terra que proporcionam a produção de todos os ingredientes necessários para uma ração adequada (SIMÕES FILHO et al., 2020) podem ser citados como motivos do aumento da procura por parte das fazendas de leite em comprar concentrados já prontos pela indústria de nutrição animal.

No decorrer dos últimos anos, inúmeros estudos vêm demonstrando os efeitos da utilização de rações ou de diferentes formas de concentrados farelados ou peletizados nas dietas de bovinos (BÜRGER et al., 2000; SILVA et al., 2007; SANTOS et al., 2009; YALÇIN et al., 2019; DAWOD et al., 2020). Porém, no Brasil, há uma escassez muito grande de estudos científicos, completos e amplos dentro da bovinocultura que demonstrem e garantam a estabilidade e a validade dos concentrados que são oferecidos comercialmente para as fazendas leiteiras. O que se encontra na literatura são pequenos relatos, regionalizados, superficiais, sem tanto aprofundamento científico (MARTINS et al., 2018) ou estudos envolvendo rações para outras espécies (GABBI et al., 2011).

Em contra partida, existe suplementos que auxiliam e fazem com que a indústria da nutrição animal brasileira tenha um padrão de qualidade durante a produção de concentrados (PEREIRA et al., 2010). A Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) em 2018, publicou o guia nº 16 para a determinação de prazo de validade de alimentos para o Brasil, o qual expressa o entendimento deste órgão sobre as melhores práticas com relação aos procedimentos, rotinas e métodos considerados adequados ao cumprimento de requisitos técnicos exigidos pela legislação brasileira. O guia foi baseado em referências internacionais, mais especificamente nas publicações das autoridades reguladoras da Austrália e da Nova Zelândia e da International Alliance of Dietary/Food Supplements Associations.

Desta forma, estes amparos técnicos trazem muitos benefícios para a indústria da nutrição animal, permitindo elaborar e planejar programas de estabilidade e validade específicos para cada formulação, levando em consideração os desafios que podem ocorrer com as matérias primas durante o processo de compra (KEMBOI et al., 2020), durante o processo de fabricação (RIBEIRO et al., 2019) e também durante o período de armazenamento e preservação (NISHIMWE et al., 2019). Evitando assim prejuízos com o baixo desempenho animal, perdas nutricionais e risco com a saúde dos bovinos leiteiros que serão alimentados com estas formulações (KEMBOI et al., 2020). É importante conhecer a perda dos nutrientes em função do tempo de armazenamento para estabelecer métodos que minimizem essa degradação e evite o desequilíbrio nutricional dos animais que serão alimentados com o concentrado (VILELA et al., 2016).

Diante dessa realidade, e de modo a mitigar essa deficiência de conteúdo científico a respeito da estabilidade, conduziu-se estudo com o escopo de produzir um concentrado comercial com adição de gordura poliinsaturada e avaliar o efeito na sua estabilidade química e microbiológica, quando armazenado em silos metálicos, submetido às condições de tempo, temperatura e umidade relativa do ar internas e externas da fazenda leiteira.

3.2. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em uma fazenda leiteira no município de Casca, localizada na área de transição entre a Região Serrana e o Planalto Médio do Estado do Rio Grande do Sul – Brasil (8°33'39" S e 51°58'40" W, altitude de 608 m), durante o período de março a abril de 2020, meses estes correspondentes à estação do outono desta região. A

pesquisa foi estruturada em três etapas: na primeira foram instalados os silos e os equipamentos de mensuração da temperatura e da umidade relativa do ar interna e externa destes silos. Na segunda realizou-se a compra dos ingredientes, a formulação e a produção do concentrado com gordura poliinsaturada. E, na terceira realizou-se o armazenamento do concentrado pronto nos silos metálicos da fazenda leiteira.

3.2.1. Instalação dos equipamentos de mensuração de temperatura e umidade relativa do ar interna e externa:

Foram instalados quatro silos metálicos com capacidade individual de 4.6 toneladas, 7,18m³. Os mesmos foram fixados na área externa da fazenda sobre uma base de sustentação, com distância de três metros cada um, ficando expostos às condições climáticas daquela estação do ano. Estes silos foram equipados com aparelhos calibrados de mensuração da temperatura em graus Célsius (°C) e umidade relativa do ar (%). Tais sensores foram responsáveis pela coleta das informações de temperatura e umidade relativa do ar interna e externa do silo, com intervalo a cada uma hora, durante os 28 dias do experimento (18/03/2020 à 15/04/2020). Estas informações foram enviadas remotamente para um banco de dados.

3.2.2. Formulação e produção do concentrado com gordura poliinsaturada:

Uma batelada de 16 toneladas do concentrado, composta pelos ingredientes: bicarbonato de sódio, biocolina, biotina, calcário calcítico, cloreto de sódio, cobre orgânico, enxofre pecuário, farelo de arroz semi desengordurado, farelo de soja (OGM a partir de *Agrobacterium sp.*, *Bacillus sp.*, *Streptomyces sp.*), fosfato bicálcico, iodato de cálcio, milho integral moído OGM a partir de *Agrobacterium sp.*, *Bacillus sp.*, *Streptomyces sp.*), monóxido de manganês, óxido de magnésio, óxido de zinco, selenito de sódio, sulfato de cobalto, sulfato de cobre, vitamina A, vitamina D3, vitamina E e zinco orgânico, passaram por rigorosa seleção, classificação, controle físico-químico e microbiológico, de forma a garantir a qualidade e inocuidade do produto final, bem como o atendimento aos padrões nutricionais propostos pela fórmula desenvolvida (BRASIL, 1976; BRASIL, 2007; BRASIL, 2020; NRC, 2001).

Foi utilizado 0,640 kg de antioxidante da marca comercial (Xtendra® 32), tendo por composição butilhidroxianisol Food Chemicals Codex (FCC) (Sistema internacional de numeração de aditivos alimentares (INS 320), butilhidroxitolueno (INS 321), dióxido de silício

(INS 551), ácido cítrico (INS 330), EDTA (INS 386), carbonato de cálcio (INS 170i) e óleo vegetal e 6,400 kg de antifúngico (PROPIMPEX® CA) com composição de propionato de cálcio (mínimo) 980 g/kg. Todos estes ingredientes foram adquiridos de uma empresa de nutrição animal registrada no Ministério da Pecuária e Abastecimento (MAPA). A fonte de gordura era composta por ácidos graxos poliinsaturados estabilizados, oriunda de cereais. A fórmula foi estabilizada em 5,6% de extrato etéreo (Tabela 2).

Tabela 2 - Níveis de garantia do concentrado formulado antes de iniciar o armazenamento.

Nutriente	Quantidade	Unidade
Biotina (mín.)	1,9	mg/kg
Cálcio (mín.-máx.)	10-22	g/kg
Cobalto (mín.)	0,4	mg/kg
Cobre (mín.)	18	mg/kg
Cobre orgânico (mín.)	4	mg/kg
Colina (mín.)	1.000	mg/kg
Enxofre (mín.)	480	mg/kg
Extrato etéreo (mín.)	56	g/kg
Fibra bruta (máx.)	80	g/kg
Fibra em detergente ácido (máx.)	110	g/kg
Fósforo (mín.)	5.800	mg/kg
Iodo (mín.)	1,1	mg/kg
Magnésio (mín.)	1.000	mg/kg
Manganês (mín.)	68	mg/kg
Matéria mineral (máx.)	150	g/kg
Proteína bruta (mín.)	240	g/kg
Sódio (mín.)	3.800	mg/kg
Selênio (mín.)	0,4	mg/kg
Umidade (máx.)	130	g/kg
Vitamina A (mín.)	7.800	UI/kg
Vitamina D3 (mín.)	2.600	UI/kg
Vitamina E (mín.)	75	UI/kg
Zinco (mín.)	56	mg/kg
Zinco orgânico (mín.)	30	mg/kg

Fonte: elaborado pelo Autor (2021)

Os ingredientes foram pesados em sistema de dosagem automática, moídos conjuntamente em moinho de martelos e homogeneizados em misturador horizontal de duplo helicóide por três minutos. Após a mistura, o produto foi peletizado (pellet com diâmetro de 3,5 a 5,5 mm x 10 mm) à temperatura de 85 °C e resfriado à temperatura ambiente e, na sequência, acondicionado em caminhões graneleiros, limpos e higienizados de maneira similar ao processo industrial tradicional, seguindo as boas práticas de fabricação exigidas pelo Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento – MAPA (BRASIL, 2007; BRASIL, 2020) e descritas por Pereira et al., (2005).

Após o processo de pesagem, moagem, mistura, peletização e resfriamento foi realizada a primeira coleta de amostra do concentrado, correspondente ao dia 0 (D0). Essa coleta foi realizada antes do embarque do concentrado no caminhão graneleiro para ser transportado até a fazenda leiteira.

3.2.3. Armazenamento do concentrado em silos metálicos na fazenda:

Antes de receberem o concentrado com alto teor de gordura em seu interior os quatro silos metálicos foram limpos e higienizados conforme as recomendações descritas pelo manual do fabricante, e identificados na sua parede externa como silo 01, silo 02, silo 03 e silo 04. Cada silo recebeu quatro toneladas do concentrado para serem armazenados durante 28 dias.

O concentrado foi utilizado na alimentação das vacas leiteiras da fazenda em questão. Desta forma, o concentrado teve um decréscimo de uma tonelada a cada sete dias de armazenamento em cada silo. Todos os quatro silos foram submetidos às mesmas variações de quantidade interna de concentrado ao decorrer dos 28 dias de experimento. Os quatro silos tiveram a mesma via (inferior) de retirada do concentrado para o fornecimento aos animais e o abastecimento foi feito pela parte superior.

3.2.4. Colheita e amostragem:

Com uma barra metálica de aproximadamente 10 metros de comprimento e, uma concha de alumínio fixada na sua extremidade, confeccionou-se uma barra de coleta. Com suprimento deste objeto, na parte superior do silo, foram coletadas amostras de aproximadamente um kg cada, de um total de 20 pontos diferentes, começando sempre da parede direita (ponto um) até

o seu centro (ponto 20), formando uma figura imaginária centrípeta, conforme recomendação do manual de colheita de amostras em produtos destinados à alimentação de ruminantes, em propriedades rurais (BRASIL, 2005).

Do concentrado coletado (20 kg) de casa silo, era feita uma nova mistura dentro de um balde plástico limpo e higienizado com álcool 70%. Na sequência, duas amostras eram acondicionadas em sacos plásticos, limpos e higienizados, de aproximadamente 5 kg, identificados com o dia da coleta (D7, D14, D21 e D28), número do silo (01, 02, 03 e 04). Sendo que uma amostra era encaminhada ao laboratório de nutrição animal da Universidade de Passo Fundo – UPF e a outra era enviada para laboratório comercial credenciado no MAPA.

Foram realizadas cinco coletas do concentrado a cada sete dias durante os 28 dias de armazenamento (D0, D7, D14, D21 e D28), sendo que a coleta do dia zero (D0) foi realizada após o término da produção do concentrado, antes do embarque no caminhão, e as coletas do D7, D14, D21 e D28 foram feitas quando o concentrado já estava armazenado nos silos metálicos.

3.2.5. Análises químicas, microbiológicas, e limite de detecção:

Foram realizadas análises do concentrado, referente ao extrato etéreo (EE), proteína bruta (CP), nitrogênio não proteico (NPN), umidade (M), cálcio (CA), fósforo (P), matéria mineral (MM), pH, atividade de água (WA) e índice de acidez hidrolítica (IAH), conforme metodologia descrita por IAL (2008), ANFAL (2007) e GOMES E OLIVEIRA (2011), no laboratório de nutrição animal da UPF.

No laboratório comercial foram realizados os ensaios correspondentes à contagem de bolores e leveduras (MYC) e contagem total de mesófilos (TAC) segundo a metodologia da AOAC (2016). Para análise das aflatoxinas utilizaram os parâmetros aflatoxina B1 (AFLA B1) $11.5 \mu\text{g}/\text{kg}$, aflatoxina B2 (AFLA B2) $10.5 \mu\text{g}/\text{kg}$, aflatoxina G1 (AFLA G1) $11.5 \mu\text{g}/\text{kg}$, aflatoxina G2 (AFLA G2) $10.5 \mu\text{g}/\text{kg}$ (MALLMANN E DILKIN, 2007). Vitaminas lipossolúveis, vitamina D3 (colecalfiferol) (VIT D3) $1100 \text{ IU}/\text{kg}$ (CEN, 2009), vitamina A, (retinol) (VIT A) $21 \mu\text{g}/100 \text{ g}$ e vitamina E, (tocoferol) (VIT E) $10.5 \text{ mg}/100 \text{ g}$ (CEN, 2014). Enquanto que os parâmetros utilizados para o perfil dos ácidos graxos (FA) foram, ômega 6 ácido linoleico C18:2 (c9, c12) $10.1 \% \text{ FA}$, FA livres ($10.1 \% \text{ ácidos de graxos}$), FA saturados ($10.1 \% \text{ de FA}$) e FA poliinsaturados ($10.1 \% \text{ de FA}$) (ISO, 2011; ISO, 2015).

3.2.6. Análise estatística:

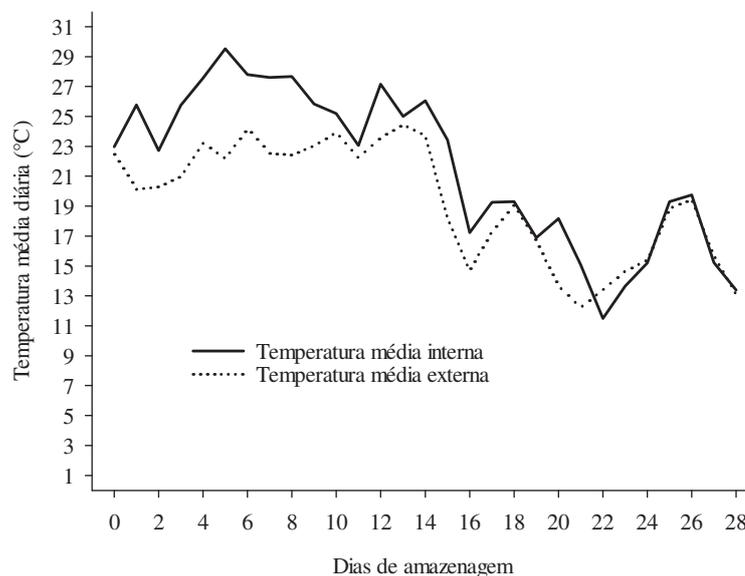
Com os dados coletados referentes a temperatura interna média (IT), temperatura externa média (ET), umidade relativa do ar interna média (HRI) e umidade relativa do ar externa média (HRO) dos silos, foram geradas médias semanais. Com os resultados coletados das variáveis correspondentes aos ensaios das análises químicas e microbiológicas do concentrado armazenado, verificouse a normalidade dos erros e a homogeneidade das variâncias residuais. Quando comprovado foi realizada a análise de variância e o teste F, sendo significativo o fator quantitativo (dias de armazenamento) por regressões lineares ou não-lineares. Todos os testes estatísticos foram realizados a $\leq 0,05$ de probabilidade de erro.

3.3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram registrados 28 dias de condição climática típica de outono da região; dias quentes onde a ET chegou a 23 °C, com mínima de 15 °C e a IT chegou a 30 °C, com mínima de 15 °C. Foram registradas IT e ET mais elevadas nos primeiros 15 dias de experimento e amenas a partir do décimo quinto dia de armazenagem. Podendo se observar temperaturas maiores durante o dia e menores durante a noite.

A temperatura média (TM) foi maior no interior do que no exterior do silo, conforme se observa na Figura 1.

Figura 1 - Temperatura (°C) média interna e externa diária dos silos utilizados para armazenamento do concentrado.



Fonte: elaborado pelo Autor (2021)

Boa parte das fazendas de produção de leite no Brasil utilizam silos metálicos para armazenar os concentrados que compram da indústria de nutrição animal (SINDIRAÇÕES, 2020). GONZÁLEZ-TORRALBA (2013) descrevem que os silos de armazenamento localizados na maioria das fazendas apresentam variações de temperatura no seu interior, pois sofrem ação do ambiente externo. Em nosso estudo observou-se que a IT foi maior que a ET (Figura 1), sugerindo que os silos metálicos aqueceram o concentrado durante os dias quentes devido ao efeito da ET sobre o silo metálico.

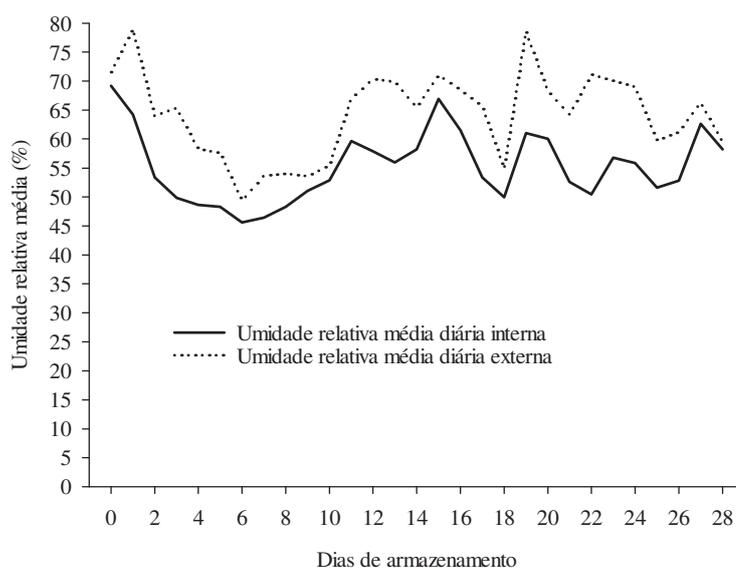
Já Andrade (2001), destaca a existência de agentes bióticos presentes nos grãos, e abióticos, como a aeração, sendo as causas das mudanças de umidade e temperatura, gerando um processo de transferência de calor e de massa no ecossistema interno do silo. Esta variação de temperatura do ar existente entre a massa do concentrado e o telhado geralmente é maior durante o dia e menor à noite. Coradi et al. (2020), descrevem o aumento da temperatura dos locais de armazenamento com maiores perdas na qualidade dos grãos quando se apresentaram quebrados. Nosso estudo registrou somente no terceiro dia após precipitações pluviométricas (ocorridas durante D14 ao D2) baixas na IT e ET, resultado este que demonstra a hipótese de aquecimento interno do silo devido ao aumento da ET do silo metálico.

É possível perceber na Figura 1 dois aspectos fundamentais que caracterizam perdas de qualidade nutricional e microbiológica nos concentrados. O primeiro diz respeito a uma média

de temperatura maior no interior do silo quando comparado às médias da temperatura no exterior do silo. E o segundo diz respeito as altas temperaturas registradas a partir do segundo dia de armazenamento até o 11º dia, onde a temperatura nesse intervalo foi superior a 23°C, chegando a 30°C. Sabe-se que nessa temperatura, vários são os trabalhos que indicam a queda do valor nutricional de alguns concentrados ou alimentos destinados ao consumo animal e já existem pesquisas que indicam o resfriamento de silos para acondicionamento de grãos e concentrados, evitando a proliferação e insetos, fungos e outros (QUIRINO et al., 2013; PARAGINSKI et al., 2015).

A HRI do silo variou de 46 a 60% e a HRO variou de 58 a 71%. Tendo observado uma maior HRO quando comparada com a HRI (Figura 2).

Figura 2 - Umidade relativa do ar (%) média interna e externa dos silos utilizados para armazenamento do concentrado.



Fonte: elaborado pelo Autor (2021)

Observou-se, durante o estudo, valores de HRO maiores que de HRI, o que sugere que os silos metálicos protegeram o concentrado dos efeitos externos, corroborando com Ribeiro et al. (2019). A barreira física (silo metálico) é muito importante no impedimento da rápida troca de umidade com o ambiente, tornando, assim, menor o risco de deterioração do concentrado armazenado, pois a umidade afeta a estabilidade oxidativa dos alimentos (RIBEIRO et al., 2019). Sob condições de elevadas umidade relativa e temperatura do ar, a deterioração do material armazenado em silos ocorre mais rapidamente (RUPOLLO et al., 2006). Para Santos

et al. (2015), a umidade relativa do ar acima de 70% no armazenamento está diretamente relacionada com o conteúdo de umidade dos produtos e assim com o desenvolvimento de pragas (insetos e fungos).

O perfil dos FA encontrados no concentrado está descrito na Tabela 2. Pode-se destacar a presença, no concentrado, de 38,43% de ácido linoleico (C18:2) (omega-6) no D0 e 38,67% no D28, ou seja, com baixa oscilação.

Tabela 3 - Perfil dos ácidos graxos no concentrado durante período de armazenamento de 28 dias em silos metálicos

Ácido graxo (g/100g ácido graxo)	D0				D28			
	Silo 1	Silo 2	Silo 3	Silo 4	Silo 1	Silo 2	Silo 3	Silo 4
(C14:0) Ácido mirístico	0,29	0,29	0,31	0,31	0,29	0,33	0,30	0,30
(C16:0) Ácido palmítico	18,8	18,9	19,0	19,06	18,93	19,02	19,15	19,15
(C16:1n7) Palmitoleico, ômega 7	0,15	0,15	0,16	0,16	0,15	0,19	0,16	0,16
(C18:0) Ácido esteárico	2,27	2,29	2,37	2,37	2,29	2,33	2,35	2,35
(C18:1 9c) Ácido oleico	33,6	33,8	33,2	33,28	32,96	33,11	33,62	33,62
(C18:1 n7) c11) Ácido cis-vacênico	0,81	0,84	0,84	0,84	0,82	0,83	0,82	0,82
(C18:2) Omega-6, ácido linoleico	38,5	38,4	38,3	38,32	38,94	38,57	38,49	38,49
(C18:3) Gam-linolênico	2,47	2,43	2,48	2,48	2,54	2,51	2,46	2,46
(C 20:0) Ácido raquídico	0,79	0,81	0,78	0,78	0,77	0,78	0,80	0,80
(C20:1n9) Ácido cis-11-eicosenoico	0,48	0,45	0,45	0,45	0,46	0,46	0,49	0,49
(C22:0) Ácido behênico	0,33	0,34	0,35	0,35	0,35	0,36	0,37	0,37
(C24:0) Ácido lignocérico	0,52	0,54	0,55	0,55	0,56	0,58	0,60	0,60
Ácidos graxos livres	0,66	0,56	1,05	1,05	0,74	0,62	0,33	0,33
Ácidos graxos saturados	25,6	25,7	25,9	25,9	25,80	26,00	26,11	26,11
Ácidos graxos poliinsaturados	38,6	38,4	38,3	38,3	39,00	38,80	38,50	38,50
Ômega 9	34,1	34,3	33,7	33,7	33,50	33,60	34,10	34,10

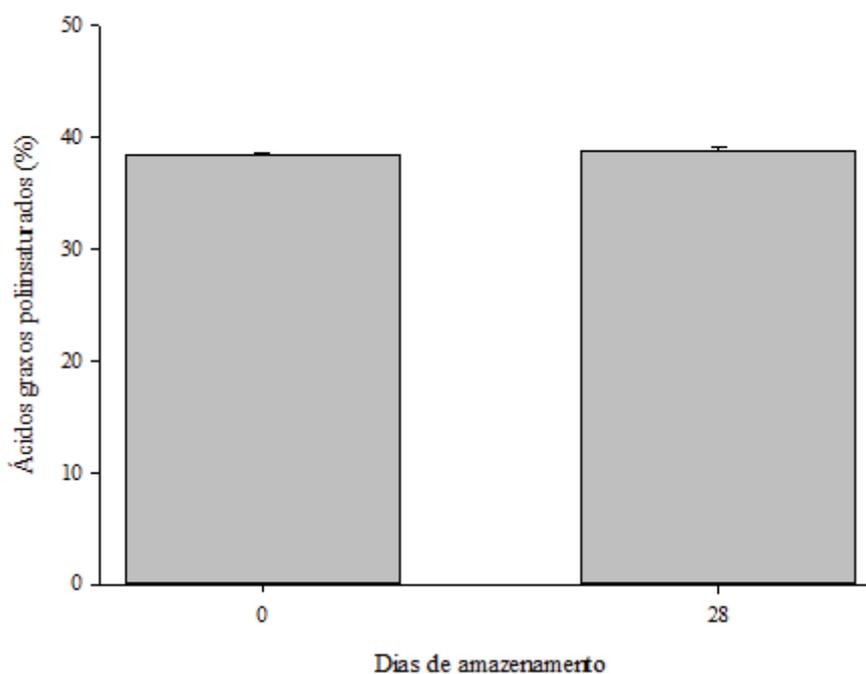
Fonte: elaborado pelo Autor (2021)

O destaque no perfil de FA encontrado no concentrado em estudo foi para a presença de ácido linoleico (ômega 6), fator nutracêutico. Fator esse relacionado a uma maior produção de ácido linoleico conjugado pela glândula mamária e, conseqüentemente, maior presença deste no leite (DE PAULA et al., 2012). Trabalhos em todo o mundo vem mostrando os efeitos biológicos; anticarcinogênicos e a propriedade repartidora de nutriente no organismo de quem consome este FA no leite (SANTOS-ZAGO et al., 2008).

Os FA encontrados nos alimentos são responsáveis por vários processos biológicos nos animais, o mais recente estudo mostra uma regulação da produção de cetona por células renais bovinas em resposta a pré-tratamentos desses FA (BOESCHE E DONKIN, 2020). Desta forma fica explicito a importância destes nas dietas dos bovinos leiteiros.

Observou-se 38,43% de FA poliinsaturados no concentrado no D0 e no D28 do armazenamento 38,77% (Figura 3).

Figura 3 - Concentração média de ácidos graxos poliinsaturados (%) no concentrado no dia 0 da fabricação e aos 28 dias de armazenamento em silos metálicos.

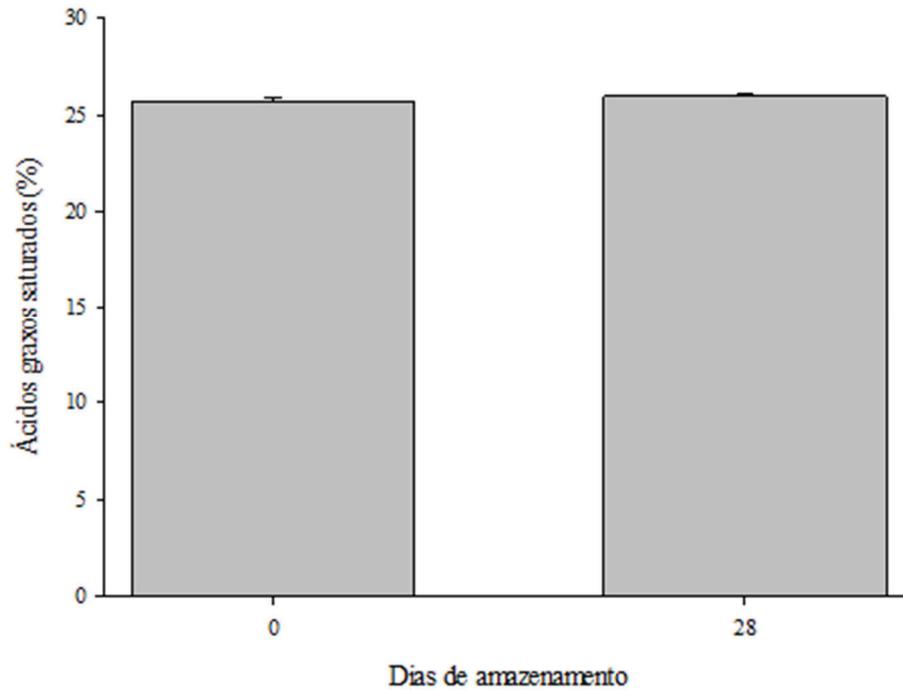


Fonte: elaborado pelo Autor (2021)

As médias estão seguidas do desvio padrão da média.

Detectou-se 25,73% de FA saturados no D0 e 25,97% no D28 (Figura 4), onde não foi constatado diferença na média e no desvio padrão.

Figura 4 - Concentração média de ácidos graxos saturados (%) no concentrado no dia 0 da fabricação e aos 28 dias de armazenamento em silos metálicos.

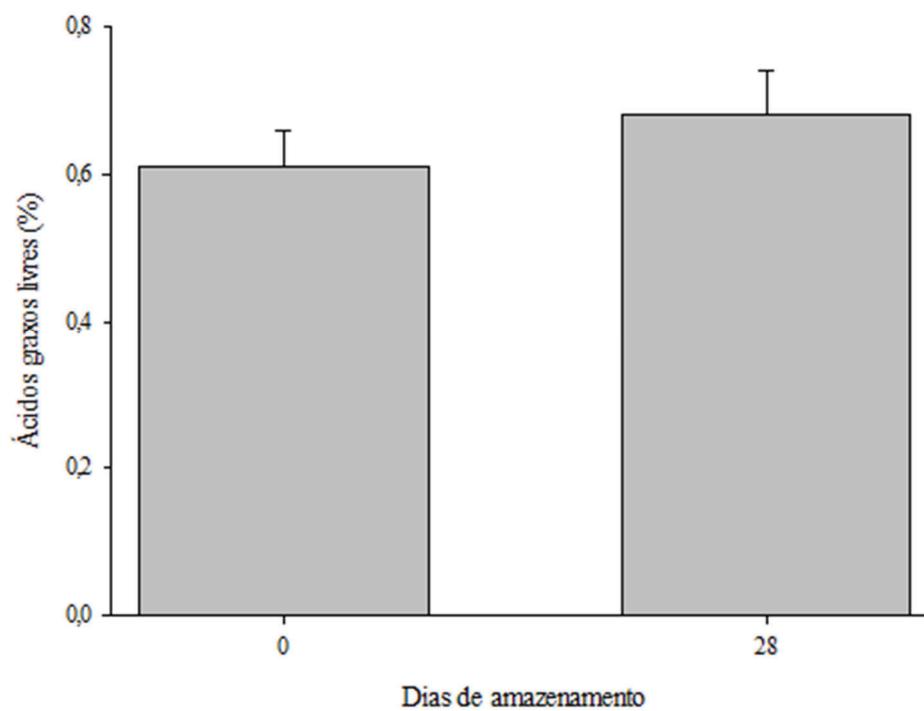


Fonte: elaborado pelo Autor (2021)

As médias estão seguidas do desvio padrão da média.

A única alteração encontrada para o perfil de FA foi para FA livres, o aumento foi observado com o maior período de armazenamento (28 dias), porém, essa alteração não pode ser considerada significativa, pois o desvio padrão foi maior entre as médias. Observou-se 0,76% de FA livres no concentrado no D28 e 0,56% no DO (Figura 5).

Figura 5 - Concentração média de ácidos graxos livres (%) no concentrado no dia 0 da fabricação e aos 28 dias de armazenamento em silos metálicos.



Fonte: elaborado pelo Autor (2021)

As médias estão seguidas do desvio padrão da média.

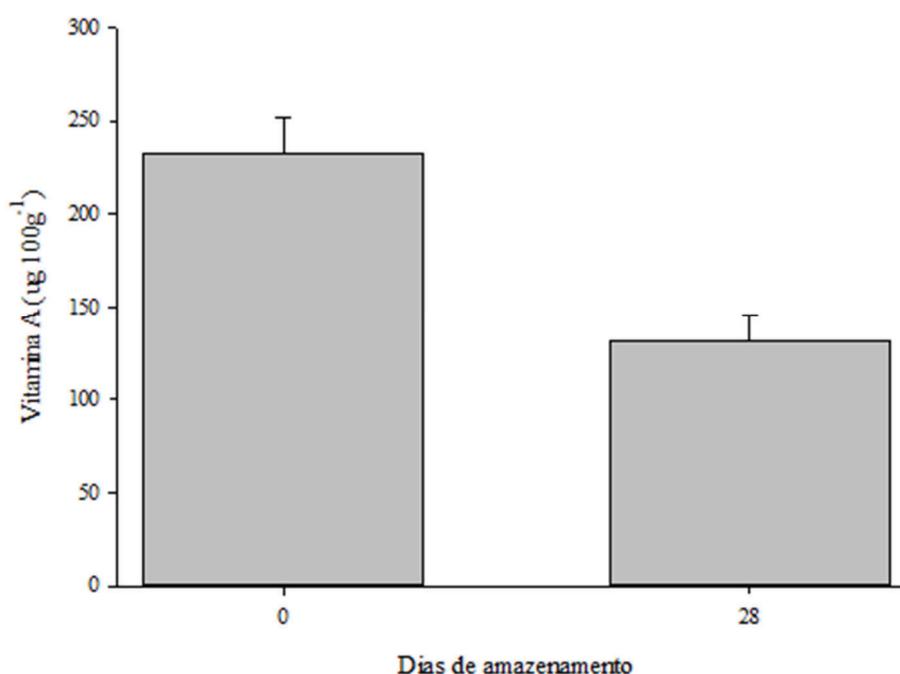
Mesmo com oscilações significativas na temperatura e na umidade relativa do ar durante os 28 dias de armazenamento do concentrado (Figura 1 e 2), não se observaram alterações significativas nos FA poliinsaturados (Figura 3), saturados (Figura 4) e livres (Figura 5) do concentrado, pois as médias não tiveram oscilações maiores que 0,4%, bem como os desvios padrões não sofreram alterações. Gato et al. (2006) descreve que as altas temperaturas são condições propícias para o surgimento de oxidação dos lipídios presentes nos alimentos. Assim, é possível sugerir que mesmo com a IT mais alta e HRI mais baixa do silo, os FA não foram influenciados durante o período de 28 dias de armazenamento, mantendo-se presentes na composição do concentrado.

Para Alvarez et al. (2019), a maior oxidação em produtos derivados de milho, armazenados em ambientes não herméticos tiveram variação somente após um período de armazenamento superior a 30 dias. Assim, devido ao tempo de armazenamento do presente estudo e pelo concentrado ser armazenado em silo metálico onde a temperatura do ar e a umidade relativa do ar apresentaram oscilações no período referido, possivelmente foram as

características que prejudicaram a manutenção desta variável. Essa constatação serve de alerta e objeto de novos estudos considerado silos metálicos.

A concentração de VIT A (Retinol) foi de 233 $\mu\text{g}/100\text{g}$ de concentrado no D0 e 132 $\mu\text{g}/100\text{g}$ no D28, demonstrando redução de 43,34% no período de armazenamento referido (Figura 6).

Figura 6 - Concentração de vitamina A no concentrado no dia 0 da fabricação e aos 28 dias de armazenamento em silos metálicos.

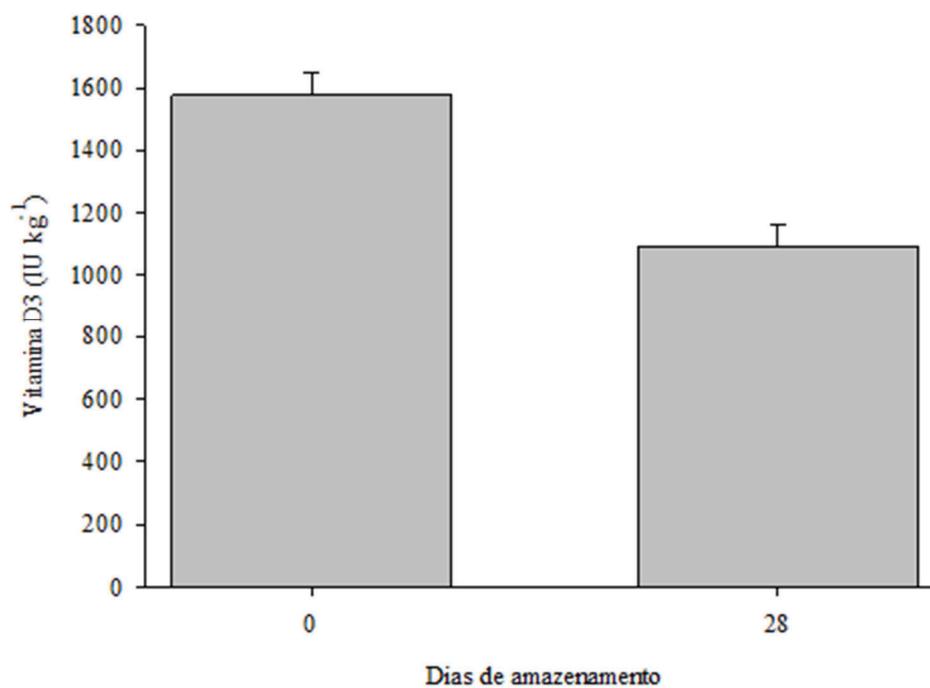


Fonte: elaborado pelo Autor (2021)

As médias estão seguidas do desvio padrão da média.

A VIT D3 (Colecalciferol) no D0 teve uma concentração de 1.577 UI/kg e no D28, 929 UI/kg do concentrado, redução de 41,09% (Figura 7).

Figura 7 - Concentração de vitamina D3 no concentrado no dia 0 da fabricação e aos 28 dias de armazenamento em silos metálicos.

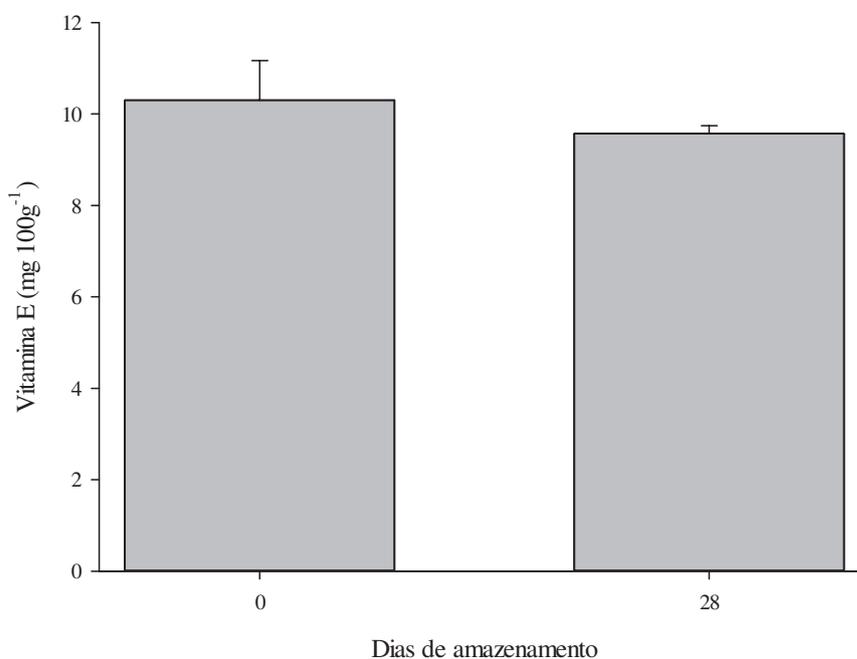


Fonte: elaborado pelo Autor (2021)

As médias estão seguidas do desvio padrão da média.

Com variação menos expressiva (Redução 6,99%), porém com comportamento semelhante, foi encontrado resultados para VIT E (Tocoferol) (Figura 8).

Figura 8 - Concentração de vitamina E no concentrado no dia 0 da fabricação e aos 28 dias de armazenamento em silos metálicos.



Fonte: elaborado pelo Autor (2021)

As médias estão seguidas do desvio padrão da média.

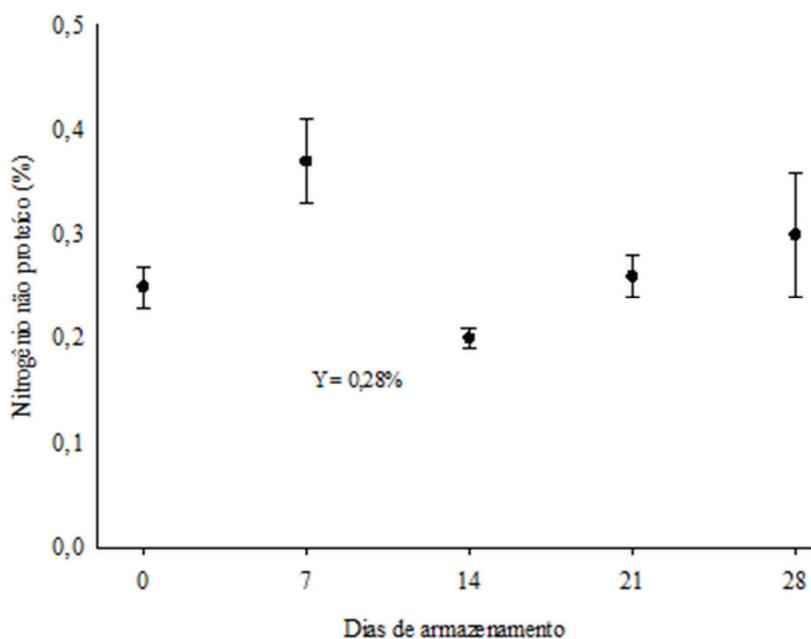
As VIT A (Retinol) e VIT D3 (Colecalciferol) foram as vitaminas lipossolúveis que mais sofreram perdas durante o armazenamento em silos metálicos nas fazendas. A vitamina D3 (Figura 7) demonstrou porcentagem de redução próxima a vitamina A (Figura 6), com baixo desvio padrão das amostras. Com isso é possível estabelecer que o complexo de vitaminas do concentrado teve comportamento idêntico entre si. Já a VIT E (Tocoferol) (Figura 8) foi a que menos sofreu impacto pelas condições de armazenamento que o experimento foi exposto. Segundo Sucupira et al. (2012), o armazenamento e a temperatura são fatores que influenciam a perda da concentração de vitaminas lipossolúveis em alimentos, principalmente as vitaminas A e D3, por serem mais termossensíveis. A estabilidade destas vitaminas depende das condições a que foram submetidas durante a sua fabricação, potencial oxidante dos ingredientes e condições durante o seu armazenamento (SHURSON et al., 2011).

As perdas da concentração de vitaminas lipossolúveis (VIT A, D3 e E) devido às altas temperaturas (DEMITO E AFONSO, 2009) encontradas no interior do silo durante o período experimental (Figura 1) e pelos resultados das análises do dia 28 no qual deixou explícito a redução da concentração destas vitaminas no concentrado devido ao armazenamento de 28 dias em silos metálicos (Figura 6, 7, 8).

A hipótese da possibilidade do processo de peletização ter contribuído para a redução dos níveis das vitaminas no concentrado devido à alta temperatura deste processo (MASSUQUETTO, 2018) são fortemente percebíveis no D0. Mesmo com a garantia da dosagem corretas no momento da mistura e também pela qualidade exigida destas materias primas durante a compra. Whitlock et al. (2002), descreve que a peletização é uma técnica de otimização à produção animal devido ao melhoramento do aproveitamento dos nutrientes, porem nosso estudo deixa claro a importancia da suplementação adicional de VIT A, D3 e E para vacas leiteiras quando se utiliza concentrados peletizados e armazenados em silos metálicos nas fazendas.

O NPN do concentrado não teve variação frente ao armazenamento pelo período de 28 dias, observando uma média de 0,28% nas cinco avaliações (Figura 9).

Figura 9 - Variação dos níveis de nitrogênio não proteico no concentrado durante os 28 dias de armazenamento em silos metálicos.



Fonte: elaborado pelo Autor (2021)

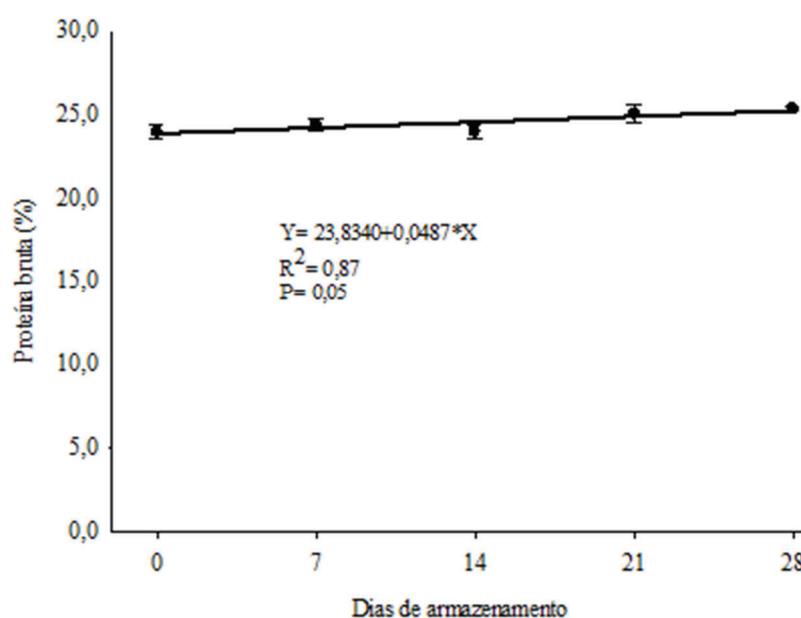
As médias estão seguidas do desvio padrão da média.

Os resultados para NPN tiveram pequenas variações durante o experimento, deixando claro que esta variável não foi influenciada com o tratamento (Figura 9). Esse fato torna-se importante haja vista a importância do ganho nutricional para bovinos leiteiros, produção de

leite e melhor produtividade com adição de NPN nas dietas desses ruminantes (GUANG et al., 2011).

A CP do concentrado teve um aumento linear conforme o passar dos dias de armazenamento do concentrado em silos metálicos ($p=0.05$). Esse aumento na proteína bruta foi de 0,049% de aumento a cada dia que o concentrado passou no armazenamento (Figura 10).

Figura 10 - Variação dos níveis de proteína bruta no concentrado durante os 28 dias de armazenamento em silos metálicos.



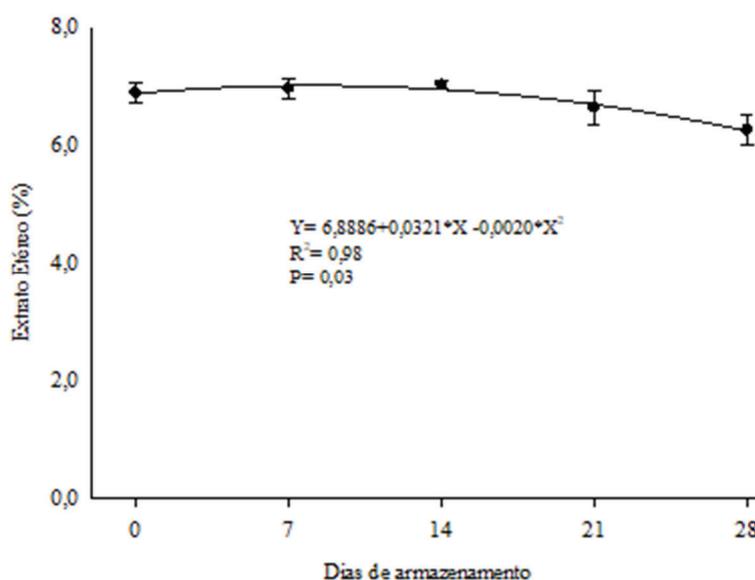
Fonte: elaborado pelo Autor (2021)

As médias estão seguidas do desvio padrão da média.

Os resultados para CP do concentrado (Figura 10), devem ser melhor estudados, com relação ao tempo de exposição, pois no período de armazenamento do referido experimento, foi características de propriedade de uma região em específica. Supõe-se que se aumentar o período de armazenamento desse tipo de concentrado, é provável que o CP não seja contínuo e sim tenha uma resposta quadrática. Martins et al. (2018) ao avaliar concentrados comerciais em um município do Brasil identificou que os teores de proteína diferiram estatisticamente entre as amostras analisadas, demonstrando assim, que estes concentrados são comercializados com preços distintos por gerar desempenhos diferentes e que as amostras com maior valor comercial, apresentaram respectivamente os melhores resultados. Já Coradi et al. 2020 encontraram diminuição da CP do milho quebrado quando armazenado.

Na Figura 11 é possível visualizar um comportamento quadrático para a equação que representa o EE do concentrado armazenado no período de 28 dias em silos metálicos, onde ocorre um ponto de máxima concentração no 8º dia. A partir desse período a porcentagem de EE diminuiu para níveis de 9,75% menor que o encontrado no D0 onde se iniciou o armazenamento ($p=0.03$).

Figura 11 - Variação dos níveis de extrato etéreo no concentrado durante os 28 dias de armazenamento em silos metálicos.



Fonte: elaborado pelo Autor (2021)

As médias estão seguidas do desvio padrão da média.

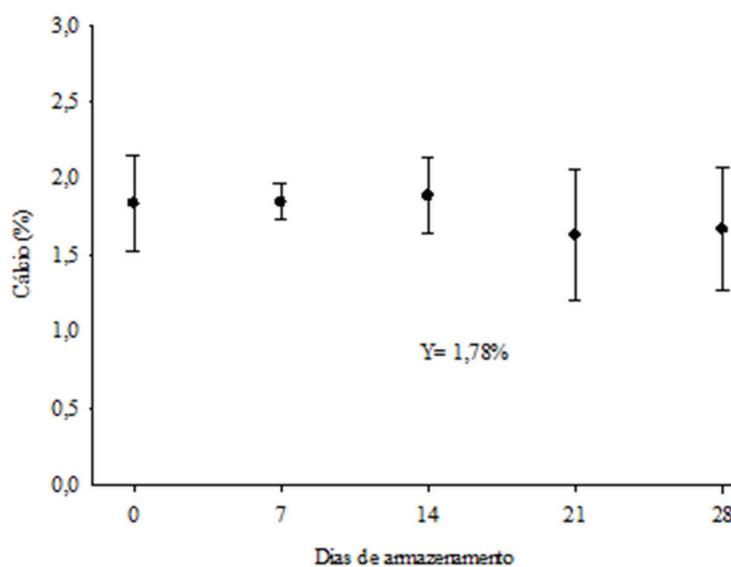
O comportamento do EE (Figura 11) no concentrado apresentou um ponto de máxima concentração no 8º dia e partir desse período a porcentagem de EE diminuiu para níveis de 9,75%, menor que o encontrado no D0. Pode-se justificar isso pela condição intrínseca do experimento, onde o maior IAH do concentrado observado foi nos primeiros dias de armazenamento, juntamente com as altas temperaturas do período, que podem ter influenciado na redução do EE (SHURSON et al., 2011).

Nawar (1996), descreve o cobalto, cobre, ferro, manganês e níquel, como aceleradores do processo de oxidação e menciona também que os metais presentes nos equipamentos e silos de estocagens, provocam aumento da taxa de oxidação dos lipídios, podendo ter contribuído também para esta baixa. Em contra partida Santos (2010), não encontrou diferença no EE quando submetido grãos de milho de vários híbridos ao armazenamento por um período de 240

dias, supõe-se, portanto, que a variação encontrada no presente estudo pode estar relacionada a outro componente do concentrado e não com o milho.

O CA não apresentou diferença significativa com o passar dos dias de armazenamento, sendo que a média geral do concentrado ficou em 1,78% (Figura 12).

Figura 12 - Variação dos níveis de cálcio no concentrado durante os 28 dias de armazenamento em silos metálicos.

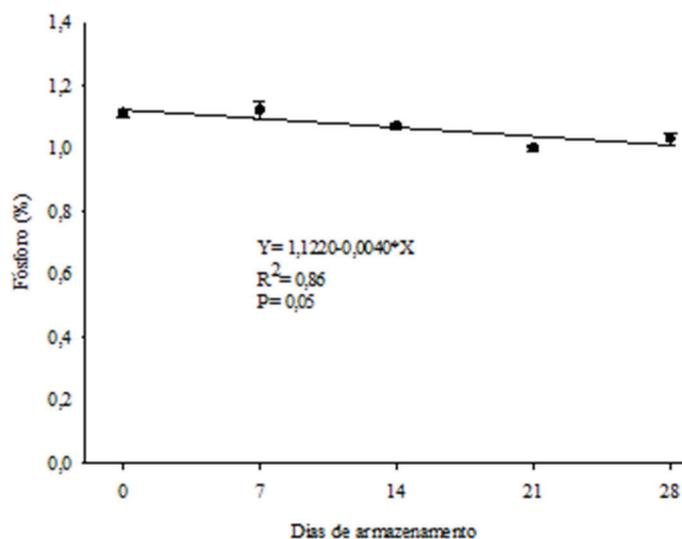


Fonte: elaborado pelo Autor (2021)

As médias estão seguidas do desvio padrão da média.

O P para cada dia de armazenamento perdeu 0,004% do nutriente, chegando no período total de armazenamento (28 dias) com uma diminuição de 0,11% (Figura 13).

Figura 13 - Variação dos níveis de fósforo no concentrado durante os 28 dias de armazenamento em silos metálicos.

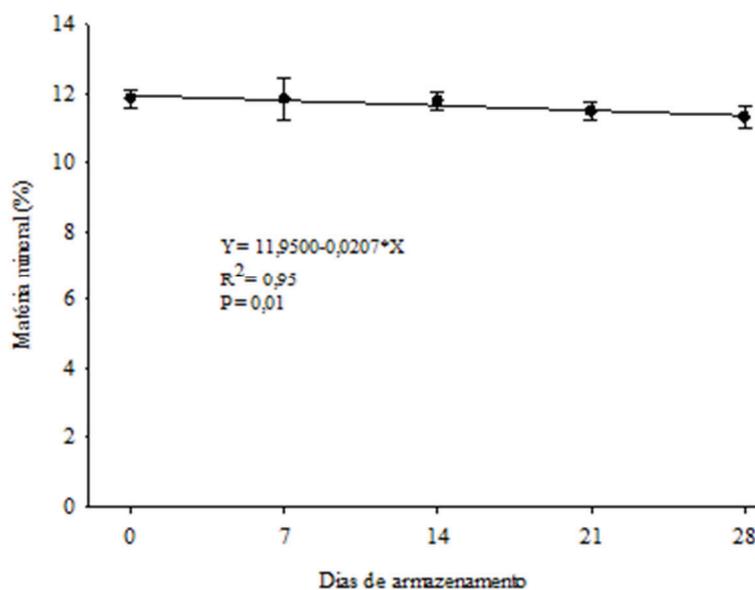


Fonte: elaborado pelo Autor (2021)

As médias estão seguidas do desvio padrão da média.

Houve diferença significativa no período de armazenamento para a MM mineral do concentrado, com baixo desvio padrão da amostra e médias decrescendo até os 28 dias do armazenamento ($p=0.01$) (Figura 14).

Figura 14 - Variação dos níveis de matéria mineral no concentrado durante os 28 dias de armazenamento em silos metálicos.



Fonte: elaborado pelo Autor (2021)

As médias estão seguidas do desvio padrão da média

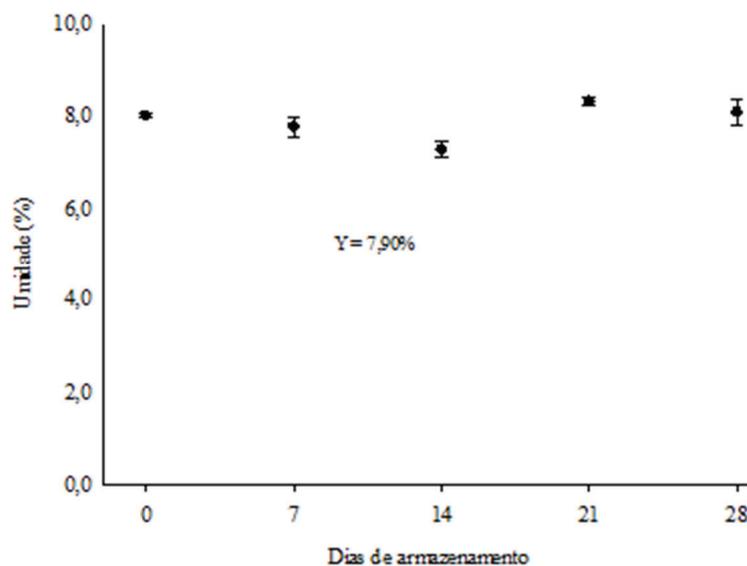
O macro mineral CA durante o armazenamento não apresentou diferença significativa (Figura 12), ficando com média geral em sua concentração compatíveis com a formulação. De forma diferente do cálcio, as perdas diárias de P para cada dia de armazenamento, chegaram a um total de diminuição de 0,11% aos 28 dias de armazenamento (Figura 13). Sabe-se que o fósforo é essencial em dietas de ruminantes, é responsável por equilibrar a absorção de alguns nutrientes, como por exemplo o manganês, constituinte de proteínas e enzimas com diferentes funções no organismo animal e deve ser criteriosamente inserido na dieta de ruminantes para atender as necessidades dos animais, minimizando perdas por excreção (VILELA et al., 2016).

O decréscimo na MM do concentrado pode ser representado por equação linear durante o período. No início da armazenagem, a matéria mineral era de 11,95%, e ao final do período de armazenamento foi de redução média de 5%, ou seja, 11,37% de MM no concentrado (Figura 14). Alguns minerais apresentam características intrínsecas de autooxidação, ou seja, baixa estabilidade oxidativa podendo apresentar correlação negativa do ambiente e a matéria mineral, conforme o aumento do tempo de armazenamento maiores perdas de minerais (SILVA, 2018; CORADI et al., 2020).

Marçal et al. 2015 encontraram diferenças nas composições dos minerais após serem formulados e comercializados. Por esses motivos é primordial o conhecimento da quantidade a ser disponibilizada para os animais e quanto o período de armazenamento influencia na sua característica.

Não se observou diferença estatística na M do concentrado (Figura 15).

Figura 15 - Variação dos níveis de umidade do concentrado durante os 28 dias de armazenamento em silos metálicos.



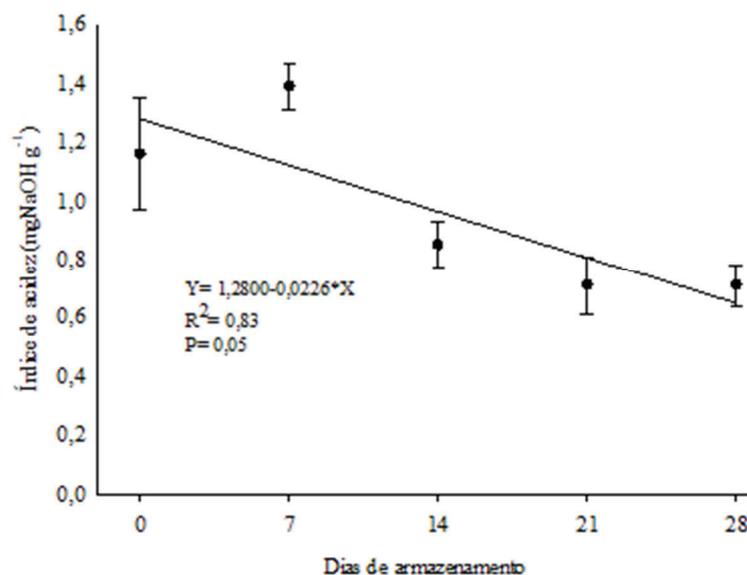
Fonte: elaborado pelo Autor (2021)

As médias estão seguidas do desvio padrão da média.

A ausência de diferença estatística da M no concentrado (Figura 14) pode ser justificada pelo comportamento interno dos silos. O silo teve menor HRI quando comparada com a HRO, sendo assim o silo protegeu o concentrado contra a ação da maior HRO da fazenda no qual o experimento foi exposto. Nos dias mais quentes (D0, D7 e D14) apurou-se uma menor umidade do concentrado quando comparado com dias mais frios (D21 e D28), sendo que o pico maior de umidade detectada foi na semana que ocorreram precipitações pluviométricas (D21) (40 milímetros). Níveis de umidade acima de 15% são descritos como fatores do desenvolvimento de fungos produtores de micotoxinas nos grãos (FLEURAT-LESSARD, 2017), Gabbi et al. (2011) verificaram que alimentos comerciais, utilizados na alimentação de diferentes espécies, quando apresentava aumento da umidade, conseqüentemente tinham maiores problemas com a UFC e os bolores (GABBI et al., 2011).

O IAH do concentrado armazenado teve um decréscimo linear com o aumento do período de armazenamento (Figura 16).

Figura 16 - Variação do índice de acidez hidrolítica no concentrado durante os 28 dias de armazenamento em silos metálicos.



Fonte: elaborado pelo Autor (2021)

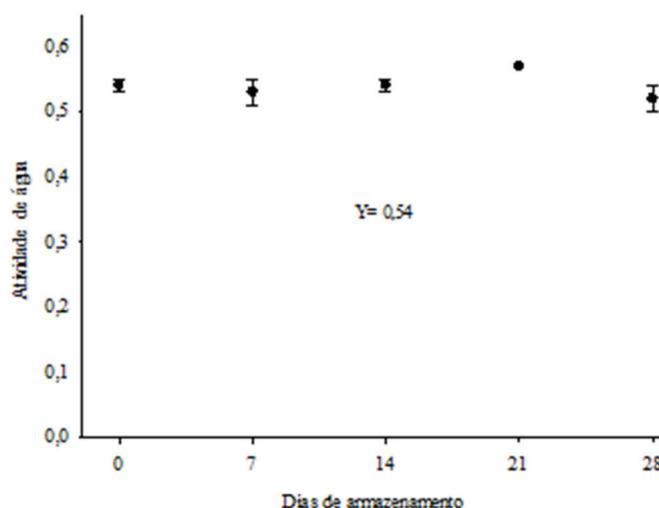
As médias estão seguidas do desvio padrão da média.

A redução do IAH do concentrado (Figura 16) parece estar ligado ao processo de peletização do concentrado, no qual se utiliza alta temperatura (85°C). Em temperatura ambiente amena a oxidação decorre mais lentamente e à medida em que a temperatura aumenta (acima de 100 °C) pode se observar o aumento da oxidação (GATO et al., 2006).

A diminuição do IAH durante o armazenamento pode ser justificada por fator como a diminuição da temperatura interna do silo a partir do D14, a ação do antioxidante, M do concentrado, e pela menor HRI do silo. A M alta pode acelerar o processo de oxidação de gorduras presentes em formulações, resultando em diminuição do valor nutricional, quer seja pela diluição dos nutrientes ou pelo aumento da concentração de FA livres, valores estes que determinam o índice de acidez (BELLAVAR, 2009). Desta forma o concentrado não apresentou alta oxidação, mesmo contendo 5,6% de EE na sua composição. Alimentos contendo gorduras em sua composição sofrem muito com o processo de oxidação lipídica, implicando negativamente na vida útil dos alimentos (FENG et al., 2015).

A WA do concentrado durante o armazenamento foi constante conforme pode ser observado na Figura 17.

Figura 17 - Atividade de água no concentrado durante os 28 dias de armazenamento em silos metálicos.



Fonte: elaborado pelo Autor (2021)

As médias estão seguidas do desvio padrão da média. Passo Fundo.

Sobre a WA no concentrado armazenado é possível verificar pequenas alterações nas médias, que podem ter sido provocadas pela oscilações de temperatura diurna e noturna ou pela oscilação da umidade relativa do ar, porém ressalta-se que ocorreu pouca influência e a que ocorreu não é significativa até o período estudado (Figura 17). Em um experimento, Yalçın et al. (2019) não relatou nenhuma diferença entre os valores da WA em pellets concentrados para gado leiteiro.

O teor de água presente nos grãos no momento da moagem para a produção de concentrados pode determinar a intensidade de problemas na qualidade do produto armazenado. Quando a condição é de umidade relativa do ar e temperatura elevada no ambiente de armazenamento do produto e este vem acompanhado de alto teor de água, é inevitável a deterioração do produto (RUPOLLO et al., 2006).

Não se observou oscilação na M no concentrado e a WA se manteve baixa. Coradi et al. (2014) descreve influências negativas na qualidade dos alimentos armazenados quando se observa essas oscilações, aumentando assim a chance de crescimento de microrganismos patogênicos nos alimentos. Por outro lado, alta M e a WA contribuem para o avanço da oxidação, favorecendo reações químicas com catalisadores metálicos (RIBEIRO et al., 2019).

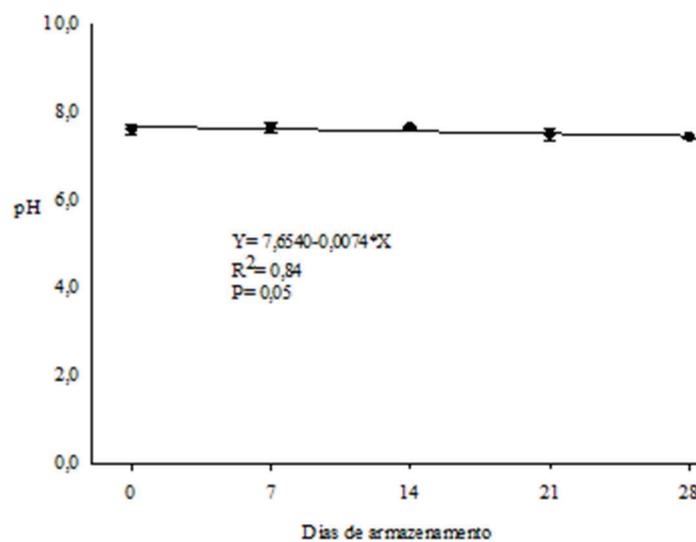
Andrade (2001), explica que a variação de temperatura do ar existente nos silos, entre a massa e o telhado metálico, elevada durante o dia e fria à noite, pode levar o vapor d'água existente em suspensão no ar, a se condensar à noite e gotejar sobre a massa. Esse fenômeno

causa grande prejuízo à qualidade do produto armazenado, pois fornece meios propícios ao desenvolvimento de microrganismos que deterioram o produto armazenado, refletindo em perdas nutricionais. Para Rupollo et al. (2006), o teor de água dos grãos, a temperatura do ar no ambiente de armazenamento e as condições de elevadas umidades relativas favorecem a deterioração mais rápida do produto armazenado.

Desta forma é importante fazer uma analogia com a presença ou crescimento microbiano dentro do concentrado e a atividade de água, onde pode-se perceber que o crescimento microbiano não foi desenvolvido ou não teve crescimento, por parte influenciado pela permanência de WA baixa. Brito (2010), afirma que a vida de prateleira de alimentos *pet food* pode ser aumentada por meio da WA, pois é possível ter controle da atividade microbiana de concentrados, além de reações e enzimáticas, oxidativas e hidrolíticas do alimento.

O pH médio do concentrado durante os 28 dias de armazenamento teve uma redução linear significativa ($p=0,05$) (Figura 18).

Figura 18 - pH do concentrado durante os 28 dias de armazenamento em silos metálicos.



Fonte: elaborado pelo Autor (2021)

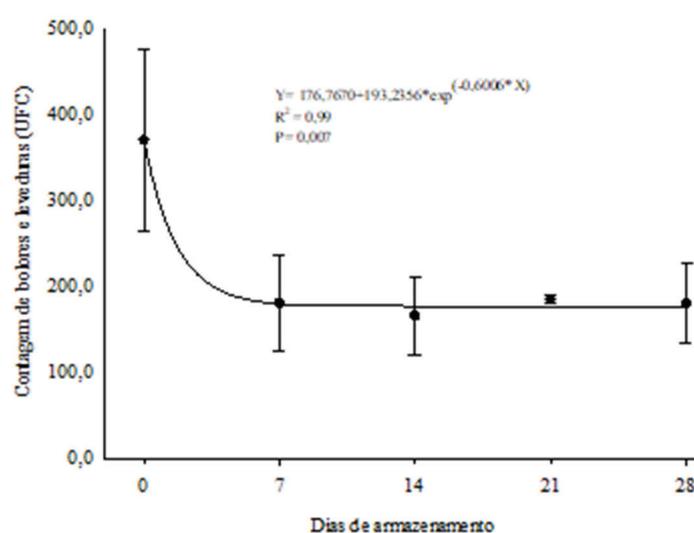
As médias estão seguidas do desvio padrão da média.

O pH tendeu a ser mais ácido no concentrado com a maior presença da WA e M encontrada nos D14 a D28 (Figura 18). A WA é um parâmetro que serve de indicador da estabilidade dos alimentos sendo que a sua redução dificulta a proliferação microbiana, conseqüentemente as mudanças de pH do alimento (JAY, 2005). Quando o pH é aumentado,

independente do motivo, há uma predisposição de aumento de UFC, pelo fato dos microrganismos criarem um ambiente mais adequado para o seu crescimento (PEDERSEN et al., 2004; JAY, 2005).

Durante o armazenamento observou-se redução da MYC no concentrado ($p=0.007$) (Figura 19).

Figura 19 – Variação na contagem de bolores e leveduras no concentrado durante os 28 dias de armazenamento em silos metálicos.



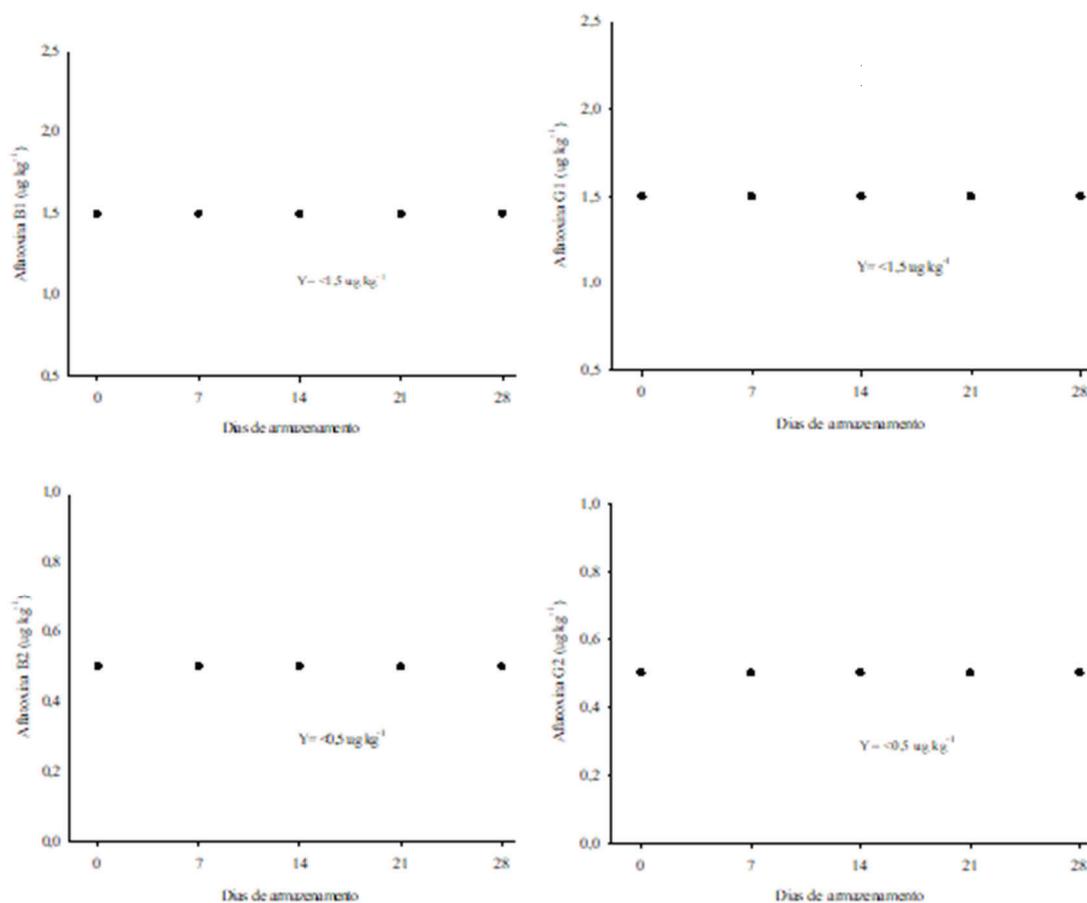
Fonte: elaborado pelo Autor (2021)

As médias estão seguidas do desvio padrão da média.

O ambiente interno do silo foi mais quente que o externo durante o período de armazenamento, porém se tornou mais úmido somente quando ocorreu precipitação pluviométrica (dia 14), coincidindo com o pico maior de MYC (643 UFC/g) no concentrado (Figura 19). A ausência de alta HRI dos silos, de M e WA no concentrado, foram determinantes para a não proliferação de fungos e leveduras no concentrado. Coradi et al. (2020), descreve que quando há ganho ou perda de M no alimento, favorece ou impede a proliferação de fungos. Apesar disso nem todo crescimento fúngico resulta em formação de toxinas e a existência de fungos tampouco implica na presença de micotoxinas (BINDER et al., 2007). Caso tenha a presença de micotoxinas os bovinos que consomem esses alimentos podem apresentar intoxicação aguda ou crônica, com efeitos que podem ser teratogênicos, carcinogênicos, estrogênicos ou imunossupressores (KEMBOI et al., 2020).

Não foram detectados níveis de aflatoxina B1 (Figura 20 A), aflatoxina G1 (Figura 20 B) ($<1.50 \mu\text{g}/\text{kg}$), aflatoxina B2 (Figura 20 C) e aflatoxina G2 ($<0.50 \mu\text{g}/\text{kg}$) (Figura 20 D).

Figura 20 - Variação nos níveis de aflatoxina B1 (A), aflatoxina G1 (B), aflatoxina B2 (C), aflatoxina G2 (D) do concentrado durante os 28 dias de armazenamento em silos metálicos.



Fonte: elaborado pelo Autor (2021)

As médias estão seguidas do desvio padrão da média.

Durante o estudo, as AFLA B1, G1, B2 e G2, presentes no concentrado, ficaram abaixo do limite máximo de tolerância ($20 \mu\text{g}/\text{kg}$) definido para rações e concentrados destinadas a alimentação de ruminantes em lactação (BRASIL, 1988). Esta baixa detecção de aflatoxinas no concentrado se justifica pela baixa contaminação dos grãos utilizados como matéria prima. Vários autores definem as aflatoxinas como metabólitos tóxicos secundários produzidos por fungos filamentosos presentes nos grãos (DILKIN et al., 2014; KEMBOI et al., 2020).

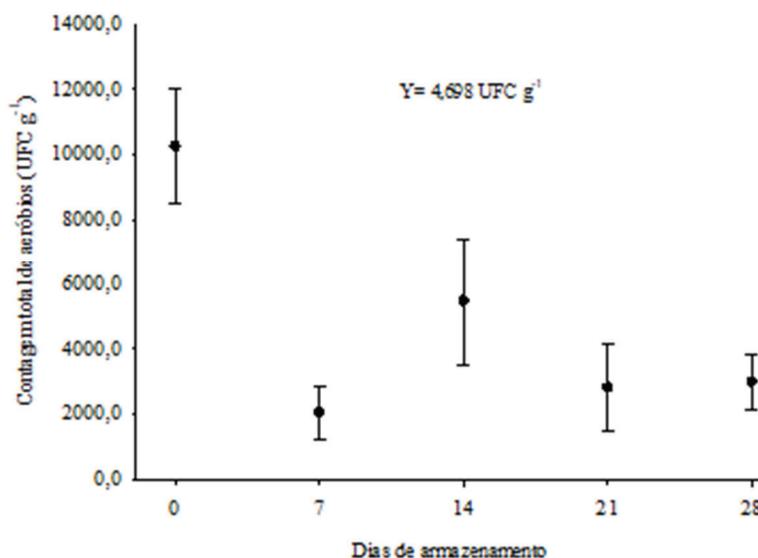
Ficando clara a qualidade dos cereais utilizados como matéria prima na formulação deste concentrado (MAZIERO E BERSOT, 2010). Desta forma, Khatibi et al. (2014) citam que a

presença de micotoxinas na indústria causa sérios problemas nutricionais e financeiros. Tornando importante o cuidado no momento da compra dos cereais utilizados na produção dos concentrados. Outra justificativa para esta variável seria o efeito da adição de antifúngico na batelada do concentrado (RODRIGUES et al., 2017).

A identificação da ocorrência das micotoxinas pode prever os possíveis impactos para as vacas de leite, mas mesmo assim para que isto ocorra são necessários mais estudos das toxinas emergentes nessas matrizes e seus efeitos. Porém, pode-se dizer que o armazenamento de concentrados em silos metálicos não prejudicou a qualidade do alimento final, no período estudado.

A TAC média mais elevada foi no D0 (36.167 ufc/g), quando comparada aos demais tratamentos, porém não foi possível observar diferença significativa sobre essa variável (Figura 21).

Figura 21 - Variação da contagem total de aeróbios no concentrado durante os 28 dias de armazenamento em silos metálicos.



Fonte: elaborado pelo Autor (2021)

As médias estão seguidas do desvio padrão da média.

Referente a TAC (Figura 21), a temperatura da peletização durante o processo fabril, o oxigênio, a temperatura e a umidade no armazenamento foram descritas por Rodrigues et al. (2017) como responsáveis pela perda da viabilidade microbiana em rações estocadas. Essa constatação serve como justificativa para estabelecer a qualidade do concentrado e da não

proliferação microbiana, juntamente com a qualidade do local de armazenamento (ANDRADE, 2001) no período de condução. Extrai-se que os silos de armazenamento protegeram o concentrado da HRD, visto que o concentrado não teve alta M (Figura 15), nem com WA alta (Figura 17). Caso estes achados fossem encontrados, provavelmente haveria uma proliferação muito grande de aeróbios, ainda mais quando associado à maior IT média encontrada durante o tempo do nosso armazenamento (RUPOLLO et al., 2006).

3.4. CONCLUSÃO

Observou-se, no presente estudo, uma oscilação da IT e ET no local de condução do experimento e nas unidades experimentais, demonstrando que essas variáveis podem interferir na qualidade do produto armazenado. A IT dos silos foi maior quando comparada com a ET, deixando explícito que os silos metálicos aqueceram o concentrado durante 28 dias e em contra partida, protegeram da maior HRO quando comparada a HRI.

O perfil de FA no concentrado formulado teve como destaque a presença do ácido linoleico (Ômega 6). Podendo ser atribuído a esta formulação comercial o poder nutracêutico em sua composição.

As VIT A e D3 foram as mais afetadas pelo tempo de armazenamento. A VIT E foi a que menos sofreu ação neste período experimental.

As variáveis NPN, CA, M e WA se mantiveram estáveis durante os 28 dias em silos metálicos nas fazendas. Já a CP e o EE tiveram aumento significativo. Por sua vez, P, MM, IAH e pH, apresentaram diminuição significativa.

A MYL média no concentrado foi influenciada negativamente pelo armazenamento, porém, a TAC e as aflatoxinas (B1, G1, B2 e G2) não foram influenciadas.

O experimento demonstrou que o concentrado com gordura poliinsaturada apresentou boa estabilidade durante o seu armazenamento quanto às variáveis que interferem negativamente o seu perfil. Desta forma, fica indiscutível a importância da qualidade da matéria prima utilizada no momento da fabricação, bem como do uso de aditivos conservantes na formulação, por mais que o silo de armazenamento tenha aquecido o concentrado, o que seria uma condição propícia a perda da estabilidade.

3.5. REFERÊNCIAS

ALLYECH 2020. **Pesquisa de alimentação global da Alltech 2020**. Disponível em: <https://www.alltech.com/pt/feed-survey>.

ALVAREZ, E., CARDOSO, M., DEPETRIS, G., CASTELLARI, C., CRISTOS, D., MONTIEL, M.D., BARTOSIK, R., 2019. Storage of WDGS under hermetic and non-hermetic conditions: Effect on sensory properties, microorganisms, mycotoxins and nutritional value, **Journal of Stored Products Research**, 80, 65, 70.

ANDRADE, E.T., 2001. **Simulação da variação da temperatura em milho armazenado em silo metálico**. Viçosa, Minas Gerais: Editora Universitária, Universidade Federal de Viçosa - UFV, 174p. Tese (Doutorado em Engenharia Agrônômica).

ANFAL, 2007. **Compêndio Brasileiro de Alimentação Animal, SINDIRAÇÕES (Sindicato Nacional da Indústria de Alimentação Animal)**, São Paulo.

ANVISA 2018. **Agência Nacional de Vigilância Sanitária, Guia nº 16/2018 - Guia para determinação do prazo de validade dos alimentos, versão 1**. Disponível em: http://antigo.anvisa.gov.br/documents/10181/5056443/Guia+16_2018+prorrogacao+prazo.pdf/13a19f5f-94f8-4430-9548-6d43278ffb62.

BELLAVER, C., 2009. Qualidade: Índice de Acidez em Farinhas e Gorduras Animais, **Revista Graxaria Brasileira**, Mar / Abril nº 40.

BINDER, E.M., TAN, L.M., CHIN, L.J., RICHARD, J., 2007. The Worldwide occurrence of mycotoxins in commodities feeds and feed ingredients, **Animal Feed Science and Technology**, 137, 265, 282.

BOESCHE, K.E., AND DONKIN, S.S., 2020. Pretreatment with saturated and unsaturated fatty acids regulates fatty acid oxidation in Madin-Darby bovine kidney cells, **Journal of Dairy Science**, 103, 8841, 8852.

BRASIL 2020. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, Instrução Normativa nº 27, de 20 de abril de 2020, Altera os procedimentos de fiscalização de produtos destinados à alimentação animal, previstos na Instrução Normativa nº 04, de 23 de fevereiro de 2007 e na Instrução Normativa nº 65, de 21 de novembro de 2006, **Diário Oficial da União**, Brasília, seção 1, folha 2.

BRASIL 2007. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, Instrução Normativa nº 04, de 23 de fevereiro de 2007, Regulamento técnico sobre as condições higiênicas e sanitárias e boas práticas de fabricação de estabelecimentos fabricantes de produtos para alimentação animal e a guia de fiscalização, **Diário Oficial do União**, Brasília, seção 1, página 17.

BRASIL 2005. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, **Manual para amostragem de produtos para alimentação de ruminantes, em propriedades rurais**, Brasília - DF, 6, 27.

BRASIL, 1976. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, Decreto nº 76. 986, de 6 de janeiro de 1976, dispõe sobre a obrigatoriedade de fiscalização e fiscalização de produtos destinados à alimentação animal, **Diário Oficial da União**, Brasília - DF, 6 de janeiro.

BRITO, C.B.M., FELIX, A.P., JESUS, R.M., FRANÇA, M.I., KRABBE, E.L., OLIVEIRA, S.G., MAIORKA, A., 2010. Digestibility and palatability of dog foods containing different moisture levels, and the inclusion of a mould inhibitor, **Animal Feed Science and Technology**, 159, 150, 155.

BÜRGER, PJ, PEREIRA, JC, QUEIROZ, AC, COELHO, SJF, VALADARES FILHO, SC, CECON, PR E CASALI, ADP, 2000. Comportamento ingestivo em bezerros holandeses alimentados com dietas contendo diferentes níveis de concentrado, **Revista Brasileira de Zootecnia**, 29, 236, 242.

CEN, 2009. Foodstuffs, Determination of vitamin D by high performance liquid chromatography – Measurement of cholecalciferol (D3) or ergocalciferol (D2), EN 12821:2009, **Brussels: European Committee for Standardization**.

CEN, 2014. Foodstuffs, Determination of vitamin A by high performance liquid chromatography – Part 1: Measurement of all E-retinol and 13-Z-retinol, EN 12823-1:2014, **Brussels: European Committee for Standardization**.

CORADI, P.C., CHAVES, J.B.P., LACERDA FILHO, A.F., MOTA, T.O., 2014. Qualidade de grãos de milho armazenados em diferentes condições, **Scientific Jaboticabal**, 42, 118, 133.

- CORADI, P.C., MALDANER, V., LUTZ, É., DA SILVA DAÍ, P.V., TEODORO, P.E., 2020. Influences of drying temperature and storage conditions for preserving the quality of maize postharvest on laboratory and field scales, **Scientific Reports**, 10, 22006.
- DAWOD, A., AHMED, H., ABOU-ELKHAIR, R., ELBAZ, H.T., TAHA, A.E., SWELUM, A.A., ALHIDARY, I.A., SAADELDIN, I.M., AL-GHADI, M.Q., BA-AWADH, H.A., HUSSEIN, E.O.S., AL-SAGHEER, A.A., 2020. Effects of Extruded Linseed and Soybean Dietary Supplementation on Lactation Performance, First-Service Conception Rate, and Mastitis Incidence in Holstein Dairy Cows, **Animals (Basel)**, 10, 436.
- DE PAULA, E.F.E., MAIA, F.D.P., CHEN, R.F.F., 2012. Óleos vegetais na nutrição de ruminantes, **Revista Eletrônica Nutritime**, 182, 2075, 2103.
- DEMITO, A., AND AFONSO, A.D.L., 2009. Quality of artificially cooled soybean seeds. **Agriculture Engineering**, 17, 7, 14.
- DILKIN, P., MALLMANN, A.O., OLIVEIRA, M.S., MALLMANN, C.A., 2014. Micotoxinas: prevalência em alimentos, efeitos nos animais e seu controle, **Anais Avisulata Sanidade**.
- FENG, S., SHAN, W., KOJIMA, M., 2015. Protease treatment, glucose addition and saccharification of adzuki beans effects on the radical-scavenging properties of soymilk, **Journal of Food and Nutrition Research**, 3, 613, 619.
- FLEURAT-LESSARD, F., 2017. Integrated management of the risks of stored grain spoilage by seedborne fungi and contamination by storage mould mycotoxins – An update, **Journal of Stored Products Research**, 71, 22, 40.
- GABBI, A.M., CYPRIANO, L., PICCININ, I., 2011. Microbiological and physicochemical aspects of three commercial rations under different storage conditions, **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, 12, 784, 793.
- GATTO, V.J., MOEHLE, W.E., COBB, T.W., SCHNELLER, E.R., 2006. Oxidation Fundamentals and Its Application to Turbine Oil, **Testing Journal of ASTM Internacional**, 3, 4.
- GOMES, J.C., E OLIVEIRA, G.F., 2011. **Análise físico-química de alimentos**, editora UFV, p. 303.

GONZÁLES-TORRALBA, J., ARAZURI, S., JAREN, C., ARREGUI, L.M., 2013. Influence of temperature and r.h. During storage on wheat bread making quality, **Journal of Research**, 55, 134, 144.

GUANG, L.Y., CHENG, I.D., PING, L.J., CHAO, G., QING, Z. Y., ZHONG, Y., ZHONG, Z.X., MIN, Y.X., Effects of non-protein nitrogen supplement on growth performance of graze cattle, **Animal Husbandry and Feed Science**, 3, 5, 6.

IAL - Instituto Adolfo Lutz, 2008. Métodos físico-químicos para análise de alimentos, São Paulo, p. 1020.

ISO, 2015. **International Standard, 12966-4:2015**, Animal and vegetable fats and oils — gas chromatography of fatty acid methyl esters — Part 4: Determination by capillary gas chromatography, Switzerland, June.

ISO, 2011. **International Standard, 12966-2**, Gorduras e óleos animais e vegetais - Cromatografia em fase gasosa de ésteres metílicos de ácidos graxos - Parte 2: Preparação de ésteres metílicos de ácidos graxos, Organização Internacional de Normalização, Suíça, 15p.

JAY, J.M., 2005. **Microbiologia de alimentos**. 6.ed, Tradução: Eduardo César Tondo, Porto Alegre: Artmed, p. 712.

KEMBOI, D.C., ANTONISSEN, G., OCHIENG, P.E., CROUBELS, S., OKOTH, S., KANGETHE, E.K., FAAS, J., LINDAHL, J.F., GATHUMBI, J.K., 2020. A Review of the Impact of Mycotoxins on Dairy Cattle Health: Challenges for Food Safety and Dairy Production in Sub-Saharan Africa, **Toxins (Basel)**, 12, 222.

KHATIBI, P.A., MCMASTER, N.J., MUSSER, R., SCHMALE, D.G., 2014. Survey of mycotoxins in corn distillers' dried grains with solubles from seventy-eight ethanol plants in twelve states in the U.S. in 2011, **Toxins**, 1155, 1168.

MALLMANN, C.A. E DILKIN, P., 2007. **Micotoxinas e micotoxicoses em suínos**, Santa Maria: Pallotti, p. 238.

MARTINS, R., MASCHIO DE, D.S., FERNANDA, L., HELDT, S., 2018. Qualidade de ração peletizada para gado de uma fábrica no sudoeste do Paraná, **Anais da Seagro**, Centro Universitário FAG, 95, 98.

- MARÇAL, W.S., NASCIMENTO, M.R., MENCK, M.F., 2015. Níveis de metais pesados em suplementos minerais para bovinos comercializados em Londrina, **Revista Brasileira de Higiene e Saúde Animal**, 9, 592, 601.
- MASSUQUETTO, A., DURAU, J.F., SCHRAMM, V.G., NETTO, M.V.T., KRABBE, E.L., MAIORKA, A., 2018. Influence of feed form and conditioning time on pellet quality, performance and ileal nutrient digestibility in broilers, **The Journal of Applied Poultry Research**, 27, 51, 58.
- MAZIERO, M.T., E BERSOT, L.S., 2010. Micotoxinas em alimentos produzidos no Brasil, **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, 12, 89, 99.
- NAWAR, W.W., 1996. Lipids. In: FENNEMA, O.R., (Ed.). **Food chemistry**, 3. Ed. New York: M. Dekker, p. 225, 319.
- NISHIMWE, K., BOWERS, E., AYABAGABO, J.D., HABIMANA, R., MUTIGA, S., MAIER, D., 2019. Assessment of Aflatoxin and Fumonisin Contamination and Associated Risk Factors in Feed and Feed Ingredients in Rwanda. **Toxins**, 11, 270.
- NRC, **National Research Council**, 2001. Nutrient requirements of dairy cattle. 7. Rev. ed. Washinton, D.C.: p. 381.
- OPSOMER, G., 2015. Interaction between metabolic challenges and productivity in high yielding dairy cows, **Japanese Journal of Veterinary Research**, 63, S1, S14.
- PARAGINSKI, R.T., ROCKENBACH, B.A., SANTOS, R.F., ELIAS, M.C., OLIVEIRA, M., 2015. Quality of corn grains stored at different temperatures, **Brazilian Journal of Agricultural and Environmental Engineering**, 19, 358, 363.
- PEDERSEN, C., JONSSON, H., LINDBERG, J.E., ROOS, S., 2004. Microbiological characterization of wet wheat distillers' grain, with focus on isolation of lactobacilli with potential as probiotics, **Applied and Environmental Microbiology**, 70, 1522, 1527.
- PEREIRA, A., MACHADO, L.C., NORONHA, C.M.S., 2010. Controle de qualidade na produção de rações, **PUBVET**, Londrina, 4, 29, 134, 909.
- QUIRINO, J.R., MELO, A.P.C., VELOSO, V.R.S., ALBERNAZ, K.C., PEREIRA, J.M., 2013. Artificial cooling in the conservation of commercial quality of stored corn grains. **Bragantia**, 72, 378, 386.

RIBEIRO, L.B., BANKUTI, F.I., DA SILVA, M.U., RIBEIRO, P.M., SILVA, J.M., SATO, J., BORTOLO, M., VASCONCELLOS, R.S., 2019. Oxidative stability and nutritional quality of poultry by-product meal: An approach from the raw material to the finished product, **Animal Feed Science and Technology**, 255.

RODRIGUES, C., DE OLIVEIRA, J., BIER, JUCOSKI, MC, ROSSI, SC, DE CARVALHO, JC, VANDERBERGHE, LP.S., SPIER, MR, MEDEIROS, ABP, SOCCOL, CR, 2017.

Bioprocessos no produção de aditivos alimentares, **In: Biotecnologia Aplicada à Agro & Indústria** - Vol. 4. São Paulo: Blucher, p. 249, 282.

SANTOS, ADF, TORRES, CAA, RENNÓ, FP, DRUMOND, MRS, FREITAS, JJE, 2009. Uso de óleo de soja em dietas para vacas leiteiras no período de transição: consumo, produção e composição do leite, **Revista Brasileira em Zootecnia**, 38 , 1363, 1371.

SANTOS, W.B.R., 2010. Qualidade do leite de vacas em pastejo, suplementadas com concentrados contendo grãos de girassol processados física ou quimicamente, Maringá, **Tese (Doutorado em Zootecnia)**, Universidade Estadual de Maringá, Departamento de Zootecnia.

SANTOS-ZAGO, L.F., BOTELHO, A.P., DE OLIVEIRA, A.C., 2008. Efeitos do ácido linoléico conjugado no metabolismo animal: avanços na pesquisa e perspectivas para o futuro, **Nutrition Magazine**, 21, 195, 221.

SHURSON, G.C., SALZER, T.M., KOEHLER, D.D., WHITNEY, M.H., 2011. Effect of metal amino acid complexes and inorganic trace minerals on vitamin stability in premixes. **Animal Feed Science and Technology**, 163, 200, 206.

SILVA, M.U., 2018. Avaliação da estabilidade oxidativa e isotermas de adsorção em alimentos para animais de estimação, **Dissertação de Pós-Graduação em Zootecnia**. Universidade Estadual de Maringá. Maringá - PR. Curitiba.

SILVA, R.R., SILVA, F.F., PRADO, I.N., CARVALHO, G.G.P., OLIVEIRA, A.P., CHAVES, M.A., MENDES, F.B.L., SOUZA D.R. E PINHEIRO, A.A. 2007. Efeito da ração farelada e peletizada no comportamento ingestivo de bezerros da raça Holandesa, **Archivos de Zootecnia**, 56, 227, 238.

SIMÕES FILHO, L.M., LOPES, M.A., BRITO, S.C., ROSSI, G., PROF, L.C., BARBARI, M., 2020. Ordenha robótica de vacas leiteiras: Uma revisão, **Semina: Ciências Agrárias**, 41, 2833, 2849.

SINDIRAÇÕES 2020. **Sindicato Nacional da Indústria de Alimentação Animal**, Boletim da Indústria, Dezembro / 2020.

<https://sindiracoes.org.br/>

SUCUPIRA, N.R., XEREZ, A.C.P., E DE SOUSA, P.H.M., 2012. Perdas de vitamina durante o tratamento térmico de alimentos, UNOPAR Scientific. **Ciências Biológicas e da Saúde**, 14, 121, 8.

VILELA, D.F., ANDRADE, C.N., CASTRO, D.S., PIRES, M.F., 2016. Exigências de cálcio e fósforo na nutrição de bovinos, **Revista Nutritime**, 13, 2, Mar / Abr.

WHITLOCK, L.A., SCHINGOETHE, D.J., HIPPEN, A.R., KALSCHEUR, K.F., BAER, R.J., RAMASWAMY, N., KASPERSON, K.M., 2002. Fish oil and extruded soybeans fed in combination increase conjugated linoleic acid in milk of dairy cows more than when fed separately, **Journal of Dairy Science**, 85, 234, 243.

YALÇIN, S., BURÇAK, E., ONBAŞILAR, İ., RAMAY, M.S., PIRPANAHI, M., 2019. Effects of sepiolite supplementation to dairy concentrate on pellet quality characteristics, **Veteriner Fakültesi Dergisi**, 25, 119,123.

4. CONCLUSÃO GERAL

A revisão bibliográfica realizada neste estudo, demonstra a importância das diversas fontes de gordura na alimentação de vacas de alta produção. Fica claro que as fazendas leiteiras vem cada vez mais selecionando vacas com alto potencial genético para o quesito produção de leite. Contudo existe uma escassez de estudos quando o assunto abordado é armazenamento de concentrados para bovinos leiteiros em silos metálicos nas fazendas de leite. As informações sobre este tema ficam restritas a grãos de cereias, inteiros, armazenados em silos de estocagem nos armazens.

Falta dados do comportamento destas formulações comerciais quando armazenadas em silos metálicos nas fazendas leiteiras do Brasil. Haja visto que sob condições inadequadas de conservação durante o seu uso, que envolvem o local, tempo, temperatura, umidade e atividade de água do concentrado, pode favorecer perdas nutricionais devido a oxidação dos lípidios.

O resultados expostos no artigo oriundo deste trabalho de dissertação apresentou oscilação de temperatura e umidade interna e externa no local de condução do experimento e nas unidades experimentais, demonstrando que essas variáveis podem interferir na qualidade do produto armazenado.

O perfil de ácidos graxos do concentrado formulado teve como destaque a presença do ácido linoleico. Podendo ser atribuído a esta formulação comercial o poder nutracêutico em sua composição. As vitaminas A e D3 foram as mais afetadas pelo armazenamento e a vitamina E a que menos sofreu ação.

As variáveis nitrogênio não proteico, cálcio, umidade e atividade água se mantiveram estáveis com o armazenamento de 28 dias em silos metálicos nas fazendas. Já a proteína bruta e o extrato etéreo tiveram aumento significativo. Por sua vez, fósforo, matéria mineral, índice de acidez e pH, apresentaram diminuição significativa.

A contagem média de bolores e leveduras no concentrado foi influenciada negativamente pelo armazenamento, porém, contagem total de aeróbios e de aflatoxinas (B1, G1, B2 e G2) permaneceram em níveis baixos.

Demonstrando assim que a formulação em questão apresentou boa estabilidade durante o seu armazenamento quanto as variáveis que interferem negativamente o seu perfil. Desta forma, fica indiscutível a importância da qualidade da matéria prima utilizada no momento da fabricação, bem como do uso de aditivos conservantes na formulação, por mais que o silo de

armazenamento tenha aquecido o concentrado, o que seria uma condição propícia a perda da estabilidade.

Como perspectivas futuras, ressalta-se a necessidade de trabalhos que abordem o armazenamento de outros concentrados com diferentes formulações para vacas leiteiras quando preservados em silos metálicos durante o seu uso.

REFERÊNCIAS

- AGUIAR, R. W. S.; BRITO, D. R.; OOTANI, M. A.; FIDELIS, R. R.; PELUZIO, J. N. Efeito do dióxido do carbono, temperatura e armazenamento sobre sementes de soja e microflora associada. **Revista Ciência Agronômica**, v.43, p.554-560, 2012.
- ALLEN, M., S. Effects of diet on short-term regulation of feed intake by lactating dairy cattle. **Journal of Dairy Science**, 83, 1598-1624, 2000.
- ARAÚJO, J. M. A. **Química de Alimentos: Teoria e Prática**. 5. ed. Minas Gerais: Editora UFV, 2011, p. 244–264.
- ANUÁRIO LEITE. ANUÁRIO leite 2018: **Indicadores, tendências e oportunidades para quem vive no setor leiteiro**. Embrapa Gado de Leite (CNPGL). São Paulo: Texto Comunicação Corporativa, 2018.
- BEAM, T. M.; JENKINS, T. C.; MOATEP, P. J. et al. Effect of amount and source of fat on the rates of lipolysis and biohydrogenation of fatty acids on ruminal contents. **Journal of Dairy Science**, v. 83, p.2564-2573, 2000.
- BELINATO, G. **Estudo da oxidação dos óleos de soja e dendê aditivados com antioxidantes para uso em tratamentos térmicos de têmpera**. 2009. 119f. Dissertação (Mestrado) - Escola de Engenharia de São Carlos, Instituto de Física de São Carlos, Instituto de Química de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2010.
- BELTRÃO, N. E. M. **O agronegócio do algodão no Brasil**, v.1, e. 1. EMBRAPA, Campina Grande – PB, 1999.
- BUENO, J. L. B. C. **Influência da adição de óleo de soja no perfil oxidativo de concentrado para bovino**. 2012. 70 f. Dissertação (Mestrado) - Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, Universidade de São Paulo, Pirassununga, 2012.
- BRASIL, Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento - MAPA. Manual de colheita de amostras em produtos destinados à alimentação de ruminantes, em propriedades rurais – Brasília: **MAPA/DAS/DAS**, 2005.
- BRASIL, Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento - MAPA. Instrução Normativa no 15, de 17 de julho de 2001. Brasília: **MAPA/DAS/DAS**, 2001.
- CARVALHO, D. C. O. et al. Composição Química e Energética de Amostras de Milho Submetidas a Diferentes Temperaturas de Secagem e Períodos de Armazenamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 33, n. 2, p. 358-364, mar./abr. 2004.
- CHUNG, C. H.; SANGUANSRI, L.; AUGUSTIN, M. A. In vitro lipolysis of fish oil micro capsules containing protein and resistant starch. **Food Chemistry**, v.124, p. 1480e1489, 2011.
- CIESLAK, A.; SOLIVA, C., R.; POTKANSKI, A.; SZUMACHER-STRABEL, M.; SCHEEDER, M., R., L.; MACHMÜLLER, A. Effect of plant oils on methane emission and biohydrogenation in vitro. **GGAA, Zurich**, 456-459, 2006.

CONEGLIAN, S. M.; LIMA, B. S.; SILVA, L. G.; LAZZARI, C. M.; SERRANO, R. D. C.; TONELLO, C. L. Utilização de antioxidantes nas rações. **Pubvet**, Londrina, v.5, 152.ed., 2011. Art. 1026.

COSTA, R. G.; QUEIROGA, R. C. R. E.; PEREIRA, R. A. G. Influência do alimento na produção e qualidade do leite de cabra. **Revista Brasileira de Zootecnia**, 38, 307-321, 2009.

COUTO, R. O.; CONCEICAO, E. C.; CHAUL, L. T.; OLIVEIRA, E. M. S.; MARTINS, F. S.; BARA, M. T. F.; REZENDE, K. R.; ALVES, S. F.; PAULA, J. R. Spray dried Rosemary extracts: physicochemical and antioxidant properties. **Food Chemistry**, London, v. 131, n. 1, p. 99-105, 2012.

DAWOD, A.; AHMED, H.; ABOU-ELKHAIR, R.; ELBAZ, H. T.; TAHA, A. E.; SWELUM, A. A.; ALHIDARY, I. A.; SAADELDIN, I. M.; AL-GHADI, M. Q.; BAWADH, H. A.; HUSSEIN, E. O. S.; AL-SAGHEER, A. A. Effects of Extruded Linseed and Soybean Dietary Supplementation on Lactation Performance, First-Service Conception Rate, and Mastitis Incidence in Holstein Dairy Cows. **Animals (Basel)**, 10, 436, 2020.

DE PAULA, E. F. E.; MAIA, F. D. P.; CHEN, R. F. F. Óleos vegetais na nutrição de ruminantes. **Revista Eletrônica Nutritime**, a.182, v. 9, n. 06. p. 2075–2103. Novembro, 2012.

DEMEYER, D., E.; DOREAU, M. Targets and procedures for altering ruminant meat and milk lipids. **Proceedings of the Nutrition Society**, v.58, p.593–607, 1999.

DEMITO, A.; AFONSO, A. D. L. Qualidade das sementes de soja resfriadas artificialmente. **Engenharia da Agricultura**, v. 17, n.1, p.7-14, 2009.

DEVILLA, I. A.; COUTO, S. M.; QUEIROZ, D. M. de; DAMASCENO, G. S.; REIS, F. P. Qualidade de grãos de milho submetidos ao processo de seca-aeração. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande - PB, v. 3, n. 2, p. 211-215, 1999.

DRIDI, W., ESSAFI, W., GARGOURI, M., LEAL CALDERON, F.; CANSELL, M. Influence of formulation on the oxidative stability in water-in-oil emulsions. **Food Chemistry**, v. 202, p. 205–211, 2016.

EICHELBERGER, L., PORTELLA, J. A., **Secagem de Grãos**. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Embrapa Trigo, Passo Fundo, 2001.

EIFERT, E. C.; LANA, R. P.; LEÃO, M. I.; ARCURI, P. B.; VALADARES, FILHO, S. C. LEOPOLDINO, W. M.; OLIVEIRA, J. S.; SAMPAIO, C. B. Efeito da combinação de óleo de soja e monensina na dieta sobre o consumo de matéria seca e a digestão em vacas lactantes. **Revista Brasileira de Zootecnia**, 34, 1, 297-308, 2005.

ELIAS, M. C. Operações de pré-armazenamento, armazenamento e conservação de grãos. In: ELIAS, M. C. (Ed.) **Pós-colheita de Arroz: Secagem, Armazenamento e Qualidade**. Pelotas: Edgraf UFPel, 2007.

FENG, S.; SHAN, W.; KOJIMA, M. Protease treatment, glucose addition and saccharification of adzuki beans effects on the radical-scavenging properties of soymilk. **Journal of Food and Nutrition Research**, 3, p. 613 e 619, 2015.

FENNEMA, O. R. **Química de alimentos**. Editora Artmed, 4a Ed., 2010.

FLEURAT-LESSARD, F. Integrated management of the risks of stored grain spoilage by seedborne fungi and contamination by storage mould mycotoxins – An update. **Journal of Stored Products Research**.v.71, p. 22–40, 2017.

FRANKEL, E. N.; HUANG, S.-W.; KANNER, J.; GERMAN, J. B.; **Journal. Agriculture. Food Chemistry**. v.42, p.1054, 1994.

GAIOTTO, J. B. **Óleo de Soja, Óleo Ácido de Soja e Sebo Bovino como Fontes de Gordura em Rações para Frangos de Corte**. Piracicaba, SP, 2000. Dissertação (Mestrado). Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, 2000.

GATTO, V. J.; MOEHLE, W. E.; COBB, T. W.; SCHNELLER, E. R. Oxidation fundeterinárs and its application to turbine oil testing. **Journal of ASTM Internacional**, v.3. April, 2006.

GERMANO, P. M. L.; GERMANO, M. I. S. **Higiene e Vigilância Sanitária de Alimentos**. São Paulo: Livraria Varela, 2001.

GOMES, J. C., OLIVEIRA, G. F. **Análises físico-químicas de alimentos**. Editora UFV. 303p. 2011.

GONZÁLES-TORRALBA, J.; ARAZURI, S.; JAREN, C.; ARREGUI, L. M. Influence of temperature and r.h. During storage on wheat bread making quality. **Journal of Research**. v.55, p. 134-144, 2013.

HALLIWELL, B.; GUTTERIDGE, J. M. C. Oxygen free radicals and iron in relation to biology and medicine: some problems and concepts. **Archives Biochemical Biophys**. Elsevier, v. 246, p. 501-514, 1986.

KOZLOSKI, G. V. **Bioquímica dos ruminantes**. 2ª edição. Ed. da UFSM (Santa Maria, RS), 2009.

LALLES, J. P.; BOSI, P.; JANCZYK, P.; KOOPMANS, S. J.; TORRALLARDONA, D. Impact of bioactive substances on the gastrointestinal tract and performance of weaned piglets: a review. **Animal Science**, v.12, p. 1625-1643, 2009.

LI, X.; KONG, W.; SHI, W. **A combination of chemometrics methods and GC–MS for the classification of edible vegetable oils**. Chemometrics and Intelligent Laboratory Systems, v. 155, p. 145-150, 2016.

LINDSEY, D. Lecthinin in animal feeds. **Central Soya**. Disponível em: <<http://www.centralsoya.com/censoya/censoya.nsf>>. Acesso em: 10 set. 2019.

MARTEN, B.; PFEUFFER, M.; SCHREZENMEIER, J. Medium-chain triglycerides. **International Dairy Journal**, v. 16, p. 1374-1382, 2006.

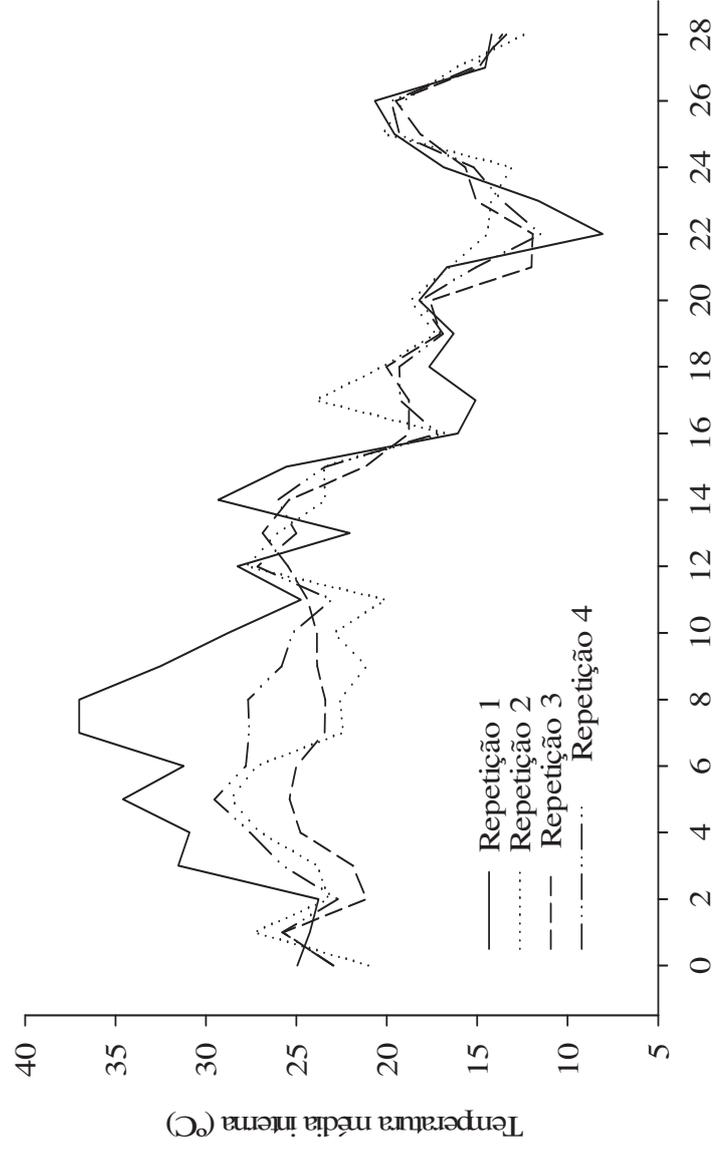
- MARTIN, C.; ROUEL, J.; JOUANY, J. P.; DOREAU, M.; CHILLIARD, Y. Methane output and diet digestibility in response to feeding dairy cows crude linseed, extruded linseed, or linseed oil. **Journal of Animal Science**, 86, 2642-2650, 2008.
- MASCARENHAS, A. G.; DONZELE, J. L.; OLIVEIRA, R. F. M.; SANTOS, A. D. F.; NEVES, M. T. D. Fontes de lipídios e níveis de energia digestível sobre o desempenho reprodutivo de suínos machos. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v.11, n.1, p. 114-130, 2010.
- MAZIERO, M. T.; BERSOT, L. S. Micotoxinas em alimentos produzidos no Brasil. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, v.12, p.89-99, 2010.
- Micotoxinas na dieta de bovinos de corte: revisão. **Archivos de Zootecnia**, v. 69, n. 266, p. 234-244, 2020.
- MORETTO, E.; FETT, R. Tecnologia de Óleos e Gorduras Vegetais na Indústria de Alimentos. São Paulo: Livraria Varela, 1998.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL-NRC. **Nutrient requirements of dairy cattle**. 7. Rev. ed. Washinton, D.C.: 2001. 381p.
- NAWAR, W. W. Lipids. In: FENNEMA, O. R. (Ed.). **Food chemistry**. 3. Ed. New York: M. Dekker, 1996. P. 225-319.
- NITHYA, U.; CHELLADURAI, V.; JAYAS, D. S.; WHITE, N. D. G. Safe storage guidelines for durum wheat. **Journal of Stored Products Research**, v.47, n.4, p.328-333, 2011.
- NOVINSKI, C. O. Composição de micotoxinas e bromatologia de silagens de milho em silos de grande porte utilizando imagens em infravermelho. [Dissertação] Pós-Graduação em Ciências Veterinárias. Universidade Federal do Paraná. Curitiba, 2013.
- OGBOLU, D. O.; ONI, A. A.; DAINI, O. A.; OLOKO, A. P. In vitro antimicrobial properties of coconut oil on *Candida* species in Ibadan, Nigeria. **Medicinal Food**, v. 10, p. 384–387, 2007.
- OLIVEIRA, S. G.; SIMAS, J. M. C.; SANTOS, F. A. P. IMAIZUMI, H. Suplementação com diferentes fontes de gordura em dietas com alta e baixa inclusão de concentrado para vacas em lactação. **Ars Veterinária**, 20, 2, 160-168, 2004.
- PALMIQUIST, D. L.; E MATTOS, W. R. S. Metabolismo de lipídios. In: **Nutrição de ruminantes**. Editores: BERCHIELLI, T. T.; PIRES, A. V.; OLIVEIRA, S. G. Funep (Jaboticabal-SP), 287-308, 2006.
- SANTOS, A. D. F.; TORRES, C. A. A.; RENNÓ, F. P.; DRUMOND, M. R. S.; FREITAS JÚNIOR, J. E. Utilização de óleo de soja em rações para vacas leiteiras no período de transição: consumo, produção e composição do leite. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, p.1363-1371, 2009.
- SANTOS Z. A. S. **Valor nutricional de alimentos para suínos determinado na universidade federais de lavras**. Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras,

como parte das exigências do Curso de Mestrado em Zootecnia, área de concentração em Produção Animal, para obtenção do título de Mestre. Lavras- MG– BRASIL 2003.

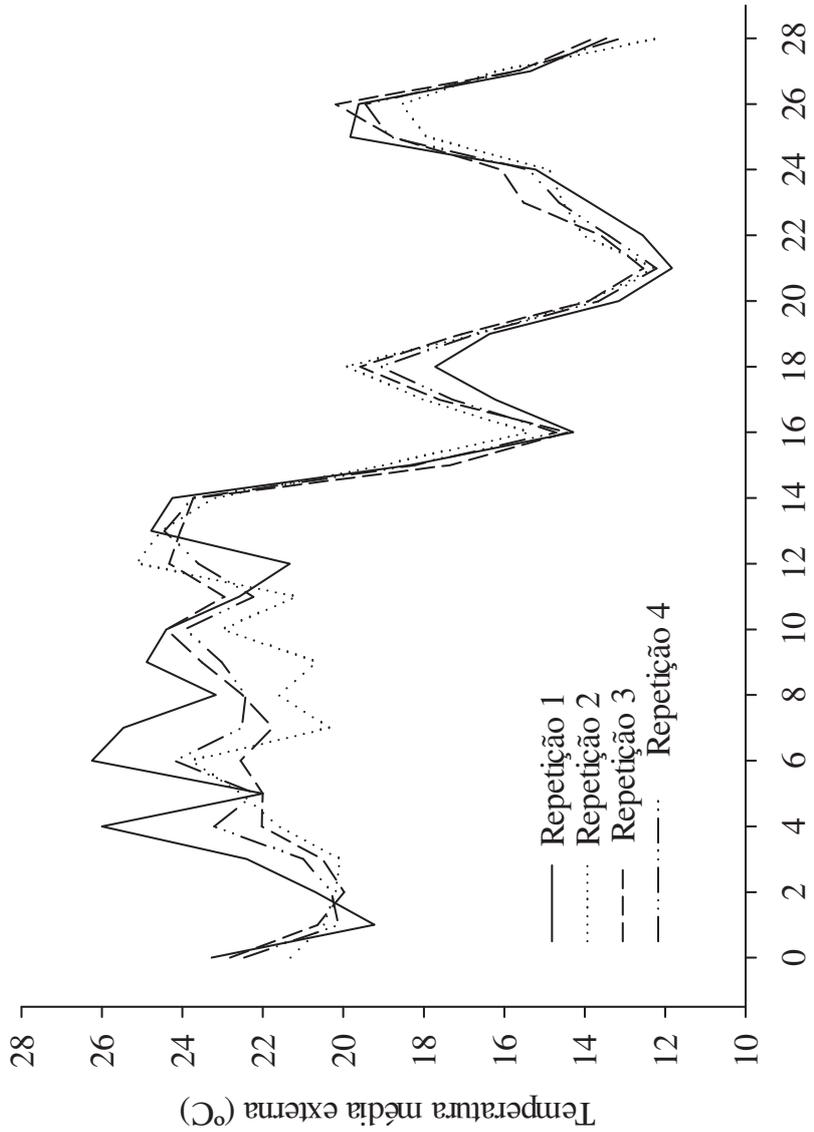
TANAKA, K. Occurrence of conjugated linoleic acid in ruminant products and its physiological functions. **Journal of Animal Science**, v. 76, p. 291-303, 2005.

VALADARES FILHO, S. C.; PINA, D. S. Fermentação ruminal. In: BERCHIELLI, T. T.; PIRES, A. V.; OLIVEIRA, S. G. (Ed.). **Nutrição de ruminantes**. Jaboticabal: Funep, p.151-179, 2006.

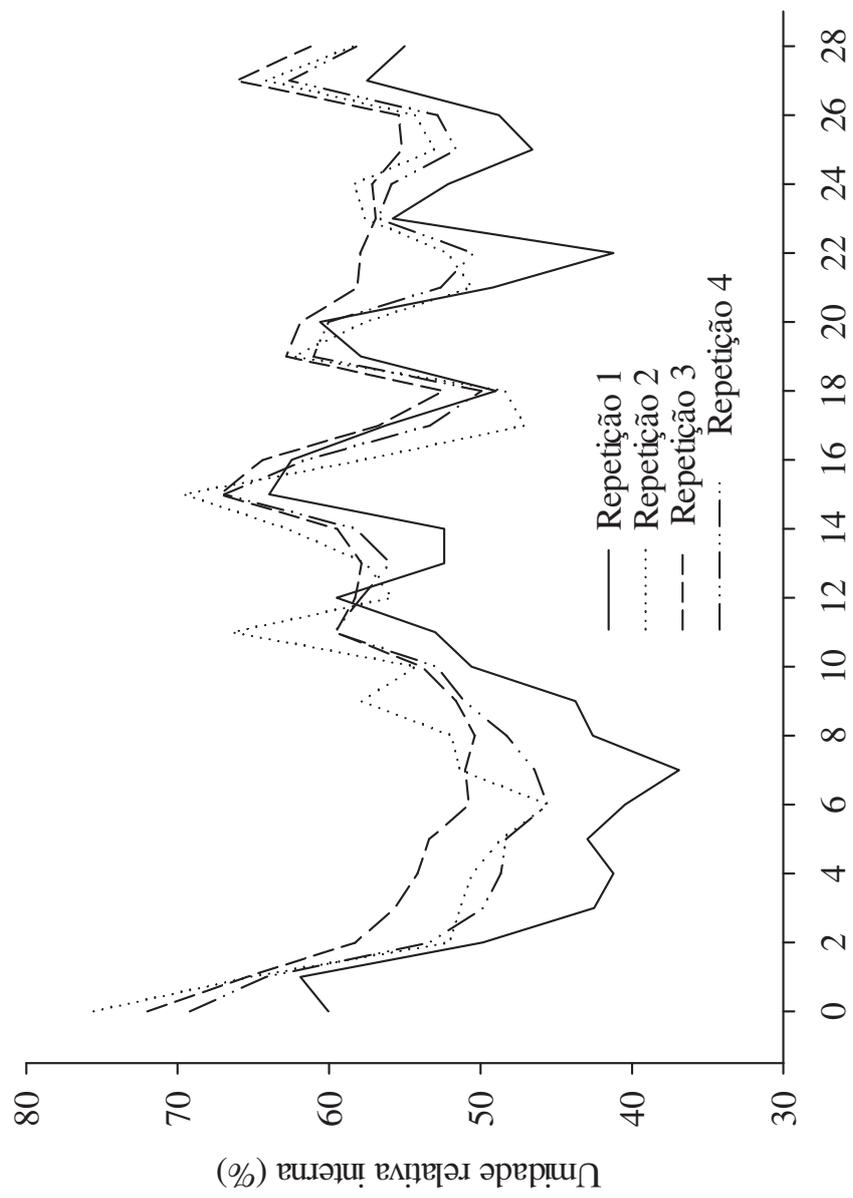
ANEXO A – TEMPERATURA E UMIDADE RELATIVA DO AR MÉDIA INTERNA E EXTERNA DOS SILOS METÁLICOS DURANTE 28 DIAS DE ARMAZENAMENTO DO CONCENTRADO COM GORDURA POLIINSATURADA.



Dias de armazenamento
Fonte: elaborado pelo Autor (2021)

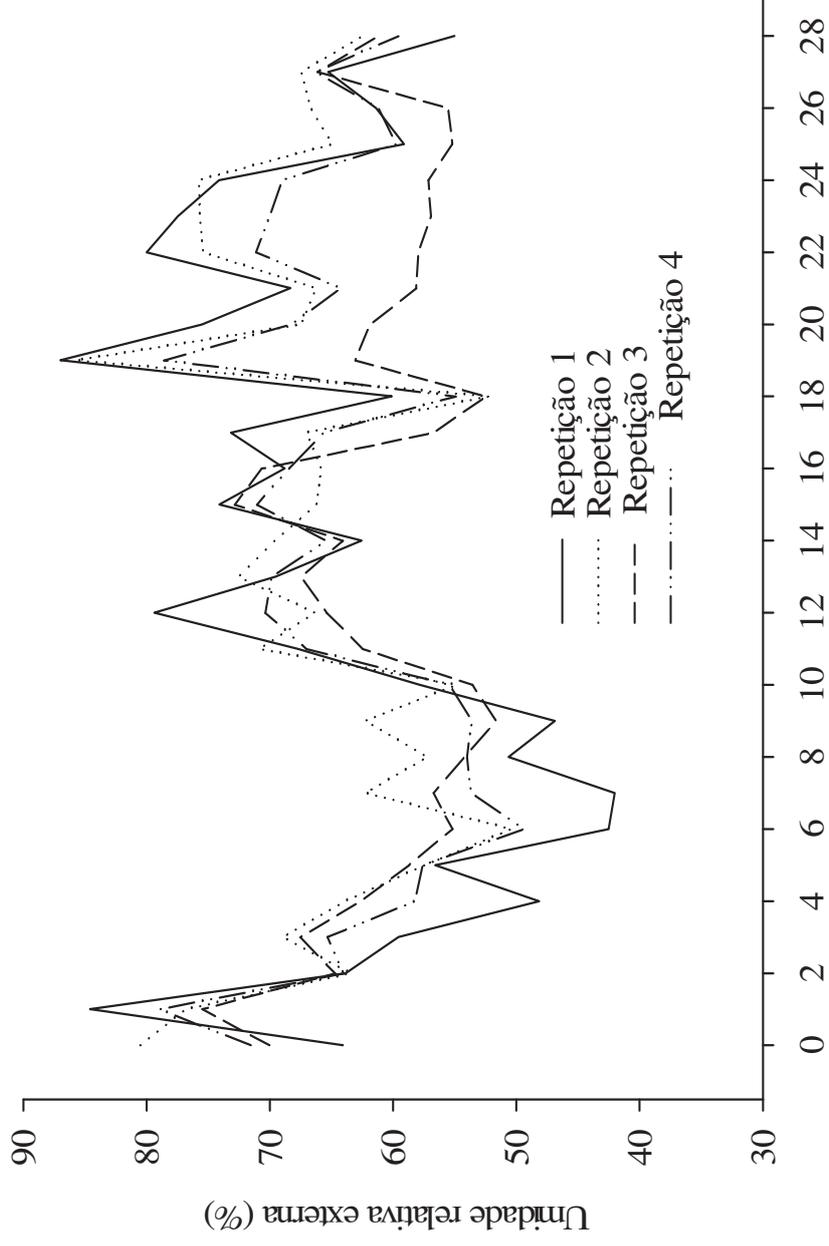


Dias de armazenamento
Fonte: elaborado pelo Autor (2021)



Dias de armazenamento

Fonte: elaborado pelo Autor (2021)



Dias de armazenamento
Fonte: elaborado pelo Autor (2021)

APÊNDICE

Artigo publicado no periódico: *Tropical Animal Health and Production*, v.53, n.87, 2021.

DOI: <https://doi.org/10.1007/s11250-020-02456-7>



Regular Articles | Published: 07 January 2021

Performance of broiler chicken submitted to a quantitative feed restriction program

[Tiago Bordin](#), [Fernando Pilotto](#) , [Daniela Pesenatto](#), [Bruno Sebastião de Mendonça](#), [Luciane Daroit](#), [Laura Beatriz Rodrigues](#), [Ezequiel Davi dos Santos](#) & [Elci Lotar Dickel](#)

Tropical Animal Health and Production **53**, Article number: 87 (2021) | [Cite this article](#)

32 Accesses | [Metrics](#)

Abstract

The search for better zootechnical indexes such as feed conversion, daily weight gain, uniformity, and lower bird mortality has become a priority within the poultry industry. The use of food restriction programs has emerged as an alternative to improve these rates as well