

POTENCIAL DE UTILIZAÇÃO DO PÓ DE ROCHA COMO ADITIVO DE SILAGEM DE MILHO E CAPIM MOMBAÇA ANTES DA FERMENTAÇÃO

Danilo Corrêa Baião¹ (IC – engdanilobaiao@gmail.com)*, José Henrique da Silva Taveira (PO),
Níbia Sales Damasceno Corioletti (PG), Sidinei Corioletti (AC), Bruno Moreira dos Santos (PO),
Luciane Cristina Roswalka (PO), Pedro Rogério Giongo (PO)

¹Universidade Estadual de Goiás – Câmpus Oeste – Sede São Luís de Montes Belos. Rua da Saudade,
nº 56, Vila Eduarda, CEP: 76.100-000, São Luís de Montes Belos, Goiás.

Resumo: A silagem para alimentação animal tem a principal função de complementar ou até mesmo suprir os rebanhos na época da seca, onde as pastagens são escassas ou até mesmo inexistentes. Por outro lado, também é utilizada em sistemas de confinamento, onde os animais são criados fechados e não tem acesso ao pasto aberto. Diante disso, objetivou-se com o presente estudo investigar o potencial do uso do pó de rocha como aditivo na silagem de Zeamais - Milho e capim *Panicum maximum* cv. Mombaça. O experimento foi realizado no município de Cocalinho – Mato Grosso, o qual incluiu diferentes concentrações de pó de rocha nas parcelas de silagem. As inclusões de pó de rocha, tanto no milho quanto no capim Mombaça foram de 0%, 5%, 10%, 15%, 20% e 25% em relação ao peso. Após os incrementos, foram retiradas as amostras de cada tratamento e encaminhadas para as análises de matéria mineral e proteínas. Os dados foram submetidos ao teste F e, quando significativos ($p\text{-value} < 0.05$), à análise de regressão, utilizando o programa estatístico SIRVAR. Os resultados revelaram aumento linear acentuado na matéria mineral com o aumento na % de pó de rocha aditivado na silagem, enquanto a quantidade de proteína diminuiu sutilmente de forma linear. Entretanto, as doses de pó de rocha estudadas mantiveram o teor proteico próximo ao teor do tratamento controle, tanto para a silagem de milho quanto para a silagem de capim Mombaça. Isso sugere a necessidade de equilíbrio na formulação para otimizar os benefícios dos minerais existentes no pó de rocha sem comprometer a qualidade proteica da silagem. Foi possível concluir, com o presente estudo, que a utilização do pó de rocha aumenta a matéria mineral de silagem de milho e de capim Mombaça, e ainda que a quantidade de proteínas não é afetada drasticamente.

Palavras-chave: Nutrição, Forragem, Conservação, Sustentabilidade e Enriquecimento.

Introdução

O agronegócio brasileiro é destaque mundial e desempenha um importante papel à frente da economia brasileira. Dentro do agronegócio a cadeia da pecuária é uma das mais importantes, gerando fonte de renda aos colaboradores da cadeia e do pequeno ao grande produtor (FERRAZZA et al, 2022). Segundo a Associação Brasileira das Indústrias Exportadoras de Carnes-ABIEC, até o final do primeiro semestre de 2023, o país exportou mais de 3 milhões toneladas de carne bovina (ABIEC, 2023).

Majoritariamente, a carne bovina produzida no Brasil é a pasto, na qual vários parâmetros dessa pastagem vão influenciar diretamente no desempenho dos animais. Dentre esses parâmetros, existe a concentração dos nutrientes disponíveis, a falta de tais nutrientes desencadeia deficiência de minerais muito importante para o

desempenho dos animais contribuindo assim para menores índices produtivos e zootécnicos (GIACOMEL, 2022).

Devido ao mal manejo das pastagens, as forragens com menor disponibilidade de macros e micros minerais disponíveis, principalmente em períodos de estiagem (ROCHA et al, 2022), uma das alternativas para suprir as exigências nutricionais dos bovinos é a utilização de silagem afim de atender tais necessidades, que por sua vez desempenha um excelente desempenho na alimentação de bovinos especialmente aos animais que possuem parâmetros genéticos que possam responder a alta produção (SCHELER, 2021).

Dentre as silagens, o destaque é a silagem de milho de planta inteira, por ter valores nutritivos consideráveis e uma ótima capacidade fermentativa (RABELO et al., 2014). Por sua vez, a silagem de capim Mombaça dentro do gênero *Panicum maximum* se destaca pela sua alta produção de matéria seca, o mesmo tem sido bastante utilizado na região Centro-Oeste do Brasil, o que torna indispensável o estudo afim de fornecer conhecimento e atender à necessidade dos produtores (SANTIN et al., 2020).

O emprego de aditivos no processo de preparação da silagem minimiza perdas ocasionadas por microrganismos indesejáveis e incrementa o valor nutricional. Nesse sentido, o uso do pó de rocha como aditivo pode ser interessante, por se tratar de um produto resultante da moagem das rochas, que gera impactos mínimos ao meio ambiente e contribui para redução dos custos da atividade agropecuária (BARROS et al., 2021). Frequentemente, são encontradas quantidades notáveis de nutrientes como o potássio (K), fósforo (P), enxofre (S), magnésio (Mg), cálcio (Ca), zinco (Zn), cobalto (Co), molibdênio (Mn) e cobre (Cu) (THEODORO et al., 2005). No que diz respeito, ao desempenho animal, a disponibilidade de nutrientes pode afetar a exigência de ganho (MEDEIROS, 2015).

Diante do exposto, objetivou-se avaliar o potencial de utilização do pó de rocha como aditivo na ensilagem de milho e *Panicum maximum* cv. Mombaça, buscando aprimorar a qualidade nutricional da alimentação ofertada a ruminantes, através da aplicação do pó de rocha no processo de ensilagem dessas culturas.

Material e Métodos

O experimento foi realizado no período de fevereiro a agosto de 2023, em uma propriedade particular situada entre as coordenadas geográficas -14.4684786. e -51.1124449 localizada no município de Cocalinho- MT, pertencente a mesorregião Nordeste Mato-grossense e microrregião do Médio Araguaia (IBGE, 2023), com clima predominantemente segundo a classificação de Köppen (1936) do tipo Aw, tropical com estação seca no inverno.

Milho: O híbrido de milho Feroz utilizado no experimento foi obtido na mesma propriedade assim como o capim utilizado no experimento. A semeadura do milho destinado à confecção de silagem foi realizada no período de 20 de janeiro de 2023, com aproximadamente 60.000 sementes por hectare.

Capim Mombaça: Para a silagem de capim o cultivar utilizado foi o *Panicum maximum* cv. Mombaça, proveniente de área estabelecida há 6 anos e utilizada sob sistema de rotação de culturas e pastejo rotacionado. De acordo com o histórico da área, o manejo de adubação empregado foi 110 pontos de fósforo (P) e 110 pontos de potássio (K) na cultura da soja que posteriormente fez a sucessão para o *Panicum maximum* cv. Mombaça.

Pó de Rocha: O pó de rocha foi fornecido por uma empresa privada (Tratto Agronegócios), localizada no município de Aparecida de Goiânia, GO, Brasil.

O pó de rocha utilizado na experimento foi analisado pela empresa de análise de solo Terra Análise para Pecuária com sede em Goiânia Goiás, na qual revelou os seguintes resultados: Cd: 1 mg Kg⁻¹, Pb: 26 mg Kg⁻¹, Cr (Total): 122 mg Kg⁻¹, K₂O (Total): 3.60%, pH: 9.0, P₂O₅ Total: 0.23%, CaO total: 2.20%, MgO Total: 4.50%, PN: 1.1%, R.I: 69.5%, SiO₂: 51.8%, B: 0.7 mg Kg⁻¹, Co: 0.9 mg Kg⁻¹, Mo: 0.9 mg Kg⁻¹, Cu: 30 mg Kg⁻¹, Fe: 59000 mg Kg⁻¹, Mn: 400 mg Kg⁻¹, Zn: 280 mg Kg⁻¹, Pass. 2,00 mm: 96.0%, Ret. 2,00 mm: 4.0%, Pass. 0,84 mm: 94.0%, Ret. 0,84 mm: 6.0%, Pass. 0,30 mm: 92.0%, Ret. 0,30 mm: 8.0%, Cl: 0.10%.

O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado com 5 repetições, constituindo em 30 mini silos experimentais para cada cultura, milho e capim Mombaça. As concentrações/incrementos de pó de rocha às silagens foram de 0%, 5%, 10%, 15%, 20% e 25% em relação a massa.

Para realização das análises bromatológicas no período que antecedeu a fermentação, as amostras foram secas em estufa com ventilação forçada a 60°C por 72 h até atingirem o peso constante, no Laboratório de Ecologia da Universidade do

Estado de Mato Grosso, campus de Nova Xavantina e encaminhadas ao Laboratório de Bromatologia da Universidade Estadual de Goiás, campus de São Luís de Montes Belos para dar prosseguimento nas análises. Posteriormente, após o recebimento, as amostras foram trituradas em moinho do tipo Willey com peneira com crivo de 1 mm.

Foram realizados determinações de matéria seca (MS), material mineral (MM), proteína bruta (PB), de acordo com a metodologia descrita por Silva e Queiroz (2002).

Os resultados foram submetidos ao teste F e, quando significativos ao nível de 5% de probabilidade, foram submetidos à análise de regressão utilizando o programa SISVAR 5.6, conforme FERREIRA (2019).

Resultados e Discussão

Com os resultados, explorou-se as possibilidades do uso do pó de rocha como aditivo na ensilagem de milho e *Panicum maximum* cv. Mombaça, antes do processo de fermentação.

Milho

A análise de variância da matéria mineral do milho foi apresentada na tabela 1, a qual mostrou-se significativa ($p < 0.05$).

Tabela 1. Análise de variância do teor de minerais (g g^{-1}) de silagem de planta inteira de milho em função de diferentes doses de pó de rocha (%).

TABELA DE ANÁLISE DE VARIÂNCIA					
FV	GL	SQ	QM	F	p-value
Tratamento	5	3893.111240	778.622248	40.200	0.0000
Erro	24	464.853880	19.368912		
Total Corrigido	29	4357.965120			
CV (%) =	18.84				
Média geral	23.3560000	Número de observações		30	

FV: Fonte de variação; CV: Coeficiente de variação; GL: Grau de liberdade; SQ: Soma de quadrados; QM: Quadrado Médio; Para o teste F foi utilizado o nível de significância de 5% de probabilidade (FERREIRA, 2019).

A análise de variância do teor de proteínas do milho foi apresentada na tabela 2, a qual mostrou-se significativa ($p < 0.05$).

Tabela 2. Análise de variância do teor de proteína (g g^{-1}) de silagem de planta inteira de milho em função de diferentes doses de pó de rocha (%).

TABELA DE ANÁLISE DE VARIÂNCIA					
FV	GL	SQ	QM	F	<i>p-value</i>
Tratamento	5	6.477227	1.295445	18.606	0.0000
Erro	24	1.670960	0.069623		
Total Corrigido	29	8.148187			
CV (%) =	10.89				
Média geral	2.4226667	Número de observações		30	

FV: Fonte de variação; CV: Coeficiente de variação; GL: Grau de liberdade; SQ: Soma de quadrados; QM: Quadrado Médio; Para o teste F foi utilizado o nível de significância de 5% de probabilidade (FERREIRA, 2019).

Observou-se um aumento linear na matéria mineral da silagem de milho à medida que a dose de pó de rocha aumentou (Figura 1), indicando a eficácia do aditivo nesse aspecto, obtendo destaque no T6 em ambas as silagens quando comparado com o T1 (tratamento controle). Isso evidenciou o enriquecimento da silagem de milho com minerais existentes no pó de rocha.

Esse aumento significativo de matéria mineral após a inclusão de pó de rocha é de extrema relevância, pois a silagem de milho possui teores de minerais insuficientes frente as exigências dos animais.

No entanto, de acordo com Ammerman & Henry, 1979, existe um limite de ferro na dieta de ruminantes, que é de 500mg dia^{-1} . Sendo assim, como esses minerais se encontram no pó de rocha, deve-se promover o balanço nutricional da silagem corretamente. Pois se os níveis do mineral na dieta continuarem a ser aumentados, chega-se a um ponto em que se deixa a faixa ótima e atinge-se o nível tóxico daquele elemento. A resposta animal passa a diminuir à proporção que se aumenta o nível do nutriente, atingindo o que se pode chamar de "faixa tóxica".

Por outro lado, se o animal ingere mais que 500mg de chumbo, o seu efeito cumulativo faz com que esse metal pesado seja excretado pelo leite e permaneça na carne (SHARMA ET AL., 1982).

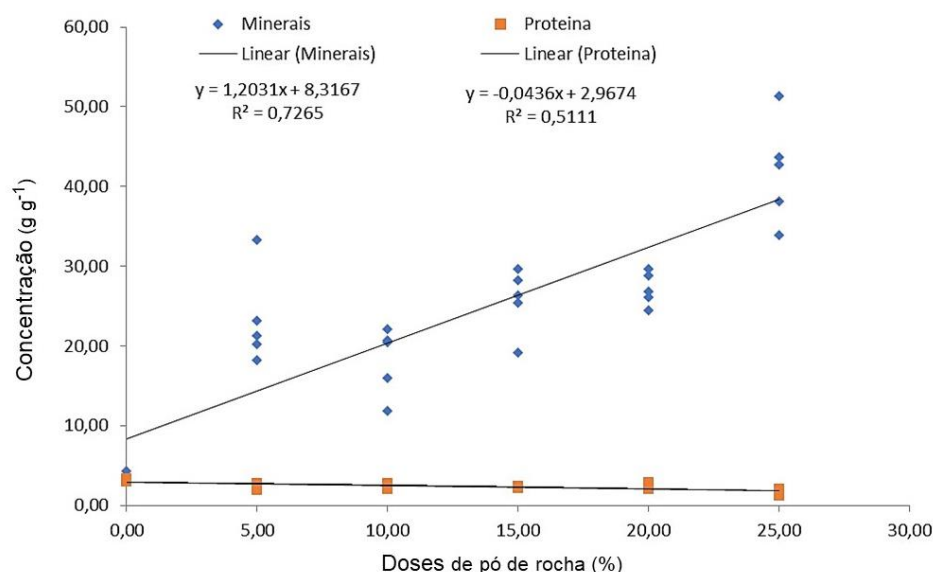


Figura 1. Análise de regressão do teor de minerais (g g^{-1}) e proteína bruta (g g^{-1}) de silagem de planta inteira de milho em função de diferentes doses de pó de rocha (%).

Contrariamente, a quantidade de proteína na silagem diminuiu linear e sutilmente com o aumento da dose de pó de rocha (Figura 1). Este efeito negativo na proteína foi consistente nos tratamentos, sugerindo uma relação inversa entre a adição de pó de rocha e o teor proteico das silagens. Isso pode ser explicado quando analisada a proporção da matéria seca em relação a inclusão de pó de rocha, fazendo com que o teor proteico presente na silagem reduza, pois o mesmo é diluído quando acrescido o pó de rocha.

Mesmo que os teores proteicos tenham diminuído, ficaram próximos ao do T1 (tratamento controle), não prejudicando os valores nutricionais do alimento. No entanto, é cabível notar que nos tratamentos T2 e T3, a análise revelou que essas doses mantiveram o teor de proteína mais próximo ao tratamento controle.

Capim Mombaça

A análise de variância do teor de proteínas do capim Mombaça foi apresentada na tabela 3, a qual mostrou-se significativa ($p < 0.05$).

Tabela 3. Análise de variância do teor de minerais (g g^{-1}) de silagem de capim Mombaça em função de diferentes doses de pó de rocha (%).

TABELA DE ANÁLISE DE VARIÂNCIA					
FV	GL	SQ	QM	F	p-value
Tratamento	5	3826.016936	765.203387	39.836	0.0000

Erro	24	461.008244	19.208677
Total Corrigido	29	4287.025180	
CV (%) =	18.82		

Média geral	23.2816997	Número de observações	30
--------------------	------------	-----------------------	----

FV: Fonte de variação; CV: Coeficiente de variação; GL: Grau de liberdade; SQ: Soma de quadrados; QM: Quadrado Médio; Para o teste F foi utilizado o nível de significância de 5% de probabilidade (FERREIRA, 2019).

A análise de variância do teor de proteínas do capim Mombaça foi apresentada na tabela 4, a qual mostrou-se significativa ($p < 0.05$).

Tabela 4. Análise de variância do teor de proteínas totais (g g^{-1}) de silagem de capim Mombaça em função de diferentes doses de pó de rocha (%).

TABELA DE ANÁLISE DE VARIÂNCIA					
FV	GL	SQ	QM	F	p-value
Tratamento	5	29.183853	5.836771	8.451	0.0001
Erro	24	16.575148	0.690631		
Total Corrigido	29	45.759001			
CV (%) =	31.99				
Média geral	2.5976551	Número de observações	30		

FV: Fonte de variação; CV: Coeficiente de variação; GL: Grau de liberdade; SQ: Soma de quadrados; QM: Quadrado Médio; Para o teste F foi utilizado o nível de significância de 5% de probabilidade (FERREIRA, 2019).

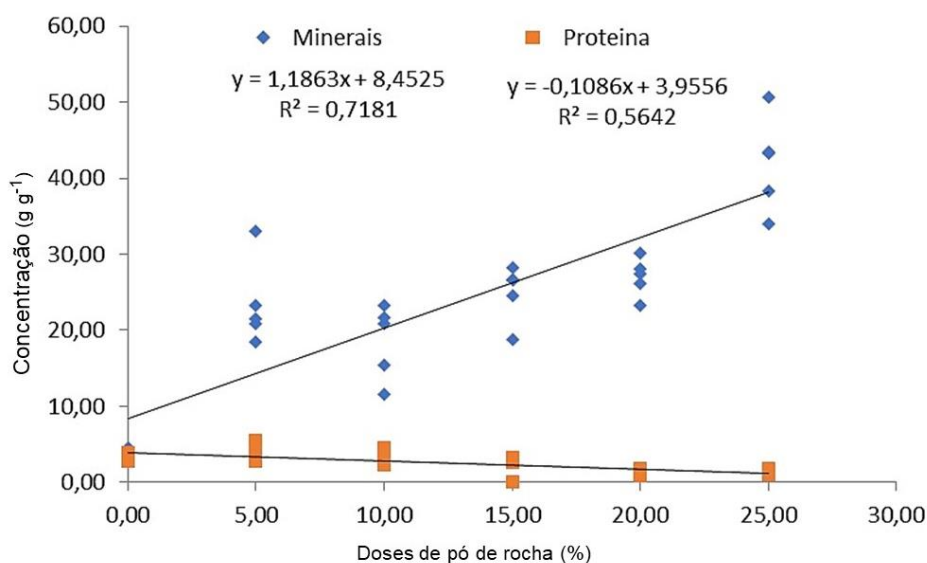


Figura 2. Análise de regressão do teor de minerais (g g^{-1}) e proteína bruta (g g^{-1}) de silagem de capim Mombaça em função de diferentes doses de pó de rocha (%).

Observou-se que na silagem de capim *Panicum maximun* cv. Mombaça aumento significativo nos teores de minerais em resposta à dosagem de pó de rocha foi evidente em todas as amostras, sendo mais pronunciado no tratamento T6. Este resultado sugere que a adição de pó de rocha teve um impacto positivo na mineralização da silagem. Apesar disso, assim como para o milho, estudos mais aprofundados sobre os impactos negativos e limites da presença de alguns minerais na dieta do animal devem ser realizados com cautela (AMMERMAN & HENRY, 1979).

No entanto, ao analisar os teores de proteína na silagem de capim, observou-se uma clara tendência de redução com o aumento da inclusão de pó de rocha. Especificamente, os tratamentos T1 e T2 demonstraram teores de proteína bastante próximos ao tratamento controle, indicando que níveis mais elevados de pó de rocha podem influenciar os teores de proteína na silagem.

Estudos indicam benefícios significativos com o uso do pó de rocha em produção de galinhas poedeiras. Dentre os benefícios do estudo observou-se a eliminação da coriza infecciosa, melhoria na consistência da casca dos ovos e intensificação da coloração amarela da gema. Além disso, o pó de rocha demonstrou eficácia no controle da mortandade de pintos. Essas descobertas ressaltam potenciais melhorias na saúde das aves, qualidade dos ovos e sobrevivência dos pintos (EMDAGRO, 2023).

Essas observações levanta questões sobre o equilíbrio entre a melhoria da minerais e os potenciais efeitos adversos na composição nutricional da silagem. São necessárias investigações adicionais para compreender completamente as complexidades dessa relação e otimizar a dosagem de pó de rocha para obter benefícios minerais sem comprometer a qualidade proteica da silagem. Essa observação pode indicar que essas doses específicas podem ser mais equilibradas, minimizando a redução na quantidade de proteína, ao mesmo tempo em que aproveitam os benefícios do aumento da matéria mineral.

Considerações Finais

Ao adicionar o pó de rocha à ensilagem de milho e *Panicum maximum* cv. Mombaça, ocorre um aumento significativo na matéria mineral, porém, reduz-se a quantidade de proteína, especialmente com doses mais elevadas de pó de rocha. Esses resultados destacam a necessidade de equilíbrio na formulação, visando otimizar os benefícios minerais sem comprometer a qualidade proteica da silagem. Este estudo ressalta o potencial do pó de rocha, enfatizando a importância de pesquisas futuras para aperfeiçoar as proporções na ensilagem.

Agradecimentos

Os autores agradecem ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico - CNPq e à Universidade Estadual de Goiás pela oportunidade de participar do Programa de Bolsa de Iniciação Científica e Tecnológica.

Referências

ABIEC. **Associação Brasileira das Indústrias Exportadoras De Carne**. Disponível em: <https://www.abiec.com.br>. Acesso em: 10 novembro de 2023.

AMMERMAN, C.B. & HENRY, P.R. A rational approach to dietary mineral tolerance for domestic animals. **Proc. Distillers Feed Res. Council Conf.**, 34:33-52, 1979.

BARROS, M. M.; RIBEIRO, R. C. D. C. **Fertilização e correção de solos utilizando resíduos de rochas ornamentais: estado da arte**. Centro de Tecnologia Mineral/Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovações. (CETEM/MCTI), Brasília, 2021. Disponível em: < <http://mineralis.cetem.gov.br/bitstream/cetem/2394/1/STA-116.pdf> > 28. out. 2021.

EMDAGRO. **Farinha de Rocha no Enriquecimento Alimentar de Galinhas Poedeiras**. Sergipe, 2023. Disponível em: <https://docplayer.com.br/10898048-Farina-de-rocha-no-enriquecimento-alimentar-de-galinhas-poedeiras.html>. Acesso em: 10 novembro de 2023.

FERRAZZA, R. A.; CASTELLANI, E. Análise das transformações da pecuária brasileira: um enfoque na pecuária leiteira. **Ciência Animal Brasileira**, v. 22, 2022.

FERREIRA, Daniel Furtado. SISVAR: A COMPUTER ANALYSIS SYSTEM TO FIXED EFFECTS SPLIT PLOT TYPE DESIGNS. **Revista Brasileira De Biometria**, [S.l.], v. 37, n. 4, p. 529-535, dec. 2019. ISSN 1983-0823. Available at: <<http://www.biometria.ufla.br/index.php/BBJ/article/view/450>>. Date accessed: 10 feb. 2020. doi: <https://doi.org/10.28951/rbb.v37i4.450>.

GIACOMEL, A.; FREITAS, T. C.; COSTA, A. L. B.; SBARDELOTTO, E. M.; BERGMANN, E.; CAMARGO DEBORTOLI, E. Suplementação mineral para bovinos

de corte—uma revisão sistemática. **Research, Society and Development**, v. 11, n. 3, p. e39211326616-e39211326616, 2022.

RABELO, C. H. S.; REZENDE, A. V. D.; RABELO, F. H. S.; NOGUEIRA, D. A.; SENEDESE, S. S.; VIEIRA, P. D. F.; CARVALHO, A. Silagens de milho inoculadas microbiologicamente em diferentes estádios de maturidade: perdas fermentativas, composição bromatológica e digestibilidade in vitro. **Ciência Rural**, v. 44, p. 368-373, 2014.

ROCHA, C. **FOSFATO MONOÂMONICO E SUPER FOSFATO SIMPLES COMO FONTE DE FÓSFORO PARA ADUBAÇÃO DE PASTAGEM**. 2022. (Monografia) apresentada ao Instituto Federal Goiano, campus Urataí, para obtenção do título de bacharel em medicina veterinária. Urataí, Goiás, p. 33, 2022.

SANTIN, T. P.; FRIGERI, K. D. M.; AGOSTINI, A.; SILVA, H. R.; FRIGERI, K. D. M.; KALLES, N. Z.; COELHO, E. M.; DIAS, A. M. Características fermentativas e composição química da silagem de sorgo (*Sorghum bicolor*) com uso de aditivos absorventes. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 8, p. 54931-54943, 2020.

SHARMA, R. P. et al. Accumulation and depletion of cadmium and lead in tissues and milk of lactating cows fed small amounts of these metals. **J. Dairy Sci**, v.65, p.972-979, 1982.

SCHELER, E. D.; CAVICHIOLI, F. A. Viabilidade de silagem de milho para o gado leiteiro. **Revista Interface Tecnológica**, v. 18, n. 1, p. 265-275, 2021.

SILVA, D. J.; QUEIROZ, A.C. **Análise de alimentos (métodos químicos e biológicos)**. 3 ed. Viçosa: Imprensa Universitária da UFV, p. 235, 2002.