

Este trabalho objetiva expor impactos causados pela produção de proteína animal em larga escala. O mesmo buscou avaliar a sobrevivência de patógenos entéricos modelos em amostras de farinha animal e organomineral artificialmente contaminados e estocados em diferentes temperaturas. Foram desenvolvidos e testados fertilizantes organominerais a partir de farinhas protéicas provindas de animais mortos, observando-se em ambos seu potencial com relação à liberação de N no solo por meio de dinâmicas das taxas de liberação de nutrientes comparativamente à fertilizantes minerais. A farinha de carne utilizada no experimento é proveniente de uma indústria de processamento situada no oeste do estado de Santa Catarina. A partir do monitoramento do potencial de liberação de N obteve-se índices consideráveis de N, porém os resultados pelo foram insuficientes e inconclusivos visto as altas taxas de imobilização. Logo, indica-se a necessidade de novos estudos no seguimento, sendo necessário cautela e novos testes visto que assim como a E. Coli microorganismos de outras cepas podem desenvolver-se á neste meio.

Orientadora: Martha Mayumi Higarashi

Lages, 2018



ANO
2018

FABIANE TONIAZZO | USO DE FARINHAS DE ORIGEM ANIMAL COMO FERTILIZANTE ORGÂNICO E ORGANOMINERAL: CARACTERIZAÇÃO QUÍMICA, AVALIAÇÃO DE PATÓGENOS E VERIFICAÇÃO DA LIBERAÇÃO DE N NO SOLO.

UNIVERSIDADE DO ESTADO DE SANTA CATARINA – UDESC
CENTRO DE CIÊNCIAS AGROVETERINÁRIAS – CAV
PROGRAMA DE PÓS GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS AMBIENTAIS

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

USO DE FARINHAS DE ORIGEM ANIMAL COMO FERTILIZANTE ORGÂNICO E ORGANOMINERAL: CARACTERIZAÇÃO QUÍMICA, AVALIAÇÃO DE PATÓGENOS E VERIFICAÇÃO DA LIBERAÇÃO DE N NO SOLO

FABIANE TONIAZZO

LAGES, 2018

FABIANE TONIAZZO

**USO DE FARINHAS DE ORIGEM ANIMAL COMO FERTILIZANTE ORGÂNICO
E ORGANOMINERAL: CARACTERIZAÇÃO QUÍMICA, AVALIAÇÃO DE
PATÓGENOS E VERIFICAÇÃO DA LIBERAÇÃO DE N NO SOLO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação
em Ciências Ambientais, da Universidade do Estado de
Santa Catarina, como requisito parcial para obtenção do
grau de Mestre em Ciências Ambientais.

Orientador: Prof. Dr^a. Martha Mayumi Higarashi

Co-Orientador: Prof. Dr^o. Rodrigo da Silveira Nicoloso

**LAGES
2018**

**Ficha catalográfica elaborada pelo(a) autor(a), com
auxílio do programa de geração automática da
Biblioteca Setorial do CAV/UDESC**

Toniazzo, Fabiane
Uso de farinhas de origem animal como
fertilizante orgânico e organomineral:
caracterização química, avaliação de patógenos e
verificação da liberação de N no solo / Fabiane
Toniazzo. - Lages, 2018.
99 p.

Orientador: Martha Mayumi Higarashi
Co-orientador: Rodrigo da Silveira Nicoloso
Dissertação (Mestrado) - Universidade do Estado
de Santa Catarina, Centro de Ciências
Agroveterinárias, Programa de Pós-Graduação --
Selecione --, Lages, 2018.

1. Farinha de origem animal. 2. Organomineral
pelletizado. 3. Subprodutos da produção animal. 4.
Fertilizantes orgânicos. I. Higarashi, Martha Mayumi
. II. Nicoloso, Rodrigo da Silveira . , .III.
Universidade do Estado de Santa Catarina, Centro de
Ciências Agroveterinárias, Programa de Pós-Graduação
-- Selecione --. IV. Título.

FABIANE TONIAZZO

**USO DE FARINHAS DE ORIGEM ANIMAL COMO FERTILIZANTE ORGÂNICO
E ORGANOMINERAL: CARACTERIZAÇÃO QUÍMICA, AVALIAÇÃO DE
PATÓGENOS E VERIFICAÇÃO DA LIBERAÇÃO DE N NO SOLO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais, da Universidade do Estado de Santa Catarina, como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em Ciências Ambientais.

Banca examinadora:

Orientador:

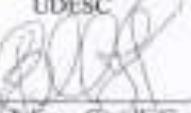

(Dr. Martha Mayumi Higarashi)
Embrapa Suínos e Aves/ UDESC

Co-orientador:


(Co-Orientador: Dr. Rodrigo da Silveira Nicoluso)
Embrapa Suínos e Aves/ UDESC

Membros:


(Prof. Dr. Valter Assáudio Beccagno)
UDESC


(Prof. Dr. Juliano Corradi Corradi)
Embrapa Suínos e Aves

Lages/SC, 27 de julho de 2018

*Dedico à minha família, vocês foram base, suporte
pra tudo! Minha conquista é de vocês!*

Com todo amor e superação..!

AGRADECIMENTOS

À Deus e Nossa Senhora Aparecida por me manterem com fé mesmo nos momentos em que fraquejei, por me auxiliarem a chegar até aqui;

Aos meus pais, Amarildo e Gilcevani, pelo apoio imensurável de sempre, por compreenderem as necessidades, a distância, por se fazerem presentes sempre, e tenham certeza de que todo meu esforço será sempre por nós;

Ao meu irmão Alesson pelos auxílios em momentos necessários, pelo colo na hora do choro, pela motivação;

À minha orientadora Martha pela paciência, motivação e compreensão em diversos momentos, pelo empenho e preocupação;

À Embrapa Suínos e Aves e a Universidade do Contestado de Concórdia pelo apoio e infraestrutura;

À Ferticel comércio de fertilizantes pela colaboração com este trabalho;

À CAPES pelo apoio com bolsas de estudo;

À UDESC pelo ensino de qualidade;

Aos amigos do laboratório de Microbiologia da UNC, em especial à professora Aline, por me acolher em momento de desespero e mais do que me dar incentivo e suporte, me pegou pelas mãos e me guiou, sou grata pela amizade, pela dedicação, pelas caronas, confissões, conselhos, pelo riso diário, pela vida que me devolveu em muitos sentidos;

Ao Laboratório de avaliação de impacto ambiental da UDESC/CAV, em especial ao professor Valter, a família, o pai que me acolheu ao inicio do mestrado, que me mostrou um caminho, exemplo acadêmico, exemplo de ser humano, grata eternamente;

À Laís que foi minha parceira diária por todo período em Lages, e à Cristiele pelo apoio e amizade que foram cruciais em minha estadia em Concórdia;

À pessoas especiais que me acompanharam nesta jornada, e que sabem mesmo que não citadas aqui tem sua contribuição sobre esta conquista.

"Muitas pessoas devem a grandeza de suas vidas aos problemas e obstáculos que tiveram de vencer"

Charles Haddon Spurgeon

RESUMO

Toniazzo, Fabiane. **Uso de farinhas de origem animal como fertilizante orgânico e organomineral:** caracterização química, avaliação de patógenos e verificação da liberação de N no solo. 2018, 99 p. Dissertação (Ciências Ambientais) – Universidade do Estado de Santa Catarina, Lages.

Este trabalho de caráter descritivo e exploratório cita sobre os impactos causados com relação à produção de proteína animal em larga escala; com o avanço do conhecimento buscou-se avaliar farinha de animais mortos e a partir desta desenvolver um fertilizante organomineral com estudos sobre a sobrevivência de patógenos entéricos inoculados artificialmente e estocados em diferentes temperaturas, simulando condições de inverno e verão em regiões tropicais; demonstrar o potencial de N, quanto à ao teor de íons amônio e nitrato no solo, por meio de dinâmicas das taxas de liberação de nutrientes, comparativamente aos fertilizantes minerais. A farinha de carne utilizada no experimento é proveniente da indústria de processamento situada no oeste do estado de Santa Catarina, a empresa faz a coleta de animais mortos em propriedades rurais. Para a caracterização da farinha de origem animal foram realizadas análises de pré matéria seca, fósforo, cálcio, magnésio, cobre, zinco, ferro e manganês, pH, sódio, potássio, NTK, amônia, nitrito e nitrato. O monitoramento para a avaliação de patógenos ocorreu com a adição de microrganismos, *Escherichia coli* (*E. coli*) e *Salmonella enterica* sorovar Senftenberg, ambas expostas à 26,5°C, verão, e 13,5°C, inverno, sendo realizadas leitura de incubação em meio nutritivo periodicamente. A análise de nitrogênio para os fertilizantes foram realizados pelo método de Nitrogênio Total Kjeldahl, e seu potencial de liberação de N foi medido pelo método de incubação em um experimento de delineamento experimental inteiramente casualizado, em fatorial 5x10, sendo cinco tratamentos (T1 solo controle, T2 solo + farinha de carne em pó; T3 solo + fertilizante organomineral em pó; T4 solo + fertilizante organomineral granulado; T5 solo + fertilizante mineral) e dez épocas de coleta (84 dias), com três repetições. A dosagem de fertilizante adicionada ao solo foi próxima ao equivalente de 120 Kg de N.ha⁻¹, dosagem média para se obter resposta de alto rendimento na cultura do milho. Dados estatísticos foram gerados pelo software Sisvar 5.6. As farinhas de origem animal são um meio de possível crescimento de microorganismos devido à algumas características, como a diversidade e concentração de nutrientes. O organomineral mostrou uma redução total de microorganismos após 5 minutos de contato, já as farinhas proporcionaram o desenvolvimento destes por um período mais extenso, principalmente na simulação de inverno. Contudo, mesmo com índices consideráveis de N os resultados obtidos pelo monitoramento do potencial de liberação de N de tais tratamentos foram insuficientes e inconclusivos, visto as altas taxas de imobilização. Sendo assim indicasse a necessidade de novos estudos no seguimento, onde é necessário cautela e novos testes vistos que assim como a *E. Coli*, microorganismos de outras cepas podem se desenvolver neste meio, além do que não foram obtidos resultados relevantes quanto à seu uso como fertilizante.

Palavras-chave: Farinha de origem animal. Organomineral peletizado. Subprodutos de produção animal. Fertilizantes orgânicos.

ABSTRACT

Toniazzo, Fabiane. **Use of animal meal as organic and organomineral fertilizer:** chemical characterization, evaluation of pathogens and verification of the release of N in the soil. 2018. 99p. Dissertation (Environmental Sciences) - State University of Santa Catarina, Lages.

This work presents a descriptive and exploratory of the impacts caused in relation to the production of animal protein in large scale, as well as evaluating the survival of model enteric pathogens in samples of artificially contaminated animal and organomineral meal and stored at different temperatures, simulating conditions of winter and summer in tropical regions, as well as to test the use of protein flours from dead animals and to develop an organomineral fertilizer from this material, where through its potential with respect to N, verify the release of ammonium and nitrate ions in the soil, through dynamics of the nutrient release rates due to the additive incubated to the soil compared to mineral fertilizers. The meat meal used in the experiment comes from a processing industry located in the western part of the state of Santa Catarina, the company makes the collection of dead animals in rural properties, and the organomineral was produced from this following the normative standards. For the characterization of the original flour, pre - dry matter, phosphorus, calcium, magnesium, copper, zinc, iron and manganese, pH, sodium, potassium, NTK, ammonia, nitrite and nitrate were analyzed. Monitoring of pathogens was performed with the addition of microorganisms, *Escherichia coli* (E. coli) and *Salmonella enterica* sorovar Senftenberg exposed at 26.5 ° C, summer, and 13.5 ° C, winter, with incubation readings periodically. The nitrogen analysis for the fertilizers were performed by the Total Kjeldahl Nitrogen method. and its N-release potential was measured by the incubation method in a design experiment with a total of 150 units (five treatments x ten evaluation dates (84 days) x three replications) with: T1 control soil, T2 soil + powdered meat meal; T3 soil + organomineral powder fertilizer; T4 soil + granulated organomineral fertilizer; T5 alone + mineral fertilizer. The fertilizer dosage added to the soil was close to the equivalent of 120 kg of N.ha-1, medium dosage to obtain yield response at sowing. Statistical data was generated by Microsoft Excel Sisvar 5.6 software. At Flours of animal origin are a means of possible growth of microorganisms due to various characteristics such as diversity and nutrient concentration. The organomineral showed a total reduction of microorganisms after 5 minutes of contact, and the flours provided the development of these microorganisms for a longer period, mainly in the winter simulation. However, even with considerable N rates the results obtained by monitoring the N release potential of such treatments were insufficient and inconclusive given the high immobilization rates. Therefore, it is necessary to carry out new studies in the follow-up, with caution and new tests being considered, so that with *E. coli* microorganisms from other species can be developed in this environment, besides that no relevant results were obtained regarding its use as fertilizer.

Keywords: Flour of animal origin. Pelletized organomineral. By-products of protein production of animal origin. Organic fertilizers.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 -	Gráfico da relação de consumo de cereais e proteína animal versus renda familiar brasileira.....	36
Figura 2 -	Gráfico da quantidade em toneladas de carcaça nos anos de 2009 a 2018.....	37
Figura 3 -	Sobrevivência de patógenos entéricos modelo em farinha de origem animal estocadas a $26 \pm 2^{\circ}\text{C}$ (a) e a $13 \pm 2^{\circ}\text{C}$ (b).....	69
Figura 4 -	Gráfico de monitoramento de liberação de N-NH ₄ e N-NO ₃ em solos com adição de fertilizantes oriundos de subprodutos da produção animal.....	85
Figura 5 -	Gráfico mineralização de N-NO ₃ no solo em um período de 84 dias.....	88

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 -	Gráfico mineralização de N-NO ₃ no solo em um período de 84 dias.....	67
Tabela 2 -	Cinética de redução de E. coli and S. Senftemberg em farinha de origem animal em diferentes condições de temperaturas.....	70
Tabela 3 -	Quantidades de N-NH ₄ ⁺ e N-NO ₃ ⁻ no inicio (t ₀) e ao final (t _f) da incubação.....	86

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABIEC	Associação Brasileira das Indústrias Exportadoras de Carnes
ABPA	Associação Brasileira de Proteína Animal
ABRA	Associação Brasileira de Reciclagem Animal
ANDA	Associação Nacional para Difusão de Adubos
ANUALPEC	Anuário da Pecuária Brasileira
AOAC	Association of Official Agricultural Chemists
APHA	American Public Health Association
BI	Bens Intermediários
BSE	Encefalopatia Espongiforme Bovina
CBAA	Compêndio Brasileiro De Alimentação Animal
CIDASC	Companhia Integrada de Desenvolvimento Agrícola de Santa Catarina
CONAB	Companhia Nacional de Abastecimento
CONAMA	Conselho Nacional do Meio Ambiente
DOU	Diário Oficial da União
<i>E. Coli</i>	Escherichia Coli
Embrapa	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
EPAGRI	Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina
FAO	Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura
FCO	Farinha de Carne e Ossos
FIA/UV	Análise por Injeção de Fluxo UV-Vis
FOA	Farinhas de Origem Animal
FOM	Fertilizante Organomineral
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IN	Instrução Normativa
IPNI	International Plant Nutrition Institute
M.O.	Matéria Orgânica
MAPA	Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento
MER	Materiais Específicos de Risco
MOS	Matéria Orgânica do Solo
MS	Matéria Seca
N:P:K	Nitrogênio: Fósforo: Potássio
N-NH ₃	Íon amônia

Nº	Número
ONGs	Organização não governamental
PB	Proteína Bruta
PIB	Produto Interno Bruto
S	Solo
<i>S. Senftenberg</i>	<i>Salmonella Senftenberg</i>
SARC	Serviços Auxiliares de Radiodifusão e Correlatos
SBCS	Sociedade Brasileira de Ciências do Solo
SC	Santa Catarina
TEC	Toneladas Equivalentes de Carcaças
UFC	Unidade Formadora de Colônia
UFC/25g	Unidade Formadora de Colônia por 25 gramas
USDA	Departamento de Agricultura dos Estados Unidos

LISTA DE SÍMBOLOS

%	Porcentagem
°C	Graus Celsius
C	Carbono
Ca	Cálcio
cm h	Centímetros de altura
cm Ø	Centímetros de diâmetro
cm	Centímetro
cmol _c dm ⁻³	Centimol por decímetro cúbico
Cu	Cobre
Fe	Ferro
g.cm ⁻³	gramas por centímetro cúbico
h	horas
H ₂ O	Fórmula química da água
K	Potássio
k	Quociente de inativação
kg	Quilogramas
kg.ha ⁻¹	Quilogramas por hectare
kg/km ²	Quilogramas por quilometro quadrado
Kg/m ³	Quilograma por metro cúbico
km ²	Quilometros quadrados
mg	Miligramas
mg/kg	Miligramas por quilograma
min	Minutos
mm	Milímetro
N	Nitrogênio
N.ha ⁻¹	Nitrogênio por hectare
N ₂	Gás nitrogênio
N ₂ O	Óxido nitroso
Na	Sódio
NH ₃	Amônia
NH ₄ ⁺	Íon amônio

N-NH ₃	Amônia
N-NH ₄	Amônio
N-NO ₂	Nitrito
N-NO ₃ ⁻	Nitrato
NO	Óxido nítrico
NO ₃ ⁻	Nitrato
NPK	Nitrogênio, fósforo e potássio
NTK	Nitrogênio Total Kjeldahl
O ₂	Oxigênio
°C	Graus Celsius
OH	Hidróxido
P	Fósforo
pH	Potencial Hidrogênionico
R ²	Coeficiente de determinação
T ₀	Tempo inicial, tempo zero.
T ₉₀	Tempo para decaimento de 1 Log
ton/ha/ano	Toneladas por hectare por ano
Zn	Zinco
µm	Micrometro

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO GERAL	25
1.1	FARINHAS DE ORIGEM ANIMAL COMO FERTILIZANTES	28
1.2	RISCOS MICROBIOLÓGICOS DO USO DE FARINHA DE ORIGEM ANIMAL ...	28
1.3	OBJETIVOS DA PESQUISA	29
1.3.1	Objetivo geral.....	29
1.3.2	Objetivos específicos	29
1.4	HIPÓTESES	30
1.4.1	Hipótese geral	30
1.4.2	Hipóteses específicas	30
1.5	ESTRUTURA DA PESQUISA	31
2	CAPÍTULO 1 – IMPACTOS E PROBLEMÁTICAS DA GERAÇÃO DE SUBPRODUTOS NA PRODUÇÃO ANIMAL	33
2.1	RESUMO	33
2.2	ABSTRACT	33
2.3	INTRODUÇÃO	34
2.4	METODOLOGIA	35
2.5	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	36
2.5.1	Demanda e produção de proteína animal	36
2.5.2	Impactos ambientais de sistemas produtivos concentrados	38
2.5.3	Indústrias de processamento de co-produtos da produção animal e produção de farinhas protéicas	40
2.5.4	Farinhas de origem animal e riscos no seu uso na nutrição animal	41
2.5.5	Demanda e potencial nacional sobre fertilizantes orgânicos e organominerais.....	43
2.5.6	Importância de fertilização e nutrientes para o solo.....	44
2.5.7	Fertilização: relação solo e nitrogênio	45
2.5.8	Dinâmica do nitrogênio no solo	49
2.5.8.1	<i>Nitrificação</i>	51
2.5.8.2	<i>Desnitrificação.....</i>	52
2.6	CONCLUSÃO	52
2.7	REFERÊNCIAS.....	53
3	CAPÍTULO 2 – CARACTERIZAÇÃO E MONITORAMENTO DO COMPORTAMENTO DE PATÓGENOS EM SUBPRODUTOS DA PRODUÇÃO ANIMAL COM POTENCIAL FERTILIZANTE	63
3.1	RESUMO	63
3.2	ABSTRACT	63
3.3	INTRODUÇÃO	64
3.4	METODOLOGIA	65
3.4.1	Caracterização físico-química e microbiológica da farinha de origem animal.....	65
3.4.2	Produção e caracterização do organomineral a partir de farinhas de origem animal.....	65
3.4.3	Sobrevivência de patógenos entéricos	66
3.4.4	Análise estatística	66
3.5	RESULTADOS E DISCUSSÃO	67
3.5.1	Caracterização da farinha e organomineral	67
3.5.2	Sobrevivência de micro-organismos	68

3.6 CONCLUSÕES	71
3.7 REFERÊNCIAS.....	71
4 CAPÍTULO 3 – MONITORAMENTO DA LIBERAÇÃO DE N NO SOLO DEVIDO AO USO DE SUBPRODUTOS DA PRODUÇÃO ANIMAL UTILIZADOS COMO FERTILIZANTES.....	75
4.1 RESUMO	75
4.2 ABSTRACT	75
4.3 INTRODUÇÃO	76
4.4 REFERENCIAL TEÓRICO.....	77
4.5 METODOLOGIA	80
4.5.1 Caracterização da farinha de carne utilizada quanto á N total.....	80
4.5.2 Produção e caracterização de organomineral oriundo de farinhas de origem animal.....	80
4.5.3 Incubação de farinha de origem animal e organomineral em solo.....	81
<i>4.5.3.1 Incubação</i>	81
4.5.4 Análise estatística	83
4.6 RESULTADOS E DISCUSSÕES	83
4.7 CONSIDERAÇÕES FINAIS	89
4.8 REFERÊNCIAS.....	89
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS GERAIS.....	95
REFERÊNCIAS.....	97

1 INTRODUÇÃO GERAL

Ao longo da história, a proteína animal apresentou-se como uma das mais importantes fontes de renda na economia brasileira. No caso da carne suína, acredita-se que esta esteja presente na alimentação dos seres humanos desde cerca de 5000 a.C. No Brasil, os primeiros suínos foram trazidos pelos colonizadores portugueses, no entanto, foi com a chegada dos imigrantes alemães, italianos e poloneses, no século XIX, que os produtos de origem suína tornaram-se atividades econômicas importantes em vários locais do país (ABPA, 2011).

A suinocultura é uma atividade extremamente importante para o estado de Santa Catarina, visto que a mesma é responsável pelo sustento de grande parte das pequenas e médias propriedades, sendo importante pilar do desenvolvimento econômico e social, gerando renda e qualidade de vida, além de ser responsável por empregar cerca de 200 mil funcionários de forma direta ou indireta (FAGANELLO, 2016).

A bovinocultura também tem contribuição expressiva em relação a sua importância para a economia do país, quer seja ligada a produção leiteira, bem como de proteína (carne). Da Silva, Boaventura e Fioravanti (2012) citam que os portugueses foram responsáveis pelo transporte destes animais em grandes embarcações, sendo que os primeiros bovinos chegaram ao nosso país em 1533 e, a partir de então, a pecuária se instalou fortemente. De acordo com Teixeira e Hespanhol (2014) o Brasil é o maior produtor e exportador mundial de carne bovina para fins comerciais, onde a expansão da atividade pecuária bovina não decorreu apenas pela melhoria do padrão tecnológico, mas também da ampliação das áreas de pastagens.

Atualmente, o Brasil ocupa a primeira posição como exportador de carne (abate de cerca de 5,6 bilhões de cabeças), o quarto maior exportador de suínos (abate de cerca de 36 milhões de cabeças) e o segundo maior exportador de carne bovina (1,9 milhões toneladas) (ANUALPEC, 2014-2015; EMBRAPA, 2018). Contudo, assim como a produção é expressiva, estima-se que cerca de 3,3 milhões de toneladas de subprodutos de origem animal não-comestíveis sejam gerados nas plantas de criação, no abate ou no processamento (BELLAVER, ROSA e SCHEUERMANN, 2018).

Considerando os dados de rebanhos do Brasil (ANUALPEC, 2015-2016) e os coeficientes de mortandade média, estimou-se que o país anualmente totalize em carcaças 220 mil toneladas de aves, 110 mil toneladas de suínos, 191 mil toneladas de bovinos de leite e 730 mil toneladas de bovinos de corte. A região Sul é a que apresenta a maior carga com 557 kg/km², seguida pela Centro-Oeste com 313 kg/km² (KRABBE E WILBERT, 2016). Devido

à problemática causada pelas carcaças em ambientes rurais, o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) instituiu, recentemente, um programa para avaliar a destinação de animais mortos, visto que o descarte deve ser realizado de maneira diferenciada para os animais que tiveram morte natural, por doenças, causas desconhecidas ou por desastres naturais (AVICULTURA INDUSTRIAL, 2017).

As tecnologias disponíveis, tais como a compostagem, incineração e biodigestão normalmente são aplicáveis a animais de pequeno porte e em menores escalas de produção, se tornando inviáveis, quanto à demanda de tempo e estrutura, se analisados em grandes sistemas de produção intensiva (FRANQUETO, et al. 2016). Contudo, além dessas citadas, o aterramento das carcaças ainda é uma prática comum no meio rural, o que representa altos riscos de contaminação ambiental e difusão de patógenos (FRANQUETO, et al. 2016). As agroindústrias, a fim de buscar alternativas, têm fomentado a prática de armazenar os animais mortos sob refrigeração até a coleta destes por parte das indústrias de processamento de farinhas.

O Brasil possui cerca de 3,4% da população mundial de suínos, cerca de 33.000.000 de cabeças, sendo o terceiro maior rebanho do mundo (ANUALPEC, 2014-2015). O estado de Santa Catarina comporta o maior rebanho de porcos do Brasil, cerca de 5.775.890 cabeças, sendo que este valor representa 17,5% da produção do país (FAGANELLO, 2016). Logo é compreendido que o Sul brasileiro se destaca pela criação e produção de proteína animal; as primeiras agroindústrias catarinenses surgiram na década de 40, beneficiando a produção de suínos e grãos. Já na década de 70, a atividade ampliou-se devido a criação de um modelo integrado de produção (FAGANELLO, 2016).

Contudo não apenas os produtos beneficiados são resultantes do processo de criação, mas também alguns subprodutos. Dentre estes subprodutos não comestíveis, alguns se destacam, como é o caso de vísceras, sangue, pelos, sebo, ossos, e as carcaças inteiras, quando a morte ocorre por doenças ou causas desconhecidas (BELLAVER et. al, 2005). Em etapas de coprocessamento, estes são ciclados e passam a ser matéria-prima para a fabricação de farinhas de carne. O potencial de produção de farinhas, somando a mortandade de suínos, aves e bovinos, nas três regiões que concentram a produção industrial é de 84 mil toneladas no Sul, 64 mil toneladas no Sudeste e 84 mil toneladas no Centro Oeste. Logo, estes dados demonstram a necessidade de se estudar formas de agregar valor a este produto e assegurar a melhoria do status ambiental e sanitário das cadeias de produção animal no Brasil.

De acordo com a IN Nº 34 (2008), farinha é qualquer subproduto de origem animal resultante do processamento de animais que não seja comestível e que atenda aos padrões de

qualidade nutricional, higiênico-sanitário e tecnológico. Dados da ABRA (2015), citam que a farinha de carne e ossos é considerada um ingrediente estratégico, econômico e ecologicamente correto.

O Brasil possui legislação para o processamento e a regulamentação das Farinhas de Origem Animal (FOA), esta se refere à portaria n.7 de 09 de novembro de 1988, publicada em 14 de novembro de 1988, a qual estabelece padrões mínimos para as matérias-primas que poderiam ser empregadas para a formulação de rações (BRASIL, 1988). Também a IN 34/2008 estabelece princípios de processamento a fim de se manter padrões mínimos de higienização (BRASIL, 2008). De acordo com estas leis, o processamento das FOA deve contemplar a etapa de tratamento térmico, sendo que esta visa à esterilização do produto. Para isso, faz-se necessário utilizar vapor saturado direto, manter a temperatura de cozimento em, pelo menos, 133 °C e nunca inferior a ela, manter o produto em processamento a uma pressão de 3 Bar por, pelo menos, 20 minutos (BELLAVER *et al*, 2005).

Industrialmente, o que se deseja é obter um produto final com padrões higiênicos sanitários aceitáveis, com teor proteico o mais elevado possível. No entanto, durante o processamento térmico pode ocorrer a degradação das proteínas e outros componentes, levando à perda de qualidade do produto. O correto controle do tempo e da temperatura de processamento exercem grandes influências na qualidade final do produto (RITTNER, 2001; MANN, 1962).

As condições de temperatura e pressão de esterilização sugeridas na Instrução Normativa acima citada foram baseadas na Norma Européia, na qual se tem por objetivo a redução do risco de contaminação pela encefalopatia espongiforme bovina (BSE - popularmente conhecida como “o mal da vaca louca”), visto que, para a grande maioria dos microrganismos, temperaturas e pressões menores seriam suficientes para a esterilização (MAZUTTI *et.al*, 2008).

De acordo com o MAPA (BRASIL, 2008) um dos maiores riscos do uso das farinhas de origem animal é que este produto possa comprometer a sanidade do rebanho nacional, isso porque doenças como a BSE, e outras transmitidas por microorganismos, podem ser transmitidas pela farinha de carne e ossos. O conhecido “mal da vaca louca” foi descoberto em 1986, na Inglaterra, e se alastrou rapidamente naquele país. Estudiosos concluíram que seu uso esta relacionado a um único produto: a farinha de carne e ossos. O uso desta farinha permitiu que a epidemia se espalhasse, pois animais contaminados com esta doença estavam sendo utilizados no processo de reciclagem para a produção de farinha animal.

1.1 FARINHAS DE ORIGEM ANIMAL COMO FERTILIZANTES

Em virtude dos riscos sanitários associados ao uso das farinhas de carne na fabricação de rações animais, outras alternativas de destinação dessas matérias-primas veêm sendo prospectadas, sendo que o uso como fertilizante uma das mais promissoras em vista da grande demanda existente no Brasil. Segundo a Associação Nacional de Difusão de Adubo (ANDA), de janeiro a setembro de 2016, o país consumiu 24,48 milhões de toneladas de fertilizantes, tendo sido importado 17,33 milhões de toneladas em insumos.

Em decorrência da grande quantidade de nutrientes e minerais presentes nas farinhas de origem animal, estes se tornam possíveis fontes para suprir, ao menos parcialmente, a grande demanda que a agricultura tem por fontes alternativas para produção de fertilizantes.

Alguns trabalhos já demonstram o potencial destes materiais, Mattar, Frade Jr. e Oliveira (2014) concluíram que as farinhas, como as que possuem em sua composição ossos, podem ser consideradas como alternativas para fertilizantes fosfatados e calcinados e Nogalska et al. (2014) afirmaram que os fertilizantes produzidos a partir da farinha de carne tem efeito benéfico quando aplicado ao solo, obtendo rendimentos próximos, e até maiores com taxas de aplicação que garantem segurança ambiental e possuem fator econômico vantajoso quanto aos valores relacionados à adubos comerciais.

1.2 RISCOS MICROBIOLÓGICOS DO USO DE FARINHA DE ORIGEM ANIMAL

Embora exista forte tendência de proibição do uso das farinhas de origem animal para fabricação de rações, como medida preventiva, sobretudo considerando os riscos de surgimento do BSE, seria importante avaliar outros patógenos que porventura possam estar contaminando as farinhas existentes atualmente no mercado. Visto que notificações de ocorrência de BSE no Brasil são praticamente inexistentes, entretanto, questionamentos a respeito da padronização e cumprimento das normas de fabricação das farinhas são recorrentes.

Ademais, embora os riscos sanitários referentes ao uso fertilizante sejam bem menores do que ao consumo direto na forma de rações animais, ainda implica na restrição dos produtos fertilizantes para determinados fins (olericultura, tubérculos, etc) dependendo da origem das matérias-primas das quais os fertilizantes são produzidos.

Estudos recentes tem detectado a presença de microorganismos patogênicos em resíduos da produção suína, sendo que muitos destes têm identificado *Salmonella*, *Escherichia coli*,

Porcinecircovirus, entre outros, mesmo após tratamentos biológicos convencionais, como a digestão anaeróbica (FONGARO et al. 2014; VIANCELLI et al. 2015).

Bactérias Gram-negativas, como *Escherichia coli* e *Salmonella* spp. apresentam elevado potencial patogênico, sendo consideradas indicativo de problemas de manejo, que poderão culminar em manifestação de doenças em decorrência de fatores estressantes, dietas deficientes e superlotação, combinados com alta carga bacteriana no ambiente (CORRÊA et al, 2013).

Patógenos mais resistentes aos tratamentos alternativos são usualmente utilizados como indicadores de qualidade de água (VIANCELLI et al. 2015). Porém, a introdução de patógenos no meio ambiente pode comprometer a saúde de humanos e animais, com destaque para as infecções gastrointestinais causadas por *Salmonella*, *E. coli* e vírus entéricos.

1.3 OBJETIVOS DA PESQUISA

1.3.1 Objetivo geral

O presente trabalho tem como objetivo caracterizar farinhas de origem animal e, a partir destas produzir e caracterizar fertilizantes organominerais granulados, a fim de avaliar o seu potencial agronômico, bem como verificar o comportamento de organismos modelo (*Escherichia coli* e *Salmonella*) em farinhas de origem animal e organomineral artificialmente contaminados.

1.3.2 Objetivos específicos

Os objetivos específicos do trabalho são:

- a) realizar revisão bibliográfica sobre os impactos e problemáticas e soluções relacionados à produção animal e o volume de carcaças gerados;
- b) caracterizar físico-quimicamente as farinhas de carne produzidas apartir de carcaças animais;
- c) avaliar o uso da farinha produzida a partir de carcaças de animais mortos para a produção de fertilizantes organominerais;
- d) submeter a farinha ao processo de micronização (mistura com fertilizantes minerais solúveis e granulação) para a obtenção dos fertilizantes organominerais peletizados;

- e) caracterizar os fertilizantes organominerais peletizados oriundos da farinha de carne como indicadores de qualidade química (teor de N);
- f) avaliar o desempenho agronômico do fertilizante produzido in vitro por meio de estudos de incubação com solo.
- g) avaliar microbiologicamente o que acontece caso o fertilizante e a farinha sejam contaminados após o processo de produção;
- h) evidenciar o comportamento destes microorganismos quando o fertilizante é estocado em temperatura ambiente de verão (correspondendo a $26^{\circ}\text{C}\pm 2$) e para temperaturas de inverno (correspondendo a $13^{\circ}\text{C}\pm 2$);
- i) verificar o comportamento de microorganismos modelo (*Escherichia coli* e *Salmonella*) em farinha de origem animal quando são adicionados nutrientes para composição de fertilizantes: caso a farinha de origem animal venha ser utilizada como fertilizante, a combinação de nutrientes interfere na sobrevivência do patógeno modelo?

1.4 HIPÓTESES

1.4.1 Hipótese geral

O uso de farinhas de origem animal para produção de rações é uma alternativa ambiental e economicamente viável, pois dá destino adequado para os rejeitos da indústria de alimentos e, ainda, reduz os custos do produtor. Contudo, existe a possibilidade de que o uso das farinhas de origem animal seja terminantemente vetada na fabricação de rações para qualquer espécie animal devido a possibilidade da presença de patógenos e consequentemente riscos sanitários, colocando em risco a continuidade das atividades do setor de processamento de co-produtos animais. O que traz a possibilidade de utilizá-la como fertilizante, produto de menor valor agregado, porém ainda com destino nobre, haja vista a necessidade de fertilizantes utilizados no setor agrícola brasileiro.

1.4.2 Hipóteses específicas

As hipóteses específicas deste trabalho são:

- a) as farinhas de origem animal são ricas em nutrientes e apresentam elevado poder de fertilização, podendo ser uma ótima alternativa para suprir às necessidades do solo e da agricultura;
- b) a avaliação do nível de contaminação por patógenos das matérias-primas de farinhas animais existentes no Brasil é imprescindível para estabelecer grau de risco de utilização das mesmas para diferentes fins, quer seja alimentação animal ou fertilizantes;
- c) o conhecimento do comportamento dos patógenos modelo como a *Escherichia coli*, pode contribuir para estabelecer procedimentos na produção e armazenamento que assegurem ou reduzam os riscos relativos a segurança sanitária do fertilizantes produzidos.
- d) o uso das farinhas de origem animal para produção de rações, apresenta impactos econômicos e ambientais bastante positivos, mas representam riscos de ordem sanitária e de segurança alimentar;
- e) o uso das farinhas de origem animal pode ser vetado para fabricação de rações, necessitando de nova destinação, a fim de que não sejam agravadas condições ambientais por meio da disposição inadequada destes subprodutos;
- f) as farinhas de carne apresentam alto potencial fertilizante, podendo suprir parcialmente a alta demanda nacional por nutrientes no solo para a agricultura;
- g) a produção de fertilizantes organominerais a partir de farinhas animais pode viabilizar a continuidade das atividades do setor de processamento de co-produtos de origem animal.

1.5 ESTRUTURA DA PESQUISA

Essa dissertação está estruturada por capítulos, estando dividida em três. No capítulo 1 será abordado por meio de revisão bibliográfica os principais aspectos relacionados aos rejeitos da produção animal e suas problemáticas, principalmente com relação as carcaças animais, um subproduto que é utilizado como matéria-prima para a produção de farinhas de origem animal

(FAO). No segundo e terceiro capítulos serão apresentadas descrições metodológicas, resultados e conclusões com relação á possíveis usos das FOA como material com valor agregado. Neste caso, fertilizante organomineral, onde as avaliações consistiram na caracterização química da FOA, produção e caracterização de organomineral, bem como análises microbiológicas, com relação ao comportamento de patógenos presentes em materiais contaminados em temperatura de inverno e verão. Além disso, foi feito um estudo destes como possíveis fertilizantes para uso agrícola, com relação à liberação de nutrientes no solo. E finalizando com as considerações finais gerais do estudo, que respondem às indagações apontadas nos objetivos da dissertação, concluindo o estudo, segundo o entendimento dos resultados dos capítulos anteriores e sugerindo futuros trabalhos nessa área.

2 CAPÍTULO 1 – IMPACTOS E PROBLEMÁTICAS DA GERAÇÃO DE SUBPRODUTOS NA PRODUÇÃO ANIMAL

2.1 RESUMO

O Brasil, como protagonista na produção mundial de carnes, enfrenta grandes desafios relacionados à gestão dos resíduos destas cadeias, sendo que, recentemente, um dos principais problemas que vêm sendo recorrentemente apontados está relacionado aos resíduos cárneos não-comestíveis dos frigoríficos e os animais mortos resultantes da mortandade nos sistemas produtivos. Esta revisão objetiva abranger a problemática da produção em massa e a expressiva geração de carcaças animais relacionadas às preocupações do mercado mundial com o uso das mesmas para alimentação de outras espécies animais e a possível destinação como fertilizantes orgânicos ou organominerais. Foi desenvolvida com caráter descritivo exploratório e foi baseada na busca de informações atualizadas em periódicos e informativos de instituições relacionadas. A urbanização e a necessidade de geração de alimentos para atender ao crescimento populacional resultou no adensamento e intensificação da produção de proteínas animais e, por consequência, na geração de resíduos em volumes expressivos, notadamente de dejetos e carcaças. As carcaças animais são problemas emergentes, pois, podem ser consideradas como vetores de doenças, por outro lado a maior parte dos animais resultantes da mortandade inerente à produção industrial são destinadas às graxarias para produção de gorduras animais e farinhas proteicas, as quais apresentam elevado teor nutricional e possuem baixo custo. Por isso, grande parte da farinha é utilizada para alimentação animal e pequena porcentagem tem seu uso destinada para fertilização do solo. Contudo, o uso das farinhas de carne na alimentação é amplamente contestado por diversos setores, devido às questões de ordem ética e sanitária, o que poderá levar à proibição de tal uso. Sendo assim, é necessário que se avaliem novas possibilidades de utilização de tal matéria-prima, visto os riscos ambientais e quebras econômicas que podem ocorrer no setor, caso não sejam adotadas as medidas necessárias, as quais deverão ser cuidadosas e considerar todos os fatores e setores envolvidos, bem como as peculiaridades deste material.

Palavras-chave: Farinha de origem animal. Impactos Ambientais. Proteína animal.

2.2 ABSTRACT

Brazil, as a protagonist in world meat market, faces major challenges concerning the management of the residues of these production chains. Recently one of the main issue that have been recurrently mentioned are the non-edible by-products of slaughterhouses and the dead animals resulting from the mortalities in the farms. This review aims to approach the issues concerning large-scale production and the expressive generation of dead animals, the risks of using these residues as raw material for the production of animal feeding and its potential for organic or organomineral fertilizers production. It was developed with descriptive-exploratory character and it was based on the search for updated information in scientific papers and in informatives from institutions of recognized knowhow in this area. Urbanization and the need to produce food to meet population growth resulted in the intensification of animal production and consequently, in the generation of residues in expressive volumes. Animal cadavers are an emerging issue, since they can be considered vectors of diseases; on the other hand, most of the dead animals resulting from the inherent mortality of industrial production are sent to rendering industry to produce fats and meat meal,

which present high nutritional content and have low costs. Therefore, most of the meals used to be employed as animal feed whilst a small fraction of these meals was used for soil fertilization. Nonetheless the use of meat meal for feeding is widely contested by several sectors, due to ethical and sanitary issues, which may lead to the prohibition of such use. Therefore, it is necessary to evaluate new possibilities of using this raw material to prevent environmental problems and economic losses that may occur.

Keywords: Meat meal. Environmental impact. Animal protein.

2.3 INTRODUÇÃO

A produção de carne no Brasil é uma das atividades que mais contribui para o PIB nacional (KRABE; WIBERT, 2016), tendo grande relevância sobre tudo para a economia dos estados do sul do país. Dados da CIDASC (2017) relatam que no ano de 2016 o maior faturamento quanto ao valor bruto relacionado à produção agropecuária de Santa Catarina se deu pela produtividade de proteínas de frango, suínos e bovinos, gerando um total de R\$12,48 bilhões.

Em termos de produção brasileira, no primeiro trimestre do ano de 2017 foram abatidos cerca de 7.983.578 cabeças de bovinos, ou seja, 2.019.061.920 kg e cerca de 11.032.093 cabeças de suínos com 987.570.643 kg (IBGE, 2017). Contudo, com o aumento da produtividade, também ocorre o acréscimo no volume de resíduos, tanto de dejetos como de carcaças. O tratamento das carcaças de bovinos e suínos é mais complexo do que o de aves, devido principalmente ao seu volume, no entanto todos os animais mortos são fontes de riscos sanitários e ambientais.

Krabe e Wibert (2016) citam que, considerando-se todo ciclo produtivo de suínos, são estimadas cerca de 110 mil toneladas de carcaças de animais mortos/ano, para bovinos de leite esse número sobe para 191 mil toneladas, enquanto para bovinos de corte são estimados volumes de 730 mil toneladas de carcaças de animais mortos/ano.

A maior parte dos animais resultantes da mortandade inerente à produção industrial são destinadas às graxarias para produção de gorduras animais e farinhas protéicas, as quais apresentam elevado teor nutricional e possuem baixo custo. Por isso, grande parte da farinha é utilizada para alimentação animal e pequena porcentagem para o uso como fertilizantes (JAYATHILAKAN et al, 2012).

O uso para alimentação animal, contudo, é amplamente contestado e até mesmo proibido em alguns países, isso porque as farinhas provindas de animais mortos, em parte sem causa conhecida, ou ainda armazenados de forma inadequada antes do recolhimento, bem como

farinhas contaminadas durante o processamento podem representar riscos sanitários, principalmente pela possibilidade de contaminação por microorganismos, aminas biogênicas, e outros fatores que podem ser prejudiciais à saúde animal (LIMA; FEDDERN; MAZZUCO, 2017).

Todavia, a produção de farinhas bem como as indústrias que prestam o serviço de recolher e processar os resíduos que dão origem a estas, têm extrema importância na cadeia produtiva de animais. Além da sua evidente importância econômica, tais empresas prestam serviços essenciais, dando destinação a mortandade das granjas e aos resíduos dos frigoríficos (sangue, vísceras, penas, entre outros) que podem representar ameaça ao ambiente e a segurança sanitária dos rebanhos.

Logo a proibição do uso das farinhas animais na produção de rações pode ameaçar a viabilidade deste setor, portanto, são necessárias pesquisas que viabilizem usos não alimentares desta matéria prima, bem como maior regulamentação/padronização na sua produção e mecanismos de fiscalização voltados para a mitigação de riscos de introdução de farinhas de má qualidade e/ou contaminadas na composição de rações (JAYATHILAKAN et al, 2012).

O uso de farinhas de origem animal como fertilizante pode ser muito benéfico para a economia do Brasil, pois, o aumento na produção de proteína animal implica na necessidade de cultivar mais grãos (principais ingredientes na formulação da ração). Esse aumento fez com que houvesse o aumento na demanda de fertilizantes que são, na sua maior parte, importados, fazendo com que o país se torne cada vez mais dependente do mercado externo e das oscilações do câmbio. Além disso, os fertilizantes minerais importados são normalmente oriundos de fontes não renováveis, enquanto que a reciclagem de resíduos da produção pode suprir parcialmente a demanda por adubos, fechando um ciclo de uso e reuso (SPÅNGBERG et al. 2011).

Logo, este capítulo objetiva, por meio da revisão de literatura, abordar os problemas relacionados à produção em massa e a expressiva geração de carcaças animais, bem como relatar a crescente preocupação do mercado mundial com o uso das mesmas para alimentação animal e o potencial da possível destinação como fertilizantes organominerais.

2.4 METODOLOGIA

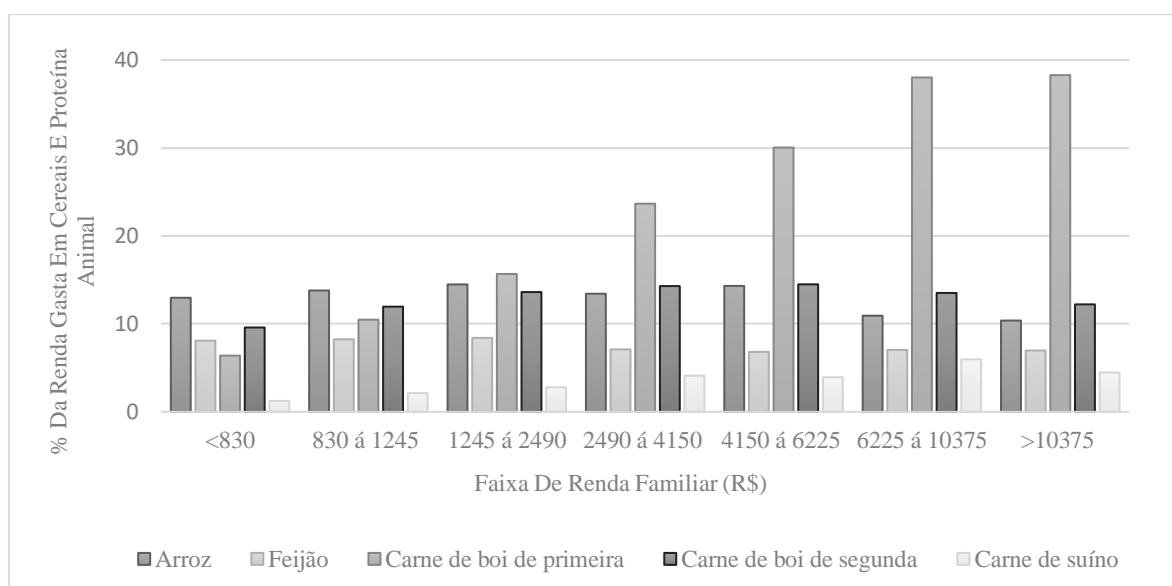
Tendo em vista a necessidade produtiva e os desafios associados ao grande crescimento deste segmento, esta revisão de caráter descritivo exploratório foi desenvolvido por meio da busca de informações atualizadas em periódicos e informativos de instituições de áreas afins.

2.5 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.5.1 Demanda e produção de proteína animal

Fatores como a globalização, urbanização e a renda influenciam de forma direta nas mudanças de hábitos alimentares das populações, sendo estes usados como indicadores quanto a qualidade de vida das diferentes esferas sociais, uma vez que o consumo e a variedade de preços estão proporcionalmente ligados ao volume e qualidade de produtos consumíveis (MORATOYA et al, 2013). De acordo com a OCDE-FAO (2015), o aumento da renda serve como estímulo à diversificação alimentar e isso pode promover, por exemplo, aumento no consumo de proteína animal em relação aos carboidratos. Esta tendência mundial é também verificada no Brasil (Figura 1), onde, quanto maior o poder aquisitivo, maior a porcentagem de gastos com proteína animal de boa qualidade comparado aos valores investidos em cereais, como arroz e feijão.

Figura 1 - Gráfico da relação de consumo de cereais e proteína animal versus renda familiar brasileira

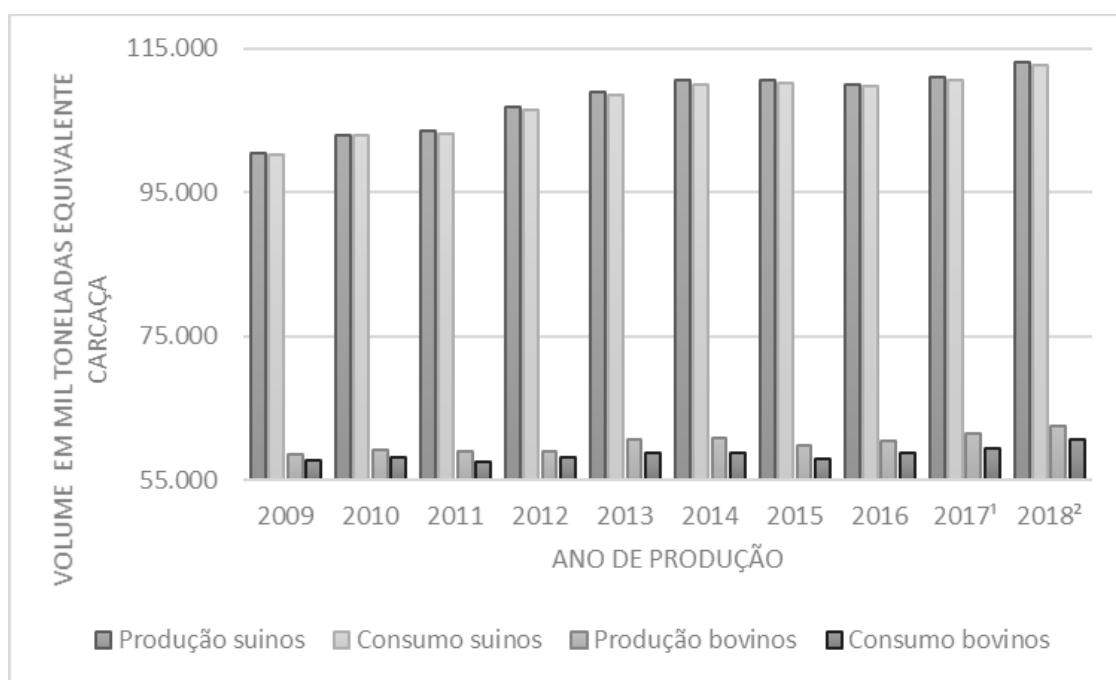


Fonte: Adaptado de IBGE (2010)

Moratoya et al, (2013) verificaram a ocorrência de grandes mudanças nos hábitos alimentares das populações ao longo de sua evolução, desde o estágio de caçadores-coletores até os dias atuais, onde se observa que o consumo de proteínas animais em maior volume, bem

como a ingestão dos alimentos processados. Assim, o percentual de aumento de volume de produção acompanha, não somente o aumento da população, mas também o aumento da renda e consequentemente do consumo (Figura 2). Esse aumento gera o fortalecimento do setor produtivo de proteínas, mas também a modificação do sistema de produção, o qual teve que se adaptar às exigências do mercado, na questão de produção, desenvolvimento de tecnologias, globalização e inter-relação de serviços.

Figura 2 - Gráfico da quantidade em toneladas de carcaça nos anos de 2009 a 2018



Fonte: Adaptado USDA (www.usda.gov), 2017.

¹Preliminar. ²Previsão.

Atualmente a carne suína é a proteína animal mais consumida no mundo, seguida pela carne de aves, e posteriormente pela carne bovina (USDA, 2013). Dentro deste contexto, o Brasil ocupa papel de grande destaque no mercado mundial de proteínas animais, o quarto maior produtor de carne suína e o segundo maior produtor de carne de frango e bovina (sendo o maior exportador deste último) (IBGE, 2017). Em 2016, foram exportadas aproximadamente 6,7 milhões de toneladas de carne, que resultaram em um faturamento total de 14,21 bilhões de dólares para o país (IBGE, 2017).

De acordo com Segnafredo (2007), a região sul, como uma das principais regiões produtoras, se destaca pelo caráter empresarial da sua suinocultura e avicultura, atividades estas

que possuem grande importância por gerarem renda e sustentação ao desenvolvimento agroindustrial regional, melhorando o PIB nacional.

2.5.2 Impactos ambientais de sistemas produtivos concentrados

Com o aumento e intensificação da produção animal, houve o agravamento de alguns problemas relacionados ao setor, onde a alta densidade dos sistemas produtivos em regiões específicas do país agrava os riscos sanitários e ambientais. Miranda (2007) cita que o aumento na criação de suínos foi fomentado por sistemas de produção em confinamento, os quais foram alicerçados pelos contratos de integração com grandes agroindústrias e cooperativas. No caso dos estados sul-brasileiros a maior concentração de produção gerou a carga de animais de densidade espacial de 557 kg de carcaças de animais por km² (KRABBE e WILBERT, 2016).

No meio rural e em agroindústrias os resíduos da produção animal são um problema diário e que demandam muita atenção (CAPOANE, 2014). Os resíduos cárneos, por exemplo, são considerados potencialmente poluentes, abrangendo tanto as carcaças animais resultantes da mortandade rotineira dentro dos sistemas produtivos, como os resíduos não-comestíveis dos frigoríficos (sangue, gordura, vísceras, pelos, ossos, entre outros) (BELLAVER, 2005).

De acordo com Meeker e Hamilton (2006), de 33% a 50% dos animais criados para produção de carne, leite, ovos e fibras acabam não sendo consumidos, passando a ser considerados resíduos dos processos produtivos. Tais resíduos são classificados pela resolução Conama nº 5 de 1993, como integrante do Grupo A (resíduos infectantes), por serem materiais biológicos com risco potencial à saúde pública e ao ambiente (BRASIL, 1993).

Este problema é de difícil solução, pois envolve riscos com biosseguridade e até mesmo a perda de competitividade do país no mercado internacional de proteína animal (EMBRAPA, 2017). Entretanto, destinação de carcaças animais torna-se problema emergente e preocupante em todo mundo.

Segundo Couto et al. (2010), diversas formas de descarte e tratamento para as carcaças são empregadas no Brasil, dentre as quais incluem-se o aterramento, a compostagem, a disposição em fossas anaeróbias, a queima ou desidratação e o processamento em graxarias para a produção de gorduras animais e farinhas protéicas. Contudo são comuns relatos de flagrantes de lançamentos de resíduos em córregos, matas e locais inadequados, decorrentes, sobretudo, da falta de informação e fiscalização.

Atualmente, o principal tratamento adotado nas propriedades é a compostagem em leira estática, processo que possui recomendações técnicas que se restringem quase que

exclusivamente à compostagem de animais de pequeno/médio porte e restos placentários (PAIVA, 2008; OTENIO; MARTINS; ROCHA, 2010). Em contraponto, para grandes volumes, como no caso de animais de grande porte ou resultantes de mortandades catastróficas e/ou sem causa conhecida, não se tem ainda uma destinação apropriada definida, podendo vir a se tornar passivo ambiental com alto potencial de impacto (PAIVA, 2001; PAIVA e BLEY Jr., 2001; BADO, 2006; ABREU et al. 2010). Outro fato a se ressaltar é que o aumento das escalas das propriedades também leva ao aumento expressivo no volume de rejeitos e subprodutos, assim, reforça-se a necessidade de se desenvolver pesquisas e tecnologias que visem o tratamento/destinação correta e não o simples descarte (MOREIRA et al. 2015).

Além disso, os animais mortos podem ser considerados meio de cultura para microorganismos de diversas origens, sejam eles patógenos ou não, afinal trata-se de resíduos compostos por nutrientes, fluídos e secreções. Neste caso, passa a ser necessário o uso de tecnologias avançadas de tratamento, que variam de acordo com o porte da produção e o tipo de resíduo. Contudo, para se definir sistemas de tratamentos adequados, é necessário avaliar condições como clima e área disponível, e ainda, a situação social e econômica das propriedades produtoras/rurais, isso porque, segundo Paiva, Souza e Grings (2011), os resíduos devem receber dos próprios produtores os cuidados para sua destinação.

É necessário que todos os setores da agroindústria se desenvolvam de forma sustentável, atendendo aos parâmetros legais, tanto em relação à minimização de geração quanto ao tratamento de resíduos. Em países da União Européia, por exemplo, diretrizes e leis limitam a disposição de animais mortos, exigindo que os mesmos sejam incinerados, submetidos a hidrólise alcalina sob alta pressão/temperatura, entregues a coletores licenciados ou processados em graxarias (GWYTHON et al., 2011).

No entanto, antes de qualquer implantação ou modificação de legislações e tecnologias, é necessário investir na educação ambiental da população, a fim de que as normativas não sejam vistas como impedimento para o desenvolvimento do setor agropecuário, mas como aliada para o crescimento sustentável da atividade (PALHARES, 2007).

As dificuldades técnicas e econômicas de se implantar tecnologias efetivas para o tratamento de volumes maiores de animais mortos, fez com grande parte destes materiais fossem destinados à produção de farinhas e gorduras animais. Barros e Lico (2004) inclusive mencionavam que o uso dos cadáveres animais na produção de farinha de origem animal era a forma equilibrada de reciclagem destes resíduos, tanto no aspecto econômico, como social e ambiental.

As indústrias responsáveis pela produção destas farinhas, de fato, desempenham importante papel nas cadeias produtivas de carnes, além de contribuir positivamente para o balanço econômico das regiões aonde se instalaram. Entretanto, é importante se atentar para a qualidade dos produtos destas indústrias, conforme o uso ao qual estes serão destinados.

Normativas como a IN Nº 34 (IN 34/2008) trata de alguns fatores mínimos e cuidados que devem ser levados em consideração no processamento da matéria-prima usada para a produção das farinhas de carne (BRASIL, 2008). Esta regulamenta que os resíduos animais devem ser processados em, no máximo, 24 horas após a coleta ou abate, ainda, proíbe que pelos, cerdas, cascos, chifres, sangue, fezes, conteúdo estomacal, resíduos de animais abatidos em estabelecimentos não autorizados e materiais especificados de risco (MER) sejam destinados ao processamento para produção de FCO (Farinhas de Carnes e Ossos). Além da IN Nº 34, a IN Nº 09 de 10 de março de 2010 também busca regulamentar indústrias produtores de tais produtos (BRASIL, 2010).

Apesar da existência das normativas acima citadas, os processos ainda não estão totalmente padronizados, sobretudo nas etapas que envolvem as propriedades rurais (armazenagem e recolha dos animais). Assim, considera-se importante regulamentar e qualificar este tipo de produção, sejam por normativas, selos de qualidade, desenvolvimento de tecnologias e/ou pesquisas. Tais iniciativas poderiam minimizar os riscos de contaminação ou a presença de materiais e microorganismos impróprios nas FOAs, por meio da adoção de procedimentos operacionais padrões, medidas preventivas e corretivas.

2.5.3 Indústrias de processamento de co-produtos da produção animal e produção de farinhas protéicas

Nas últimas décadas, o setor de processamento de co-produtos animais (conhecidas como graxarias) vem crescendo nas regiões que concentram a produção industrial de carnes. A reciclagem dos resíduos de origem animal resulta na produção de farinhas protéicas e gorduras animais, com ampla aplicação em setores tais como higiene e limpeza, biocombustíveis, química fina, energia e alimentação animal e fertilizantes, a partir de matérias-primas que poderiam representar riscos ao meio ambiente e a saúde pública, sendo considerada assim a destinação final mais equilibrada do ponto de vista ambiental, social e econômico (BARROS; LICCO, 2007; PACHECO, 2008).

Dessa forma, as indústrias que processam os co-produtos cárneos apresentam a seu favor o fato de serem consideradas empreendimentos “verdes” e os seus produtos possuem vantagens

competitivas sobre os seus concorrentes por serem de indústrias prestadoras de serviços ambientais, por utilizarem como matérias-primas resíduos de alto potencial de impacto, evitando que estes acabem aportando no ambiente (COSBEY, 2013; SCHWARZER, 2013).

Estas indústrias fazem a coleta e o processamento dos resíduos de abatedouros e frigoríficos, bem como de animais que morrem durante o ciclo produtivo em propriedades rurais (ARAÚJO et al. 2016). Fujihara et al. (2015) estima que as indústrias “graxeiras” brasileiras processam cerca de 4,25 milhões de toneladas de subprodutos anualmente.

Segundo descrito por Machado, Ribeiro e Zajak (2005), para a produção da farinha de carne são realizados processos de fragmentação/moagem das carcaças e outros subprodutos, seguidas do cozimento por meio da percolação de vapor d’água (via úmida), ou por meio da inserção de calor e cozimento nos fluídos da própria matéria-prima, seguido da prensagem e resfriamento. Em seguida, a farinha segregada é submetida a moagem mais fina, peneirada e embalada.

A maioria das plantas atuais operam pela via seca, por ter geração insignificante de efluentes e resíduos sólidos, proporcionando farinhas de qualidade, onde existe apenas a liberação de gases e odores (BARROS e LICCO, 2007). Ainda, de acordo com estes mesmos autores, estas indústrias vêm buscando novas tecnologias a fim de tornar o sistema operacionalmente mais simples e econômico, como é o caso do abastecimento contínuo de material no processo, o que proporciona uma série de vantagens sistêmicas em comparação ao sistema em batelada.

2.5.4 Farinhas de origem animal e riscos no seu uso na nutrição animal

Estudos desenvolvidos no passado apontavam que as farinhas de origem animal (FOAs), após passarem pelo processamento adequado, não deveriam ser mais considerados como rejeitos, mas sim, serem classificados como ingredientes de alta qualidade para a produção de rações animais, em especial, para monogástricos (BELLAVER, 2005). Por esta razão, Carvalho (2016) relata que as farinhas de origem animal (FOAs) foram amplamente difundidas na dieta dessas espécies em substituição ao farelo de soja como fonte proteica na formulação de rações. Isso porque, além do alto fator nutritivo, as farinhas apresentavam custos inferiores se comparadas às demais matérias-primas, além de fomentar a reciclagem das carcaças.

Existe uma gama de tipos de farinhas animais, as quais apresentam grande variabilidade de características de acordo com o material de partida empregado (Farmland, 2001).

Compêndio (1998) e a Associação Brasileira de Reciclagem Animal (2016), por exemplo, estabelecem que no caso dos suínos, o que também pode ser aplicado a bovinos, estas podem variar em farinha de carne e ossos suínos, farinha de sangue, farinha de vísceras, bem como farinhas mistas, obtidas de animais inteiros e de não apenas uma espécie animal, como suínos e bovinos.

O uso da FOA na nutrição animal, entretanto, vem sendo questionada em decorrência dos riscos sanitários associados à prática. Estas preocupações se acentuaram de forma significativa após adventos de casos relacionados à encefalopatia espongiforme bovina (BSE), conhecido popularmente como “mal da vaca louca”, cujo agente causador (príon) não é inativado durante o processamento para a produção das farinhas contaminadas (VARNAM, SUTHERLAND, 1998; SEWELL, 2016). O príon é considerada partícula infecciosa proteonácea capaz de, por transformações isoméricas, converter moléculas proteicas saudáveis em moléculas nocivas ao tecido do sistema nervoso (FORSYTHE; HAYES, 1998).

Os resíduos de frigoríficos e abatedouros, de forma geral, são considerados como potenciais reservatórios de patógenos virais, bacterianos, parasitas e príons capazes de infectar tanto animais como seres humanos (CARDOSO, 2002; FRANKE-WHITTLE e INSAM, 2012). Apesar das altas temperaturas desenvolvidas no processo de fabricação das FOAs, de acordo com Santos et al. (2000), estas são consideradas como fonte principal de contaminação por *Salmonella* de rações que seriam destinadas a animais.

Oliveira et al (2009), observou em análise exploratória que cerca de 20% das FOAs avaliadas estavam contaminadas por *Salmonellas*. Além disso, em 100% das amostras foram percebidas a presença de pelos e colágeno, e 60% continham conteúdo ruminal/intestinal com grau de contaminação variando entre o escasso a alto. Estas situações tem extrema implicância, visto que Bellaver (2009) relata que a presença de cepas patogênicas de microrganismos como *Salmonela* e/ou *E. coli*, por exemplo, poderiam causar sérias doenças tanto aos animais como ao ser humano.

Outro importante problema encontrado nas farinhas animais é a variabilidade nos índices de qualidade do produto. Em virtude da alta perecibilidade da matéria-prima, existem muitos fatores que interferem na qualidade do produto final, tais como: o tempo e o tipo de conservação (ausência de refrigeração) fornecidos aos animais mortos antes de serem processados, ou mesmo as condições nas quais farinhas já prontas são armazenadas. Os principais fatores a serem considerados são umidade, temperatura, gorduras (oxidação), contaminações, presença de poliaminas, aminas biogênicas, acidez, índice de peróxidos, etc.

Sendo que tais parâmetros são determinantes para garantir a segurança e o valor nutricional das FOAs (CARVALHO et al. 2012; MATIAS et al. 2012).

Por todas as questões enumeradas, o aproveitamento das FOAs na fabricação de rações tem enfrentado oposições por parte de ONGs e associações ligadas a nutrição e segurança sanitária na produção animal. De acordo com Fujihara *et al* (2014), animais mortos jamais devem ser processados e utilizados para alimentação de outros animais. Portanto, é necessário avaliar-se outras alternativas que continuem a agregar valor e manter a viabilidade do setor de forma sustentável e segura em diferentes plataformas. Diversos estudos têm buscado determinar a efetividade das diferentes formas de disposição/tratamento destes resíduos visando mitigar os riscos sanitários com a eliminação de patógenos (FRANKE-WHITTLE e INSAM, 2012).

2.5.5 Demanda e potencial nacional sobre fertilizantes orgânicos e organominerais

O Brasil é o quarto maior consumidor mundial de nitrogênio e o terceiro de fósforo. Além disso, como o seu solo é deficiente em potássio, o país ocupa o posto de segundo maior consumidor desse nutriente. Assim, mensalmente, o Brasil adquire no exterior cerca de 2,30 milhões de toneladas de fertilizantes. Nos primeiros oito meses de 2017, houve um salto de 30% de importação comparado aos dados do mesmo período de 2016 (GLOBAFERT, 2018). No entanto, internamente o país possui diversas fontes de nutrientes que poderiam ser utilizadas como fertilizantes orgânicos e/ou organominerais.

De acordo com o decreto 86.955, fertilizantes organominerais são aqueles procedentes da mistura ou combinação de fertilizantes minerais (produto formado por compostos químicos contendo nutrientes de plantas) e fertilizantes orgânicos (fertilizante de origem vegetal ou animal contendo um ou mais nutrientes para as plantas) (BRASIL, 1982). A Infoagro (2012), por sua vez, define organominerais como fertilizantes orgânicos enriquecidos por compostos minerais, conhecidos como adubos químicos, fabricados com a finalidade de serem utilizados como condicionantes do solo.

O uso de organominerais é capaz de proporcionar diversas melhorias, tanto no solo, quanto para as plantas, isso porque, além de fornecer dosagens minerais em quantidades balanceadas, estes oportunizam um acréscimo de matéria orgânica que melhora a fertilidade do solo, pois permite a liberação gradativa dos nutrientes a medida que a matéria orgânica se decompõe ou mineraliza (CRUZ; PEREIRA; FIGUEIREDO, 2017; MALAQUIAS, SANTOS, 2017). Além disso, o acréscimo de M.O. aumenta a capacidade de troca de cátions e a superfície específica do solo, repõe a reserva de carbono, bem como complexa substâncias tóxicas, além

de diversos benefícios para os meios físicos e a biota do solo (CRUZ; PEREIRA; FIGUEIREDO, 2017; MALAQUIAS, SANTOS, 2017).

Para Borges et al. (2015) o uso de fertilizantes organominerais não trazem diferenças estatísticas de rendimento, mostrando que a utilização deste tipo de fertilizantes é viável, viabilidade esta também observada por Jantalia et al. (2017).

Cruz, Pereira e Figueiredo (2017) citam que desde os anos 2000, pesquisas têm fomentado o uso mais frequente de resíduos da agroindústria na produção de organominerais. Mattar, Frade Jr. e Oliveira (2014) mencionam que as farinhas, como as que possuem em sua composição ossos, podem ser consideradas como alternativas para fertilizantes fosfatados e calcinados. Nogalska et al. (2014) afirma que os fertilizantes produzidos a partir da farinha de carne apresentam rendimentos próximos, e até maiores do que adubos comerciais nas taxas de aplicação, garantindo segurança ambiental e vantagens econômicas.

Spångberg et al. (2011) citam que as farinhas são importantes fontes de fertilizantes orgânicas, sendo que os mesmos geram menores taxas de emissões atmosféricas se comparados aos dejetos, desenvolvendo uma agricultura de menor impacto. Em comparação entre fertilizantes de farinhas de carne e adubos químicos, diz-se que as farinhas são capazes de garantir efeitos residuais pela mineralização de nutrientes, e além disso possuem taxas de nitrogênio e fósforo significativas, as quais podem causar menos problemas com a lixiviação de N (Spångberg et al, 2011)

Alguns processos, como a micronização, são capazes de alterar a constituição física dos fertilizantes e são designados como otimizadores. A micronização consiste na exposição do material a ar comprimido filtrado e sob alta pressão, resultando na compressão das partículas decorrentes da transferência rápida de energia, produzindo assim “grãos” de tamanho muito reduzido e uniforme, podendo chegar à 10 µm (LOWRISON, 1974). Quando os fertilizantes possuem partículas menores a absorção e a conversão para o meio é mais eficaz, isso porque a aplicação direta de fertilizantes possui dissolução excessiva e liberação controlada, além de diminuir problemas com lixiviação, bem como facilitam na aplicação mecanizada destes (IYER, 2014).

2.5.6 Importância de fertilização e nutrientes para o solo

Para Baldotto et al.(2015) o crescimento latente da produção agropecuária se dá devido ao elevado potencial de geração, devidos ao benefícios ligados à geração de emprego e renda, e até mesmo ambientais pelo aumento de produtividade por área. Contudo, para que isto se

mantenha são necessários cuidados específicos com relação ao manejo e conservação dos solos. O solo é o material que cobre a superfície terrestre, cujas características, classificação e seus usos estão relacionados com os fatores de formação (material de origem, clima, tempo, organismos vivos), os quais têm influência sobre pH, textura, fertilidade, porosidade, entre outras (COELHO et al. 2017).

Com isso, a importância do solo para diversos setores, sejam eles ambientais e/ou agronômicos é indiscutível, visto sua relação solo-planta e, consequentemente, solo-meio ambiente. Não por acaso, desde a colonização vieram-se desenvolvendo tecnologias baseadas, por exemplo, na adubação e calagem de solos, sendo isso relacionado às dosagens adequadas de fertilizantes e consequentemente nutrientes, em conjunto com outros fatores (BALDOTTO, et al. 2015)

Tornou-se assim indispensável a distribuição e desenvolvimento de insumos e fertilizantes para a comercialização (economia) (BALDOTTO et al., 2015). Essa comercialização é ligada a produção a qual, tem atualmente como prioridade manter-se em alta, contudo buscando-se reduzir as taxas de usos de fertilizantes, principalmente químicos, devido a alta na questão de insumos (ZHANG et al. 2016).

Estes insumos, são direcionados para a fertilidade construída, ou seja, sua aplicação garante a liberação de nutrientes adequados, tanto de imediato como em efeitos residuais para se obter alta produtividade (KAPPES e ZANCANARO, 2014). Sendo que a necessidade de fertilização do solo se dá devido ao desgaste gerado pelos sistemas produtivos, ligados a extração de nutrientes, como por culturas de milho e soja (LACERDA et al. 2015).

2.5.7 Fertilização: relação solo e nitrogênio

Dentre as funções do solo, a mediação no ciclo de nitrogênio desempenha um papel fundamental, visto ser este um dos nutrientes mais importantes e por vezes provindo de métodos de fertilização para o desenvolvimento das plantas. O solo hospeda a maior parte do sistema de fixação e modificação nas formas de N, além disso, as características do solo são capazes de influenciar diretamente nas taxas necessárias de N, nos processos de perdas e retenção do déficit do nutriente (RAIJ, 1991). Portanto, o manejo adequado do solo traz benefícios por propiciar uma maior produtividade sem aumentar os riscos de problemas ambientais, a saúde pública ou de esgotamento dos recursos naturais.

Embora o nitrogênio exista em abundância na atmosfera (cerca de 80% do volume), o mesmo não se encontra prontamente disponível para as plantas e organismos no solo, visto que

normalmente ele se encontra na forma de N_2 e poucos organismos tem a capacidade de absorvê-lo. Além da complexidade que envolve o ciclo do nitrogênio, outros fatores como a sua inexistência nas rochas que dão origem aos solos, são fatores ligados à este déficit (RAIJ, 1991).

De acordo com Brady (1979) existem três formas principais de nitrogênio no solo, i) nitrogênio orgânico associado com o húmus do solo, ii) nitrogênio amoniacal fixado por minerais argilosos e iii) amônio solúvel inorgânico e compostos de nitrato, sendo que a maior concentração está associada à matéria orgânica, e apenas uma pequena fração de 2 à 3% é mineralizado sob condições normais. Segundo Troeh e Thompson (2007) o nitrogênio orgânico está preso por uma ligação co-valente (um átomo de carbono e dois de hidrogênio) e não pode se ionizar, sendo que para que este se torne disponível para o ciclo do crescimento da planta, ao menos parte da matéria orgânica deve estar decomposta.

O solo, bem como seus componentes encontram-se teoricamente em equilíbrio dinâmico quando em condições naturais, ou seja, sem atividades e modificações externas, porém, essa condição é alterada quando o solo é submetido ao cultivo ou a outros usos, precisando-se de um novo equilíbrio, com técnicas de manejo, adubação e calagem por exemplo, a fim de que se tenha um bom rendimento sem o esgotamento deste recurso (D'ANDRÉA et al. 2004). Sendo que o manejo, por exemplo, é importante para que não ocorra a perda do próprio solo e nutrientes essenciais, como por exemplo, o nitrogênio. Esta manutenção é fundamental para se manter a qualidade do solo e para que algumas funções e condições sejam efetivas e continuadas em um ambiente que propicie a atividade microbiana de tal forma que os ciclos biogeoquímicos sejam mantidos e/ou otimizados.

Souza (2016) salienta que para algumas culturas a adubação mineral e a adubação orgânica se constituem como as principais fontes de N. Pegoraro et al. (2016) diz também que a presença de N no solo sob formas orgânica ou mineral disponíveis para as plantas, está vinculada à qualidade e quantidade dos resíduos vegetais aportados ao solo. No que tange às formas orgânicas disponíveis, pode-se citar o uso de efluentes agroindustriais (suinocultura) como fertilizantes. Ainda, Brady (1979) diz que parte deste N pode vir da fixação do nitrogênio atmosférico por microorganismos específicos.

O ciclo do nitrogênio envolve diversas etapas e processos até que o N possa finalmente estar disponível para as plantas. No solo, grande parte do N é originado da decomposição das proteínas contidas em materiais orgânicos ou resíduos, mediada por bactérias e fungos. Na primeira etapa, ocorre a produção/liberação de amônia que na sequência é convertida por reações químico-biológicas mediadas por organismos quimiossintetizantes nitrificantes em nitratos. Esta conversão ocorre em duas etapas; a nitrosação (amônia é transformada em nitrito)

e nitratação (nitrito são modificados para nitrato). Ao fim do ciclo pode ocorrer a desnitrificação (retorno de N em sua forma elementar N₂) (LOPES, 1998).

A necessidade em quantidade de N varia de cultura para cultura, contudo, a forma de adição nitrogenada exige técnicas corretas de aplicação, para que sejam diminuídas as perdas por volatilização, lixiviação e desnitrificação a curtos e longo prazo (SOUZA, 2016). Por ser um ciclo aberto, podem existir perdas durante o ciclo do nitrogênio, como no momento da colheita quando são retiradas as espécies vegetais. Estima-se que em uma plantação de trigo, levando-se em conta a colheita do grão apenas, são removidas cerca de 84 kg.ha⁻¹ (TROEH e THOMPSON, 2007).

Outra via de perda de nitrogênio é a lixiviação, sendo que esta é responsável pela remoção de quantidades expressivas de N sob diversas formas, as quais são perdidas pela sua dissolução ou arraste por drenagem. Este processo depende de fatores como clima, tipo dos solos e condições de uso e manejo destes, situação esta que pode ser agravada quando existem também perdas por erosão (BRADY, 1979).

Mota et al. (2015) caracteriza o processo de lixiviação como o movimento vertical de íons ou de moléculas no perfil do solo para profundidades abaixo daquelas exploradas pelas raízes. Isso ocorre, segundo Troeh e Thompson (2007), porque o nitrogênio em sua forma de nitrato é facilmente lixiviado de solo permeável. Estudos apontaram que em 24h o nitrato se move no perfil do solo até uma profundidade de 60 cm, logo, fatores como chuvas excessivas poderiam carrear o material para profundidades ainda maiores, e até mesmo atingir lençóis d'água. Além das chuvas, as taxas de nitrificação, adubação, a permeabilidade, a capacidade de retenção de água do solo e o tipo de cultura presente no mesmo, são fatores determinantes quanto à necessidade e disponibilidade de N.

A volatilização também é responsável por grande parte da perda de nitrogênio, visto que N possui diversas formas que se volatilizam facilmente.

Troeh e Thompson (2007) citam que alguns autores confirmam que a volatilização da amônia diminui quando em contato com plantas em crescimento, mas que ao mesmo tempo quantidades significativas podem ser volatilizadas pelas próprias plantas, por outro lado, estes mesmos autores referenciam trabalhos que afirmam que este processo é mínimo quando o N está incorporado ao solo, contudo a volatilização ocorre principalmente quando são adicionadas altas taxas de compostos nitrogenados. Isso é visto no trabalho de Sete et al. (2015), que cita a percepção de que a quantidade volatilizada acumulada de N-NH₃ é incrementada com a dose de composto aplicada na superfície do solo, especialmente em períodos de maior temperatura.

Solos saturados por água em parte do tempo ou em parte do seu volume, também sofrem perdas de N para a atmosfera, mas neste caso isto se dá por uma outra rota a qual se dá o nome de desnitrificação, entretanto, estas perdas não são significativas em ambientes bem drenados (TROEH e THOMPSON, 2007).

Além do nitrogênio, o fósforo e o potássio são nutrientes importantes para o crescimento e desenvolvimento das plantas, sendo que as farinhas de origem animal é uma fonte rica nestes nutrientes.

Para suprir a falta de alguns nutrientes, são utilizadas principalmente adubações por meio de fertilizantes inorgânicos minerais, porém, os mesmos apresentam custos que elevam as despesas do sistema produtivo. Por outro lado, o uso dos fertilizantes orgânicos disponíveis na propriedade ou no entorno, além de propiciar economia nos custos da produção, contribui na ciclagem dos nutrientes dos subprodutos de outras atividades. Dentre estes subprodutos, podem ser citados o lodo de esgoto e resíduos da produção agroindustrial entre outros.

Diversos estudos vêm comprovando ser possível utilizar os resíduos agropecuários e agroindústrias como fonte de nutrientes para diferentes culturas sem perda de produtividade. Pires et al. (2015) utilizou como fonte de N no solo, o lodo de esgoto comparado a adubação mineral e observou que o mesmo é mais eficiente em fornecer nitrogênio a longo prazo, já Oliveira et al. (2014) comparou diversas fontes residuais de N e ressaltou a necessidade de manejos diferenciados de acordo com o tipo de resíduo aplicado, visto que os mesmos apresentam diferentes dinâmicas de disponibilização do nitrogênio, como por exemplo os dejetos suínos brutos e camas sobrepostas de suínos (NICOLOSO et al. 2013)

Independente da fonte do nutriente ser mineral ou orgânico, o que importa é que seja fornecida apenas a quantidade necessária para o pleno desenvolvimento das plantas (o que é específico para cada tipo de cultura), pois, se por um lado, a falta de N pode causar limitação no crescimento e amarelamento de folhas, o seu excesso também apresenta efeitos indesejáveis, como pode ser comprovado, por exemplo, pelos estudos conduzidos por Simões (2016), no qual o excesso de nutrientes provocaram alterações em todos os parâmetros morfológicos de mudas da espécie arbórea táxi-branco (*Tachigalivulgaris*), prejudicando a qualidade das mesmas. Portanto, é fundamental o conhecimento da dinâmica de retenção-liberação dos nutrientes no sistema água/solo/planta, bem como a interações que podem afetar estes processos para se estabelecer recomendações de adubação que assegurem que as plantas recebam cada nutriente no estágio de desenvolvimento adequado.

Considerando que os nutrientes nos resíduos orgânicos não estão prontamente disponíveis como ocorre com as fontes minerais, é necessário se desenvolver estudos

específicos para as diferentes fontes potenciais de nutrientes. Ademais, é importante lembrar que na adubação orgânica deve-se considerar outros fatores como o efeito residual de adubações realizadas em safras anteriores que deverão ser contabilizadas antes de se estabelecer a recomendação agronômica apropriada.

2.5.8 Dinâmica do nitrogênio no solo

O nitrogênio apresenta uma dinâmica complexa que ocorre devido à diversidade de formas químicas, reações e processos ao qual este elemento está envolvido, sendo também o nutriente exigido em maior quantidade pela maioria das plantas (SARDÁ, 2016). Cada solo possui capacidade própria de fornecer N às plantas a partir da decomposição da matéria orgânica do solo (MOS), esse fornecimento é realizado em quantidades e taxas diferentes que irão depender do tipo de solo, atividade microbiana e condições ambientais (RHODEN et al. 2006).

De acordo com Brady (1979) existem três formas principais de nitrogênio no solo, i) nitrogênio orgânico associado com o húmus do solo, ii) nitrogênio amoniacal fixado por minerais argilosos e iii) amônio solúvel inorgânico e compostos de nitrato, sendo que a maior concentração está associada à matéria orgânica, e apenas uma pequena fração de 2 à 3% é mineralizado sob condições normais. Segundo Troeh e Thompson (2007) o nitrogênio orgânico está preso por uma ligação co-valente (um átomo de carbono e dois de hidrogênio) e não pode se ionizar, sendo que para que este se torne disponível para o ciclo do crescimento da planta, ao menos, parte da matéria orgânica deve estar decomposta.

Souza (2016) cita que para algumas culturas a adubação mineral e a adubação orgânica se constituem como as principais fontes de N. Pegoraro et al. (2016) diz também que a presença de N no solo sob formas orgânicas ou minerais disponíveis para as plantas, está vinculada à qualidade e quantidade dos resíduos vegetais aportados ao solo, quanto as formas orgânicas, pode-se citar o uso de efluentes agroindustriais (suinocultura) como fertilizantes. Ainda Brady (1979) diz que parte deste (N) é vindo da fixação do nitrogênio atmosférico por microorganismos.

A necessidade em quantidade de N varia de cultura para cultura, contudo a forma de adição nitrogenada exige técnicas corretas de aplicação, para que sejam diminuídas as perdas por volatilização, lixiviação e desnitrificação à curtos e longos prazos (SOUZA, 2016). Por ser um sistema aberto, podem existir perdas durante o ciclo do nitrogênio, como no momento da colheita, quando são retiradas as espécies vegetais. Estima-se que em uma plantação de trigo,

levando-se em conta apenas a colheita dos grãos, sejam removidas cerca de 84 kg N.ha⁻¹ (TROEH e THOMPSON, 2007).

Outra forma de perda de nitrogênio é a lixiviação, sendo esta a remoção de quantidades de N em diversas formas perdidas pela drenagem, a mesmas depende de fatores como clima, tipo dos solos e condições de uso e manejo destes, situação esta que pode ser agravada quando existem perdas também por erosão (BRADY, 1979). Mota et al. (2015) caracteriza o processo de lixiviação como o movimento vertical de íons ou de moléculas no perfil do solo para profundidades abaixo daquelas exploradas pelas raízes.

Isso ocorre segundo Troeh e Thompson (2007), pois o nitrogênio em sua forma de nitrato é facilmente lixiviado de solo permeável, estudos apontaram que em 24 horas o nitrato se move no perfil do solo em uma profundidade de 60 cm, logo fatores como chuvas excessivas poderiam carrear o material para profundidades ainda maiores, e até mesmo para fora do solo, como para cursos d'água. Além das chuvas as taxas de nitrificação, adubação, a permeabilidade e capacidade de retenção de água do solo e o tipo de cultura presente no mesmo, são fatores determinantes quanto à necessidade e disponibilidade de N.

A volatilização também é responsável por grande parte da perda de nitrogênio, visto que N possui diversas formas que se volatilizam facilmente, Troeh e Thompson (2007) dizem que alguns autores confirmam que a volatilização da amônia diminui quando em contato com plantas em crescimento, mas que ao mesmo tempo quantidades significativas podem ser volatilizadas pelas próprias plantas, outras citam ainda que este processo é mínimo quando o N está incorporado ao solo, contudo a volatilização ocorre principalmente quando são adicionadas altas taxas de compostos nitrogenados. Isso é visto no trabalho de Sete et al. (2015), que cita a percepção de que a quantidade volatilizada acumulada de N-NH₃ é incrementada com a dose de composto aplicada na superfície do solo, especialmente em períodos de maior temperatura.

Solos saturados por água em parte do tempo ou em parte do seu volume, também sofrem volatilização, mas a este dá-se o nome de desnitrificação, ou seja, são perdas não tão significativas em ambientes bem drenados (TROEH e THOMPSON, 2007).

A decomposição do nitrogênio, elemento necessário ao crescimento das plantas, normalmente é lenta e não está disponível imediatamente para a planta no solo. Conforme a matéria orgânica decompõe-se, os minerais são liberados; porém, o nitrogênio pode permanecer imobilizado. Isso ocorre porque o nitrogênio é utilizado pelos microrganismos para decompor a matéria orgânica para a consequente formação de proteínas, assim, há a quebra da matéria orgânica em partes menores. Durante a decomposição, os elementos químicos que antes estavam na forma orgânica são convertidos para a forma mineral. Os nutrientes são absorvidos

pelas raízes das plantas quando se encontram na forma mineral. (CRUZ, PEREIRA E FIGUEIREDO, 2017).

A mineralização ocorre através da decomposição de materiais orgânicos pelos microrganismos para o seu suprimento de energia, depois de suprida as necessidades nutricionais por esses microrganismos o excesso de nitrogênio é liberado dentro do solo para o crescimento das plantas. Já o inverso deste processo, a transformação de N inorgânico para N orgânico, é chamado de imobilização (INSTITUTO DA POTASSA e FOSFATO, 1998).

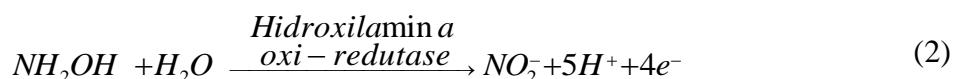
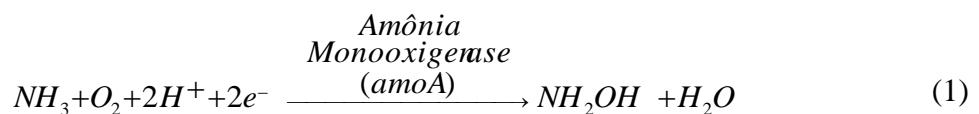
O amônio é o produto inicial da mineralização, resultante da conversão de substâncias mais complexas em NH_4^+ , processo chamado de amonificação. Dando continuidade ao ciclo, grande parte do N amoniacal é convertido pela ação de bactérias nitrificadoras em nitrogênio nítrico, processo denominado nitrificação (INSTITUTO DA POTASSA e FOSFATO, 1998). O NO_3^- pode ter vários destinos e em condições de baixo suprimento de O_2 o N é perdido através da desnitrificação (MOREIRA; SIQUEIRA, 2006).

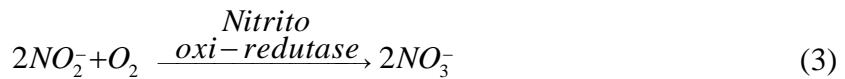
A lixiviação de N ocorre principalmente quanto este se encontra na forma de NO_3^- do que na forma de NH_4^+ , pois o nitrato possui uma carga negativa fraca, não sendo retido pelo solo, permanecendo assim como um íon livre na água no solo, sendo passível de ser lixiviado através do perfil do solo (INSTITUTO DA POTASSA e FOSFATO, 1998). Desta forma o NO_3^- quando presente em quantidades superiores àquelas necessárias às plantas aumenta o risco de poluição ambiental (AITA et al. 2013).

Nos solos, o N_2O emitido é produzido a partir de dois processos biológicos: a nitrificação e a desnitrificação (ALMEIDA et al. 2015).

2.5.8.1 Nitrificação

A nitrificação ocorre em condições aeróbias e está diretamente relacionada ao fornecimento de NH_4^+ , o qual é posteriormente convertido para em NO_2^- e rapidamente converte-se em NO_3^- (GIACOMINI et al. 2006, MOREIRA; SIQUEIRA, 2006). As equações (1), (2) e (3) apresentam as etapas do processo de nitrificação (DI; CAMERON, 2016).

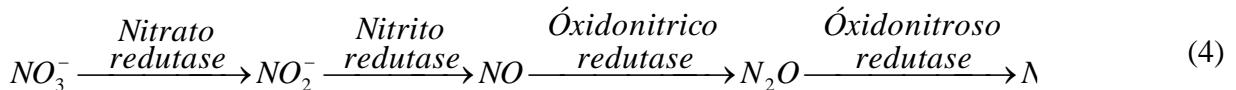




A nitrificação é realizada principalmente por bactérias autotróficas (GIACOMINI *et al*, 2006).

2.5.8.2 Desnitrificação

A redução bioquímica de N por formas oxidadas de N á formas gasosas (N_2 e N_2O) é conhecida como desnitrificação, esta é realizada por bactérias anaeróbicas facultativas que utilizam o nitrato (NO_3^-) como aceptor final de elétrons em substituição ao oxigênio (O_2), esse processo é favorecido pela disponibilidade de carbono e pela presença de NO_3^- oriundo da mineralização da matéria orgânica do solo e também da aplicação de fertilizantes minerais e orgânicos (MOREIRA; SIQUEIRA, 2006, ALMEIDA *et al*, 2015). A equação (4) (DI; CAMERON, 2016) mostra a redução de NO_3^- para NO_2^- , NO , N_2O e N_2 , com N_2O como produto intermediário:



Os processos bem como a velocidade e efetividade das reações são de extrema importância, pois influenciam diretamente nos produtos gerados o que consequentemente influenciam no meio solo-planta-ambiente.

2.6 CONCLUSÃO

A produção em larga escala visa atender e abrir mercados, contudo, mesmo com a movimentação econômica em estágio positivo, o ônus, como a água consumida e a geração de resíduos, também permanecem nos países de origem. Para manter-se ativo e competitivo comercialmente é necessário que estes resíduos sejam destinados de forma ordenada ambiental, social e economicamente, ou seja, com baixos custos, sem trazer riscos ambientais e sanitários e sem prejudicar as indústrias produtoras.

O veto do uso das farinhas de origem animal na produção de rações torna necessário a busca por nova aptidão deste, a fim de que não se torne um resíduo potencialmente danoso.

O uso de farinhas de carne destinado como fertilizante organomineral granulado pode auxiliar na reutilização deste sub-produto da produção animal, proporcionando a disponibilização de nutrientes em dosagens mais adequadas e com menores riscos de contaminação por lixiviação, evitar problemas sanitários, além de gerar economia quanto aos gastos com fertilizantes.

A viabilização deste uso, entretanto, constitui-se em um desafio que deverá passar por diversas etapas, tais como: o estabelecimento da real disponibilidade e dinâmica de liberação dos nutrientes, a fim de estabelecer formulações organominerais que apresentem os melhores rendimentos agronômicos e possibilitar indicar as práticas de aplicação adequadas; avaliar a segurança ambiental e sanitária dos organominerais produzidos; além de todas as etapas de validação e trâmites legais inerentes a introdução de um novo insumo agrícola.

2.7 REFERÊNCIAS

ABREU, P. G. de et al. Casca de arroz e palhada de soja na compostagem de carcaças de frangos de corte. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v. 33, n. 1, p. 51-57, 2011.

AITA, C. et al. Redução na velocidade da nitrificação no solo após aplicação de cama de aviário com dicianodiamida. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.43, n.8, p.1387-1392, 2013.

ALMEIDA, R. F. et al. Emissão de óxido nitroso em solos com diferentes usos e manejos: uma revisão. **Revista em Agronegócio e Meio Ambiente**, Maringá, v.8, n.2, p. 441-461, maio/ago, 2015.

ARAÚJO, A. P. D. et al. Uso Sustentável dos Recursos Naturais nas empresas Frigoríficas de Bovinos. **Nativa-Revista de Ciências Sociais do Norte de Mato Grosso**, 5(1). 2016.

BADO, C. **Gestão de resíduos resultantes da produção de frangos de corte**. Dissertação (Mestrado) - Universidade Estadual de Maringá. Programa de pós-graduação em geografia. Maringá, 704 f., 2006.

BALDOTTO, M. A., MACIEL VIEIRA, E., DE OLIVEIRA SOUZA, D., BORGES BALDOTTO, L. E. Estoque e frações de carbono orgânico e fertilidade de solo sob floresta, agricultura e pecuária. **Revista Ceres**, v. 62, n. 3, 2015.

BARROS, F. D., LICCO, E. A. A reciclagem de resíduos de origem animal: uma questão ambiental. **SI: sn]: Instituto Mauá**, 2004.

BELLAVER, C. **Limitações e vantagens do uso de farinhas de origem animal na alimentação de suínos e de aves.** SIMPÓSIO BRASILEIRO ALLTECH DA INDÚSTRIA DE ALIMENTAÇÃO ANIMAL, 2º. Curitiba-Paraná, 2005.

BELLAVER, C. **Limitações e vantagens do uso de farinhas de origem animal na alimentação de suínos e de aves.** SIMPÓSIO BRASILEIRO ALLTECH DA INDÚSTRIA DE ALIMENTAÇÃO ANIMAL, 2º. Curitiba-Paraná, 2005

BELLAVER, C. Qualidade microbiológica das farinhas e gorduras animais. **Revista Graxaria Brasileira**, São Paulo, 2009.

BORGES, R. E., et al. EFICIÊNCIA DA ADUBAÇÃO COM ORGANOMINERAL NA PRODUTIVIDADE DE SOJA E MILHO-10.14688/1984-3801/gst. v8n1p177-184. **Global Science and Technology**, v. 8, n. 1, 2015

BRADY, N. C. **Natureza e propriedades dos solos.** Livraria Freitas Bastos: 5º edição. Rio de Janeiro. 1979.

BRASIL. (MAPA) MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E DO ABASTECIMENTO. Decreto n. 86.955, de 18 de Fevereiro de 1982. **Diário Oficial**, Brasília, 24 fev. 1982.

BRASIL. MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO (MAPA). Instrução normativa nº 34. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, 2008.

BRASIL. MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO (MAPA). Instrução normativa nº 39. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, 2010.

BRASIL. Resolução CONAMA nº 05/1993. Define as normas mínimas para tratamento de resíduos sólidos oriundos de serviços de saúde, portos e aeroportos e terminais rodoviários e ferroviários. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, n. 166, 31 ago., Seção 1. Brasilia, 1993. p.12997.

CAPOANE, V. et al. Impactos da suinocultura na qualidade da água de uma bacia hidrográfica agrícola do Rio Grande do Sul. **Brazilian Geographical Journal: geosciences and humanities research medium**, v. 5, n. 2, 2014.

CARDOSO, C. V. P. **Descarte de carcaças**. Cap 31. Pg 281-288. In: ANDRADE, A.; PINTO, S. C.; OLIVEIRA, R. S. dos. (org) Animais de laboratório: criação e experimentação. Rio de Janeiro: Editora FIOCRUZ, 2002. 388 p.

CARVALHO, D. P. Protease em dietas contendo farinhas de origem animal para frangos de corte. **Dissertação**: Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Goiás, Escola de Veterinária e Zootecnia (EVZ), Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Goiânia, 69f. 2016.

CIDASC (Companhia Integrada de Desenvolvimento Agrícola de Santa Catarina). **Projeto Piloto para destinação de animais mortos nas propriedades rurais será apresentado nesta segunda-feira**. 12 de dezembro de 2015. Disponível em: <<http://www.cidasc.sc.gov.br/blog/2015/12/12/projeto-piloto-para-destinacao-de-animal-mortos-nas-propriedades-rurais-sera-apresentado-nesta-segunda-feira/>>. Acesso em 21 de março de 2017.

COELHO, M. R. et al. **Solos**: tipos, suas funções no ambiente, como se formam e sua relação com o crescimento das plantas. Disponível em: <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/94212/1/Ecossistema-cap3C.pdf>>. Acesso em: 04 de maio de 2017.

COMPÊNDIO BRASILEIRO DE ALIMENTAÇÃO ANIMAL. São Paulo: SINDIRACÕES/ANFAL. Campinas: CBNA/SDR/MA, 371 p. 1998.

COSBEY, A. Green Industrial Policy and the World Trading System. **SSRN**, 12 pg. 2013. Estocolmo: Entwined, 2013.m Disponível em: http://www.iisd.org/pdf/2013/entwined_brief_green_industrial.pdf. Acesso em: 23 jan 2018.

COUTO, G. E. et al. **Desempenho de compostos de carcaça de aves**. In: IBEAS - CONGRESSO BRASILEIRO DE ESTUDOS AMBIENTAIS. I. 2010. Bauru. Anais... Bauru: IBEAS, 2010.

CRUZ, A. C., PEREIRA, F. D. S., FIGUEIREDO, V. S. D. Fertilizantes organominerais de resíduos do agronegócio: avaliação do potencial econômico brasileiro. **BNDES Setorial**, Rio de Janeiro, (45). 2017.

D'ANDRÉA, A. F. et al. Estoque de carbono e nitrogênio e formas de nitrogênio mineral em um solo submetido a diferentes sistemas de manejo. **Pesquisa agropecuária brasileira**, v. 39, n. 2, p. 179-186, 2004.

DI, H. J.; CAMERON, K. C. Inhibition of nitrification to mitigate nitrate leaching and nitrous oxide emissions in grazed grassland: a review. **Journal of Soils and Sediments**, v. 16, p. 1401–1420, 2016.

EMBRAPA. **Produção animal**: Projeto ajudará a definir legislação e tecnologia para destinação de animais mortos. 2017. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/21280162/projeto-ajudara-a-definir-legislacao-e-tecnologias-para-destinacao-de-animal-mortos>>. Acesso em: 18 de março de 2017.

FARMLAND. G. C. **Productos de proteínas animales y marinas con marcas registradas**. Alimentos balanceados para animales. p14-16. Março-Abril 2001. Disponível em: <http://www.farmland.com/feed_ingredients/index.html>. Acesso em 28 de março de 2017.

FORSYTHE, S.J., HAYES, P.R.. **Food hygiene, microbiology and HACCP**. (3rd ed.), Maryland, USA: Aspen publication. 1998.

FRANKE-WHITTLE, I. H., INSAM, H. Treatment alternatives of slaughterhouse wastes, and their effect on the inactivation of different pathogens: A review. **Critical Reviews in Microbiology**, 39(2), 139-151, 2013.

FUJIHARA, R. I. et al. Produção de farinha de carne e ossos: regulamentações sanitárias e ambientais. **Revista Brasileira de Ciências da Amazônia**, v. 3, n. 1, p. 1-14, 2014.

GIACOMINI, S. J. et al. Emissão de óxido nitroso com a aplicação de dejetos líquidos de suínos em solo sob plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.41, n.11, p.1653-1661, nov. 2006.

GLOBALFERT. **Boletins informativo**. Disponível em: <https://globalfert.com.br/boletins-gf>. Acesso em 14 de julho de 2018.

GWYTHER, C. L. et al. The environmental and biosecurity characteristics of livestock carcass disposal methods: A review. **Waste management**, v. 31, n. 4, p. 767-778, 2011.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Pecuária brasileira cresce no primeiro trimestre deste ano**. 2017. Disponível em: <http://www.brasil.gov.br/economia-e-emprego/2017/06/pecuaria-brasileira-cresce-no-primeiro-trimestre-deste-ano>. Acesso em 12 de julho de 2018.

INFOAGRO. Um pouco sobre fertilizantes organo-minerais. 2012. Disponível em: <<https://inforagro.wordpress.com/2012/08/30/um-pouco-sobre-fertilizantes-organo-minerais/>>. Acesso em: 16 nov. 2017.

INSTITUTO DA POTASSA & FOSFATO. Manual internacional de fertilidade do solo. Tradução e adaptação: Alfredo Scheid Lopes. 2. ed. rev. ampl. Piracicaba: POTAPOS, 1998. 177 p.

IPNI (International Plant Nutrition Institute). Fertilizantes: Evolução do consumo aparente de N, P, K e Total de NPK no Brasil. Disponível em: <<http://brasil.ipni.net/article/BRS-3132#evolucao>>. Acesso em 31 de janeiro de 2018.

IYER, S. R. Micronized sulphur powder and method of production of same. U.S. Patent n. 8,679,446, 25 mar. 2014.

JANTALIA, C. P., et al. Agronomic and P recovery efficiency of organomineral phosphate fertilizer from poultry litter in sandy and clayey soils. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, 52(9), 786-793. 2017.

JAYATHILAKAN, K., et al. Utilization of byproducts and waste materials from meat, poultry and fish processing industries: a review. **Journal of food science and technology**, v. 49, n. 3, p. 278-293, 2012.

KAPPES, C.; ZANCANARO, L. Manejo da fertilidade do solo em sistemas de produção no Mato Grosso. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 3.; SIMPÓSIO SOBRE LEPDÓPTEROS COMUNS A MILHO, SOJA E ALGODÃO, 1., 2014, Salvador. Eficiência nas cadeias produtivas e o abastecimento global: palestras. Sete Lagoas: Associação Brasileira de Milho e Sorgo, 2014. p.358-381.

KRABBE, E. L., WILBERT, C. A. Os passivos das cadeias de produção de proteína animal – animais mortos. **Avicultura Industrial**. v.1, ed. 1251, p. 24-31, 2016.

LACERDA, J. J. DE JESÚS, DE RESENDE, Á. V., NETO, A. E. F., HICKMANN, C., CONCEIÇÃO, O. P. da. Adubação, produtividade e rentabilidade da rotação entre soja e milho em solo com fertilidade construída. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 50, n. 9, p. 769-778, 2015.

LIMA, G. J. M. M. de; FEDDERN, V.; MAZZUCO, H. Aminas biogênicas são compostos indicativos de putrefação de subprodutos animais. **Suinocultura Industrial**, Itu, ed. 274, ano 39, n. 01, p14-17, 2017.

LOPES, A. S. Manual Internacional de Fertilidade do Solo. rev. e amp. **Piracicaba: Potafos**, 1998.

LOWRISON, G. C. **Crushing and Grinding**. London, Butterworths, 1974, 283p.

MACHADO, A., RIBEIRO, F., ZAJAK, M. (2005). **Graxarias–Processamento de materiais de matadouros e frigoríficos bovinos e suíños**. Cetesb, Secretaria de meio ambiente, Governo de São Paulo, 2005.

MALAQUIAS, C. A. A., SANTOS, A. J. M. Adubação organomineral e NPK na cultura do milho (*Zea mays L.*). **PUBVET**, v. 11, p. 424-537, 2017.

MATIAS, C. F. De Q. et al. Utilização de farinhas de origem animal na avicultura. **Revista Eletrônica Nutritime**. Artigo 175, v. 9, n. 5, p. 1944 – 1964, 2012.

MATTAR, E. P. L.; FRADE Jr., E. F., OLIVEIRA, E. de. Caracterização físico-química de cinza de osso bovino para avaliação do seu potencial uso agrícola. **Pesquisa Agropecuária Tropical (Agricultural Research in the Tropics)**, v. 1, n. 1, p. 10-15, 2014.

MEEKER, D. L., HAMILTON, C. R. **An overview of rendering industry**. Pg. 1-16. In: MEEKER, D. L. (ed.) **Essential Rendering- all about the animal by-products industry**. Arlington: National Renderers Association, 2006. 302p.

MIRANDA, C. R. de. Aspectos ambientais da suinocultura brasileira. In: SEGANFREDO, Milton Antonio (Ed.). **Gestão Ambiental na suinocultura**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2007. Cap. 1. p. 13-36.

MORATOYA, E. E., CARVALHAES, G. C., WANDER, A. E., ALMEIDA, L. M. DE. Mudanças no padrão de consumo alimentar no Brasil e no mundo. **Embrapa Arroz e Feijão-Artigo em periódico indexado (ALICE)**, 2013.

MOREIRA, W. A. et al. Reaproveitamento de resíduos e dejetos de criação animal em uma instituição federal no norte do Tocantins: estudo de caso. **Electronic Journal of Management, Education and Environmental Technology (REGET)**, v. 19, n. 2, p. 1271-1283, 2015.

MOTA, M. R. et al. Fontes estabilizadas de nitrogênio como alternativa para aumentar o rendimento de grãos e a eficiência de uso do nitrogênio pelo milho. **Revista Brasileira de Ciência do Solo, Viçosa**, v. 39, n. 2, p. 512-522, 2015.

NICOLOSO, R. D. S. et al. **Acúmulo de nitrogênio e produtividade do milho adubado com dejetos líquidos de suínos aplicado em superfície ou injetado no solo com ou sem inibidor de nitrificação.** In: III Simpósio Internacional sobre Gerenciamento de Resíduos Agropecuários e Agroindustriais 12 a 14 de março de 2013 – São Pedro – SP. 2013

NOGALSKA, A. et al. Meat and bone meal as nitrogen and phosphorus supplier to cereals and oilseed rape. **Agricultural and Food Science**, 23(1), 19-27. 2014.

OCDE-FAO (Organização para Cooperação e o Desenvolvimento Econômico e Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação). “Perspectivas Agrícolas 2015-2024”. Disponível em <https://www.fao.org/download/PA20142015CB.Pdf>. Acesso em: 13 de junho de 2018.2015

OLIVEIRA, B. S. et al. Produção e nitrogênio no solo e na solução em pomar demacieira submetido à aplicação de fontes de nutrientes. **Ciência Rural**, v. 44, n. 12, p. 2164-2170, 2014.

OTENIO, M. H.; MARTINS, C . Da C., ROCHA, B. B. **Compostagem de carcaças de grandes animais.** Juiz de fora: Embrapa - Comunicado técnico 1 ed., Dez, 2010. Disponível em: <<http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/26420/1/COT-61-compostagem.pdf>>. Acesso em: 18 de abril de 2017.

PACHECO, J. W.; YAMANAKA, H. T. Guia técnico ambiental de abates (bovino e suíno). CETESB. São Paulo, 2008. 48p.

PAIVA, D. P. de, BLEY Jr, C. Emprego da compostagem para destinação final de suínos mortos e restos de parição. **Circular Técnica, Embrapa Suínos e Aves, Concórdia.** 26p, 2001.

PAIVA, D. P. de. Produção de larvas de moscas para alimentação de galinhas e pássaros. **Embrapa Suínos e Aves**, v. 3, n. 1, p. 1-4, 2001.

PAIVA, D. P. de; DE SOUZA, M. V. N.; GRINGS, V. H. A transferência da tecnologia do uso da compostagem de carcaças pela Embrapa suínos e aves. **Cadernos de Ciência & Tecnologia**, v. 28, n. 2, p. 467-483, 2011.

PAIVA, E. C. R. et al. Avaliação da compostagem de carcaças de frango pelos métodos da composteira e leiras estáticas aeradas. **Dissertação:** Engenharia civil. UFV: Viçosa. 2008.

PALHARES, J. C. P. Legislação ambiental e suinocultura: Barreiras, leis e futuro. In: SEGANFREDO, Milton Antonio (Ed.). **Gestão Ambiental na suinocultura**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2007. Cap. 2. p. 37-61.

PEGORARO, R. F., et al. **ABUNDÂNCIA NATURAL DE ^{15}N E FORMAS DE NITROGÊNIO EM ARGISSOLO CULTIVADO COM EUCALIPTO E ACÁCIA**. *Ciênc. Florest.* Vol. 26, n. 1, pp.295-305, 2016.

PIRES, A. M. M. et al. Disponibilidade e mineralização do nitrogênio após aplicações sucessivas de lodo de esgoto no solo, estimadas por meio de incubação anaeróbica. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 50, n. 4, p. 333-342, 2015.

RAIJ, B. V. et al. Fertilidade do solo e adubação. **Fertilidade do solo e adubação**. São Paulo; Piracicaba: Ceres. 1991.

RHODEN, A. et al. Mineralização anaeróbia do nitrogênio em solos de várzea do Rio Grande do Sul. **Ciência Rural**, Santa Maria v.36, n.6, p.1780-1787, nov/dez, 2006.

SANTOS, E. J. et al. Qualidade microbiológica de farinhas de carne e ossos produzidas no estado de Minas Gerais para produção de ração animal. **Ciênc Agrotecn**, v. 24, n. 2, p. 425-33, 2000.

SARDÁ, L.G. **Efeito do uso de aditivos químicos no processo de compostagem de dejetos suínos**. 2016. 132 f. Tese (Doutorado em Engenharia Química) Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2016.

SCHWARZER, J. Industrial Policy for a Green Economy. International Institute For Sustainable Development, 2013. 68 p. Disponível em:
http://www.iisd.org/pdf/2013/industrial_policy_green_economy.pdf. Acesso em: 23 jan 2018.

SEGANFREDO, M. A. (Ed.). **Gestão Ambiental na suinocultura**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2007. 302 p.

SETE, P. B. et al. Perdas de nitrogênio do solo e resposta do pessegueiro à adição de composto orgânico. **Ciência Rural**, v. 45, n. 4, p. 651-657, 2015.

SEWELL, A. H. M. **A farinha de ossos e as doenças do rebanho.** 2016. Disponível em: <<https://www.scotconsultoria.com.br/noticias/artigos/21677/a-farinha-de-ossos-e-as-doenças-do-rebanho.htm>>. Acesso em: 16 nov. 2016.

SIMÕES, P. H. O. et al. Crescimento e qualidade de mudas de *Tachigali vulgaris* L.G. Silva & H.C. Lima em resposta à fontes e doses de nitrogênio. **Revista Espacios.** Vol. 37 (Nº 38). 2016.

SOUZA, J. R. M. de. **Formas de nitrogênio no solo e produtividade do meloeiro em resposta à adubação mineral e orgânica.** Tese de Doutorado - Pós Graduação em Ciência do Solo, do Departamento de Ciências do Solo da Universidade Federal do Ceará. 2016.

SPÅNGBERG, J., et al. Environmental impact of meat meal fertilizer vs. chemical fertilizer. **Resources, Conservation and Recycling**, v. 55, n. 11, p. 1078-1086, 2011.

TROEH, F. R. & THOMPSON, L. M. **Solos e fertilidade do solo.** 6^a edição. Andrei editora: São Paulo, 2007.

USDA - United States Department of Agriculture. **Livestock and Poultry: World Markets and Trades.** Foreign Agricultural Service. 2013. Disponível em: <http://apps.fas.usda.gov/psdonline/circulars/livestock_poultry.pdf>. Acesso em: 12 jan. 2014.

VARNAM, A.H.; SUTHERLAND, J.P. **Carne y productos cárnicos:** tecnología química y microbiología. Zaragoza: Acribia, 1998.

ZHANG, D., et al. Biochar helps enhance maize productivity and reduce greenhouse gas emissions under balanced fertilization in a rainfed low fertility inceptisol. **Chemosphere**, v. 142, p. 106-113, 2016.

3 CAPÍTULO 2 – CARACTERIZAÇÃO E MONITORAMENTO DO COMPORTAMENTO DE PATÓGENOS EM SUBPRODUTOS DA PRODUÇÃO ANIMAL COM POTENCIAL FERTILIZANTE

3.1 RESUMO

O presente estudo avaliou a sobrevivência de patógenos entéricos modelo em amostras de farinha de origem animal (FOA) e fertilizante organomineral (FOM), os quais foram artificialmente contaminados e armazenados em duas temperaturas (13,5 e 26,5 °C), simulando as condições de inverno e verão, respectivamente, nas regiões tropicais. A FOA utilizada foi proveniente da indústria de reciclagem animal situada no Oeste do Estado de Santa Catarina e o FOM foi produzido a partir desta mesma farinha, em uma indústria de fertilizantes orgânicos. A FOA a foi caracterizada utilizando metodologias padronizadas para: pré-MS por gravimetria; P, Ca, Mg, Cu, Zn, Fe, Mn por Espectrometria AA; pH por potenciometria; Na e K por fotometria de chama. Tanto a FOA como o FOM foram analisados utilizando extração pelo método de destilação (NTK), com quantificação de N-NH₃ por titulação e N-NO₂ e N-NO₃⁻ por sistema FIA/UV. Para o monitoramento e avaliação de patógenos foi inicialmente feita a contaminação da FOA e do FOM com os microorganismos *Escherichia coli* (*E. coli*) e *Salmonella enterica* sorovar Senftenberg (*S. Senftenberg*), seguido pela exposição destes às temperaturas de 26,5°C (verão) e 13,5°C (inverno). Foram feitas leitura de incubação em meio nutritivo nos dias 0, 3, 7, 10, 14, 21, 28, 42; 56 e 84. O quociente de inativação e o tempo necessário para a redução de 1Log₁₀ dos microorganismos-modelo (T₉₀= 1/-k) foram calculados considerando a curva de regressão linear (onde o r² ≥ 0,75). Os resultados mostraram que a FOA é meio de viável para o crescimento dos microorganismos devido à diversidade e alta concentração de nutrientes. Entretanto, no FOM observou-se redução total de microorganismos após somente 5 minutos de contato, possivelmente devido ao seu baixo pH (2,92), já as farinhas proporcionaram o desenvolvimento destes microorganismos por um período mais estendido, principalmente na simulação de inverno. Apesar do resultado promissor, ainda é necessário cautela e novos testes, vistos que, assim como a *E. Coli*, outras cepas de microorganismos e fungos indesejáveis podem vir a se desenvolver neste meio.

Palavras-chave: Microorganismos entéricos modelo. Farinhas de origem animal. Organomineral peletizado. *Escherichia coli*. *Salmonella*.

3.2 ABSTRACT

This study evaluated the survival of enteric pathogens-model in samples of meat meal (MM) and organomineral fertilizer (OF). Both were artificially contaminated and stored under two temperatures (13.5 and 26.5 °C) to simulate, respectively, winter and summer conditions in tropical regions. The MM was obtained from a rendering industry animal located in the West of Santa Catarina State whereas the OF was produced in an organic fertilizer industry using the same MM. The MM was characterized using standardized methodologies for: pre-DM by gravimetry; P, Ca, Mg, Cu, Zn, Fe, Mn by AA Spectrometry; pH by potentiometry; Na and K by flame photometry. Both the MM and the OF were analyzed using extraction by the distillation method (NTK), with N-NH₃ being analyzed by titration and N-NO₂ and N-NO₃⁻ by FIA/UV system. For the evaluation of pathogens, MM and OF were initially contaminated with *Escherichia coli* (*E. coli*) and *Salmonella enterica* serovar Senftenberg (*S. Senftenberg*),

followed by exposure to 26.5 °C (summer) and 13.5 °C (winter). Samples were collected at 0, 3, 7, 10, 14, 21, 28, 42; 56 and 84 days to quantify the pathogens. The inactivation quotient and the time required for the reduction of 1Log_{10} of the model microorganisms ($T_{90} = 1/\text{k}$) were calculated considering the linear regression curve (where $r^2 \geq 0.75$). The results showed that MM is a viable medium for the growth of microorganisms due to diversity and high concentration of nutrients. However, in the OF, a total reduction of microorganisms was observed after only 5 minutes of contact, possibly due to the low pH (2.92) met in OF, on the other hand, MM provided conditions for the development of these microorganisms for longer period, mainly *E. coli* under winter conditions (>40 days). Despite the promising result, caution and further studies are required, once other strains of undesirable microorganisms and fungi could survive and grow like *E. coli* in this substrate.

Keywords: Enteric microorganisms model. Meat meal. Pelletized organomineral. *Escherichia coli*. *Salmonella*.

3.3 INTRODUÇÃO

Em 2017, a produção industrial de carnes no Brasil abateu 5,84 bilhões de cabeças de frango, 43,19 e 30,83 milhões de suínos e bovinos, respectivamente (IBGE, 2017). Esta produção atende totalmente ao consumo interno e ainda posiciona o País como um dos maiores exportadores mundiais de proteínas animais.

Contudo, apesar do grande desenvolvimento do setor, uma parcela significativa das carcaças constitui-se de resíduos cárneos não-comestíveis que somados aos animais que morrem ao longo da produção resultam em grande volume de passivo a ser corretamente gerenciado. Parte considerável destes materiais são encaminhados às indústrias de reciclagem animal (graxarias), sendo que, apenas em 2014, elas processaram 12,4 milhões de toneladas de coprodutos, como vísceras, sangue e ossos de bovinos, suínos e aves, produzindo 5,3 milhões de toneladas de farinhas e gorduras (ABRA, 2015).

As farinhas de origem animal são consideradas ingrediente estratégico, econômico e ecologicamente correto. Porém, de acordo com o Bellaver (2005), o uso das farinhas de origem animal como ingrediente de rações pode comprometer a sanidade do rebanho nacional devido aos riscos de contaminação química e biológica relacionados a este material, qual não adequadamente processado. Assim, outros usos para as farinhas têm sido propostos, como por exemplo, a produção de fertilizantes orgânicos e organominerais.

Embora os riscos sanitários referentes ao uso fertilizante sejam bem menores do que ao consumo direto na forma de rações animais, ainda implica na restrição dos produtos fertilizantes para determinados fins, dependendo da origem das matérias-primas das quais os fertilizantes são produzidos. Isso porque estudos recentes tem detectado a presença de microorganismos patogênicos em resíduos da produção suína, sendo que muitos destes tem identificado

Salmonella, Escherichia coli, Porcinecircovirus, entre outros, mesmo após tratamentos biológicos convencionais, como a digestão anaeróbica (FONGARO et al. 2014; VIANCELLI et al., 2015).

Neste contexto, o presente estudo teve o objetivo de avaliar a sobrevivência de patógenos entéricos modelo em amostras de farinha animal e organomineral artificialmente contaminados, e armazenados em diferentes temperaturas, simulando condições de inverno e verão em regiões tropicais.

3.4 METODOLOGIA

3.4.1 Caracterização físico-química e microbiológica da farinha de origem animal

A farinha de origem animal utilizada no experimento foi proveniente da indústria de reciclagem animal situada no Oeste do Estado de Santa Catarina, a empresa produz farinha de origem animal mista, proveniente de animais inteiros, suínos e bovinos. A farinha é fabricada em escala industrial, com extração da gordura (que segue para produção de biodiesel), cozimento em altas temperaturas (não inferior a 133°C) e secagem por rotor e extração, seguindo IN 34 (MAPA, 2008).

A análise de Pré Matéria seca foi realizada por gravimetria (CBAA Método N° 3), os minerais foram analisados por diluição, para Fósforo Espectrometria de absorção atômica AOAC 958.01, para Cálcio, Magnésio, Cobre, Zinco, Ferro e Manganês por Espectrometria de absorção atômica pelos Analytical Methods - Flame Atomic Absorption Spectrometry (Varian); pH por Potenciometria; Sódio e Potássio por Fotometria de chama pelo método AOAC 958.01.

A análise de nitrogênio foi realizada pelo método de NitrogênioTotal Kjeldahl (NTK) (AOAC 984.13 / AOAC 981.10 / CBAA Método N° 48), A amônia foi analisada por titulação por volumetria (APHA 4500-NH₃ / APHA 4500-NH₃ B / APHA 4500 NH₃ C), nitrito e nitrato por análise por injeção em fluxo com detecção por espectrofotometria na região do ultravioleta (APHA 4500-Nitrite / APHA 4500-Nitrate / APHA 4500-Nitrite B / APHA 4500-), e pH por potenciometria.

3.4.2 Produção e caracterização do organomineral a partir de farinhas de origem animal

A produção do organomineral seguiu processamento industrial, a saber: a farinha foi peneirada à 1 mm de espessura,. Para produção do organomineral peletizado foram utilizadas a

correlação de 3:3:1 para farinha de origem animal, super fosfato triplo e uréia respectivamente, todos em pó. O material em questão foi submetido a granulação, em temperatura de 60 á 70 °C.

As análises de Nitrogênio Total Dumas foram pela metodologia de combustão seguida de detecção por condutividade térmica (OAC 990.03 / AOAC 992.15 / AOAC 992.23 / AOAC 993.13) e por espectrofotometria no ultravioleta-visível com uso do reagente de molibdovanadato (AOAC 958.01). A amônia foi analisada por titulação por volumetria (APHA 4500-NH₃ / APHA 4500-NH₃ B / APHA 4500 NH₃ C), nitrito e nitrato por análise por injeção em fluxo com detecção por espectrofotometria na região do ultravioleta (APHA 4500-Nitrite / APHA 4500-Nitrate / APHA 4500-Nitrite B / APHA 4500-), e pH por potenciometria.

3.4.3 Sobrevida de patógenos entéricos

Para os experimentos de sobrevida foram montados bêqueres contendo 1L de farinha ou organomineral em triplicata, os quais foram alocados em incubadora B.O.D e mantidos em diferentes temperaturas: 26,5°C, representando a clima de verão, e 13,5°C representando o clima de inverno de regiões tropicais. A cada bequer foram adicionadas suspensões bacterianas contendo *Escherichia coli* (*E. coli*) e *Salmonella enterica* sorovar Senftenberg (*S. Senftenberg*) nas concentrações equivalentes ao tubo 0.5 da escala de MacFarland (Remel®). Amostras foram coletas no tempo zero (T0), diariamente até o 4º dia, e semanalmente até o 42º dia. Para quantificação de *E. coli*, as amostras foram submetidas a diluição seriada na base 10, e então semeadas por profundidade em Agar Chromocult® (FINNEY et al. et al. 2003), com incubação a 37°C por 24h onde, posteriormente foi realizada a contagem de colônias típicas conforme orientação do fabricante. Os resultados foram expressos em unidades formadoras de colônias (UFC). Para quantificação de *S. Typhimurium* as amostras foram submetidas a diluição seriada na base 10 em solução salina e então foram semeadas em Ágar XLD (MAGRI et al, 2013). Os resultados foram expressos em unidades formadoras de colônias (UFC).

3.4.4 Análise estatística

O quociente de inativação e o tempo necessário para a redução de 1Log₁₀ de microorganismos modelo ($T_{90}= 1/-k$) foram calculados de acordo com Ottoson et al. (2008), considerando a curva de regressão linear (onde o $r^2 \geq 0.75$), gerados pelo software Microsoft Excel.

3.5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.5.1 Caracterização da farinha e organomineral

Os resultados dos parâmetros físico-químicos e microbiológicos analisados na farinha de origem animal e no organomineral utilizados estão descritos na Tabela 1.

Tabela 1- Gráfico mineralização de N-NO₃ no solo em um período de 84 dias

Parâmetros Analisados	Subprodutos de origem animal	
	Farinha	Organomineral peletizado
Pré Matéria Seca (%)	95,07	-
N (mg/kg)	94639,00	96768,00
N-NH ₄ (mg/kg)	456,00	4,5
N-NO ₂ (mg/kg)	0,00	0,00
N-NO ₃ (mg/kg)	0,00	9,90
P (mg/kg)	25086,00	52882,00
Ca (mg/kg)	35890,00	-
Mg (mg/kg)	1452,00	-
Cu (mg/kg)	14,8	-
Zn (mg/kg)	115,56	-
Fe (mg/kg)	1038,26	-
Mn (mg/kg)	18,56	-
K (mg/kg)	7700,00	-
Na (mg/kg)	5516,00	-
pH	6,02	2,92
<i>E. coli</i> (UFC/25g)	10 ²	Ausente
<i>Salmonella</i> sp. (UFC/25g)	ausente	Ausente

Fonte: Elaborada pela autora, 2018.

Os números relacionados são similares quanto à concentração de N, porém diferem nos demais parâmetros, isso porque a composição das farinhas de origem animal é extremamente variável, dependem de, por exemplo: idade, peso, sistema de nutrição dos animais, entre outros fatores, que acabam por influenciar de forma direta o material resultante.

As farinhas de origem animal contêm uma série de nutrientes, sendo que, em sua maioria, os de concentrações relevantes estão próximas a 80.000 mg/kg de N, 50.000 mg/kg de P, 10.000 mg/kg de K e 100.000 mg/kg de Ca (YLIVAINIO *et al.*, 2007; GARCIA e ROSENTRATER, 2008).

Destaca-se que, mesmo que as farinhas de origem animal contenham altos índices de nutrientes, estes por vezes estão em formas não disponíveis para as plantas, devido à baixa solubilidade de P, baixos índices de concentração de K, sendo que em grande maioria o N está presente em sua forma inorgânica, como a amônia sendo esta a forma menos assimilada pelas plantas, como o nitrato (YLIVAINIO et al. 2007). Logo, o enriquecimento da farinha com nutrientes de fontes inorgânicas tendem a otimizar o uso destas como fertilizantes (KIVELÄ et al. 2015).

Esta complementação e incorporação de nutrientes na farinha, seguido de processos específicos foram empregados para produzir um organomineral peletizado com composição final de proporção N:P:K igual à 10:12:0, tabela 1.

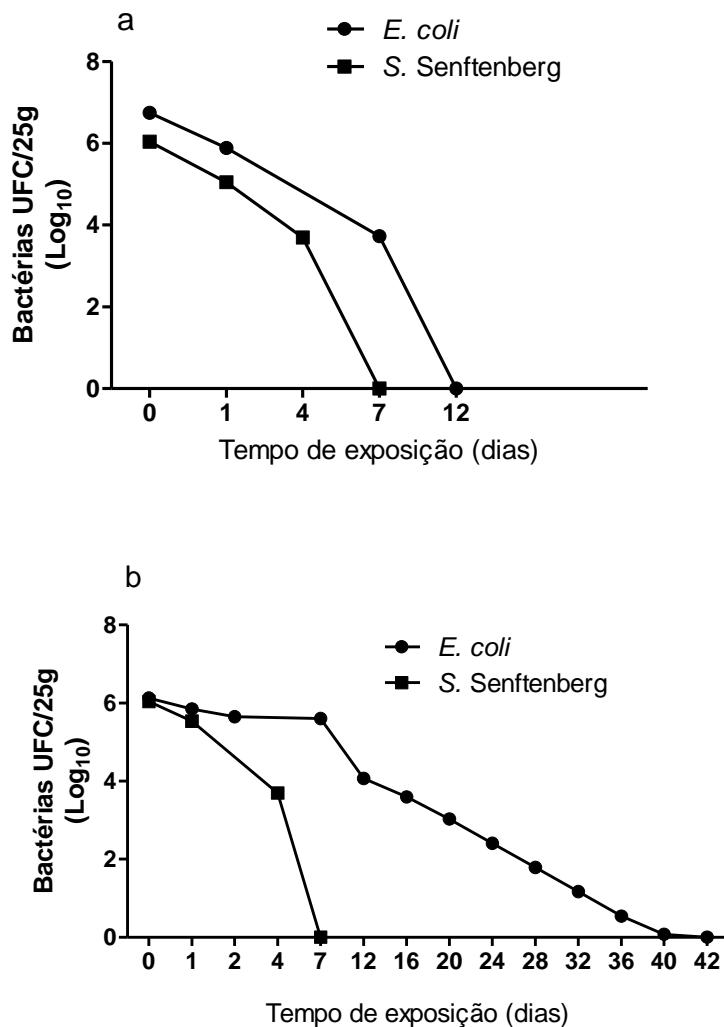
O pH do fertilizante é um fator de extrema importância, sendo indicado como ideal um valor de ligeiramente ácido a neutro, variando de acordo com a mesma (SBCS, 2017). Logo, para se considerar um organomineral ideal com relação as suas características, devem ser avaliados também o solo e as culturas que serão desenvolvidas.

3.5.2 Sobrevivência de micro-organismos

Os microorganismos *E. coli* e *S. Senftenberg* (na concentração 10^6 UFC) artificialmente misturadas ao organomineral foram totalmente inativadas após 30 min. Isso pode ter ocorrido devido ao pH desta matriz estar em torno de 3, devido à adição de ureia e sais em sua produção (tabela 2), uma vez que bactérias como *E. coli* crescem somente em pH acima de 4, e quando este é menor ocorre a morte das mesmas, ou seja, meios ácidos apresentam-se como sistemas antibacterianos (HØJBERG et al. 2017).

Já quando misturadas a farinha, que possui pH próximo a 6, a sobrevivência foi por um período maior (Figura 03). Simulando uma estocagem de farinha a uma temperatura de $26 \pm 2^\circ\text{C}$ (Figura 03a), observa-se que são necessários 12 dias para inativação total *E. coli*. Este comportamento, porém, não é observado quando a farinha é estocada a $13 \pm 2^\circ\text{C}$ (Figura 03b), onde para inativação total de *E. coli* foram necessários mais de 40 dias. *S. Senftenberg* foi inativada em período de menor tempo, sobrevivendo por 7 dias em ambas as temperaturas (Figura 3a e 3b), mesmo sendo uma das cepas mais resistente em relação à quedas de pH, altas temperaturas e baixa umidade, dentre todos os sorovares de *Salmonella* (Mackey e Derrick, 1982).

Figura 3 - Sobrevivência de patógenos entéricos modelo em farinha de origem animal estocadas a $26 \pm 2^\circ\text{C}$ (a) e a $13 \pm 2^\circ\text{C}$ (b)



Fonte: Elaborada pela autora, 2018.

As farinhas animais são consideradas como tendo um ambiente favorável à proliferação de microorganismos, por tratar-se de um meio nutritivo passível da presença de patógenos, os quais podem se originar tanto da matéria-prima previamente contaminada, como ser resultante da recontaminação do produto final, dependendo dos processos e condições no qual é produzido ou exposto (FUJIHARA et al. 2014).

O coeficiente de inativação (k), o tempo necessário para a inativação de 90% dos microorganismos (T_{90}) e o R^2 da regressão linear são mostrados na tabela 2.

O valor de k mostrou que a bactéria teve uma redução muito rápida no organomineral, com pH 2,92, com 1 log₁₀ (90%) inativados depois de apenas 5 minutos.

Para a farinha, por sua vez, o tempo para redução de 1 \log_{10} da *E. coli* é maior e varia conforme a temperatura ambiente.

Tabela 2 - Cinética de redução de *E. coli* and *S. Senftemberg* em farinha de origem animal em diferentes condições de temperaturas.

	Temperatura	
	26°C	13°C
<i>E. coli</i>		
- <i>k</i> (min)	0,49	0,15
T ₉₀ (min)	2,02	6,43
R ²	0,96	0,99
<i>S. Senftember</i>		
- <i>k</i> (min)	0,81	0,85
T ₉₀ (min)	1,22	1,17
R ²	0,95	0,96

Fonte: Elaborada pela autora, 2018.

As Farinhas de origem animal são consideradas como fontes de disseminação de microorganismos patogênicos (KOYUNCU et al. 2013). Os resultados preliminares aqui relatados, contudo, demonstraram que em condições de temperaturas mais altas, ambos os microorganismos modelos testados foram inativados em menos de duas semanas.

É necessário se atentar para os períodos de temperaturas mais baixas, onde a *E-coli* conseguiu reviver por um período superior a 40 dias. Além disso, é importante se ter um controle eficiente no transporte e forma de armazenamento posterior ao processamento das farinhas, visto haver o risco de recontaminação pelo acesso de animais, pássaros e roedores ao material armazenado, sendo o mesmo muito atrativo e palatável para os mesmos (DAVIES et al. 1997; BISGAARD, 1998; JENSEN e ROSALES, 2002, PEDERSEN et al. 2008; BERCHIERI JÚNIOR e NETO, 2009; BOUMART et al. 2012; KOYUNCU et al. 2013).

A adição dos nutrientes minerais para a produção do organomineral demonstrou ser uma forma promissora de mitigar os riscos de veiculação de patógenos através desta matriz, tornando o meio inviável à sobrevivência de ambos os microorganismos modelo testados.

3.6 CONCLUSÕES

A farinha de origem animal possui índices de N total satisfatórios com relação ao uso como fertilizantes que pode ser melhorada pela adição de mineral, além de outros nutrientes essenciais.

Com relação à sobrevivência de *E. Coli* e *S. Senftenberg* o organomineral demonstrou-se eficiente na remoção das mesmas em ambas exposições de temperatura sendo esta tocante ao baixo pH, porém este necessita de correção para aplicação ao solo com aditivos afim de elevar o pH.

Na farinha a *S. Senftenberg* demonstrou-se mais frágil ao meio e teve comportamento similar em ambas situações de exposição, cerca de sete dias para inativação. A *E. Coli* nas farinhas de origem animal tiveram desenvolvimento prolongado em temperaturas mais baixas do que quando relacionadas as temperaturas mais elevadas, em torno de 40 e 12 dias respectivamente, em questão de tempo até sua inativação, isso em decorrência dos efeitos da liberação de amônia. Com isso é necessário cautela e novos testes vistos que assim com a *E. Coli* microorganismos de outras cepas podem desenvolver-se-á neste meio.

3.7 REFERÊNCIAS

(ABRA) ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE RECICLAGEM ANIMAL. **Novos horizontes para a reciclagem animal.** 2015. Disponível em: <http://www.abra.ind.br/views/noticiasdetalhada.php?id=2516>. Acesso em: 25 de abril de 2017.

(ANUALPEC) ANUÁRIO DA PECUÁRIA BRASILEIRA. **Anuário da Pecuária Brasileira.** São Paulo, SP: Informativo Econômico, FNP. 2015.

(AOAC) ASSOCIATION OF OFFICIAL AGRICULTURAL CHEMISTS. **Official Methods of Analysis.** USA: AOAC, 2000.

APHA. AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION. **Standard methods for the examination of water and wastewater**, 21st ed. Washington, 2005.

BELLAVER, C.; ROSA, P. S.; SCHEUERMANN, G. N. **Árvore do conhecimento: Frango de corte.** Agência Embrapa de Informação e Tecnologia. Disponível em:

http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/frango_de_corte/arvore/CONT000fy1j9mkl02wx5ok0pvo4k32v197ks.html. Acesso em 20 de maio de 2018.

BERCHIERI JÚNIOR, A.; NETO, O. C. F. **Salmoneloses: Doenças das Aves.** 2. ed. Campinas: FACTA, 2009. 436p.

BOUMART, Z. et al. Heterogeneity of persistence of *Salmonella enterica* serotype Senftenberg strains could explain the emergence of this serotype in poultry flocks. **Plos One Journal**, v.7, n. 4, p. 1-10, 2012.

BRASIL. MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO (MAPA). Instrução normativa nº 34. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, 2008.

CBAA (COMPÊNDIO BRASILEIRO DE ALIMENTAÇÃO ANIMAL). **São Paulo:** Sindirações/Anfal. Campinas CBNA/SDR/MA, 2005.

EMBRAPA. **Produção animal:** Projeto ajudará a definir legislação e tecnologia para destinação de animais mortos. 2017. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/21280162/projeto-ajudara-a-definir-legislacao-e-tecnologias-para-destinacao-de-animal-mortos>> Acesso em: 18 de março de 2017.

FONGARO, G., et al. Utility of specific biomarkers to assess safety of swine manure for biofertilizing purposes. **Science of the Total Environment**, 479, 277–283. 2014.

FUJIHARA, R. I. et al. Produção de farinha de carne e ossos: regulamentações sanitárias e ambientais. **Revista Brasileira de Ciências da Amazônia**, v. 3, n. 1, p. 1-14, 2014.

GARCIA, Rafael A.; ROSENTRATER, Kurt A. Concentration of key elements in North American meat & bone meal. **Biomass and Bioenergy**, v. 32, n. 9, p. 887-891, 2008.

HØJBERG, O., et al. Cocktails of ramsons and acidic berries kill *E. coli* in a piglet gastrointestinal model: an alternative to antibiotics?. **Icrofs News**, p. 1-6, 2017.

KIVELÄ, J. et al. Effects of meat bone meal as fertilizer on yield and quality of sugar beet and carrot. **Agricultural and Food Science**, v. 24, n. 2, p. 68-83, 2015.

KOYUNCU, S. et al. Organic acids for control of *Salmonella* in different feed materials. **BMC veterinary research**, v. 9, n. 1, p. 81, 2013.

KREWER, C. C., et al. Suscetibilidade a desinfetantes e perfil de resistência a antimicrobianos em isolados de *Escherichia coli*. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, v. 32, n. 11, p. 1116-1120, 2012.

MACKEY, B.M., DERRICK, C.M. The effect of sublethal injury by heating, freezing, drying and gamma-radiation on the duration of the lag phase of *Salmonella* Typhimurium. **Journal of Applied Bacteriology**, 53: 243–251. 1982.

MAGRI, M. E., PHILIPPI, L. S., VINNERÅS, B. Inactivation of pathogens in feces by desiccation and urea treatment for application in urine-diverting dry toilets. **Applied and Environmental Microbiology**, 79(7), 2156–2163. 2013.

OTTOSON, J., et al. *Salmonella* reduction in manure by the addition of urea and ammonia. **Bioresource Technology**, 99, 1610-1615. 2008.

PEDERSEN, B., OLSEN, T. E., BISGAARD, J. M. Persistence of *Salmonella* Senftenberg in poultry production environments and investigation of its resistance to desiccation. **Avian Pathology**, v. 37, n. 4, p. 421-427, 2008.

(SBCS) SOCIEDADE BRASILEIRA DE CIÊNCIA DO SOLO. **Manual de adubação e de calagem para os estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina**. Comissão de Química e Fertilidade do Solo: Porto Alegre, SBCS - Núcleo Regional Sul, 394p, 2016.

VIANCELLI, A., KUNZ, A., FONGARO, G., KICH, J. D., BARARDI, C. R. M.. SUZIN, L. Pathogen inactivation and the chemical removal of phosphorus from swine wastewater. **Water, Air, & Soil Pollution**, v. 226, n. 8, p. 263, 2015.

YLIVAINIO, K. et al. Meat and bone meal and fox manure as P sources for plants-a field experiment. In: The 5th International Phosphorus Workshop (IPW5); Diffuse Phosphorus Loss Risk Assessment, Mitigation Options and Ecological Effects in River Basins, 3-7 September 2007 in Silkeborg, Denmark/Goswin Heckrath, Gitte H. Rubaek and Brian Kronvang (eds.). dk, 2007.

4 CAPÍTULO 3 - MONITORAMENTO DA LIBERAÇÃO DE N NO SOLO DEVIDO AO USO DE SUBPRODUTOS DA PRODUÇÃO ANIMAL UTILIZADOS COMO FERTILIZANTES

4.1 RESUMO

Com o aumento da produção de proteína animal, ocorre o acréscimo no volume de resíduos gerados, como os resíduos de abate, sendo as carcaças de bovinos e suínos as mais complexas de serem tratadas devido ao seu volume. Na sua grande maioria, as carcaças são destinadas a produção de farinhas de carne, devido ao seu valor nutricional e baixo custo de compra. Porém, tal uso vem sendo amplamente discutido em vista dos riscos de ordem sanitária e alimentar. Objetiva-se neste trabalho testar o uso de farinhas proteicas provindas de animais mortos e desenvolver um fertilizante organomineral a partir deste material, onde através de seu potencial com relação ao N, verificar a liberação de íons amônio e nitrato no solo, por meio de dinâmicas das taxas de liberação de nutrientes devido aos aditivo incubados ao solo comparativamente aos fertilizantes minerais. A farinha de carne utilizada no experimento é proveniente de uma indústria de processamento situada no oeste do estado de Santa Catarina, a empresa faz a coleta de animais mortos em propriedades rurais, o organomineral foi produzido apartir desta seguindo os padrões normativas a análise de nitrogênio para os fertilizantes foram realizados pelo método de Nitrogênio Total Kjeldahl. O potencial de liberação de N foi medido pelo método de incubação. O experimento foi conduzido em um delineamento experimental inteiramente casualizado, com um total de 150 unidades (cinco tratamentos x dez datas de avaliação x três repetições) e incluiu os seguintes tratamentos: T1 - solo (Controle) (S); T2 - solo + farinha de carne em pó; T3 - solo + fertilizante organomineral em pó; T4 - solo + fertilizante organomineral granulado; T5 - solo + fertilizante mineral. A dosagem de fertilizante adicionada ao solo foi próxima ao equivalente de 120 Kg de N.ha⁻¹, dosagem média para se obter resposta de rendimento em semeadura. Os teores de N mineral no solo (N-NO₂⁺ e N-NO₃⁻), bem como de NH₃ (amônia) foram determinados 3h após a aplicação dos tratamentos (tempo 0) e aos 3, 7, 10, 14, 21, 28, 42; 56 e 84 dias após o início do experimento utilizando UV/Vis em sistema de análise por injeção em fluxo e equações. Com relação ao N total a farinha de origem animal tem uma concentração de N de 94639,00 mg/kg, para os demais tratamentos estas apresentaram concentrações de N de 96768,00 mg/kg com relação ao fertilizante organomineral granulado e de 113527,00 mg/kg para o organomineral em pó. Mesmo com índices consideráveis de N os resultados obtidos pelo monitoramento do potencial de liberação de N de tais tratamentos foram insuficiente e inconclusivo visto as altas taxas de imobilização. Sendo assim indicasse a necessidade de novos estudos no seguimento.

Palavras-chave: Organominerais peletizados. Farinhas de origem animal. Imobilização de N.

4.2 ABSTRACT

As animal protein production increases, the volume of waste generated, such as slaughter residues, increases, and the carcasses of cattle and pigs are the most complex to be treated because of their volume. For the most part, the carcasses are intended for the production of meat meals, due to their nutritional value and low purchase cost. However, such use has been widely discussed in view of the health and food risks. The objective of this work is to test the use of protein flours from dead animals and to develop an organomineral fertilizer from this material, where through their potential with respect to N, verify the release of ammonium and nitrate ions in the soil through dynamics of the nutrient release rates due to the additive incubated to the

soil compared to mineral fertilizers. The meat meal used in the experiment comes from a processing industry located in the western part of the state of Santa Catarina, the company collects dead animals on rural properties, the organomineral was produced from following the normative standards the nitrogen analysis for the fertilizers were carried out by the Total Kjeldahl Nitrogen method. The N-release potential was measured by the incubation method. The experiment was conducted in a completely randomized design with a total of 150 units (five treatments x ten evaluation dates x three replicates) and included the following treatments: T1 - soil (Control) (S); T2 - soil + powdered meat meal; T3 - soil + organomineral powder fertilizer; T4 - soil + granulated organomineral fertilizer; T5 - soil + mineral fertilizer. The fertilizer dosage added to the soil was close to the equivalent of 120 kg of N.ha-1, medium dosage to obtain yield response at sowing. N mineral content in the soil (N-NO₂ + and N-NO₃-), as well as NH₃ (ammonia) were determined 3 h after application of treatments (time 0) and at 3, 7, 10, 14, 21, 28, 42, 56 and 84 days after the start of the experiment using UV / Vis in flow injection analysis system and equations. In relation to the total N, the flour of animal origin has a concentration of N of 94639.00 mg / kg, for the other treatments these had N concentrations of 96768.00 mg / kg in relation to the organomineral granulated fertilizer and 113527,00 mg / kg for the organomineral powder. Even with considerable indices of N the results obtained by monitoring the N release potential of such treatments were insufficient and inconclusive given the high immobilization rates. Therefore, the need for further studies in the follow-up was indicated.

Keywords: Pelletized organominerals. Flours of animal origin. Immobilization of N.

4.3 INTRODUÇÃO

O Brasil é recorrentemente citado como um dos principais países capazes de atender ao acréscimo na demanda de alimentos (SANTOS et al. 2015). Um exemplo disso são os valores expressivos quanto à produção de suínos e bovinos, abate e exportação: no ano de 2016 foram produzidas em torno de 9,14 mil toneladas equivalente de carcaças (TEC) bovinas, com relação à exportação, entre produtos *in natura* e derivados, este número chegou a 1,832 mil TEC (ABIEC, 2017). De acordo com a ABPA (2017) a produção suinícola interna chegou a 3.731 mil toneladas e exportação de 732 mil toneladas.

Entretanto, com o crescimento da produção, aumenta também o volume dos resíduos gerados, dentre os quais incluem-se os resíduos de abate e os cadáveres resultantes da mortandade normal dos sistemas produtivos, sendo os de bovinos e suínos os mais complexos de serem tratados devido ao seu volume. Na sua grande maioria, as carcaças são destinadas à produção de farinhas de carne, que possuem alto valor nutricional e baixo custo de compra (JAYATHILAKAN et al, 2012). Porém, tal uso vem sendo amplamente discutido em vista dos riscos de ordem sanitária e alimentar, pela possível presença de microorganismos, aminas biogênicas, e outros fatores que podem ser prejudiciais à saúde, os quais podem ser provindos

tanto da matéria-prima original, ou seja, dos animais mortos, como de seu processamento e armazenamento, ou ainda da junção de todos estes (LIMA; FEDDERN; MAZZUCO, 2017).

As carcaças são, em sua maioria, destinadas para a alimentação de animais não ruminantes por meio das farinhas de origem animal, porém riscos de ordem sanitária fizeram com que novos usos para estas, tal como o uso fertilizante, venham sendo difundidos (SPÅNGBERG et al. 2011; EAGLESON et al. 2017). Objetiva-se neste trabalho estudar o potencial fertilizante de farinhas proteicas provindas de animais mortos e de um organomineral feito a partir deste mesmo material. A avaliação se baseará na disponibilização do N, verificando a liberação de íons amônio e nitrato no solo, por meio de dinâmicas das taxas de liberação dos nutrientes em solo incubado com estes fertilizantes comparados a adubação mineral.

4.4 REFERENCIAL TEÓRICO

Com a alta na produção de proteína animal, também ocorrem acréscimos com relação a demanda de grãos, e consequentemente na necessidade de fertilizantes, a fim de promover aumento nos índices de produção de alimentos. Na safra de 2016/2017 a produção de grãos (algodão-caroço, amendoim, arroz, aveia, canola, centeio, cevada, feijão, girassol, mamona, milho, soja, sorgo, trigo, triticale) ficou próxima a 238.014 mil toneladas em uma área de 60.891 mil hectares (CONAB, 2018), sendo que parte destas matérias-primas foram empregadas na alimentação de animais.

Contudo, para que os valores de produção tenham se tornado expressivos e suficientes, o Brasil se consolidou como um grande importador de fertilizantes e componentes minerais, fator este que fragiliza a produção agricultura do País devido à dependência exterior, isso porque o crescimento na produção não foi acompanhado pelo desenvolvimento da indústria de fertilizantes (Costa e Silva, 2012). De acordo com dados estatísticos da ANDA (2018), foram importadas cerca de 26.305.488 toneladas de fertilizantes intermediários no ano de 2017. Dos Santos (2015) cita que os bens intermediários (BI), os quais estão inclusos os fertilizantes, são responsáveis por 43% das importações, sendo que fertilizantes, adubos e corretivos do solo, estão entre os cinco BI's com maiores valores.

Outra fragilidade dos sistemas produtivos é o grande volume de resíduos gerados ao longo das cadeias, como é o caso da fração cárnea não comestível resultante do abate de animais, problema este que vem sendo foco de grande atenção. Sobre a dimensão desta questão na realidade brasileira, destaca-se que, apenas no primeiro trimestre do ano de 2017, foram

abatidos cerca de 7.983.578,00 cabeças de bovinos, em torno de 2.019.061.920,00 kg, e quanto aos suínos foram cerca de 11.032.093,00 cabeças com um total de 987.570.643,00 kg (IBGE, 2017).

Contudo este aumento de produção gera também um agravante quanto a geração de subprodutos, como as carcaças de origem animal. Krabe e Wibert (2016) citam que, considerando-se todo o ciclo produtivo de suínos, são estimadas cerca de 110 mil toneladas de carcaças de animais mortos/ano. Para bovinos de leite, esse número é ainda maior, chegando a 191 mil toneladas, enquanto que para bovinos de corte são estimados volumes de 730 mil toneladas de carcaças de animais mortos/ano.

Por estas problemáticas, o uso das farinhas de carne como fertilizantes, mesmo que em menor proporção, vem sendo avaliado porque pode proporcionar uma destinação adequada a este material e reduzir a dependência pelos fertilizantes importados, além de contribuir para o fortalecimento e manutenção do setor de reciclagem de resíduos de origem animal, as chamadas “graxarias”, as quais desempenham um importante serviço econômico e ambiental. Isso porque os fertilizantes minerais são oriundos de fontes não renováveis, portanto a reciclagem de resíduos da produção, que são ricos em nutrientes podem servir de adubos para as plantas, fechando um ciclo de uso e reuso (SPÅNGBERG et al. 2011).

As farinhas de origem animal apresentam teores consideráveis de nitrogênio e fósforo, sendo estes nutrientes essenciais para o desenvolvimento de plantas. Sobre a composição das farinhas de carne e ossos, os trabalhos de Just *et al.*, (1983) e Piecznski *et al.*, (1986) citam em comum uma faixa de 51,4 a 65,0% de PB (Proteína Bruta), contudo para as proporções minerais as variações encontradas foram de 22 a 38,5% e de 6,2 a 22,3%, respectivamente. A composição destas pode variar de acordo com o estado de conservação da matéria prima, do tipo de criação, alimentação, idade e fase de desenvolvimento dos animais, presença de aminoácidos essenciais, contaminação bacteriana e por resíduos, níveis nutricionais e minerais e forma de processamento (SOUZA, LUCCI, MELOTTI; 1997).

Dentre os nutrientes componentes das farinhas, os teores de NPK são de extrema importância para quase a totalidade de vegetais e microrganismos vivos. O nitrogênio é um dos nutrientes mais importantes para as plantas, embora exista em abundância no ar atmosférico (cerca de 80% do volume), este nitrogênio não se encontra disponível para os processos no solo (RAIJ, 1991). O nitrogênio ainda está presente em plantas e animais como componente de suas proteínas, e influencia o crescimento destas em todas as fases (DIAS, 2012). Logo a disponibilidade deste nutriente passa a ser um fator limitante, uma vez que sua ascendência é maior do que qualquer outro composto (BREDEMEIER; MUNDSTOCK, 2000).

Carvalho e Zabot (2012) citam que um dos nutrientes mais limitantes à produção de alimentos, com relação ao seu déficit no solo, é o N, contudo, quando este encontra-se em excesso, pode ser considerado como um importante fator de impacto ambiental. Isso ocorre pela influência da velocidade nas transformações do elemento N, o qual varia entre íons amônio ($N-NH_4$) e suas formas oxidadas ($N-NO_3^-$), devido à perda entre os processos de volatilização de amônia (NH_3), nitrificação, desnitrificação, escoamento superficial e lixiviação em sistema de águas subterrâneas (LIU *et al.*, 2015). Logo, quando são adicionados quaisquer materiais fertilizantes ao solo é necessário ter conhecimento da quantidade de N destinada, mesmo no caso dos sub-produtos de origem animal, como a farinha e organominerais derivados.

Assim, por mais que se tenham fontes alternativas para suprir as faltas de N para o sistema solo-planta, tanto a falta (que causa limitação no crescimento, amarelamento de folhas) como o excesso deste nutriente são considerados fatores limitantes. Simões (2016) cita sobre os problemas com a dosagem excessiva de N em seu estudo, no qual doses elevadas causam efeito negativo sobre todos os parâmetros morfológicos de mudas.

Para garantir as taxas adequadas de nutrientes para o desenvolvimento das plantas, eventualmente, faz-se necessário suprir alguns elementos, isso normalmente é feito por meio de adubação com fertilizantes inorgânicos minerais, porém os mesmos contam com custos que elevam as despesas da produção. O uso dos fertilizantes orgânicos, por sua vez, podem propiciar economia de custo e auxiliar na reciclagem de subprodutos de outras atividades. Dentre estes subprodutos, podem ser citados os lodos de esgoto e de efluentes industriais, resíduos da produção agroindustrial, entre outros. Pires *et al.* (2015), por exemplo, utilizaram como fonte de N no solo, o lodo de esgoto, concluindo que o mesmo é mais eficiente em fornecer nitrogênio em longo prazo do que a adubação mineral.

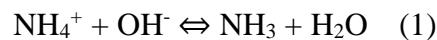
As farinhas de carne também podem ser utilizadas e vêm sendo exploradas como fonte para adubação orgânica e/ou organomineral. Chaves *et al.* (2014) avaliou as taxas de mineralização de nitrogênio de diferentes farinhas de carne e ossos em três tipos de solos mediterrâneos em incubação. A maior parte de N foi liberado entre 5 a 10 semanas, observando-se variações apenas entre os tipos de solos. Nogalska, *et al.* (2012) concluiram que doses não tão elevadas, cerca de 1,5 ton/ha/ano de farinhas de carne, seriam suficientes para se obter valores eficientes na produção de grãos.

4.5 METODOLOGIA

4.5.1 Caracterização da farinha de carne utilizada quanto à N total

A farinha de carne utilizada no experimento é proveniente de uma indústria de processamento situada no oeste do estado de Santa Catarina, a empresa faz a coleta de animais mortos em propriedades rurais e posteriormente produz farinha de carne mista, ou seja, proveniente de animais inteiros de diferentes espécies, principalmente suínos e bovinos. A farinha é fabricada em escala, seguindo processos de industriais, com extração de óleo (que segue para produção de biodiesel), cozimento em altas temperaturas e secagem por rotor, seguindo normas da IN 38 (MAPA, 2008). Atualmente a mesma encontra-se com estoques do material devido à falta de regularização do uso e saída do produto, bem como pela responsabilidade social e técnica, o que vem gerando agravantes econômicos e uma realocação do problema.

A análise de nitrogênio para os fertilizantes foram realizados pelo método de Nitrogênio Total Kjeldahl (NTK) (AOAC 984.13 / AOAC 981.10 / CBAA Método Nº 48). O método clássico Kjeldahl compreende a digestão da amostra em ácido para converter o íon amônio (NH_4^+) cujo sal de amônio resultante é aquecido com uma base, desprendendo amônia (NH_3), na reação representada pela equação:



A amônia volatilizada é então recolhida em uma solução ácida, e a espécie N-NH_4^+ determinada por titulação com solução padrão ácida.

4.5.2 Produção e caracterização de organomineral oriundo de farinhas de origem animal

A farinha foi peneirada à 1 mm de espessura, afim de homogeneizar e retirar materiais grosseiros bem como prover a permanência de partículas com maior área superficial. Para produção do organomineral peletizado foram utilizadas a correlação de 3:3:1 para farinha de carne, super fosfato triplo e uréia respectivamente, todos em pó. O material em questão foi submetido a processo industrial de granulação. Este faz uso de um granulador por rotor e roto-secagem de grânulos em temperatura de 60 a 70 °C, afim de contribuir na granulação do

material. O organomineral em pó seguiu o mesmo mecanismo de produção do organomineral peletizado, contudo o mesmo não foi submetido ao processo de granulação.

A análise de nitrogênio para os fertilizantes foram realizados pelo método de Nitrogênio Total Kjeldahl (NTK) (AOAC 984.13 / AOAC 981.10 / CBAA Método Nº 48).

4.5.3 Incubação de farinha de origem animal e organomineral em solo

O solo utilizado no experimento foi coletado a uma camada de 0-10 cm de profundidade em uma área sem histórico de aplicação de fertilizantes localizada na Embrapa Suínos e Aves na cidade de Concórdia-SC, a qual está situada no Oeste de Santa Catarina, com altitude de 569 m, clima subtropical de acordo com a classificação de Köppen (mesotérmico úmido com verões quentes), com temperatura média anual entre 18-19 °C, precipitação média de 1700-1900 mm e umidade relativa do ar entre 76 e 78% (EPAGRI, 2002). Nos meses precedentes ao período de coleta do solo, ocorrido em julho de 2017, o nível de pluviometria médio da região foi de 1480 mm e temperatura de 15,6 °C (CLIMATE-DATA.ORG, 2017).

O solo do local é classificado como sendo Nitossolo Vermelho Distrófico (EMBRAPA, 2013), a amostra coletada foi enviada para o laboratório de análise de solos (CAV/UDESC) para caracterização, apresentando os seguintes resultados: pH H₂O (1:1)= 5,9; Matéria Orgânica (MO)= 4,1%; Argila=24%; Fósforo (P-Mehlich)= 8,8 mg dm⁻³; Potássio (K)= 95 mg dm⁻³; Alumínio (Al)= 0,13 cmol_c dm⁻³; Cálcio (Ca)= 8,70 cmol_c dm⁻³; Magnésio (Mg)= 4,25 cmol_c dm⁻³.

4.5.3.1 Incubação

O solo coletado foi seco ao ar naturalmente, peneirado á 2 mm afim de se fazer a retirada de raízes e frações maiores. Para a realização de análises, pré-matéria seca este foi seco 100 gramas de solo em estufa à 65 °C por um período de 48 horas, quando verificado peso constante. A umidade foi realizada com 100 gramas de solo seco à 105 °C em estufa, por cerca de 48 horas até se verificar medida de massa constante.

A densidade do solo seco à 105 °C foi calculada pela equação 2:

$$\rho = \text{Ms}/V \text{ (kg/m}^3\text{)} \quad (2)$$

Onde:

Ms: Massa Seca

V: Volume

Sendo a massa seca o equivalente a amostra de solo seca a 105°C e a soma dos volumes ocupados pelas partículas e pelos poros, em um recipiente de volume conhecido.

Para medir a porosidade do solo, foi utilizada a seguinte equação:

$$\text{Porosidade total} = 1 - (\text{Ds} / \text{Dp}) \quad (3)$$

Ds: densidade do solo

Dp: densidade de partículas

A densidade de partículas utilizadas foi de $2,65 \text{ g.cm}^{-3}$, considerada a densidade média das partículas minerais (areia, silte, argila), sendo este o valor usualmente indicado para solos minerais (REICHARDT, 1987).

O experimento foi conduzido em delineamento experimental inteiramente casualizado, com total de 150 unidades (cinco tratamentos x dez datas de avaliação x três repetições) e incluiu os seguintes tratamentos: T1 - solo (Controle) (S); T2 - solo + farinha de carne em pó; T3 - solo + fertilizante organomineral em pó; T4 - solo + fertilizante organomineral granulado; T5 - solo + fertilizante mineral. A dosagem de fertilizante adicionada ao solo foi o equivalente de $120 \text{ kg de N.ha}^{-1}$, dosagem média para se obter resposta de rendimento em semeadura (Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2016)

Os tratamentos foram aplicados ao solo em copos de poliestireno, com capacidade de 110 ml ($6,0 \text{ cm h} \times 6,0 \text{ cm Ø}$). Os recipientes de poliestireno foram acondicionados em caixas de madeira, a fim de garantir a acomodação e minimizar o risco de tombamento. Para impedir a perda de umidade e entrada de luz, as caixas foram cobertas com folhas de poliéster e ainda sobre estas, folhas de alumínio.

Nestes recipientes foram dispostos o equivalente a 100g de solo seco a 105°C, buscando se manter a porosidade total do solo ocupada em 50% foram adicionados 20 ml de água tratada por osmose reversa. Ainda as quantidades referentes de farinhas e fertilizantes foram adicionadas a cada tratamento de forma manual com auxílio de espátula, sendo realizado a homogeneização do material.

A incubação foi realizada em casa de vegetação climatizada na Embrapa Suínos e Aves por período de 84 dias. Para assegurar a manutenção dos 50% da porosidade total preenchida, foi realizada a pesagem periódica das unidades contendo as amostras com reposição da água perdida. A fim de se evitar a deficiência de O_2 , o que poderia limitar a decomposição aeróbica,

os recipientes foram abertos diariamente durante 15 minutos, de acordo com metodologia descrita por Gonzatto et al. (2016b).

Os teores de N mineral no solo (N-NO_2^+ e N-NO_3^-), bem como de NH_3 (amônia) foram determinados 3h após a aplicação dos tratamentos (tempo 0) e aos 3, 7, 10, 14, 21, 28, 42; 56 e 84 dias após o início da incubação, de acordo com métodos oficiais – 4500-PE (APHA, 2005) utilizando UV/Vis em sistema de análise por injeção em fluxo (FIALAB 2500).

A partir dos teores de N mineral, determinados em cada data de avaliação, calculou-se a variação temporal da proporção entre as formas amoniacal e nítrica no solo para fornecimento de informação sobre a velocidade em que ocorreu o processo de nitrificação (AITA; GIACOMINI; HÜBNER, 2007).

O saldo de N inorgânico nos tratamentos foi estimado com base nos dados de N mineral medido em cada data de avaliação durante a incubação, através da equação 4:

$$N_m = N_{(t_{2,3,4,5})} - N_{t_1} \quad (4)$$

Onde:

N_{t_1} = a quantidade de N (mg kg^{-1}) mineralizado;

$N_{(t_{2,3,4,5})}$ = a quantidade de N mineral do solo nos tratamentos em cada data de avaliação

N_{t_5} a quantidade de N mineral no solo no controle em cada data de avaliação.

O resultado deste cálculo, quando positivo, indica a ocorrência de mineralização líquida de N e quando negativo, indica imobilização líquida.

A taxa de nitrificação líquida diária foi calculada com base nos dados de NO_3^- do tratamento controle descontadas da quantidade de NO_3^- dos tratamentos com adição de fertilizantes (organominerais e minerais) divididos pelo número de dias de incubação. (GIACOMINI et al. 2013).

4.5.4 Análise estatística

Os dados foram analisados pelo teste T Student pelo software Sisvar 5.6, a um nível de significância de 95% (FERREIRA, 2000).

4.6 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Com relação ao N total, a farinha de origem animal tem concentração de N de 94639,00 mg.kg^{-1} , para os demais tratamentos estas apresentaram concentrações de N de 96768,00 mg.kg^{-1}

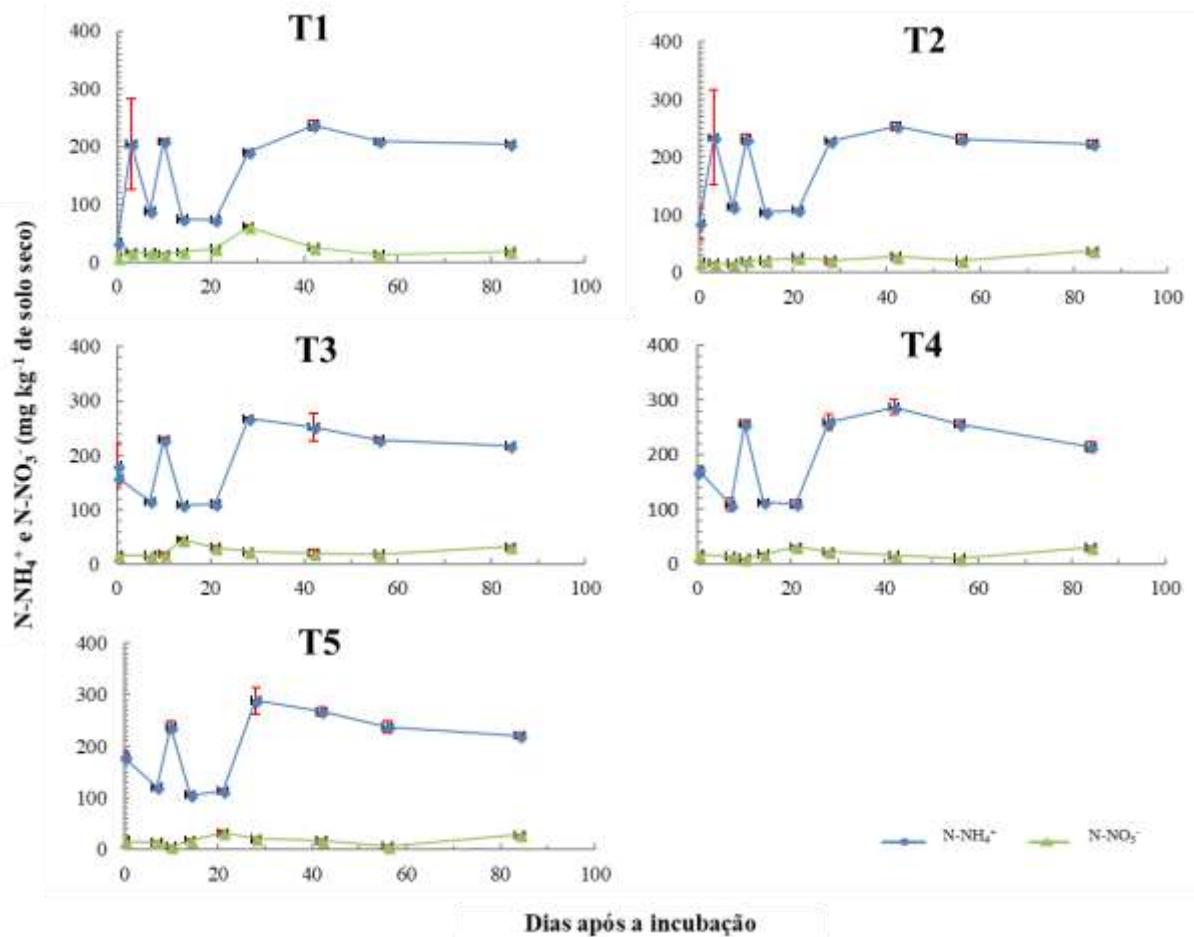
¹ no fertilizante organomineral peletizado e de 113527,00 mg.kg⁻¹ no organomineral em pó. Carvalho e Zabot (2012) citam que o N é um dos nutrientes mais limitantes à produção de alimentos, com relação ao seu déficit no solo, contudo, quando este encontra-se em excesso, pode ser considerado como importante fator de impacto ambiental.

Isso ocorre ainda pela influência da velocidade nas transformações do elemento em questão, o qual varia entre íons amônio ($N-NH_4$) e suas formas oxidadas ($N-NO_3^-$), devido à perda entre os processos de volatilização de amônia (NH_3), nitrificação, desnitrificação, escoamento superficial e lixiviação em sistema de águas subterrâneas (LIU *et al*, 2015). Logo, quando são adicionados quaisquer materiais fertilizantes ao solo é necessário ter conhecimento da quantidade de N destinada, no caso dos sub-produtos de origem animal, como a farinha e organominerais derivados isso é imprescindível visto que as mesmas sofrem variações de acordo com a matéria-prima.

A variação nas formas de nitrogênio podem ser influenciadas por diversos fatores, como a maneira em que o fertilizante é disposto, pela presença de inibidores, e principalmente pelas diferenças de temperatura, genótipo, solo, manejo e regime hídrico (MOHANTY *et al.* 1999). Tittonell e Giller (2013) citam ainda que solos muito pobres ou ricos em nutrientes, podem expressar respostas baixas e difíceis de serem compreendidas, como as observadas ao longo do experimento, logo a aplicação de fertilizantes e alterações no solo para lidar com essas limitações é ineficaz a curto prazo.

Os índices de liberação e conversão de $N-NH_4^+$ e $N-NO_3^-$ encontrados no presente estudo ao longo dos 84 dias de monitoramento (Figura 4), mostraram que todos os tratamentos, tanto com fertilizantes orgânico (T2), organomineral (T3 e T4) e mineral (T5) apresentaram um comportamento similar ao observado no controle (T1). Estes resultados foram inesperados, pois os fertilizantes acrescidos apresentam diferentes fontes de N (orgânico e mineral), o que deveria impactar na maior ou menor biodisponibilidade do mesmo.

Figura 4 - Gráfico de monitoramento de liberação de N-NH₄ e N-NO₃ em solos com adição de fertilizantes oriundos de subprodutos da produção animal



Legenda: T1 solo controle; T2 Solo + Farinha de carne; T3 Solo + Organomineral em pó; T4 Solo + Organomineral granulado; T5 Solo + mineral.

Fonte: Elaborado pela autora 2018.

A diferença mais marcante observada entre os tratamentos foram dos valores encontrados no dia em que a fertilização do solo foi iniciada (tempo=0). Esta variação nos teores iniciais de N-NH₄⁺, pode ser justificada pela presença ou ausência de fontes minerais de N. Após o controle (T1), o T2 foi o que demonstrou os índices menos relevantes de N comparado aos tratamentos onde estava presente a uréia (fonte de N mineral). No T3 e T4, a uréia foi utilizada para a complementação do N necessário para a formulação dos compostos organominerais, enquanto que no T5 a uréia foi a única fonte de N (fertilizante mineral).

O uso de uréia, segundo Civardi *et al* (2011), faz com que a liberação de N ocorra de forma mais rápida, sendo responsável por possíveis mecanismos de perda por volatilização quando o sistema não é bem manejado. Com relação ao manejo e aplicação de fertilizantes,

Baitilwake et al. (2012) perceberam também que mecanismos de maior imobilização e nitrificação tendem a ocorrer mais facilmente quando o fertilizante é incorporado ao solo com relação àquele que recebe aplicação de forma superficial. A incorporação ao solo é justificada por impactos ambientais e perdas de N pela liberação de amônia, porém, no caso de fertilizantes peletizados e/ou granulados esse risco é reduzido, sendo por vezes desnecessária a incorporação em locais com umidade adequada (Webb et al. 2010, Adeli et al. 2012).

Sá (1999) cita que a maior mineralização de matéria orgânica pode contribuir para o aumento dos teores de amônio no solo. Segundo Subbarao et al. (2006), as duas principais vias de perda de nitrogênio durante e após a nitrificação são as emissões gasosas como N₂ e óxidos de N (N₂O e NO) e pela lixiviação de NO₃⁻. Neste, o fator relacionado à adição de uréia é novamente observado, onde apenas o solo controle (T1), e o solo com adição de fertilizante orgânico (T2) tiveram menor liberação acumulada de NH₄⁺ no tempo inicial de incubação.

A tabela 3 apresenta as concentrações de N-NH₄⁺ e N-NO₃⁻ no início e no final do experimento. No início do ensaio, é nítida a diferença nos teores encontrados nos tratamentos comparados ao controle tanto de N-NH₄⁺ como N-NO₃⁻, demonstrando a incorporação das formas nitrogenadas via fertilizantes. Ao final dos 84 dias, observa-se que todos os tratamentos, inclusive o controle, apresentaram incremento considerável nos teores de N-NH₄⁺, os quais ficaram muito próximos entre si, evidenciando que deve ter ocorrido algum processo desencadeado pela própria matriz do solo que levou a produção nitrogênio amoniacal (por exemplo a decomposição de algum tipo de matéria orgânica rica em nitrogênio presente originalmente no solo utilizado).

Tabela 3 - Quantidades de N-NH₄⁺ e N-NO₃⁻ no inicio (t0) e ao final (tf) da incubação.

Tratamento	T ₀ (mg.kg ⁻¹ solo seco)		T _f (mg.kg ⁻¹ solo seco)	
	N-NH ₄ ⁺	N-NO ₃ ⁻	N-NH ₄ ⁺	N-NO ₃ ⁻
T1 Controle	33,629 d	7,933 b	205,067 a	17,819 c
T2 Solo + Farinha de carne	108,493 c	17,799 a	222,659 a	37,335 a
T3 Solo + Organomineral em pó	147,501 b	15,665 a	217,226 a	31,768 b
T4 Solo + Organomineral granulado	168,057 ab	15,769 a	214,616 a	30,299 b
T5 Solo + mineral	173,432 a	17,565 a	220,831 a	28,367 b

Médias seguidas por letras iguais minúsculas, não diferem entre si por tratamento pelo teste de T Student, a 5% de probabilidade.

Fonte: Elaborada pela autora, 2018.

Para Gutser et al. (2005), no caso dos fertilizantes orgânicos, a forma como o nitrogênio está presente causa pouco efeito sobre o crescimento das culturas no ano de aplicação,

principalmente em solos “virgens”, devido às características de liberação lenta do próprio fertilizante, sendo que além disso, pode ocorrer a imobilização de N após a aplicação, levando ao enriquecimento do N do solo fazendo com que se tenha eficiência no processo a longo prazo.

De acordo com Fillery (2001) alguns fatores, sendo eles ambientais, podem ter influência sobre o processo de liberação de amônia, como por exemplo elevados teores de matéria orgânica e de pH do solo. A nitrificação, por outro lado, ocorreu com uma intensidade muito menor do que seria esperado, muito embora, seja observado um aumento de N-NO₃⁺ relativamente proporcional ao seu teor inicial em todos os tratamentos.

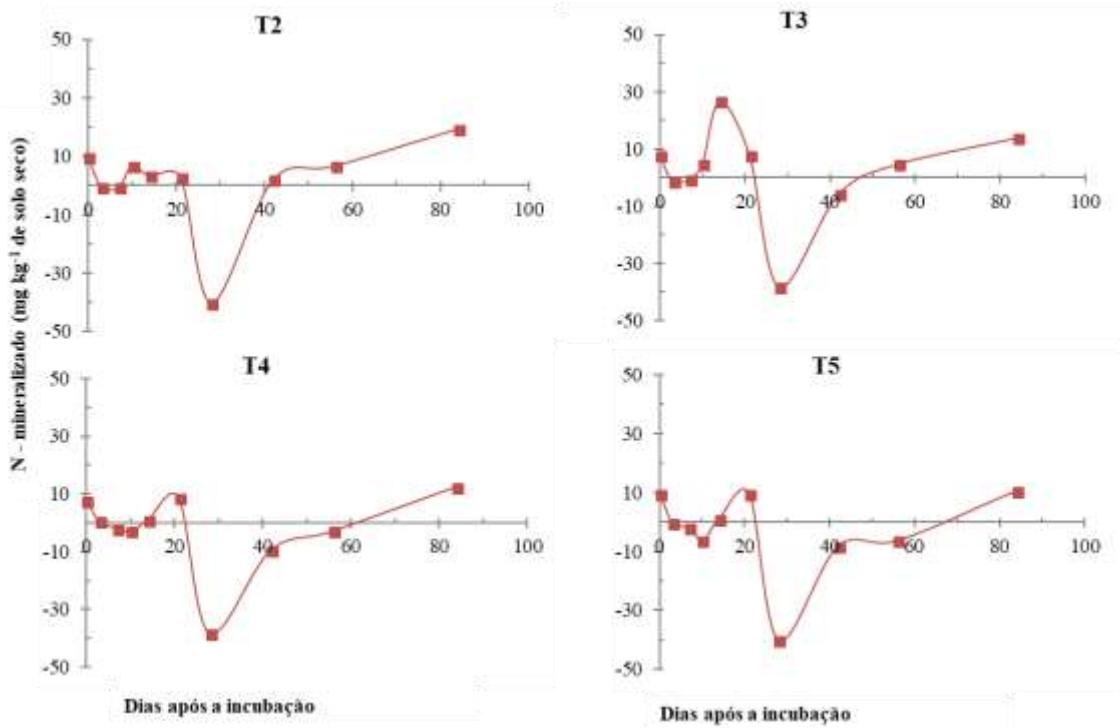
Esta inesperada produção de N-NH₄⁺ de origem desconhecida e a baixa atividade de nitrificação impossibilitou se chegar a resultados conclusivos acerca da maior ou menor disponibilização do nitrogênio oriundo das diferentes fontes testadas (mineral, orgânica ou organomineral).

Estudos citam entretanto que algumas culturas trazem respostas benéficas quando a liberação de íons amônio é superior, como o arroz por exemplo, sendo que a absorção de N nesta forma pode ser vantajosa para a planta, uma vez que a assimilação de N é um processo altamente exigente em termos de energia, principalmente quanto aos íons nitrato, necessitando de reações complexas e eficientes (MALAVOLTA, 1980; BREDEMEIER BREDEMEIER e MUNDSTOCK, 2000, HOLZSCHUH et al. 2009).

De acordo com Chung e Zasoski (1993), a atividade das bactérias nitrificantes é fortemente influenciada pela acidez do solo, sendo reduzida em pH inferior a 6,0, como observado neste experimento. Crusciol et al. (2011) observaram aumento da nitrificação, quando o pH foi superior a 6,0. Isto demonstra que o manejo da adubação nitrogenada e o uso de plantas de cobertura são ferramentas que podem ser utilizadas para alterar os níveis de nitrato e amônio no solo, como já relatado por Nascente et al. (2012).

As altas taxas de liberação na dinâmica de NH₄ e baixas concentrações de NO₃ caracterizam um processo de imobilização deste nutriente, figura 5.

Figura 5 - Gráfico mineralização de N-NO₃ no solo em um período de 84 dias



Legenda: T2 Solo + Farinha de carne; T3 Solo + Organomineral em pó; T4 Solo + Organomineral granulado; T5 Solo + mineral.

Fonte: Elaborado pela autora 2018.

A mineralização do N orgânico observada em todos os tratamentos mostra a ocorrência primeiramente da mineralização e, em seguida, houve a imobilização (em uma proporção bem maior) com posterior mineralização.

Bellaver e Zanotto (2004) citam que a gordura presente nas farinhas de origem animal possui altas concentrações de ácidos graxos totais. De acordo com Kirchmann e Lundvall (1993) a presença de ácidos graxos atuam como uma fonte de C que pode ser facilmente decomposta por microorganismos, causando consequentemente a imobilização de N. Os ácidos graxos ainda podem ser produzidos por bactérias fermentadoras, quando as condições permanecem parcialmente anaeróbicas, favorecendo novamente a imobilização (KIRCHMANN E LUNDVALL, 1993).

Durante todo o período de incubação os índices de porcentagem de N se mantiveram estáveis, isso pode estar associado à forma como foi realizada a aplicação do fertilizante, sendo este incorporado ao solo, isso porque a aplicação a lanço, ou seja, de forma superficial ao solo pode ocasionar perdas severas de N por volatilização (CANTARELLA, 2007). Civardi *et al* (2011) cita que para se minimizar as perdas de N por volatilização é recomendado que os

fertilizantes nitrogenados sejam incorporados ao solo, e associados à posterior e imediata irrigação.

4.7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A produção de organomineral com o uso de farinhas de carnes foi efetiva mecanicamente, sendo possível a formação da organomineral peletizado pela adição de minerais seguidos de processos em escala industrial. Contudo, o valor agregado não foi revertido em índices satisfatórios quanto à liberação de nutrientes, valor este entretanto que não foi obtido em nenhum dos tratamentos devido às altas taxas de imobilização. Indica-se assim a necessidade de novos estudos neste segmento utilizando maiores dosagens.

4.8 REFERÊNCIAS

ABIEC (Associação Brasileira das Indústrias Exportadoras de Carnes). **Perfil da Pecuária no Brasil:** Relatório anual. Disponível em: <<http://abiec.siteoficial.ws/images/upload/sumario-pt-010217.pdf>>. Acesso em 19 de fevereiro de 2018.

ABPA (Associação Brasileira de Proteína Animal). **2017 Relatório Anual.** Disponível em: <http://abpa-br.com.br/storage/files/3678c_final_abpa_relatorio_anual_2016_portugues_web_reduzido.pdf> . Acesso em 19 de fevereiro de 2018.

ADELI, A., TEWOLDE, H., JENKINS, J. N. Broiler litter type and placement effects on corn growth, nitrogen utilization, and residual soil nitrate-nitrogen in a no-till field. **Agron. J.** 104, 43–48. 2012.

AITA, C.; GIACOMINI, S. J.; HÜBNER, A. P. Nitrificação do nitrogênio amoniacal de dejetos líquidos de suínos em solo sob sistema de plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.42, n.1, p.95-102, jan. 2007.

(ANDA) Associação Nacional para Difusão de Adubos. **Estatísticas indicadores:** Principais Indicadores do setor de fertilizantes. Disponível em: <<http://www.anda.org.br/index.php?mpg=03.00.00&ver=por>>. Acesso em: 27 de fevereiro de 2018.

(AOAC) ASSOCIATION OF OFFICIAL AGRICULTURAL CHEMISTS). **Official Methods of Analysis.** USA: AOAC, 2000.

APHA. AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION. **Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater.** 21st ed. Washington, 2005.

BAITILWAKE, M. A. et al. Nitrogen mineralization of two manures as influenced by contrasting application methods under laboratory conditions. **Commun. Soil Sci. Plant Anal.** 43, 357–367. (2012).

BELLAVER, C. , ZANOTTO, D.L. Parâmetros de qualidade em gorduras e subprodutos proteicos de origem animal. Anais da Conferência Apinco, Santos, SP. p.1-22. 2004.

BRASIL. MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO (MAPA). Instrução normativa nº 34. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, 2008.

BREDEMEIER, C.; MUNDSTOCK, C. M. Regulação da absorção e assimilação do nitrogênio nas plantas. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 30, n. 2, p. 365-372, 2000.

CANTARELLA, H. **Nitrogênio**. In: NOVAIS, R. F. et al. (Eds.). Fertilidade do solo. Viçosa: SBCS, p. 375-470. 2007.

CARVALHO, N. L., ZABOT, V. Nitrogênio: nutriente ou poluente?. **Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental**, v. 6, n. 6, p. 960-974, 2012.

(CBAA) COMPÊNDIO BRASILEIRO DE ALIMENTAÇÃO ANIMAL. São Paulo: SINDIRACÕES/ANFAL. Campinas: CBNA/SDR/MA, 371 p. 1998.

CHAVES, C. et al. Rates of Nitrogen Mineralization of Meat and Bone Meals in Mediterranean Soils. **Communications in soil science and plant analysis**, v. 45, n. 17, p. 2258-2267, 2014.

CIVARDI, E. A. et al. Ureia de liberação lenta aplicada superficialmente e ureia comum incorporada ao solo no rendimento do milho. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 41, n. 1, 2011.

CLIMATE-DATA.ORG. **Clima:** Concórdia. Disponível em: <https://pt.climate-data.org/location/43643/>. Acesso em: 04 de agosto de 2017.

CONAB – Companhia Nacional de Abastecimento. **Indicadores da Agropecuária:** Observatório Agrícola, Ano XXVII , Nº 1, Janeiro 2018. Brasília : Conab, 2018. Disponível em/:<http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/18_01_26_11_50_08_revista_conab-janeiro_final_internet.pdf> . Acesso em 27 de fevereiro de 2018.

COSTA, M. M.; SILVA, M. O. A indústria química e o setor de fertilizantes. In: SOUZA, F. L. (Ed.). BNDES 60 anos: perspectivas setoriais. Rio de Janeiro: BNDES, 2012. v. 2.

CRUSCIOL, C. A. C. et al. Nitrate role in basic cation leaching under no-till. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 35, n. 6, p. 1975-1984, 2011.

DE SOUZA, J. R. S. T., LUCCI, C. de S., MELOTTI, L. Degradabilidade de farinhas de carne e osso, e de soja, pela técnica dos sacos de náilon in situ, em caprinos e bovinos. **Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science**, v. 34, n. 6, p. 358-363, 1997.

DIAS, J. S (Ed.). **Nutrientes:** do que as plantas precisam? Universal de Fertilizantes S.A. out. 2012.

DOS SANTOS, C. H. M. et al. **Por que a elasticidade-câmbio das importações é baixa no Brasil? Evidências a partir das desagregações das importações por categorias de uso.** Texto para Discussão, Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA), 2015.

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos.** 3.ed. Rio de Janeiro: EMBRAPA, 2013. 353p.

FERREIRA, D. F. **Sisvar.** Lavras: DEX/UFLA, versão, v. 5, p. 1999-2003, 2000

FILLERY, I. R. P. The fate of biologically fixed nitrogen in legume-based dryland farming system. **Australian Journal of Experimental Agriculture**, Collingwood, v.41, p.361-381, 2001.

GIACOMINI, S. J. et al. Transformações do nitrogênio no solo após adição de dejeto líquido e cama sobreposta de suínos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.48, n.2, p.211-219, fev. 2013.

GONZATTO, R. et al. Dicyandiamide as nitrification inhibitor of pig slurry ammonium nitrogen in soil. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.46, n.5, p.802-808, mai, 2016.

GUTSER, R. et al. Short-term and residual availability of nitrogen after long-term application of organic fertilizers on arable land. **Journal of Plant Nutrition and Soil Science**, v. 168, n. 4, p. 439-446, 2005.

HOLZSCHUH, M. J. et al. Rice growth as affected by combined ammonium and nitrate supply. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 33, n. 5, p. 1323- 1331, 2009.

HOLZSCHUH, M. J. et al. Rice growth as affected by combined ammonium and nitrate supply. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 33, n. 5, p. 1323- 1331, 2009.

HUNG, J. B.; ZASOSKI, R. J. Effect of high ammonium levels on nitrification, soil acidification, and exchangeable cation dynamics. **Communication in Soil Science and Plant Analysis**, New York, v. 24, n. 17-18, p. 2123- 2135, 1993.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATISTICA (IBGE). **PPM 2014:** rebanho bovino alcança 212,3 milhões de cabeças. 2015. Disponível em: <https://censo2010.ibge.gov.br/noticias-censo.html?busca=1&id=1&idnoticia=3006&t=ppm-2014-rebanho-bovino-alanca-212-3-milhoes-cabecas&view=noticia>. Acesso em 12 de julho de 2018.

JAYATHILAKAN, K. et al. Utilization of byproducts and waste materials from meat, poultry and fish processing industries: a review. **Journal of food science and technology**, v. 49, n. 3, p. 278-293, 2012.

JUST, A.; FERNANDEZ, J.A.; JORGENSEN, H. The value of meat and bone meal for pigs. **Nutrition Abstracts Reviews**, Série B, v.53, n.8, p.524, 1983.

KIRCHMANN, H.; LUNDVALL, A. Relationship between N immobilization and volatile fatty acids in soil after application of pig and cattle slurry. **Biology and Fertility of Soils**, v.15, p.161-164, 1993

KLUTHCOUSKI, J. et al. Manejo do solo e o rendimento de soja, milho, feijão e arroz em plantio direto. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 57, n. 1, p. 97-104, 2000.

KRABBE, E. L., WILBERT, C. A. Os passivos das cadeias de produção de proteína animal – animais mortos. **Avicultura Industrial**. v.1, ed. 1251, p. 24-31, 2016.

LIMA, G. J. M. M. de; FEDDERN, V.; MAZZUCO, H. Aminas biogênicas são compostos indicativos de putrefação de subprodutos animais. **Suinocultura Industrial**, Itu, ed. 274, ano 39, n. 01, p14-17, 2017.

LIU, C. et al. Elemental sulfur formation and nitrogen removal from wastewaters by autotrophic denitrifiers and anammox bacteria. **Bioresour. Technol.** V. 191, p. 332–336, 2015.

MALAVOLTA, E. **Elementos de nutrição mineral de plantas**. São Paulo: Agronômica Ceres, 1980.

MOHANTY, S. K. et al. Nitrogen placement technologies for productivity, profitability, and environmental quality of rainfed lowland rice system. In: **Resource Management in Rice Systems: Nutrients**. Springer, Dordrecht, p. 57-77. 1999.

NASCENTE, A. S. et al. Ammonium and nitrate in soil and upland rice yield as affected by cover crops and their desiccation time. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 47, n. 12, p. 1699-1706, 2012.

NOGALSKA, A. et al. Meat and bone meal as nitrogen and phosphorus supplier to cereals and oilseed rape. **Agricultural and Food Science**, 23(1), 19-27. (2014).

PIECZNSKI, R.; NIERODZIK, A.; HARENZA, T. Nutritive value of meal and bone meal estimated by the Hartmann method. **Nutrition Abstracts and Reviews**, Série B, v.56, n.8, p.495, 1986.

PIRES, A. M. M. et al. Disponibilidade e mineralização do nitrogênio após aplicações sucessivas de lodo de esgoto no solo, estimadas por meio de incubação anaeróbica. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 50, n. 4, p. 333-342, 2015.

RAIJ, B. V. et al. Fertilidade do solo e adubação. **Fertilidade do solo e adubação**. São Paulo; Piracicaba: Ceres. 1991.

REICHARDT, K.; TIMM, L.C. **Solo, planta e atmosfera**: conceitos, processos e aplicações. Barueri: Manole, 478p. 2004.

SÁ, J. C. M. Manejo da fertilidade do solo no sistema plantio direto. In: SIQUEIRA, J. O. et al. (Eds.). Interrelação fertilidade, biologia do solo e nutrição de plantas. Viçosa: UFLA/DCS, p. 267-319. 1999.

SANTOS, P. M. et al. Produção animal no Brasil: caracterização, simulação de cenários para pastagens e alternativas de adaptação às mudanças climáticas. Santos, Patricia Menezes et al. São Carlos, SP: **Embrapa Pecuária Sudeste**, 2015.

(SBCS) SOCIEDADE BRASILEIRA DE CIÊNCIA DO SOLO. **Manual de adubação e de calagem para os estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina**. Comissão de Química e Fertilidade do Solo: Porto Alegre, SBCS - Núcleo Regional Sul, 394p, 2017.

SIMÕES, P. H. O. et al. Crescimento e qualidade de mudas de *Tachigali vulgaris* L.G. Silva & H.C. Lima em resposta à fontes e doses de nitrogênio. **Revista Espacios**. Vol. 37 (Nº 38). 2016

SPÅNGBERG, J. et al. Environmental impact of meat meal fertilizer vs. chemical fertilizer. **Resources, Conservation and Recycling**, v. 55, n. 11, p. 1078-1086, 2011.

SUBBARAO, G. V. et al. Scope and Strategies for Regulation of Nitrification in Agricultural Systems-Challenges and Opportunities. **Critical Reviews in Plant Sciences**, v. 25, p. 303–335, 2006.

TITTONELL, P., GILLER, K.E. When yield gaps are poverty traps: The paradigm of ecological intensification in African smallholder agriculture. **Field Crop Res.** 143, 76-90. 2013.

TROEH, F. R. & THOMPSON, L. M. **Solos e fertilidade do solo**. 6^a edição. Andrei editora: São Paulo, 2007.

WEBB, J. et al. The impacts of manure application methods on emissions of ammonia, nitrous oxide and on crop response: A review. **Agr. Ecosyst. Environ.** 137, 39–46. 2010.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS GERAIS

A produção de proteína animal é indiscutivelmente uma das atividades que mais influenciam no PIB nacional, logo qualquer medida acerca deste setor tende a refletir no mercado interno e até mesmo externo de forma expressiva. Além da influência econômica esse sistema de produção em escala tende a se refletir em questões ambientais, éticas e de saúde, ou seja sanitária.

O uso das farinhas de origem animal, um dos principais subprodutos deste setor, é direcionado para alimentação de animais, contudo a mesma pode ser considerada como meio de cultivo para microorganismos, por ser capaz de possibilitar o crescimento de *E. Coli* em períodos extensos. Além disso as mesmas são compostas por concentrações significativas de nutrientes, como N, P e Ca, estes que são essenciais ao desenvolvimento de plantas e fertilização do solo.

Logo o uso das farinhas como fertilizantes é considerada uma forma mais adequada para sua destinação, porém os testes não foram significativos, sendo necessário a implantação de novos estudos acerca da temática.

REFERÊNCIAS

(ABPA) Associação Brasileira de Proteína Animal. **Relatório Anual**. 2017. Disponível em: <http://abpa-br.com.br/storage/files/3678c_final_abpa_relatorio_anual_2016_portugues_web_reduzido.pdf> . Acesso em 19 de fevereiro de 2018.

(ANDA) Associação Nacional para Difusão de Adubos. **Estatísticas indicadores**: Principais Indicadores do setor de fertilizantes. Disponível em: <<http://www.anda.org.br/index.php?mpg=03.00.00&ver=por>>. Acesso em: 27 de fevereiro de 2018. 2018

(ANUALPEC) ANUÁRIO DA PECUÁRIA BRASILEIRA. Anuário da Pecuária Brasileira. São Paulo, SP: Informativo Econômico, FNP. 2015.

(ANUALPEC) ANUÁRIO DA PECUÁRIA BRASILEIRA. **Anuário da Pecuária Brasileira**. São Paulo, SP: Informativo Econômico, FNP. 2016.

(ABPA) ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE PROTEÍNA ANIMAL. **A saga da avicultura brasileira: como o Brasil se tornou o maior exportador mundial de carne de frango**. Rio de Janeiro: Insight; São Paulo: UBABEF, 2011.

(ABRA) ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE RECICLAGEM ANIMAL. **Novos horizontes para a reciclagem animal**. 2015 Disponível em: <http://www.abra.ind.br/views/noticiasdetalhada.php?id=2516>. Acesso em: 25 de abril de 2017.

AVICULTURA INDUSTRIAL. Ministério da Agricultura busca soluções para animais que morrem em propriedades rurais. **Avicultura Industrial.Com.Br**. 2017. Disponível em: <<https://www.aviculturaindustrial.com.br/imprensa/ministerio-da-agricultura-busca-solucoes-para-animais-que-morrem-em-propriedades/20170922-142250-g262>>. Acesso em 09 de maio de 2017.

BELLAVER, C. **Limitações e vantagens do uso de farinhas de origem animal na alimentação de suínos e de aves**. SIMPÓSIO BRASILEIRO ALLTECH DA INDÚSTRIA DE ALIMENTAÇÃO ANIMAL, 2º. Curitiba-Paraná, 2005.

BRASIL. (MAPA) MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. Instrução normativa nº 34. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, 2008.

CORRÊA, I. M. O. et al. Detecção de fatores de virulência de *Escherichia coli* e análise de *Salmonella* spp. em psitacídeos 1. **Pesq. Vet. Bras.**, v. 33, n. 2, p. 241-246, 2013.

EMBRAPA. **Carne bovina:** Qualidade da carne bovina. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/qualidade-da-carne/carne-bovina>>. Acesso em 06 de maio de 2018.

FAGANELLO, E. A história do porco. **Suinocultura Industrial**. Disponível em: <<https://www.suinoculturainustrial.com.br/imprensa/a-historia-do-porco/20091117-135856-t091>>. Acesso em: 29 de junho de 2017.

FONGARO, G., et al. Utility of specific biomarkers to assess safety of swine manure for biofertilizing purposes. **Science of the Total Environment**, 479, 277–283. 2014

FRANQUETO, R., et al. Destinação de carcaças de animais mortos provenientes de suinocultura em granja no estado do Paraná. **Tecnologia e Ambiente**, v. 22, 2016.

(IBGE) INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. PPM 2014: rebanho bovino alcança 212,3 milhões de cabeças. 2015. Disponível em: <https://censo2010.ibge.gov.br/noticias-censo.html?busca=1&id=1&idnoticia=3006&t=ppm-2014-rebanho-bovino-alanca-212-3-milhoes-cabecas&view=noticia>. Acesso em 12 de julho de 2018.

KRABBE, E. L., WILBERT, C. A. Os passivos das cadeias de produção de proteína animal – animais mortos. **Avicultura Industrial**. v. 1, ed. 1251, p. 24-31, 2016.

MANN, I. **Processing and utilization of animal by-products**. Roma: FAO, 1962.

MATTAR, E. P. L.; FRADE Jr., E. F.; OLIVEIRA, E. de. Caracterização físico-química de cinza de osso bovino para avaliação do seu potencial uso agrícola. **Pesquisa Agropecuária Tropical (Agricultural Research in the Tropics)**, v. 1, n. 1, p. 10-15, 2014.

MAZUTTI, M. A., TREICHEL, H., DI LUCCIO, M. Industrial sterilization of animal meal. **Food Science and Technology**, v. 30, n. 1, p. 48-54, 2010.

NOGALSKA, A. et al. (2014). Meat and bone meal as nitrogen and phosphorus supplier to cereals and oilseed rape. **Agricultural and Food Science**, 23(1), 19-27.

RITTNER, H. **Tecnologia das matérias graxas**. São Paulo: Ed. Triângulo, v. 1. 2001.

TEIXEIRA, J. C.; HESPAÑOL, A. N. A trajetória da pecuária bovina brasileira. **Caderno Prudentino de Geografia**, v. 1, n. 36, p. 26-38, 2014.

VIANCELLI, A. et al. Pathogen inactivation and the chemical removal of phosphorus from swine wastewater. **Water, Air, & Soil Pollution**, v. 226, n. 8, p. 263, 2015.