UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE QUÍMICA
CURSO DE LICENCIATURA EM QUÍMICA

JACQUELINE SAYURI TAKEMOTO

CARACTERIZAÇÃO E AVALIAÇÃO DO POTENCIAL FERTILIZANTE DA CAMA DE FRANGO DE DIFERENTES CICLOS, IN NATURA E PELETIZADA

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

CAMPO MOURÃO
2016

JACQUELINE SAYURI TAKEMOTO

CARACTERIZAÇÃO E AVALIAÇÃO DO POTENCIAL FERTILIZANTE DA CAMA DE FRANGO DE DIFERENTES CICLOS, IN NATURA E PELETIZADA

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à disciplina de Trabalho de Conclusão de Curso superior de Licenciatura em Química – DAQUI – da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR, como requisito parcial para a obtenção do título de Licenciado em Química.

Orientadora: Prof. Dra. Estela Crespan

CAMPO MOURÃO
2016

Ministério da Educação
Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Câmpus Campo Mourão
Diretoria de Graduação e Educação Profissional
Departamento Acadêmico de Química - DAQUI
Curso de Licenciatura em Química

TERMO DE APROVAÇÃO

Caracterização e avaliação do potencial fertilizante da cama de frango de diferentes ciclos, in natura e peletizada

por

Jacqueline Sayuri Takemoto

Este Trabalho foi apresentado em 24 de novembro de 2016 como requisito parcial para a obtenção do título de Licenciado em Química. O candidato foi arguido pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação a Banca Examinadora considerou o trabalho APROVADO.

_____

Profª. Drª. Estela dos Reis Crespan
(UTFPR)
Orientadora

_____

Profª. Drª. Letícia Ledo Marciniuk
(UTFPR)

_____

Prof. Dr. Nelson Consolin Filho
(UTFPR)

DEDICATÓRIA

A minha família, meu pai Kiyoshi, minha mãe Neide, minha irmã Nathalia, meu sobrinho Igor. A todos os meus professores e professoras de química da UTFPR de Campo Mourão. A todos os meus amigos e amigas que sempre estiveram comigo nas horas difíceis e que compartilharam toda a alegria, dedico.

AGRADECIMENTO

Quero agradecer primeiramente a Deus e a Nossa Senhora que por meio de orações sempre me deram forças, fé, esperança e ao mesmo tempo me proporcionaram maravilhas e vitórias que jamais teria conseguido se não fosse a divindade no comando.

Quero agradecer ao professor e orientador Marcos Antônio Piza que me orientou no primeiro semestre de 2016 e a minha professora orientadora Estela Crespan por todo esse meu percurso, por estar sempre por perto me ajudando, me dando forças para continuar e por me apoiar nos momentos difíceis da vida e principalmente por todo o carinho do mundo. Á todos os meus professores e professoras da UTFPR de Campo Mourão que me ensinaram tudo do que eu tenho de conhecimento que me deram apoio até o final desta minha jornada.

Quero agradecer imensamente aos meus pais Edson Kiyoshi Takemoto e Neide Ap. Astela Takemoto que estiveram sempre ao meu lado me ajudando e me apoiando. Agradeço a minha querida irmã Nathália Yumi Takemoto que esteve sempre presente, me dando forças coragem para seguir em frente e não desistir no meio do caminho.

Agradeço a minha querida vó Júlia por sempre estar rezando para mim e por me dar todo o amor do mundo, as minha primas, amigos e amigas que sempre ficaram ao meu lado me ajudando e me dando forças.

A EMBRAPA Solos – por conceder as metodologias empregadas.

Agradeço a Organmix – Industria e comércio de adubos e fertilizantes – ME pela oportunidade de trabalhar com este projeto e também fico grata por nos fornecer a cama de frango *in natura* e a cama de frango peletizada para posterior análises físico-químicas.

Agradeçer aos meus amigos, Alex, Roberta, Gislaine, Edson, Aline por tudo e principalmente por estarem sempre por perto me dando muita luz e alegria.

Aos meus amigos e amigas da Marcel, Amarana, Deisiane, Izabela, Amanda, Viviane, Hellen, Sara, Diana, Carol, Stefani, Bruna, Manuel, Mirele, Guilherme, Jéssica e vários outros.

Agradeço o apoio pela função araucária através do convênio 043/2015. A UTFPR de Campo Mourão por me conceder o laboratório e pela oportunidade.

EPÍGRAFE

Nada é mais bonito que agradecer. Perceber que Deus nos presenteia todos os dias, é saber o quão a vida é maravilhosa. Independente dos (nãos) dos acasos e dos tropeços. Independente de tudo o que atrapalha o nosso riso....

Agradecer é só uma questão de percepção...

Olhar ao redor e perceber os detalhes divinos que ele coloca no nosso caminho, reconhecer os milagres diários e entender que a gente pode (sim) ser feliz o tempo todo com tudo o que a gente já tem....

Monalisa Macêdo

RESUMO

TAKEMOTO, S. Jacqueline. **CARACTERIZAÇÃO E AVALIAÇÃO DO POTENCIAL FETILIZANTE DA CAMA DE FRANGO DE DIFERENTES CICLOS, IN NATURA E PELETIZADA**. 2016. 60 f. Monografia (Trabalho De Conclusão De Curso) – Coordenação de Química, Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Campo Mourão, 2016.

A cama de frango é constituída por dejetos excretados pelos frangos para promover o conforto zootécnico para os frangos. A cama é distribuída sobre o piso de galpões que serve como leito, um suporte para as aves. Este material apresenta uma boa fonte de nutrientes, e quando manejada adequadamente, pode suprir, parcial ou totalmente, o fertilizante químico, melhorando os atributos físicos, químicos e biológicos. Neste contexto o presente trabalho faz uma avaliação dos diferentes ciclos da cama de frango utilizados na avicultura a partir da análise de parâmetros químicos e físicos como a determinação do pH, o teor de carbono orgânico total, teor de nitrogênio, a volatilização de amônia, fazendo um comparativo entre os diferentes ciclos de criação das aves. O pH em relação a todos os ciclos analisados, levaram à valores básicos tanto em solução de $CaCl_2$ como em água, sendo que em solução de $CaCl_2$ o maior valor obtido foi para 3º ciclo com pH 9,01 e o menor valor obtido foi encontrado no 7º ciclo com pH 8,24. Já para a água o maior valor também foi encontrado para o 3º ciclo com pH 8,54, já o menor pH foi obtido também no 7º ciclo com pH 8,09. Os valores encontrados para o teor de umidade foram satisfatórios, pois não ocorreu variações significativas. Na avaliação do teor de carbono orgânico presente em cada ciclo houve uma variação média de 2,94 entre o 3º ciclo ao 7º ciclo e para o peletizado variou em torno de 3,73 em relação ao 3º ao 7º ciclo. Para os valores obtidos do nitrogênio total, o 3º ciclo ao 5º ciclo ocorre uma diminuição do teor de nitrogênio e do 6º ciclo ao pellet um pequeno aumento. Em relação ao C/N a variação em relação ao carbono orgânico e o nitrogênio presente em cada ciclo, é considerável devido à variação em relação C/N. No entanto, mesmo obtendo variações entre cada ciclo, a cama de frango poderá ser utilizada na agricultura trazendo qualidade tanto para o solo como para as plantas cultivadas adubado com este produto.

Palavras-chave: Cama de frango, fertilizante, matéria orgânica.

ABSTRACT

TAKEMOTO, S. Jacqueline. **CHARACTERIZATION AND EVALUATION OF THE FETILIZING POTENTIAL OF CHICKEN LITTER OF DIFFERENT CYCLES, IN NATURA AND PELLETIZED.** 2016. 60 p. Monography (Work Completion Course) - Coordination of Chemistry, Federal Technological University of Paraná. Campo Mourão, 2016.

The chicken bed consists of excreta from chickens to promote zootechnical comfort for chickens. The bed is distributed on the floor of sheds that serves as a bed, a support for the birds. This material has a good source of nutrients, and when properly handled, can partially or completely supply chemical fertilizer, improving physical, chemical and biological attributes. In this context, the present work evaluates the different cycles of poultry litter used in poultry production by analyzing chemical and physical parameters such as pH determination, total organic carbon content, nitrogen content, ammonia volatilization, A comparison between the different breeding cycles of birds. The pH in relation to all analyzed cycles led to basic values in both $CaCl_2$ solution and water, and in $CaCl_2$ solution the highest value was obtained for the 3 cycle with pH 9,01 and the lowest value was found in the 7 cycle with pH 8,24. For water, the highest value was also found for the 3 cycle with pH 8,54 while the lowest pH was also obtained in the 7 cycle with pH 8,09. The values found for the moisture content were satisfactory, since there were no significant variations. In the evaluation of the organic carbon content present in each cycle there was an average variation of 2,94 between the 3 cycle and the 7 cycle and for the pelletized it varied around 3,73 in relation to the 3 to the 7 cycle. For the values obtained of the total nitrogen, the 3 cycle to the 5 cycle occurs a decrease of the nitrogen content and the 6 cycle to the pellet a small increase. In relation to the C/N, the variation in relation to the organic carbon and the nitrogen present in each cycle is considerable due to the variation in C/N ratio. However, even if variations are obtained between each cycle, the chicken litter can be used in agriculture, bringing quality both to the soil and to the cultivated plants fertilized with this product.

Keywords: Chicken bed, fertilizer, organic matter

LISTA DE FIGURA

Figura 1 - Demonstração de um galpão da avicultura na criação de frangos de corte e os dejetos que irão servir posteriormente como adubo na agricultura 17
Figura 2 - Materiais comumente utilizados como cama de frango. 1 – bagaço de cana; 2 – capim napier; 3 – maravalha; 4 – mistura de maravalha e bagaço de cana; 5 – mistura de casca de arroz e bagaço de cana; 6 – casca de arroz 17
Figura 3 - Adubo organomineral em forma peletizada 18
Figura 4 - Esquema dos ciclos onde ocorre a produção de energia a partir da cama de frango 22
Figura 5 - a) Solução padrão do pH 4,0 e pH 7,0 para calibração do pHmetro; b) Amostras em béquer pesadas para ser analisada em triplicata; c) Amostras contendo a solução de cloreto de cálcio; d) Leitura do pH das amostras em triplicada 29
Figura 6 – a) Amostras da cama de frango pesadas em placa de Petri; b) Estufa utilizada 30
Figura 7 – a) Maceração das amostras; b) processo de agitação da amostra adaptado a um tubo de ensaio dentro do ernlenmeyer com a função de condensador 31
Figura 8 – Etapa II; a) Resfriamento da amostra e vidraria b) Amostras em triplicada em repouso para resfriamento; c) Amostras sendo titulado com a solução de sulfato ferroso amoniacal 0,05 mol/L 31
Figura 9 – Etapa III; a) Todas as amostras tituladas; b) Amostras titulada em triplicata com a mudança na coloração marrom ao verde escuro; c) Branco 32
Figura 10 – Etapa IV; a) Branco; b) Branco com o indicador para ser titulado; c) Branco titulado 32
Figura 11 – Análise do nitrogênio total: a) preparação da amostra; b) digestão das amostras da cama de frango 33
Figura 12 – Análise do nitrogênio total; a) Amostras digeridas em repouso para esfriar; b) Amostras após a digestão com tom de coloração verde-claro; c) Amostra após a digestão com tom de coloração verde-escuro 34
Figura 13 – Destilação; a) Amostras da cama de frango deixadas em repouso por 24 horas; b) Destilador estipulado para limpeza com água destilada 34
Figura 14 – Destilação; a) Amostra colocada dentro de um tubo digestor maior para posterior analise; b) Tubo digestor maior contendo a amostra digerida agora sendo destilada e titulada e c) amostra já com a cor desejada 35
Figura 15 – Titulação; a) Ernlemeyer contendo ácido bórico e 5 gotas do indicador misto sendo titulado; b) Observa que a colocarão rósea esta mudando para o azul; c) Conforme pingava a solução dentro do ernlemeyer, a coloração ficava mais intensa para o azul d) Amostra já com o aspecto azulado 35
Figura 16 – Titulação; a) Amostra antes da titulação; b) Amostras após a titulação 36
Figura 17 – Destilação; a) Solução azulada após o procedimento de destilação e a matéria orgânica no fundo do tubo digestor; b) Solução incolor após o procedimento de destilação e a matéria orgânica 43
Figura 18 – Comportamento do pH no solo 47

LISTA DE TABELA

Tabela 1 – Média dos níveis correspondente ao pH dos ciclos 3º,4º,5º,6º,7º e o pellet na solução de cloreto de cálcio 37
Tabela 2 – Média dos níveis correspondente ao pH dos ciclos 3º,4º,5º,6º,7º e o pellet em água 38
Tabela 3 – Média do teor da umidade para as amostras dos ciclos 5º, 6º, 7º e o pellet..... 39
Tabela 4 – Teor de umidade em porcentagem para as amostras dos ciclos 5º, 6º, 7º e o peletizado 40
Tabela 5 – Média da porcentagem de carbono orgânico total para as amostras dos ciclos 3º,4º,5º,6º,7º e o pellet na cama de frango 41
Tabela 6 – Teor de nitrogênio total presente na cama de frango para os ciclos 3º,4º,5º,6º,7º e o pellet 43
Tabela 7 – Relação C/N 45
Tabela 8 – Parâmetros e composição química da cama de frango em consequência número de ciclos 46

LISTA DE ABREVEATURA E SIGLAS

ANVISA – Agência Nacional de Vigilância Sanitária

C – Carbono

˚C – Graus Celsius

Cu - Cobre

Cd - Cádmio

CHN – Análise Elementar

cm – Centímetros

C/N – Relação entre a quantidade de carbono e nitrogênio presente no material

CO – Carbono Orgânico

CO_2 – Dióxido de carbono

COT – Carbono orgânico total

Cr - Cromo

CT – Carbono total

CTC – Capacidade de troca catiônica

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa em Agropecuária

g – gramas

g/L – gramas por litros

HCl – Ácido clorídrico

Hg - Mercúrio

H_2SO_4 – Ácido sulfúrico

INMETRO – Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial

ISO – International Standard Organization

K – Potássio

LD – Limite de detecção

LIBS – Laser Induced Breakdown Spectroscopy

LQ – Limite de quantificação

M1 – Massa inicial

M2 – Massa final

M – Molar (mol/L)

m – Metro

MAPA – Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento

mg – Miligrama

mg/L – Miligrama por litro

ml – Mililitro

mmolc.kg-1 – Milimol de cátions por quilograma

mm - Milímetro

Mn - Manganês

N – Nitrogênio

NaOH 30% – Hidróxido de sódio a 30%

Ni - Niquel

NPK – É uma sigla utilizada em estudos de agricultura, que designa a relação dos três nutrientes principais para as plantas (nitrogênio, fósforo e o potássio), também chamados de macronutrientes, na composição de um fertilizante.

NH_3 – Amônia

$(NH_4)_2SO_4$ – Sulfato de amônio

OD – Oxigênio dissolvido

ONU – Organização das Nações Unidas

P – Fósforo

Pb - Chumbo

pH – Potencial hidrogeniônico

S – Enxofre

U – Umidade

VIS – Espectroscopia no Visível

Zn – Zinco

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO 14
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA 16
2.1.1 Cama de frango como adubo organomineral 16
2.1.2 Cama de frango como adubo organomineral peletizado 18
2.2 A importância da matéria orgânica 19
2.3 A decomposição da cama de frango 20
2.4 Vantagens dos fertilizantes organominerais em relação aos fertilizantes minerais 21
2.5.1 Os resíduos gerados da cama de frango 21
2.5.2 Resíduos da cama de frango como fonte de biomassa 22
2.6 Impacto ambiental 23
2.7 Estudos dos parâmetros para maior qualidade da cama de frango 25
2.8 Fatores que prejudicam e afetam a qualidade da cama de frango 25
2.9 A importância dos micronutrientes e macronutrientes presentes na cama de frango 26
3 OBJETIVO 27
3.1 Objetivo geral 27
3.2 Objetivos específicos 27
4 METODOLOGIA 28
4.1 Metodologia de caracterização 28
5 AVALIAÇÃO DOS PARÂMETROS FÍSICOS E QUÍMICOS 29
5.1 Determinação do potencial hidrogênico (pH) 29
5.2 Determinação da umidade 30
5.3 Determinação do carbono orgânico 30
5.4 Determinação do nitrogênio total 33
5.5 Relação carbono/nitrogênio C/N 36
6 RESULTADOS E DISCUSSÃO 37
6.1 Potencial hidrogênico (pH) 37
6.2 Umidade 39
6.3 Carbono orgânico 40
6.4 Nitrogênio total 42
6.5 Relação carbono/nitrogênio C/N 44
6.6 Parâmetros físico-químicos 46
7 CONCLUSÃO 50
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS 52

1 INTRODUÇÃO

A indústria avícola brasileira é considerada uma das maiores do mundo, sendo que o país é o terceiro maior produtor e o primeiro maior exportador de carne de frango no mundo, além de possuírem aviculturas eficientes, desenvolvidas com tecnologia avançada, estas indústrias visam o controle e a qualidade dos produtos e o posterior manejo dos resíduos que são produzidas industrialmente. (UBA, 2010).

Estas indústrias crescem a cada ano e, à medida que a produção nacional aumenta, maiores quantidades de resíduos são gerados, isto pelo fato das ações que o ser humano acarreta a todo o momento gerando posteriores impactos ao meio ambiente por usar recursos naturais ou por produzir resíduo; influenciando direta e indiretamente o meio em que vivem, por mais insignificante que possa parecer essa influência existe e está aumentando a cada dia (MONTEIRO, 2009).

A partir da produção da carne de frango geram-se anualmente uma grande quantidade de volume de dejetos na forma de esterco, efluentes, camas de aves e aves mortas, estas por sua vez são conhecidas como cama de frango é um material que forra o piso dos galpões de criação, composto de um substrato vegetal, dejetos dos animais, restos de ração, penas e descamações da pele das aves. Esses resíduos podem ser tanto um recurso como um poluente, no entanto o manejo adequado destes resíduos contendo alto teor de nutrientes possibilita um impacto ambiental mínimo (SEIFFERT, 2000; RONDÓN, 2008).

Estes dejetos ao serem tratados adequadamente, tornam-se resíduos ricos em nutrientes, como nitrogênio, fósforo e potássio, sendo possível o aproveitamento desses nutrientes de diversas maneiras, como a compostagem ou a produção de fertilizantes organominerais, exemplos viáveis de destino para tal finalidade. É uma das alternativas de maior receptividade pelos agricultores ao ser manejado adequadamente, aumentam o rendimento de grãos, a fertilidade do solo, diminuem o potencial poluidor, tornando-se um importante fator agregador de valor, já que é um recurso disponível na maioria das propriedades. Segundo Menezes *et al*,. (2003) ressaltam que os resíduos orgânicos produzidos, são considerados insumos de baixo custo e de alto retorno econômico para a agropecuária, além do retorno direto da atividade. (MEIRELLES *et al.,* 2014; CHOUDHARY *et al*., 1996).

No entanto, em alguns casos pode trazer danos ao meio aquático e terrestre, ao ar atmosférico e entre outros ambientes quando utilizados de maneira incorreta e em excesso. A poluição e contaminação por nutrientes e agentes patogênicos causam uma grande preocupação, devido a geração de alto risco aos recursos hídricos, incluindo o solo, a água e o ar. Para combater e evitar a contaminação por estes resíduos é necessário que haja um tratamento adequado, eficiente e que consiga por sua vez, determinar um destino final mais sustentável para o resíduo. (MEIRELLES, 2014).

Dessa forma a necessidade de se pensar nas possibilidades de manejo e de destino destes resíduos é de extrema importância, a fim de possibilitar cada vez mais a sua reutilização e minimizando os impactos por eles causados ao meio ambiente. A reutilização da cama aviária é uma prática comumente utilizada em diversos países, inclusive no Brasil. Desse modo, para podermos reutilizar estes dejetos orgânicos é necessário submeter estes resíduos a tratamentos adequados, de preferência naturalmente e sem a utilização de água como carregador dos dejetos excretados, para a redução de riscos microbiológicos e garantia de sustentabilidade ambiental. (VIEIRA, 2011).

A adubação orgânica é um dos métodos que, possivelmente, podem proporcionar aumento de produtividade. Os resíduos constituem-se, na sua grande maioria, de dejetos, que são componentes orgânicos naturais do meio; portanto, quando adequadamente tratados, podem contribuir para a melhoria da produção vegetal e, consequentemente, da produção animal, pois são fontes de nutrientes. Embora sejam chamados de resíduos com grande capacidade de poluição, na verdade, são recursos a serem reciclados no ecossistema natural (VAN HORN *et al*., 1994).

Neste contexto o presente trabalho teve como objetivo analisar a influência dos diferentes ciclos de criação de aves nos teores de nutrientes da cama de frango.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

O Brasil é o terceiro colocado quando nos referimos a criação e o consumo de frango. Um dos fatores responsáveis envolve o aumento do preço da carne bovina, desse modo, a carne de frango é a mais vendida no mundo e mais consumida no Brasil. (MAPA, 2008; OVIEDO-RONDÓN, 2008). A produção de frangos de corte tem causado um aumento considerável na demanda por substratos utilizados como cama aviária. Por esta razão, a reutilização da cama durante a criação de frangos é uma opção muito interessante na indústria avícola, todavia essa prática pode também contribuir para a manutenção e disseminação de microrganismos patogênicos (CHERNAKILEFFER, 2002).

Contudo a utilização da cama de frango como adubo organomineral permite ao mesmo tempo uma forma correta de descarte deste resíduo e também uma forma de adubação capaz de melhorar as características físicas, químicas e biológicas do solo (MCGRATH *et al*., 2009) assim como promove um aumento no rendimento de culturas como a soja (ADELI *et al*., 2005), algodão (MITCHELL & TU, 2005), milho (SBARDELOTTO & CASSOL, 2009) e pastagens (SISTANI *et al*., 2004). Portugal (2009) mostrara os efeitos positivos do uso de cama de aviário sobre características químicas e de fertilidade do solo, bem como sobre a produtividade de culturas. A alternativa de fertilizante organomineral vem se mostrando tecnicamente viável em substituição aos adubos minerais, importados. (MEIRELLES, 2014).

2.1.1 A CAMA DE FRANGO COMO ADUBO ORGANOMINERAL

A cama de frango é constituída por dejetos excretados pelos frangos para promover o conforto zootécnico para os frangos. Desse modo, a cama de frango é distribuída sobre o piso de galpões que serve como leito, um suporte para as aves. (PAGANINI, 2004). A **Figura 1** mostra a estrutura de um galpão, para alojamento de frangos e a cama de frango que será utilizada posteriormente como adubo organomineral.

Figura 1. Demonstração de um galpão da avicultura na criação de frangos de corte e os dejetos que irão servir posteriormente como adubos na agricultura.
Fonte: FERREIRA, 2011.

O material de cama deve ser escolhido criteriosamente levando em consideração as características físicas e químicas do material, além da viabilidade da criação de frangos de corte (GARCIA, PAZ & CALDARA, 2010; ALBINO & TAVERNARI, 2012). Deve ser proveniente de material seco e possuir elevada capacidade de absorção de umidade, ser livre de fungos, mofo, não ser proveniente de madeira tratada com produtos químicos, ser macio, com tamanho de partículas médias capazes de absorver o impacto do peso das aves, ser um eficiente isolante térmico, ser apropriado para a utilização posterior como fertilizante de solo, além de apresentar baixo custo, alta disponibilidade e facilidade de transporte (GARCIA, PAZ & CALDARA, 2010). A Figura 2 mostra os materiais que são utilizados como cama de frango:

Figura 2. Materiais comumente utilizados como cama de frango. 1 – bagaço de cana; 2 – capim napier; 3 – maravalha; 4 – mistura de maravalha e bagaço de cana; 5 – mistura de casca de arroz e bagaço de cana; 6 – casca de arroz.
Fonte: GARCIA, PAZ & CALDARA, 2010.

A maravalha é o material mais utilizado como cama de frango por possuir um bom poder de absorção. O material utilizado normalmente é pínus ou eucalipto. Deve-se manter uma atenção especial quanto à qualidade: deve ser seca para evitar o crescimento de fungos e ser livre de contaminantes e de procedência conhecida (NUTRON, 2010).

A cama de frango possui uma boa fonte de nutrientes, especialmente de nitrogênio, e quando manejada adequadamente, pode suprir, parcial ou totalmente, o fertilizante químico. Além disso, seu uso adiciona matéria orgânica ao solo melhorando os atributos físicos, aumenta a capacidade de retenção de água, reduz à erosão, melhora a aeração e cria um ambiente mais adequado para o desenvolvimento da flora microbiana do solo (BLUM , 2003).

O tipo de material utilizado como cama de frango varia conforme a atividade agrária da região. O material selecionado para ser utilizado como cama deve apresentar boa capacidade higroscópica, ser rica em carbono, ter partículas de tamanho médio, baixa condutividade térmica, baixo custo, boa disponibilidade regional e também servir como fertilizante após suas reutilizações (DAI PRÁ, 2009). Os substratos de cama comumente utilizados são de origem agrícola e podem ser constituídos de maravalha, serragem, casca de arroz entre vários outros (PAGANINI, 2004).

2.1.2 CAMA DE FRANGO COMO ADUBO ORGANOMINERAL PELETIZADO

Fertilizar a terra é importante para obtermos maior produtividade, por este motivo a Embrapa Solos, que coordena o projeto, desenvolveu o produto a partir de composto de resíduos de cama de frango. A solução tecnológica é uma alternativa em fertilizantes, mas também um meio de reaproveitamento de resíduos de origem animal e vegetal.

Figura 3. Adubo organomineral em forma peletizada.
Fonte: Autoria própria.

O composto é resultado da mistura dos minerais com a matéria orgânica que permite a planta assimilar melhor os nutrientes, evitando a contaminação dos solos e da água por excesso de elementos químicos e restabelece as condições vitais do solo. (Embrapa Solos: Cama de frango vira adubo granulado), sendo que os pellets são produzidos em uma máquina

peletizadora. Os principais fatores que influenciam a peletização são o correto condicionamento com vapor, a textura, a granulometria e o tamanho das partículas.

Hoje o processo de peletização é muito utilizado dentro das fábricas de ração animal balanceada de todo o mundo por apresentar benefícios físicos, econômicos e nutricionais e é sem dúvidas, o processo de maior demanda de energia e capital dentro da cadeia de suprimentos e alimentação animal. A peletização também é utilizada para sementes pequenas de alto valor para incorporação de materiais benéficos como fungicidas, inseticidas dentre outros. Para a gaseificação foi necessário a peletização da cama de aviário.

2.2 A IMPORTÂNCIA DA MATÉRIA ORGÂNICA

A matéria orgânica contribui de modo decisivo em muitas propriedades físico-químicas do solo, como capacidade de troca de cátions (CTC), formação de complexos e quelatos com numerosos íons e retenção de umidade. As fontes mais comuns de adubo orgânico são representadas pelos adubos verdes, resíduos de culturas, estercos, compostos e outros (CALEGARI, 1998). Os adubos orgânicos contêm vários nutrientes minerais, especialmente o nitrogênio (N), fósforo (P), e o potássio (K), embora sua concentração seja considerada baixa, na sua valorização, deve-se levar em conta, também, o efeito físico benéfico que exercem sobre o solo. Segundo Bayer e Mielniczuk, (1999), em solos tropicais e subtropicais altamente intemperizados, a matéria orgânica tem grande importância no fornecimento de nutrientes às culturas, retenção de cátions, complexação de elementos tóxicos e de micronutrientes, estabilidade da estrutura, infiltração e retenção de água, aeração e atividade microbiana, constituindo-se em componente fundamental da sua capacidade produtiva.

Atualmente, há interesse crescente no uso de matéria orgânica como fertilizante e condicionador de solo. Isso pode ser atribuído a vários fatores: 1) interesse na redução do uso de fertilizantes minerais; 2) preocupação pública com os efeitos poluentes de potenciais substâncias químicas tóxicas no ambiente; 3) necessidade permanente de conservação de energia. (NARIMOTO, 2006).

Assim, antes de realizar a adubação com fertilizantes orgânicos ou minerais, há a necessidade de conhecer a análise do solo, a qual tem a finalidade de fornecer de modo

econômico os elementos de que a planta necessita e que o solo não tem em quantidade suficiente. Vale ressaltar ainda que se a acidez do solo não for corrigida, o efeito da adubação será próximo de zero (MALAVOLTA, 2006).

Para a escolha do nutriente mais adequado ao ambiente é sugerido que levem em consideração os boletins de análise de solos para cada região do país para P e K, uma vez que eles predispõem a faixa de suficiência considerada ou não adequada às culturas, permitindo desta forma determinar a quantidade necessária de acordo com sua extração e produtividade esperada pela cultura naquela região do país. (MEIRELLES, 2014).

2.3 A DECOMPOSIÇÃO DA CAMA DE FRANGO

Para que o material orgânico adicionado ao solo possa fornecer nutrientes às plantas, é preciso que ele seja decomposto pelos microrganismos do solo, e que os nutrientes retidos em suas estruturas orgânicas sejam liberados (mineralizados). Esse processo de mineralização é influenciado por características do material orgânico e pelas condições ambientais de temperatura, umidade, aeração e acidez (CORREIA & ANDRADE, 1999).

Os fatores como os bióticos e abióticos determinam a velocidade do processo de decomposição e definem a persistência desses resíduos na superfície do solo (ESPÍNOLA, 2006).

A decomposição dos materiais vegetais e dos dejetos dos animais é dependente da atividade microbiana, dos microorganismos do solo e do teor de matéria orgânica e está relacionada a fatores intrínsecos ao material como a composição dos tecidos e a fatores ambientais tais como a chuva e temperatura (SWIFT, 1979).

A matéria orgânica dos resíduos decompostos ativa os processos microbianos fomentando, simultaneamente, a estrutura, a aeração e a capacidade de retenção de água. Atua ainda como reguladora da temperatura do solo, retarda a fixação do P mineral e fornece produtos da decomposição orgânica que favorecem o desenvolvimento da planta (KIEHL ,1985; RODRIGUES, 1995; SILVA JÚNIOR & SIQUEIRA, 1997).

2.4 VANTAGENS DOS FERTILIZANTES ORGANOMINERAIS EM RELAÇÃO AOS FERTILIZANTES MINERAIS

A primeira grande vantagem dos fertilizantes organominerais em relação aos fertilizantes minerais é o fato de utilizarem como matéria-prima resíduos orgânicos que são passivos ambientais de outros sistemas de produção. A atual política nacional de resíduos sólidos enfatiza a importância do reaproveitamento e da agregação de valor aos resíduos sólidos. Aliado a esse registro, outro ponto favorável ao setor de fertilizantes organominerais é a proximidade entre o ponto de produção de resíduos de suínos e aves e as propriedades de produção de grãos. A proximidade favorece o estabelecimento de empresas regionais de produção de fertilizantes organominerais, resultando em ganho em logística (BENITES, 2010).

O fertilizante organomineral se caracteriza por apresentar potencial químico reativo relativamente inferior ao fertilizante mineral, porém sua solubilização é gradativa no decorrer do período de desenvolvimento da cultura, assim, sua eficiência agronômica pode se tornar maior se comparado às fontes minerais solúveis (KIEHL, 2008). É necessária a avaliação agronômica desta categoria de fertilizantes com solubilidade variada nas mais distintas condições de solo para avaliar o desempenho agronômico, ou seja, a eficiência destes no sistema solo-planta.

2.5.1 OS RESÍDUOS GERADOS DA CAMA DE FRANGO

A atividade avícola gera uma grande produção de resíduos, como, no caso da cama de frango. Esta é composta por dejetos das aves, penas, restos de ração e algum substrato vegetal que forra o piso dos galpões, apresentando carga elevada de nutrientes. (MEIRELLES, 2014).

Quando se pensa em impacto, geralmente se tem a ideia de algo negativo, mas, não devemos nos esquecer de que existe a possibilidade de ocorrerem impactos ambientais positivos Segundo (SÁNCHEZ, 2006). O resíduo gerado a partir da cama de frango além de possuir um valor nutricional, também possui um potencial energético considerável, sendo possível produzir biogás através de digestão anaeróbia assim como, gerar energia através da combustão direta. Mesmo utilizando a cama com a finalidade energética, os resíduos desses

processos ainda podem ser utilizados para fertilização do solo. Como o Brasil depende da importação de fertilizantes para manter os níveis de produção da agricultura e existe uma preocupação em se obter energia de fontes alternativas, a cama de frango se torna uma boa opção de exploração para tais fins. (MEIRELLES, 2014).

Os resíduos gerados pela atividade avícola também influenciam diretamente os impactos ambientais, que estão na forma de camas, aves mortas, efluentes e outros resíduos, como embalagens de produtos químicos e materiais usados no manejo habitual. (MEIRELLES, 2014).

2.5.2 RESÍDUOS DA CAMA DE FRANGO COMO FONTE DE BIOMASSA

A aplicação dos dejetos de frangos dessa atividade no solo, sem um adequado tratamento, pode provocar eventos impactantes no ambiente, degradação dos ecossistemas aquáticos e terrestres, e gerar riscos à saúde humana, sobretudo pela grande carga orgânica e pela enorme quantidade de nitrogênio e fósforo presente nos dejetos (AIRES, 2009).

Uma alternativa de energia limpa para reutilização desse resíduo é o biogás, que substitui o gás natural, sendo utilizado na geração de energia elétrica, mecânica e térmica, produzindo poucos poluentes na atmosfera que, além de ter como subproduto o biofertilizante, agrega valor aos restos da produção agrícola (SEBRAE, 2008).

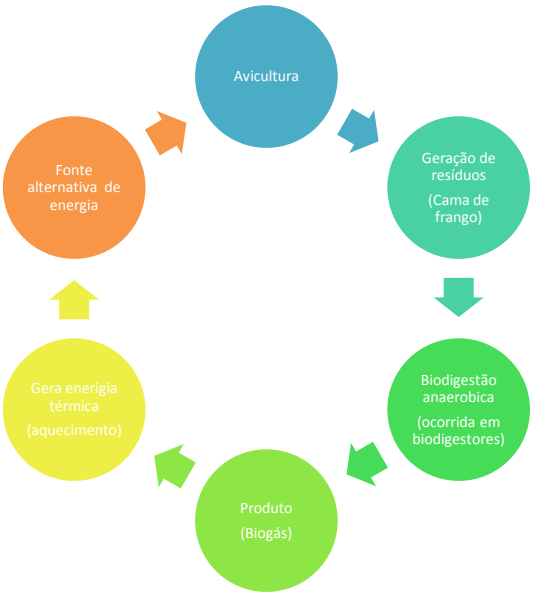

Figura 4 – Esquema dos ciclos onde ocorre a produção de energia a partir da cama de frango.
Fonte: Auditoria própria.

A **Figura 4** apresenta as etapas dos ciclos onde ocorre a produção de energia a partir da cama de frango. A primeira corresponde a geração de resíduos no caso a cama de frango, após a biodigestão anaeróbica e em seguida a produção do biogás. Em relação ao biogás como dito anteriormente é produzido a partir da biodigestão da cama de frango, pode ser utilizado para o aquecimento dos pintinhos, através de equipamentos onde ocorrerá a queima do biogás e consequente produção de calor, fundamental para sobrevivência nas duas primeiras semanas de vida destes animais. Pode também substituir a energia elétrica, como por exemplo, na iluminação (lampiões), no aquecimento da água (para esterilização de equipamentos, lavagem das instalações, chuveiros, etc.), em fogões, na moagem de grãos, etc.

2.6 IMPACTO AMBIENTAL

A tendência de aumento anual na produção de frangos acarreta, por consequência, um aumento também na produção da cama a ser descartada, causando uma preocupação relativa à poluição ambiental, já que a cama é normalmente destinada em solo agrícola. Como apresentado anteriormente, a cama recebe dejetos de frangos, ração, água e penas, causando o acúmulo de material orgânico e proliferação de micro-organismos, sendo alguns deles patogênicos.

A produção de aves pode impactar o meio ambiente de diversas maneiras. O impacto nas águas superficiais e subterrâneas é causado por meio de consumo abusivo, como, a poluição ou contaminação a partir de elementos, micro-organismos, por meio das alterações na biodiversidade planctônica e piscícola das águas superficiais. Este traz como consequência escassez hídrica e aumento da competitividade pelo recurso. (PALHARES, 2014).

Os galpões que tem a função de acomodar os frangos podem também prejudicar e poluir seu próprio interior, pois acabam se tornando uma grande estufa que produzem um gás incolor, com cheiro característico e pungente devido à amônia, muito solúvel em água. Os odores dos galpões de frangos são resultantes da degradação microbiana de uma variedade de compostos orgânicos da cama dos frangos, incluindo as fezes (O' NEILL et al. 1992 apud RONDÓN, 2008, p. 242).

Muitos dos aviários ficam próximos a rios, córregos e nascentes, quando os barracões de frangos são lavados, a água contendo produtos químicos usados para limpeza escorre no sentido da declividade do terreno até chegar ao curso d'água.

O maior contaminante da água do lençol freático é o N contido no nitrato, o N aplicado ao solo por adubações, pode ser convertido em nitrato, que é a forma preferentemente absorvidas pelas plantas. Esta forma de N é solúvel em água e facilmente transportada pela solução do solo da zona das raízes para o lençol freático e daí para rede de drenagem, onde pode contaminar suprimentos de água potável (SEIFFERT, 2000). A baixa concentração de oxigênio dissolvido pode resultar na mortalidade de peixes. Para o ambiente anaeróbico este procedimento também ocorre devido á produção de metano, aminas e sulfitos que causam danos ao meio ambiente aquático. Contudo, estas matérias suspensas na água levam ao bloqueio e evita que a luz solar entre em contato com a água, gerando mau cheiro e turbidez, além de causar o retardamento e crescimento dos peixes que se encontram neste meio. Além dos impactos comentados anteriormente a cama de frango também pode impactar a água de diversas maneiras, devido ao incorreto manejo dos bebedouros resultando em gastos excessivos do recurso, até a aplicação dos resíduos no solo com potenciais riscos de poluição e contaminação das águas subterrâneas e superficiais. (PALHARES, 2014).

No solo os impactos mais comuns são o excesso de minerais, condição que altera a microbiota e a produtividade das culturas, sendo esta última muitas vezes imperceptível pelos agricultores em razão do desbalanço nutricional pela planta.

As produções de gases pela atividade agrícola são classificadas como fontes estacionárias de emissão, ou seja, aquelas originadas de local específico. As emissões de poeiras, odores, amônia e os gases do efeito estufa (GEE) são as que têm causado maiores conflitos nas regiões produtoras. Estes problemas são mais intensos em zonas de produção muito próximas a áreas urbanas, eventos climáticos inesperados e manejos incorretos (amontoamento da cama de frango de forma imprópria, distribuição da cama no solo em condições climáticas adversas e com maquinários inapropriados, entre outros). (PALHARES, 2014).

Portanto, para utilizar os dejetos da cama de frango como adubo para condicionamento do solo, deve-se ter consciência para não utiliza-lo de maneira inadequada para não gerar posteriormente estes problemas ambientais. Dessa forma o tratamento correto e adequado dos resíduos, pode trazer não somente uma importante fonte de renda e agregação de valor à atividade, mas também um modelo de produção sustentável que vem tornando-se cada vez

mais uma exigência de mercado. (GÜNGÖR-DEMIRCI & DEMIRER, 2004; ANGONESE et al., 2006).

2.7 ESTUDOS DOS PARÂMETROS PARA MAIOR QUALIDADE DA CAMA DE FRANGO

De maneira geral, os fertilizantes são avaliados principalmente pelo teor e pela forma química dos nutrientes presentes, através dos quais serão supridas as exigências nutricionais das plantas. Conforme Saviozi *et al*,. (1988), vários parâmetros têm sido propostos para a determinação do grau de humificação de compostos: relações envolvendo teores de ácidos húmico e fúlvico, açúcares redutores, carbono total e capacidade de troca de cátions.

Os parâmetros mais importantes para se avaliar a qualidade do ar em um galpão são a presença de odores, os níveis de amônia no ar e a concentração de pó, de patógenos no pó e de gás sulfídrico, que podem prejudicar a saúde tanto das aves quanto dos seres humanos (KOERKAMP, 2000). Pessoas que trabalham com frangos apresentam alta incidência de sintomas agudos e crônicos incluindo tosse, irritação nos olhos, fadiga, congestão nasal, espirro, dor de cabeça, irritação na garganta e febre (DONHAM, 2000). O uso de aditivos na cama de frango é uma solução rápida e econômica para reduzir a volatilização da amônia e amenizar alguns problemas como o aumento na incidência de doenças respiratórias nas aves e no ser humano, a desclassificação de carcaça devido à lesões na pele e também a redução do teor de nitrogênio na cama, o que diminui seu valor como fertilizante.

2.8 FATORES QUE PREJUDICAM E AFETAM A QUALIDADE DA CAMA DE FRANGO

São vários os fatores que podem influenciar na qualidade da cama de frango, um deles é a qualidade do ar, dependendo do tipo de material utilizado, este fator tende a mudanças e consequentemente, juntamente com o grau de umidade e temperatura irão determinar os níveis de amônia presentes no meio. A umidade é fundamental para a manutenção da vida

microbiana. Além das estruturas dos microrganismos a serem compostas por aproximadamente 90% de água, a produção de novas células necessita de água e todo nutriente para desenvolvimento celular precisa estar dissolvido em água para assimilação. O teor de água deve estar entre 40 e 60%. (INÁCIO & MILLER, 1999, ALEXANDER, 1977 citado por OLIVEIRA *et al*., 2008). Desse modo, todos os fatores que aumentam a umidade da cama, especialmente quando associados a temperaturas elevadas, contribuem para o surgimento de dermatites e baixa qualidade do ar ambiente. Além desses fatores inerentes ao ambiente interno, existem influências externas, como a própria temperatura ambiente, a época do ano e a localização da instalação. Para preservar a qualidade e prolongar a vida útil da cama de aviário é necessário controlar todos os fatores, como a qualidade do ar, temperatura, umidade, ventilação, número de aves por melro quadrado e assim por diante.

2.9 A IMPORTÂNCIA DOS MICRONUTRIENTES E MACRONUTRIENTES PRESENTES NA CAMA DE FRANGO

A deficiência de micronutrientes tem sido um fator limitante à produtividade e varia conforme o tipo da cultura e do solo, podendo resultar desde uma pequena redução até a perda total da produção (LOPES, 1991). A importância de micronutrientes em pastagens e demais culturas é conhecido, porém, registra-se através de análise da maioria dos trabalhos que a aplicação das formulações minerais utilizadas na maioria das vezes só fornece os macronutrientes mais importantes (N, P, K e S). O uso de resíduos agropecuários com potencialidade de utilização como adubo orgânico é uma alternativa que deve ser incentivada em função do fornecimento de macro e micronutrientes, redução do impacto ambiental e melhoria das características químicas e físicas do solo (SILVA, COSTA, & LANA, 2005).

Esses micronutrientes têm como fonte primária o solo, de onde são absorvidos pelas plantas e transferidos para os animais e o homem via ingestão de alimentos. Solos tropicais são pobres em micronutrientes e seu cultivo pode gerar alimentos com baixos teores de elementos essenciais à nutrição humana (KABATA-PENDIAS & PENDIAS, 2001; MOLINA, 2009). O cultivo de variedades altamente produtivas, promovendo altas taxas de exportação de micronutrientes pelas culturas, e os cultivos sucessivos em uma mesma área exigem o fornecimento desses micronutrientes por meio de fertilizantes (EMBRAPA, 2003).

3 OBJETIVOS

3.1 OBJETIVO GERAL

Este trabalho tem como objetivo avaliar a influência dos diferentes ciclos de criação de aves nos teores de nutrientes da cama de frango.

3.2 OBJETIVO ESPECÍFICO

- Realizar a caracterização físico-química da cama de frango a partir do 3º criação até a 7º criação e também da cama peletizada.
- Levantar dados qualitativos e quantitativos em relação as amostras a serem avaliadas.
- Fazer um comparativo dos resultados obtidos entre os ciclos de criação, assim como da cama de frango peletizada, analisando a variação dos teores de nutrientes.

4 METODOLOGIA

O presente trabalho foi realizado em parceria com a empresa Organmix – Indústria e comércio de adubos e fertilizantes – ME, situada na Rod PR 467, Km 2, bairro Gleba Jaracatia, no município de São Tome – PR. Esta empresa forneceu a cama de frango *in natura* e a cama de frango peletizada.

4.1 METODOLOGIA DE CARACTERIZAÇÃO

A análise química dos fertilizantes em geral permite avaliar suas especificações e verificar se estão de acordo com aquelas previstas na legislação ou garantidas pelo fornecedor. Através de técnicas tradicionais, esse controle analítico em geral é satisfatório, pois os fertilizantes são insumos constituídos basicamente por compostos químicos simples e de fórmula química definida. Fertilizantes como os fosfatos de amônio, uréia, cloreto de potássio, entre outros, apresentam características químicas como solubilidade, comportamento ácido-base e temperatura de decomposição que podem ser inferidas a partir de textos de química.

As amostras da cama de frango foram analisadas por meio de analises físico-químicas a seguir:

- Potencial hidrogênico (pH)
- Umidade
- Carbono Orgânico
- Nitrogênio Total
- Relação Carbono/Nitrogênio (C/N)

A metodologia EMBRAPA emprega o Manual de métodos de análise do solo tendo a função em conduzir usuários das mais diversas áreas.

5 AVALIAÇÃO DOS PARÂMETROS FÍSICOS E QUÍMICOS

5.1 DETERMINAÇÃO DO pH

As análises do potencial hidrogênico da cama de frango do 3º ao 7º lote e da cama peletizada, foram realizadas conforme descrito por Tedesco *et al*, (1995). Para a determinação do pH em $CaCl_2$, foram pesadas cerca de 10 g da cama de frango, em seguida, adicionou-se 25 mL da solução de $CaCl_2$. As amostras foram mantidas em repouso por cerca de 1 hora. A leitura dos valores do pH foi realizada utilizando um pHgâmetro digital – Model PHS – 3B – pH METER. No entanto, primeiramente, calibrou-se o pHgâmetro utilizando tampões com o pH 4,0 e outro pH 7,0. Após ajustar o pHgâmetro foi inserido o eletrodo dentro do béquer contendo a cama de frango e a solução $CaCl_2$ e mediu-se o pH de cada amostra em triplicata (**Figura 3**). Foram realizadas novamente as análises utilizando o mesmo método, no entanto a solução utilizada neste segundo caso foi a água.

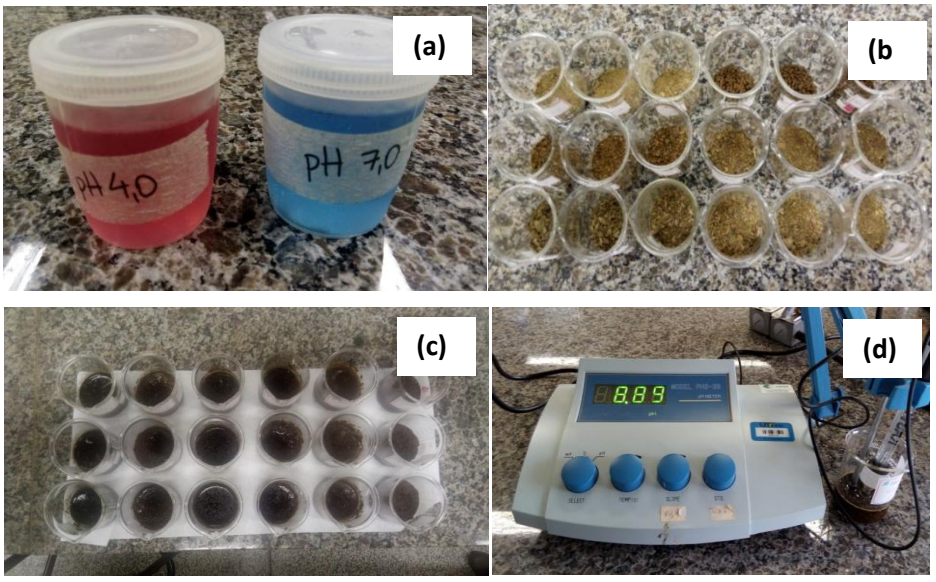

Figura 5 - a) Solução padrão do pH 4,0 e pH 7,0 para calibração do pHmetro; b) Amostras em béquer pesadas para serem analisadas em triplicata; c) Amostras contendo a solução de cloreto de cálcio; d) Leitura do pH das amostras em triplicada.
Fonte: Autoria própria.

5.2 DETERMINAÇÃO DA UMIDADE

Para a determinação do teor de umidade presente nas amostras do 5º ao 7º ciclos da cama de frango e da amostra peletizada, utilizou-se o método descrito por Silva *et al* (2009). Com o auxílio da placa de Petri, foram inicialmente pesados cerca de 120g da amostra na balança analítica em triplicata. Após a pesagem, este material foi colocado dentro de uma estufa, a qual foi ajustada para a temperatura de 105°C em repouso por 24 horas. Após dado às 24 horas foi feita a pesagem de todas as amostras em uma balança analítica.

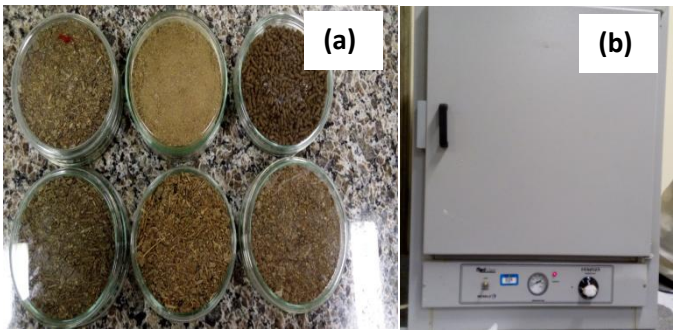

Figura 6 – a) Amostras da cama de frango pesadas em placa de Petri; b) Estufa.
Fonte: Autoria própria.

Com os resultados obtidos foram determinados o conteúdo de água em base úmida através da seguinte (Equação 1)

$$U105℃ = \frac{100\ (M1-M2)}{M1} \quad (1)$$

Sendo que:

U = Umidade à 105℃
M1 = Massa inicial
M2 = Massa final

5.3 DETERMINAÇÃO DO CARBONO ORGÂNICO

Inicialmente foram pesadas cerca de 20g da amostra da cama de frango, a qual foi macerada e passada por uma peneira de 60 mesh. Após pesou-se novamente cerca de 0,5g da

amostra, colocando-a em um erlenmeyer de 250 mL, adicionou-se 10mL de solução de dicromato de potássio 0,2 mol.L^{-1}. Colocou-se um tubo de ensaio de 25mm de diâmetro e 250mm de altura, cheio de água destilada e protegido com papel alumínio na boca do erlenmeyer, o qual funcionou como condensador. As amostras foram aquecidas em uma chapa de aquecimento até a fervura por aproximadamente 5 minutos, como mostra a **Fígura 7**.

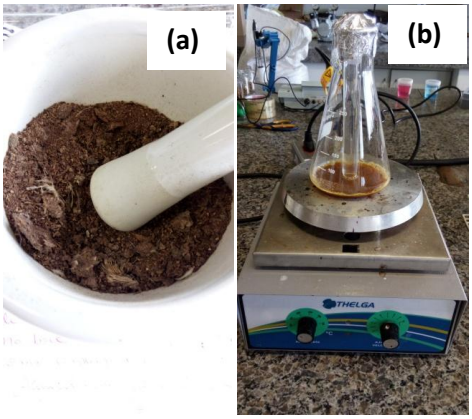

Figura 7 – a) Maceração das amostras; b) processo de agitação da amostra adaptado a um tubo de ensaio dentro do ernlenmeyer com a função de condensador.
Fonte: Autoria própria.

Após este procedimento, todas as amostras foram deixadas em repouso para esfriar. Depois, adicionou-se cerca de 80 mL de água destilada, 1 mL de ácido ortofosfórico e 3 gotas do indicador Difenilamina a 10g.L^{-1} como mostram nas **Figuras 8 e 9**.

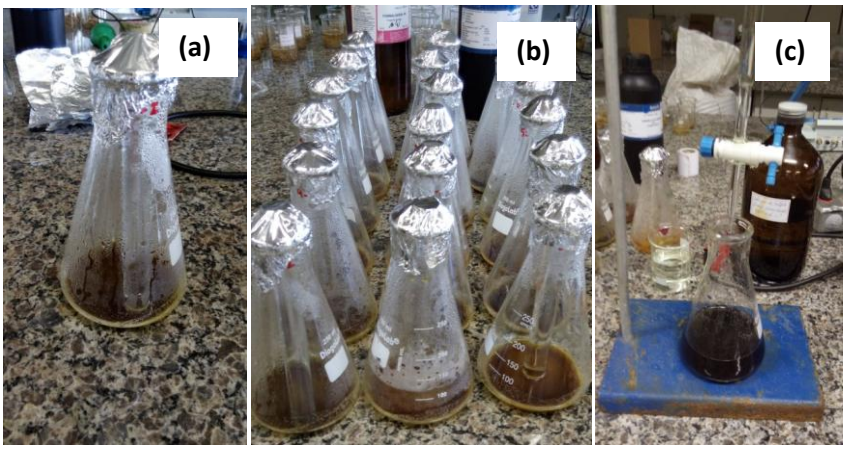

Figura 8 – Etapa II; a) Resfriamento da amostra e vidraria b) Amostras em triplicada em repouso para resfriamento; c) Amostras sendo titulado com a solução de sulfato ferroso amoniacal 0,05 mol/L.
Fonte: Autoria própria.

As amostras foram tituladas com solução de sulfato ferroso amoniacal 0,05 mol/L. A viragem ocorreu quando a cor azul desapareceu, dando lugar à verde.

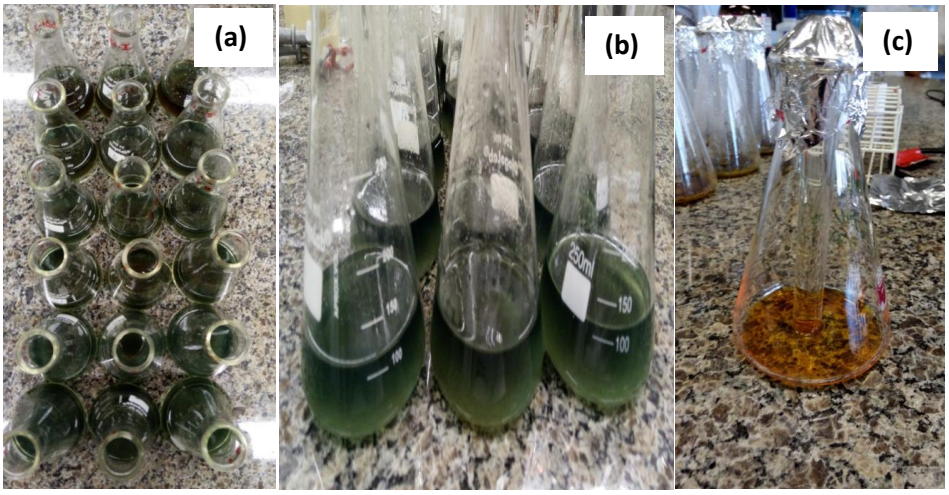

Figura 9 – Etapa III; a) Todas as amostras tituladas; b) Amostras titulada em triplicata com a mudança na coloração marrom ao verde escuro; c) Branco.
Fonte: Autoria própria.

Efetuou-se uma prova em branco com 10 mL da solução de Dicromato de potássio e anotou-se o volume de sulfato ferroso amoniacal gasto, como mostra na **Figura 10**.

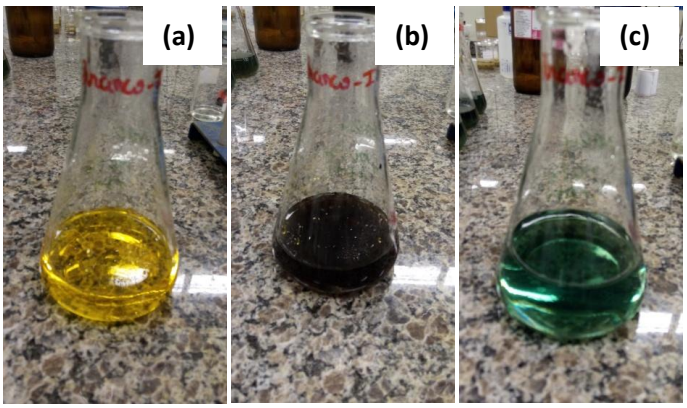

Figura 10 – Etapa IV; a) Branco; b) Branco com o indicador para ser titulado; c) Branco titulado.
Fonte: Autoria própria.

Após todo o procedimento experimental, calculou-se a porcentagem de carbono orgânico contido nas amostras através da seguinte (Equação 2):

$$\%\boldsymbol{C} = \frac{\mathbf{6xC(Vb-Va)}}{\mathbf{G}} \qquad \textbf{(2)}$$

Sendo que:

C = concentração da solução de sulfato ferroso amoniacal

Vb = Volume médio em mL da solução de sulfato amoniacal gasto no branco

Va = Volume médio em mL de sulfato ferroso amoniacal gasto na amostra

G = Massa inicial da amostra em gramas

5.4 DETERMINAÇÃO DO NITROGÊNIO TOTAL

O nitrogênio foi determinado por meio do destilador micro-Kjeldahl, cujo princípio baseia-se na transformação do nitrogênio amoniacal $(NH_4)_2SO_4$ em amônia (NH_3), a qual é fixada pelo ácido bórico e posteriormente titulada com ácido sulfúrico até nova formação de $(NH_4)_2SO_4$, na presença do indicador ácido/base, conforme metodologia descrita por Silva, (1981).

Cerca de 0,7g de amostras foram pesados e condicionados em um balão de Kjehdah de 100 mL do 3º ao 7º ciclo da cama de frango e da cama peletizada. Em seguida adicionou-se 15 mL da solução ácida de sulfato e os balões de Kjehdah de 100 mL foram colocados no aparelho de digestão. A temperatura inicial foi de 50℃, chegando até 300℃. A temperatura foi regulada de 50℃ a 50℃ em cada uma hora. Após 7 h de aquecimento, o digestor foi desligado e as amostras foram deixadas para esfriar durante uma noite com a boca dos tubos vedados com o papel alumínio como mostram as **Figuras 11 e 12**.

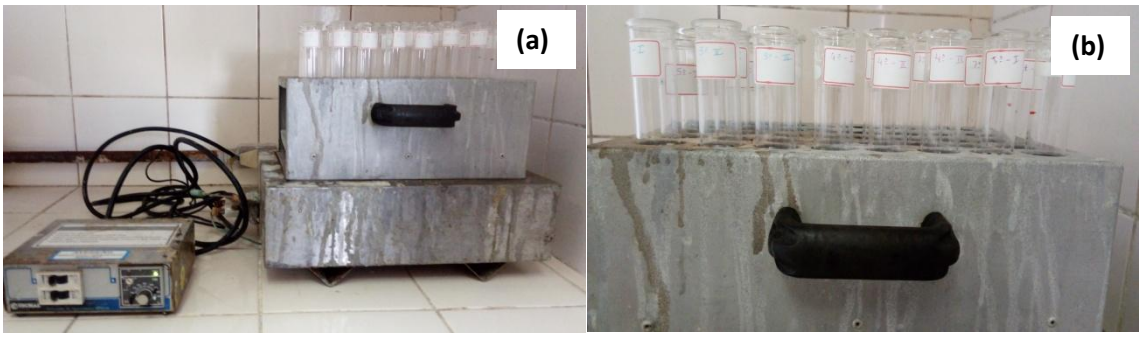

Figura 11 – Análise do nitrogênio total: a) preparação da amostra; b) digestão das amostras da cama de frango.
Fonte: Autoria própria.

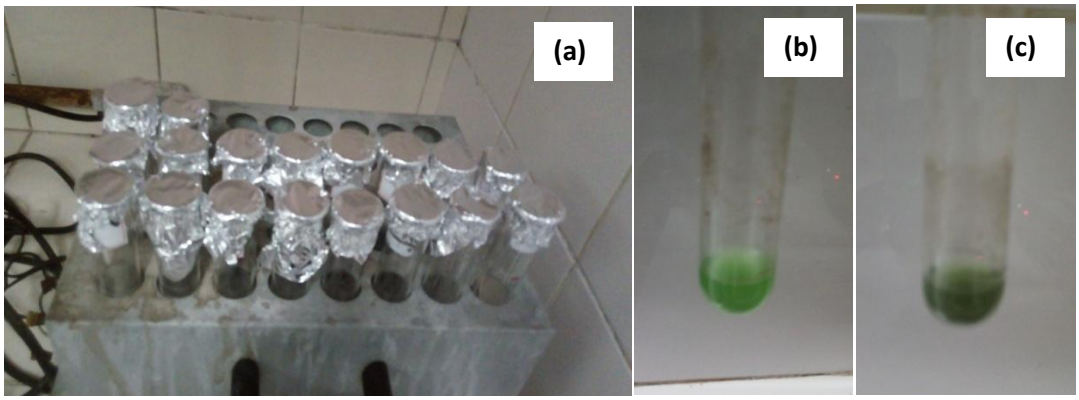

Figura 12 – Análise do nitrogênio total; a) Amostras digeridas em repouso para esfriar; b) Amostras após a digestão com tom de coloração verde-claro; c) Amostra após a digestão com tom de coloração verde-escuro.
Fonte: Autoria própria.

Posteriormente as amostras, foram transferidas para outros tubos digestores maiores e adequado a realização desta análise como mostra a **Figura 13**.

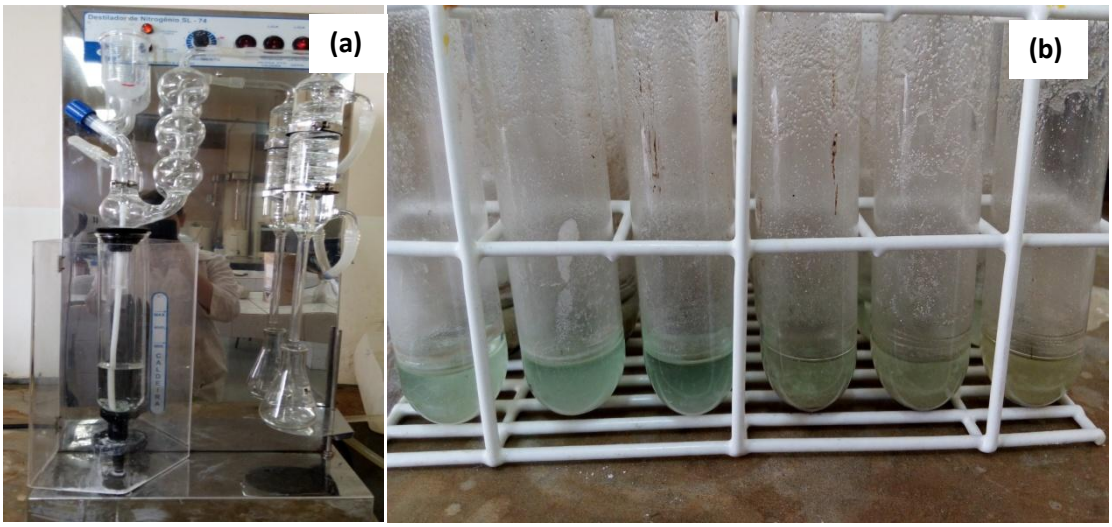

Figura 13 – Destilação; a) Amostras da cama de frango deixadas em repouso por 24 horas; b) Destilador estipulado para limpeza com água destilada.
Fonte: Autoria própria.

Após o aquecimento, inseriu-se certa quantidade de hidróxido de sódio a 30% e esperou que a solução apresentasse coloração castanho claro (inicio da formação dos compostos básicos de ferro), como pode-se observar na **Figura 14**.

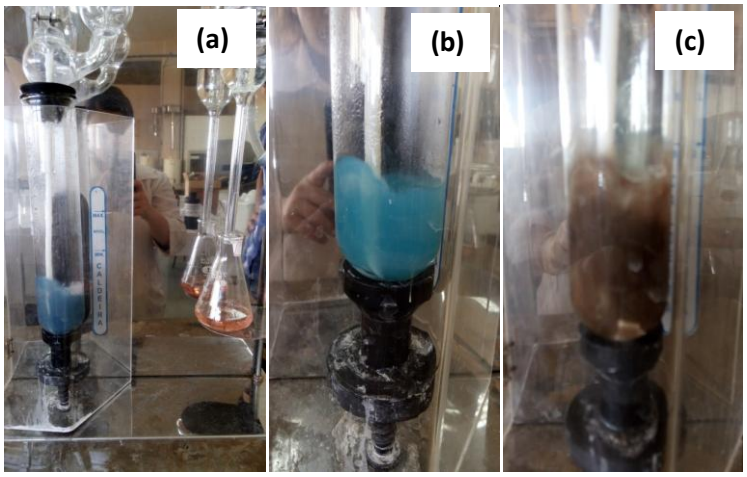

Figura 14 – Destilação; a) Amostra colocada dentro de um tubo digestor maior para posterior analise; b) Tubo digestor maior contendo a amostra digerida agora sendo destilada e titulada e c) amostra já com a cor desejada.
Fonte: Autoria própria.

Após a mudança de coloração da solução azulada para a castanho claro, colocou-se o ernlemeyer 2,5 mL da solução de ácido bórico e 4 gotas do indicador misto coletando a gota que caia durante o processo de destilação como mostra a **Figura 15**.

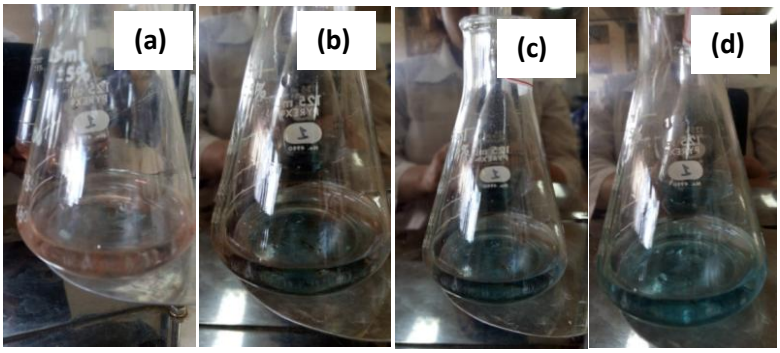

Figura 15 – Titulação; a) Ernlemeyer contendo ácido bórico e 5 gotas do indicador misto sendo titulado; b) Observa que a colocarão rósea esta mudando para o azul; c) Conforme pingava a solução dentro do ernlemeyer, a coloração ficava mais intensa para o azul d) Amostra já com o aspecto azulado.
Fonte: Autoria própria.

Depois que a solução rósea passou para o azul claro, realizou-se a titulação deste utilizando o H_2SO_4 0,005 mol L^{-1} até a mudança da coloração roxa ou rósea novamente como mostra a **Figura 16**.

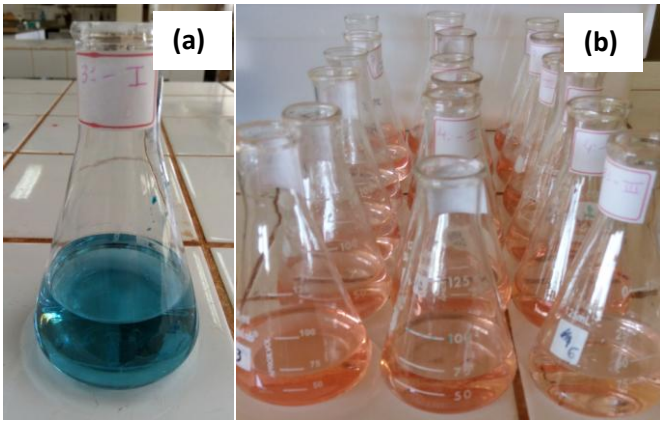

Figura 16 - Titulação; a) Amostra antes da titulação; b) Amostras após a titulação.
Fonte: Autoria própria.

5.5 RELAÇÃO C/N

O fator mais crítico, além da aeração é a relação C/N, a relação foi obtida pela divisão dos valores encontrados para o carbono orgânico e o nitrogênio total.

6. RESULTADOS E DISCUSSÃO

6.1 DETERMINAÇÃO DO pH

O pH da cama de frango tem um papel importante na volatilização da amônia, já que a sua concentração aumenta com o aumento do pH (CARR, 1990). A liberação de amônia é menor quando o pH da cama está abaixo de 7,0, mas é substancial quando está acima de 8,0, sendo que a decomposição do ácido úrico é mais favorecida em condições de pH alcalino (TERZICH, 1997).

Na **Tabela 1** mostra os valores de pH em solução de cloreto de cálcio, sendo que o maior valor encontrado de pH foi para o 3º ciclo em torno de 9,01. A elevação do pH também pode ser benéfica na redução da concentração de bactérias na cama. Embora a adição de gesso agrícola ou cal não altera significativamente o pH da cama (OLIVEIRA, 2003), eles podem diminuir a presença de bactérias nas semanas iniciais de criação. Materiais tais como o gesso agrícola ($CaCO_3$), cal hidratada ($Ca(OH)_2$) ou virgem (CaO) aumentam a alcalinidade da cama (para pH maior que 7) e convertem mais íon amônio da cama em gás amônia, que é então liberada para a atmosfera, reduzindo o valor fertilizante da cama além de ter um impacto negativo sobre o meio ambiente.

Já o menor valor encontrado foi no 7º ciclo em torno de 8,24. Esta redução do pH pode ser consequência da conversão das formas amoniacais em nitrato (NO_3^-), com a liberação de prótons H^+, e por uma maior formação de ácidos orgânicos decorrente da decomposição do material orgânico.

Tabela 1 – Média dos níveis correspondente ao pH dos ciclos 3º ao 7º e do pellet em $CaCl_2$.

Esterco	Massa	pH	Esterco	Massa	pH
3º	10,0201g	9,01	**6º**	10,0157g	8,44
4º	10,0151g	8,57	**7º**	10,0536g	8,24
5º	10,0104g	8,52	**Pellet**	10,0170g	8,73

Fonte: Autoria própria.

A **Tabela 2**, mostra os níveis de pH correspondentes a média para cada ciclos, desde o 3º até o 7º e também para o peletizado em água. O maior valor de pH encontrado corresponde

para o 3º ciclo em torno de 8,54, pode-se notar que ao longo de cada ciclo o pH vai diminuindo, o menor valor encontrado de pH corresponde ao 7º ciclo com o valor em torno de 8,09 e no último que é o pellet o pH aumenta um pouco o pH em torno de 8,12.

Tabela 2 – Média dos níveis correspondente ao pH dos ciclos 3º ao 7º e do pellet em água.

Ciclo	Massa	pH	Ciclo	Massa	pH
3º	10,0557g	8,54	**6º**	10,0656g	8,12
4º	10,0240g	8,41	**7º**	10,1658g	8,09
5º	10,0891g	8,14	**Pellet**	10,0701g	8,12

Fonte: Autoria própria.

O pH dos valores obtidos tanto em solução de cloreto de cálcio como para a água são valores proveniente ao caráter básico. Conforme o pH do solo, a medida em que se vai adicionando o adubo de cama de frango, a acidez do solo vai aumentando. Dessa forma, antes mesmo de incluir o adubo no solo, é necessário realizar um tratamento adequado utilizando a calagem ou até mesmo o gesso para que não ocasione danos tanto para o solo como também problemas nas plantações.

Com relação ao pH em $CaCl_2$ é, em média, 0,6 unidades menores do que o pH em água em qualquer das relações solo e solvente. A acumulação de sais que são liberados pela mineralização da matéria orgânica durante o período de estocagem das amostras úmidas, antes da análise, contribui para diminuir a acidez do solo. Isto é mais pronunciado nas leituras feitas em água do que em $CaCl_2$, A lavagem do excesso de sais das amostras incubadas concorre para aumentar o pH em água. As leituras de pH em $CaCl_2$ são menos afetadas pela lavagem do que aquelas com pH em água.

O pH da cama, segundo Rehebeger (2002), desempenha papel importante na volatilização da amônia, sendo que o acúmulo de material fecal e amônia aumentam o pH da cama, que varia tipicamente de 7 a 8,5 em aviários de frangos de corte. A amônia, por sua vez, quando formada na cama, pode-se encontrar de duas formas: como NH_3 (sem carga) ou como íon amônio (NH_4^+), dependendo do pH da cama (BLAKE, 2000). Quanto maior o pH, menor será a conversão de NH_3 (volátil) em NH_4^+ (não volátil). Brake et al. (1992), ao comparar maravalha e serragem como material de cama de frango, observaram que durante o tempo de uso da cama, maior porcentagem de nitrogênio foi retido na maravalha em relação à serragem, o que indica que houve menor volatilização de amônia e o pH da maravalha foi menor do que da serragem.

Comparando os valores obtidos da tabela 2 e 4, observa-se que o pH em cloreto de cálcio teve um valor para o 3º ciclo em torno de 9,01 a 8,24, em comparação aos valores encontrados por Orrico Júnior *et. al.* (2010) apresentaram níveis de pH em torno de 8,6, dessa forma pode-se dizer que o pH em cloreto de cálcio esta próximo em comparação a outros trabalhos realizados. Já para os valores de pH medido em água foram em torno de 8,54 a 8,09, já em comparação pelo Orrico Júnior *et. al.* (2010) apresentaram níveis de pH em torno de 7,4, isto quer dizer que o pH encontrado está muito mais básico comparado com outros trabalhos.

6.2 DETERMINAÇÃO DA UMIDADE

Segundo Furlan *et al* (2006) a umidade excessiva da cama, frequentemente se relaciona a pouca espessura do substrato e ao derramamento de água, criando condições favoráveis para a produção de amônia e propiciando o crescimento de agentes patogênicos. Alguns valores de influência para o aumento na reação de degradação da amônia, devido a vários fatores como o aumento na temperatura, principalmente entre 25° e 30°C; pH maiores que 5,5 e teor de umidade da cama variando entre 40 e 60% são determinados por Baião (1996) citado por Nããs *et al* (2007). Para Santos (2005) o aumento de umidade leva a uma piora na qualidade da cama comprometendo a perda de calor das aves por meio da evaporação por via respiratória e favorece a decomposição microbiana do ácido úrico, ambos prejudiciais à produção avícola.

Após obter os valores pesados, foi calculado o conteúdo de água em base úmida a partir da **(Equação 1).** A **Tabela 3** mostra a média para o teor de umidade de cada ciclo analisado em (g.kg).

Tabela 3 – Média do teor da umidade para as amostras dos ciclos 5º, 6º, 7º e o pellet.

Amostras	Massa	Amostras	Massa
Ciclo	g.kg	**Ciclo**	g.kg
5º	0,076g	**7º**	0,0608g
6º	0,067g	**Pellet**	0,050g

Fonte: Autoria própria.

Percebe-se que as massas das amostras estão diminuindo, no entanto, é um decaimento considerado pequeno, desse modo, pode-se dizer que não houve tanta diferença entre os ciclos referente a amostras analisadas. A **Tabela 4** traz os valores obtidos em porcentagem (%) através dos valores obtidos da **Tabela 3.**

Tabela 4 – Média do teor da umidade em porcentagem para as amostras dos ciclos 5º, 6º, 7º e o pellet.

Amostras	Massa	Amostras	Massa
Ciclo	(%)	**Ciclo**	(%)
5º	0,064%	**7º**	0,051%
6º	0,056%	**Pellet**	0,042%

Fonte: Autoria própria.

A qualidade da cama interfere na incidência de problemas locomotores. Lima & Nãas (2005) destacam que aves criadas em camas com maior teor de umidade apresentam patologias tibiais e lesões em maior número que aves criadas em semi confinamento.

Em relação a umidade, os valores do teor de água já era baixo, portanto não houve mudança significativa para o teor de umidade para todos os ciclos de amostras analisadas.

Cabe neste momento observar, que é relevante para o processo que, a temperatura não esteja muito elevada pois o excesso de calor promove reações diversas e não desejadas, tais como a volatilização de componentes que serão adicionados para a produção dos fertilizantes organominerais, além de indicarem a não completa estabilização do composto produzido. Portanto, os resultados obtidos apresentaram uma umidade satisfatória. Santos (2001) observou uma redução na umidade quando comparou camas de maravalha nova e reutilizada (2º ciclo de reutilização), encontrando valores superiores aos encontrados nesse trabalho, valores de 33,71% de umidade para cama nova e de 29,26% para cama reutilizada.

6.3 DETERMINAÇÃO DO CARBONO ORGÂNICO

A matéria orgânica possui a capacidade de alterar os atributos físicos e químicos do solo, além de servir como fonte de carbono e nutrientes para microorganismos, podendo também, afetar a microestrutura e a estabilidade de agregados do solo.

A presença na cama de aviário de uma grande quantidade de fezes, ração desperdiçada dos comedouros, e uma maior aerobiose quando as pilhas foram montadas, são condições que estimulam o crescimento e a ação dos microorganismos decompositores.

Após todo o procedimento experimental, foram obtidos os valores descritos e por meio deles calculou-se a porcentagem de carbono orgânico contido nas amostras através da seguinte **(Equação 2).**

Os cálculos foram efetuados para todos os respectivos ciclos em triplicata. A **Tabela 5** mostra a porcentagem de carbono orgânico presente em cada amostra da cama de frango.

Tabela 5 – Média da porcentagem de carbono total para as amostras do 3º ao 7º ciclo e do pellet da cama de frango.

Ciclo	%C	Ciclo	%C	Ciclo	%C
3º	13,94	**5º**	14,42	**7º**	19,02
4º	16,71	**6º**	17,36	**Pellet**	15,29

Fonte: Autoria própria.

A **Tabela 5** mostra a variação dos valores da matéria orgânica disponível em cada ciclo das amostras da cama de frango analisadas. Percebe-se que para o 3º ciclo a porcentagem de matéria orgânica é menor em relação aos outros ciclos. O ciclo em que obteve maior valor percentual foi o 7º contendo um valor de 19,02% de matéria orgânica em seu conteúdo.

Essa variação dos valores do carbono orgânico esta relacionada com a quantidade de matéria orgânica incorporada as amostras da cama de frango analisadas.

Já para os valores obtidos do carbono orgânico, pode-se dizer que houve uma variação para cada ciclo, isto devido a rápida decomposição do material orgânico, o que leva a diminuição do carbono pela liberação do dióxido de carbono, este fato é considerável conforme o tipo de material que é usado como cama de frango, como no caso da cama de frango que usa a maravalha, este possui um potencial de degradação da matéria orgânica, podendo apresentar maiores perdas de carbono, durante a atividade microbiana. Esse tipo de comportamento foi encontrado em outros trabalhos como o realizado por Benedetti *et al*,. (2009).

Portanto essa variação do teor de carbono orgânico presente na cama de frango deve-se além da decomposição da matéria orgânica mais também depende do tipo de material que é utilizado nos galpões como leito para os frangos que posteriormente será utilizado como adubo organomineral.

Comparando os valores da **Tabela 5** de carbono total que para o 3º ciclo foi de 13,94%, para o 4º ciclo 16,71%, para o 5º ciclo 14,42%, para o 6º ciclo 17,36% e para o 7º 19,02% e o pellet teve um valor de 15,29% em comparação aos valores encontrados por Orrico Júnior *et. al.* (2010), que apresentaram valores de carbono total em torno de 22,91% a 22,25%. Em comparação a estes valores pode-se dizer que os valores encontrados esta abaixo em relação aos valores comparativos por outros trabalhos realizados.

6.4 DETERMINAÇÃO DO NITROGÊNIO TOTAL

Do nitrogênio presente na cama de aviário no período inicial de decomposição, cerca de 60 a 80%, de acordo com Kelleher (2002), encontra-se em formas orgânicas, como proteína e ácido úrico, devido principalmente aos dejetos dos animais e a ração desperdiçada dos comedouros. Estas formas nitrogenadas estão facilmente disponíveis aos microorganismos para serem convertidas em formas amoniacais - amônia (NH_3) e amônio (NH_4). Este processo, denominado de amonificação, consome prótons H^+ e com isso ocorre uma elevação do pH.

Vale ressaltar que a liberação destes nutrientes presentes na cama de frango ocorre de forma mais lenta, principalmente para os elementos que estão na forma orgânica, no caso o N.

As amostras da cama de frango após serem pesadas e colocadas no tubo digestor foram para a digestão. Conforme passava 1 hora de digestão, a temperatura era aumentada 50ºC e assim consecutivamente até o termino.

Após retirar o tubo digestor do destilador de nitrogênio, observou-se que uma amostra ficou azulada e outras ficaram incolores, no entanto ambas obtiveram uma formação de pequenos aglomerados no fundo do tubo com a coloração marrom como na **Figura 17**.

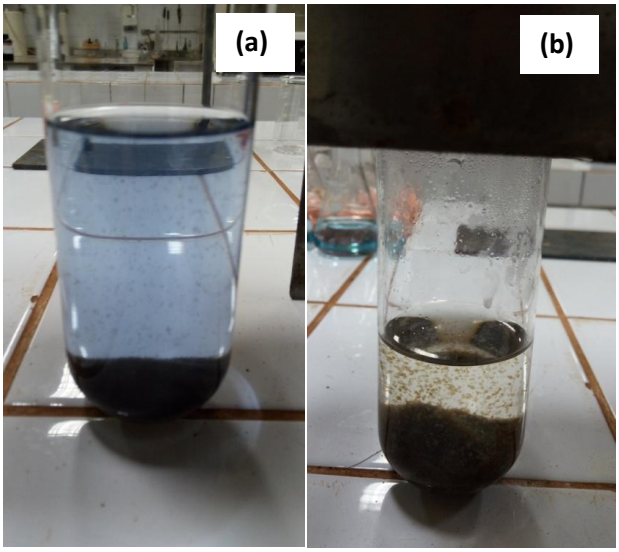

Figura 17 – Destilação a) Solução azulada após o procedimento de destilação e a matéria orgânica no fundo do tubo digestor; b) Solução incolor após o procedimento de destilação e a matéria orgânica.
Fonte: Autoria própria.

Após calculou-se o teor de N após obter os respectivos valores por meio da (Equação 3).

Depois de obter os valores dos volumes gastos na titulação, foram realizados os cálculos para a obtenção da porcentagem da quantidade de nitrogênio presente em cada uma das amostras analisadas. A **Tabela 6** mostra os valores encontrados em porcentagem presente em cada ciclo da cama de frango analisada.

Tabela 6 – Teor de nitrogênio total presente na cama de frango do 3º ao 7º ciclo e para o pellet.

Ciclo	Teor de N (%)	Ciclo	Teor de N (%)	Ciclo	Teor de N (%)
3º	1,05%	**5º**	0,75%	**7º**	1,01%
4º	0,926%	**6º**	0,79%	**Pellet**	1,16%

Fonte: Auditoria própria.

O teor de N para as camas dos ciclos 3º ao 7º e para o pellet foram respectivamente como descrito na **Tabela 6**, os valores encontrado do N estão bem abaixo da média relatada pela CQFS (2004), que encontrou para camas com três a quatro lotes de reutilização 3,2%, e 3,5% para camas com cinco a seis lotes de reutilização, podendo este valor estar subestimado, segundo Kelleher *et al,* (2002) relatam níveis de 3,56 % de N total, disponível em um composto de esterco de galinha. Já Orrico Júnior *et al*, (2010) apresentaram níveis de N da ordem de 2,41%. E níveis de N superiores a 3% foram relatados por Bueno e colaboradores (2008), esta variação do teor de nitrogênio presente nas amostras da cama de frango depende

também, segundo Wood & Hall (1991) geralmente reflexos das características da alimentação, principalmente do teor de proteína e do manejo adotado nos aviários.

Para os valores de nitrogênio total encontrados pode ser comparando as com os valores encontrados no pH de cada amostra analisada, isto por que, segundo (VALE *et al*., 1997) quando a concentração de N aumenta com o pH elevado, poderia ser em razão do N amoniacal liberado pela volatilização, além do pH, a umidade e a temperatura do ambiente também poderá influenciar na quantidade de N em cada amostra da cama de frango.

Os tratamentos ácidos da cama de frango reduzem a amônia volátil por reduzir o pH, o qual altera o equilíbrio NH^{4+} /NH^{3} em direção à formação demais NH^{4+} que não é volátil. REECE *et a,* (1979) demonstraram que a liberação de amônia era desprezível quando o pH da cama era menor que 7.Entretanto, na medida em que o pH se aproximava de 7, a liberação de amônia começava, já que a úricas e, enzima que catalisa a quebra do ácido úrico, alcança máxima atividade em pH 9.

De acordo com Rogeri (2010), o nitrogênio é o nutriente que incorre em riscos de poluição ambiental. A disponibilidade do nitrogênio às plantas é mais complexa de ser avaliada do que a dos demais nutrientes, devido ao grande número de reações que ocorrem com o nitrogênio e da rapidez destas transformações, pois sua forma mineral é muito móvel no solo, o que lhe conferem alto potencial de perdas no sistema solo-planta-atmosfera, havendo alto risco de poluição.

A alternativa para diminuir as perdas de nitrogênio por volatilização da amônia é a adição de algumas substâncias ou compostos à cama avícola que favoreçam, através de reações bioquímicas, o aumento na fixação do nitrogênio e evitar as perdas de umidade destes materiais.

6.5 RELAÇÃO C/N

A relação C/N inicial em uma massa de resíduos orgânicos deve estar entre os valores correspondentes a 25/1 a 35/1. Caso a relação C/N estiver muito alto, a degradação poderá ser dificultada e caso seja muito baixa, haverá perda de nitrogênio na forma de amoníaco, que é percebido pelo seu farte odor (KIEHL et al., 2002).

A relação C/N foi obtida através dos valores encontrados para o carbono orgânico e valores encontrados para o nitrogênio total como mostra a **Tabela 7**.

Tabela 7 – Relação C/N

Cama	C	N	Relação C/N
	---------- (%) ----------		
3º	13,94	1,05	13,27
4º	16,71	0,926	18,04
5º	14,42	0,75	19,22
6º	17,36	0,79	21,97
7º	19,02	1,01	18,83
Pellet	15,29	1,16	13,18

Fonte: Auditoria própria.

Depois de determinar a relação C/N foi construído gráfico 4, para maior visualização do aumento e da redução dos pontos para os valores obtidos de C/N da **Tabela 7,** pode-se observa que para os ciclos do 3º ciclo ao 6º ciclo tem a tendência de aumento à medida em que os ciclos aumentam, no entanto, a partir do 7º ciclo e o pellet, observa-se a redução da relação C/N. Esse comportamento deve-se, principalmente, á perda de carbono orgânico da cama, segundo Macsafley (1992) e Oliveira (2003). Convém destacar também que os valores em relação C/N podem apresentar variações em função do tipo de resíduo orgânico presente (IMBAR et al., 1993; KIEHL et al., 2004; GABRIELLE et al., 2004; LIMA et al., 2006).

A diminuição no carbono tem reflexo direto na relação C/N, pois a decomposição além de eliminar o carbono na forma de $C\text{-}CO_2$ libera o nitrogênio em formas orgânicas estáveis (IMBAR et al., 1993; SARADÁ et al., 2010). Dessa forma comparando os valores encontrados em relação C/N para os 7º ciclo e o pellet, relacionar a diminuição ocorrida para aquele intervalo.

TIQUIA & TAM (2000) afirmaram que este aumento na relação C/N se deve à grande perda de nitrogênio na fase inicial do processo, a qual não foi acompanhada pela redução de carbono orgânico da leira, resultando no aumento da relação. A menor redução do carbono está relacionada com a qualidade do mesmo (a cama de frangos utilizada no processo apresentava grande quantidade de serragem, que representa material de difícil degradação).

Portanto, a relação C/N não pode, isoladamente, definir se haverá ou não grandes perdas de N durante o processo de compostagem. Deve-se ter conhecimento da qualidade da

fração carbono, que servirá como indicativo da facilidade de degradação do material, sendo que, quanto maior for a resistência para que ocorra a degradação do substrato utilizado como fonte de C, maiores serão as perdas de N.

Comparando os valores obtidos da **Tabela 7** com valores encontrados na literatura, observa-se que em relação ao C/N entre os ciclos desde o 3º ao 6º houve um aumento, sendo que para o 3º ciclos em torno de 13, 27 ao 6º ciclo em torno de 21,97 em comparado com os valores encontrados por Orrico Júnior *et al*, (2010) apresentaram um valor de 11,12 inicialmente e no final obtendo um valor em relação C/N em torno de 12,43, então para os valores encontrados por Orrico Júnior *et al*, (2010) também ocorreu esse aumento em relação ao C/N.

A relação C/N de todos os ciclos está abaixo dos valores ideais que são 25/1 á 35/1. O ciclo que mais se enquadra a estes valores ideais é o ciclo 6º, com o valor de 21,97, já para os outros ciclos é necessária à adição de outros resíduos (palhoso de carbono) para poder complementar este fator e poder atingir a faixa ideal desejada para os demais ciclos.

6.6 PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS ANALISADOS

Tabela 8 – Parâmetros e composição química da cama de frango em consequência número de ciclos.

Nutrientes/Parâmetros	Número de ciclos					
	3º	**4º**	**5º**	**6º**	**7º**	**Pellet**
pH em $CaCl_2$	9,01	8,57	8,52	8,44	8,24	8,73
pH em água	8,54	8,41	8,14	8,12	8,09	8,12
Umidade	N/D	N/D	0,0765	0,0672	0,0607	0,0507
Carbono orgânico	13,94	16,71	14,42	17,36	19,02	15,29
Nitrogênio total	1,05	0,926	0,75	0,79	1,01	1,16
Relação C/N	13,27	18,04	19,22	21,97	18,83	13,18

Fonte: Autoria própria.

Analisando os valores demonstrados na **Tabela 8**, dentre os ciclos 3º ao 7º e o pellet, pode-se dizer que para todos os parâmetros analisados estão de acordo e apropriados para ser utilizado como adubo orgânico visando mais eficiência na produtividade agrícola.

O pH das amostras da cama de frango obteve-se um pH básico. Isto se deve possivelmente por causa da ação microbiana e também por razões das reações existentes em relação ao ácido orgânico reagindo com as bases liberadas pela matéria orgânica, deixando o pH com valores elevados, maiores que oito (meio alcalino) no caso do 3º ciclo, como destacam Pereira Neto e Mesquita (1992).

A **Figura 18** mostra o diagrama referente à acidez, neutralidade e a basicidade.

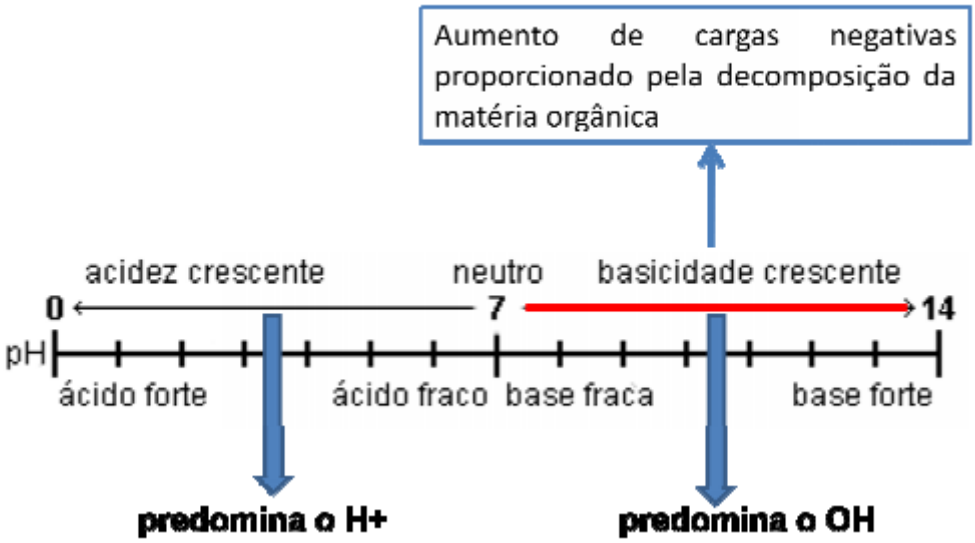

Figura 18 - Comportamento do pH no solo.
Fonte: LOPES, 1989.

Para todos os valores de pH encontrados acima do pH 7, são considerados básicos, o que, em solução aquosa libera OH^- aumentando as cargas negativas, proporcionado pela decomposição da matéria orgânica. Os valores menores de pH obtidos próximos a neutralidade ou tendendo a alcalinidade indicam uma boa maturação do substrato (KIEHL, 2004).

Segundo a verificação do Ciprandi (1993) as modificações de pH em amostras estocadas depende do tipo de solo; a presença de sais solúveis reduz o valor do pH em água; a determinação do pH em $CaCl_2$ 0,01M reduz as variações entre tipos de solos e tempo de estocagem das amostras, dando valores 0,4 unidades inferiores ao pH em água. Portanto em relação a utilizar o cloreto de cálcio ou a água, o ideal para conseguir uma leitura adequada em relação ao pH é utilizando a solução de cloreto de cálcio do que a água, pois a água.

Bailão (1996) determina alguns valores de influencia para o aumento na reação de degradação devido ao aumento na temperatura, principalmente entre 25ºC e 30ºC, pH maiores que 5,5 sendo ideal o pH em torno de 9,0 (alcalino) e o teor de umidade da cama variando

entre 40% e 60%. Para Paganini (2004) a umidade da cama em um sistema convencional deve variar entre 18% e 40%, dependendo da época do ano. A partir dessa comparativa podemos dizer que os valores encontrados de pH estão de acordo com o que Bailão relata e em relação a umidade, pode-se dizer que a umidade para os valores encontrados não variam muito, portanto, de acordo com as porcentagens relatadas, pode-se dizer que a umidade não teve uma variação significativa.

O ambiente do aviário pode sofre influência de camas de frango com alto teor de umidade, que interagem com altas temperaturas ambiente levando a elevação de incrementos na emissão de amônia o que provoca uma queda na produtividade dos animais (MENEGALI, 2009). A temperatura ambiente e o número de reutilizações interferem na qualidade da cama (ÁVILA et al., 2008). Portanto, analisando os valores obitidos podemos dizer que o teor de umidade dos ciclos analisados estão de acordo e possuindo valores satisfatórios relacionando o aspecto da emissão de amônia que acaba provocando problemas a produtividade da demande de aves.

Outro aspecto interessante a ser abordado é em relação as substâncias ácidas que podem reduzir a volatilização de amônia por meio da redução do pH da cama, interagindo com o ácido úrico e por inibir o crescimento de populações microbianas que geram a amônia (NAGARAJ et al.,2007).

A proporção C/N na matéria orgânica do solo é o fator muito importante sobre vários aspectos, dos quais os mais significativos são os seguintes:

- Uma adição ao solo de resíduos com relação C/N elevada, motiva a competição pelo N disponível entre os microrganismos e as plantas.
- Resíduos com relação C/N baixa (leguminosas), podem favorecer o desenvolvimento microbiológico no processo de decomposição, implicando em maior quantidade de N mineralizado.

A decomposição da matéria orgânica tende a liberar nutrientes, mas o nitrogênio e o enxofre podem ser temporariamente imobilizados durante o processo. Os microrganismos que decompõem a matéria orgânica necessitam de nitrogênio para formar proteínas em seus corpos. Se a matéria orgânica que está sendo decomposta possuir uma alta relação carbono/nitrogênio (C/N) - o que significa pouco nitrogênio - estes organismos usam o nitrogênio disponível, proveniente do solo e dos fertilizantes.

Analisando os valores obtidos de nitrogênio total para cada ciclo, observa-se uma certa estabilidade entre os valores, sendo que este fato pode ser devido á constante decomposição

de excretas pelas aves e ao processo de mineralização da matéria orgânica, no qual há perdas de nitrogênio tanto para o solo, planta e a atmosfera.

No caso da amostra do pelet, além de ser um ótimo adubo ele também torna atrativa a operação de grupos geradores Diesel destinados a geração de energia elétrica pelos avicultores.

Com isto, o uso das camas de aves como fertilizante agrícola, é uma opção interessante, uma vez que, o material apresenta nutrientes que podem ser incorporados ao solo garantindo a produtividade das lavouras e pode auxiliar na redução de custos com fertilizantes segundo Menezes et al. (2004).

7. CONCLUSÃO

Com a ocorrência do aumento crescente do mercado de exportação da carne de frango, muitos dos resíduos e dejetos gerados pela cama de frango acarretam na maior parte em algum tipo de impacto ambiental, podendo poluir e contaminar tanto águas superficiais, solo e no ar devido ao inadequado manejo e descarte destes produtos comercializados.

Em relação a estes problemas devemos ter conscientização no manejo adequado e em seu destino final para podermos evitar estes danos ambientais.

As analises dos parâmetros físicos, químicos e biológicos dos fertilizantes orgânicos como a cama de frango é necessária para determinar a quantidade de micro e macronutrientes presentes na cama para que estes nutrientes contribuam de forma vantajosa tanto para as culturas, tanto para o produtor rural.

O grande benefício de utilizar a cama de aviário de forma correta está relacionado à construção da fertilidade e das propriedades físicas e biológicas do solo, fatores que contribuirão para o aumento de produtividade a cada ano. Utilizando a cama de frango como adubo poderá ter um aumento da matéria orgânica que permitirá a liberação gradativa de micro e macronutrientes na qual permitirá melhor retenção e infiltração de água no solo, correção dos solos em pH ácidos, contribuindo para o crescimento da população de microrganismos do solo, permitindo a imobilização e mineralização do nitrogênio de forma mais eficiente, além de beneficiar a agregação do solo, reduzindo a população de microrganismos patogênicos as plantas e aumentando a produtividade agrícola.

Em relação aos valores de pH obtidos é necessário que antes mesmo de incluir o adubo o agricultor realize um tratamento do solo obtendo assim valores que serão necessários para adicionar a cama de frango como adubo para melhor perfumasse e qualidade das culturas.

A umidade sempre que necessário deve ser medida, pois em altos teor de umidade e temperaturas, pode ocasionar danos em relação a produção avícola e até mesmo risco a saúde dos funcionários que trabalham dentro dos galpões por causa do índice elevado da liberação de amônia neste meio, inclusive, estes devem ser ventilados e arejados evitando problemas adversos.

No caso da relação C/N é necessário adicionar em seu conteúdo resíduos palhosos de carbono para melhorar cada vez mais a sua eficiência quando depositado no solo.

Dessa forma o uso consciente e adequado da cama de frango ocasionará ótimos resultados de produtividade aos produtores e ao mesmo tempo a preservando as condições ambientais.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

A. JUNIOR, M.; ORRICO, A. C,; L. JUNIOR. **Compostagem dos resíduos da produção avícola: cama de frangos e carcaças de aves.** Engenharia Agrícola. Jaboticabal, v. 30, n. 3, p. 538 – 545, 2010.

A.A. RODELLA; J.C. ALCARDE. **Avaliação de materiais orgânicos empregados como fertilizantes.** Departamento de Química-ESALQ/USP, Caixa Postal, 9 - CEP: 13418-900 - Piracicaba, SP.

AIRES, A.M.A. **Biodigestão anaeróbia da cama de aviários de corte com ou sem separação das frações sólida e líquida.** 2009. 134f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal, 2009.

AVILA, V. S. de; MAZZUCO, H.; FIGUEIREDO, E. A. P. de **Cama de Aviário: materiais, reutilização, uso como alimento e fertilizante.** Concórdia: EMBRAPA – CNPSA, 1992, 38 p. (EMBRAPA – CNPSA Circular Técnico, 16).

BARREIRA, L. P.; PHILIPPI.; JUNIOR, A; RODRIGUES, M. S. **Usinas de compostagem do Estado de São Paulo: Qualidade dos compostos e processos de produção**. Engenharia Sanitária e Ambiental, Rio de Janeiro, v. 11, n. 4 p. 385 – 393, 2006.

BELTRAME. K. K. **Avaliação dos métodos walkley & black e CHN como métodos de referência para calibração multivariada na determinação de carbono orgânico em solos brasileiros.** 2014. 48f. Monografia – Departamento Acadêmico de Química, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campo Mourão, 2014.

BENACI, V. **Avaliação de métodos de análise para carbono orgânico em amostras de interesse agrônomo.** 2010. 67 f. Dissertação (Mestrado em Agricultura Tropical e Subtropical) – Pós graduação – IAC.

BENITES, V. de M. et al. **Produção de fertilizante organomineral granulado a partir de dejetos de suínos e aves no Brasil.** , Brasil: Xxix Reunião Brasileira de Fertilidade do Solo e Nutrição de Plantas Xiii Reunião Brasileira Sobre Micorrizas Xi Simpósio Brasileiro de Microbiologia do Solo Viii Reunião Brasileira de Biologia do Solo. Guarapari – Es, 2010.

BENEDETTI, M. P.; FUGIWARA, A. T.; FACTORI, M. A.; COSTA, C.; MEIRELLES, P. R. L. **Adubação com cama de frango em pastagem.** Águas de Lindóia: ZOOTEC, 2009.

BLAKE, J. P.; HESS, J. B. **Litter treatments for poultry.** New April, 2000.

BLUM, L. E. B.; AMARANTE, C. V.T. do; GÜTTLER, G.; MACEDO, A. F. de; KOTHE, D. M.; SIMMLER, A. O. ; PRADO, G. do; GUIMARÃES, L. S. **Produção de moranga e pepino em solo com incorporação de cama aviária e casca de pinus.** Horticultura Brasileira, Brasília, v. 21, n. 4, p.627-631, 2003.

BRATTI, F. C. **Uso da cama de aviário como fertilizante orgânico na produção de aveia preta e milho**. 2013. 70f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Tecnológica Federal Do Paraná. Programa de pós-graduação em Zootecnia, Dois Vizinhos, 2013.

CARR, L.E., WHEATON, F.W., DOUGLAS, L.W. **Empirical models to determine ammonia concentrations from broiler chicken litter.** Transactions of the American Society of Agricultural Engineers, v.33, n.4, p.1337- 1342, 1990.

COIMBRA, G. K. da; **desempenho agronômico e caracterização físicoquímica de tomateiro industrial cultivado com adubação organomineral e química.** Tese de doutorado em agronomia. Pag 177 f. : il. Universidade de Brasília - unb faculdade de agronomia e medicina veterinária - fav programa de pós-graduação em agronomia. Brasília - df março/2014.

COMISSÃO DE QUÍMICA E FERTILIDADE DO SOLO – RS/SC – CQFS – RS/SC. **Manual de Adubação e de Calagem para os Estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina.** 10.ed. Porto Alegre: SBCS - Comissão de Química e Fertilidade do Solo, 2004. 394p.

CHERNAKI-LEFFER. A. M. et al. Isolamento de Enterobactérias e Alphitobius Diaperinus em cama de aviários no oeste do Estado do Paraná, Brasil. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, v. 4, p. 243-247, 2002.

DAI PRA, M. A et al. Uso de cal virgem para o controle de *Salmonella*spp. e *Clostridium* spp. em camas de aviário. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 39 p. 1189-1194, 2009.

DONHAM, K. J. Occupational health hazards and recommended exposure limits for workers in poultry building. In: PROCEEDING NATIONAL POULTRY WASTE MANAGEMENT SYMPOSIUM, 2000, Auburn. **Proceeding.** Auburn: Auburn University, 2000. p.92-109.

e-CYCLE (2014), **Os riscos dos metais pesados presentes em fertilizantes.** Disponível em: <http://www.ecycle.com.br/ component/content/article/63-meio-ambiente/2327-osriscos-dos-metais-pesados-presentes-em-fertilizantes.html>. Acessado em: 10 de Outubro de 2016.

EMBRAPA. **Adubação com Micronutrientes no Cerrado.** 2003. p.41. Disponivel em: < http://www.cpac.embrapa.br/download/304/t>. Acessado em: 14 de Outubro de 2011.

FURLAN, R. L.; MALHEIROS, R. D.; MORAES, U. M. B.; MALHEIROS, E. B.; BRUNO, L. D. G.; SECATO, E. R.; MACARI, M. **Efeito da densidade de alojamento e da temperatura ambiente sobre a temperatura corporal de frangos.** Revista Brasileira de Ciências Avícola, v. 2, p. 62, 2000.

GABRIELLE, B.; SILVAIRA. J. D.; FRANCO. C. S. H. **Simulating urban waste compost effects on carbon and nitrogen dynamics using a biochemical index.** Journal of Environmental Quality, Madison, v. 33, p. 2333 – 2342, 2004.

GARCIA, R. G.; PAZ, I. C. L. A.; CALDARA, F. R. **Papel da cama na produção e bem estar de frangos de corte**. Disponível em: <www.avisite.com.br/cet/img/cama_20110309.doc>. 2010. Acesso em 12 Outubro de 2016.

GONÇALVES, S. S. E HELIODORO, P. A. **A contabilidade ambiental como um novo paradigma.** Revista Universo Contábil, Blumenau, v. 1, n. 3, pp. 84-96, set./dez, 2005.

HAHN, L; **Processamento da cama de aviário e suas implicações nos agroecossistemas.** Universidade Federal de Santa Catarina Centro de Ciências Agrárias Programa de Pós-graduação em Agroecossistemas. Florianópolis, SC, 2004.

KIEHL, E. J. **Manual de compostagem: maturação e qualidade do composto.** São Paulo, 2002.
KIEHL. E. J. **Manual de compostagem: Maturação e qualidade do composto.** 4º Ed. E. J. Kiehl. Piracicaba, 2004. p. 173.

KELLEHER, B. P.; LEAHY, J. J.; HENIHAN, A.M. et al. Advances in poultry litter disposal technology – a review. **Bioresource Technology**, v.83, n.1, p.27–36, 2002.

IMBAR, Y.; HADAR, Y,; CHEN, Y. **Recycling of cattle manure, the composting process and characterization of maturity.** Journal of Environmental Quality, Madison, v, 22, p. 857 – 863, 1993.

LACERDA, J. J. J. de; SILVA, D. R. G. **Fertilizantes orgânicos: usos, legislação e métodos de análise** - Lavras, MG,2014. 90 p - Universidade Federal de Lavras - EDITORA UFLA.

LARINI, L. **Toxicologia**; 2° edição, São Paulo; Editora Manole, 1987, p.114-120.

LIMA, A.M.C.; NÄÄS, I. A. **Evaluating two systems of poultry production: conventional and free-range.** Revista Brasileira de Ciência Avícola, v.7, n.4, p. 215-220, 2005.

LOPES, A.S. – **Micronutrientes: filosofias de aplicação, fontes, eficiência agronômica e preparo de fertilizantes In: Simpósio sobre Micronutrientes na Agricultura** – Jaboticabal -1988 – Anais... Eds. Ferreira, M. E. ; Cruz, M. C. P. – Piracicaba: POTAFOS/CNPq, 1991.

MACARI, M.; FURLAN, R.L. **Ambiência na produção de aves em clima tropical.** In: SILVA, I. J. O. (Ed). Ambiência na produção de aves em clima tropical. Jaboticabal: SBEA, 2001. P. 31-87.

MacSAELEY, L.M.; DUPOLDT, C.; GETER, F. **Agricultural wast management system component desing**. In: KRIDER, J. N.; RICKMAN, J. D. Agrucultural waste management field handbook. U. S. Department of Agriculture, Soil conservation service, 1992. Cap. 10, p. 1-85.

MAEDA, S., MIZOGUCHI, M., OHKI, A., et al. **Bioacumulation of zine and cadmium in freshwater alga, Chlorella vulgaris. Part I**. Toxicity and accumulation. Chemosphere, v. 21, p. 953-963, 1990.

MALAVOLTA, E. **Manual de nutrição mineral de plantas**. São Paulo. Ceres. 2006. 638 p

MAPA (2004), Decreto nº 4.954, de 14 de Janeiro DE 2004, disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ ato2004-2006/2004/decreto/d4954.htm> Acesso em: 16 de Outubro de 2016.

MAPA – **ministério da agricultura, pecurária e abastecimento/secretaria de relações internacionais do agronegócio.** Balança Comercial do Agronegpocio – 2007. 2008.

MARENGONI, N. G., KLOSOWSKI, E. S., OLIVEIRA, K. P. DE; CHAMBO, A. P. S., GONÇALVES JUNIOR, A. C. **"Bioacumulação de Metais Pesados e Nutrientes no Mexilhão Dourado do Reservatório da Usina Hidrelétrica de Itaipu Binacional",** Universidade Estadual do Oeste do Paraná, 2013.

MEIRELLES, S. E. P. J. de. **Avaliação das alternativas de disposição final do resíduo da produção de frango de corte: Cama de frango.** 2014. 113f. Monografia (Engenharia Ambiental) – Projeto de Graduação, Universidade Federal do Rio de Janeiro/POLI; Rio de Janeiro, 2014.

MELO, W. J.; MARQUES, M. O. **Potencial do lodo de esgoto como fonte de nutrientes para as plantas.** In: BETTIOL, W.; CAMARGO, O. A. (eds). **Impacto ambiental do uso do lodo de esgoto.** Jaguariúna, Embrapa, p.109-141. 2000.

MELLO, S. C.; VITTI, G. C. **Desenvolvimento do tomateiro e modificação nas propriedades químicas so solo em função da aplicação de resíduos orgânicos, sob cultivo protegido.** Horticultura Brasileira, v. 20, n. 2, p. 200-206, 2002.

MENEZES, J. F. S.; ALVARENGA, R. C.; ANDRADE, C. L. T.; KONZEN, E. A.; PIMENTA, F. F. **Aproveitamento de resíduos orgânicos para a produção de grãos em sistema de plantio direto e avaliação do impacto ambiental.** Revista Plantio Direto, Passo Fundo, v.9, n.1, p.30-35, 2003.

MENEZES, J. F. S.; ALVARENGA, R. C.; SILVA, G. P.; KONZEN, E. A.; PIMENTA, F. F. **Cama de frango na agricultura: perspectiva e viabilidade técnicas econômicas.** Rio Verde: FESURV, 2004 (Boletim Técnico, 3).

MORAL, R. et. al. **Salinity, organic content, micronutrients and heavy metals in pig slurries from South-eastern Spain.** Waste Management, v.28, p.367-371, 2008. Disponível em:<http://pdn.sciencedirect.com/science?_ob=MiamiImageURL&_cid=271837&_user=687358_pii=S0956053X07000384&_check=y&_origin=article&_zone=toolbar&_coverDate=31 Dec-2008&view=c & o r i g i n C o n t e n t F a m i l y = s e r i a l & w c h p = d G L z V l t - zSkzV&md5=9e40642869888d8355719673f596b913/1-s2.0S0956053X07000384main.pdf>. Acesso 12 Outubro 2016.

NAAS, L. A.; MIRAGLLOTTA, M. Y.; BARACHO, M.; MOURA, D. J. **Ambiência aérea em alojamento de frangos de corte: poeira e gases.** Engenharia Agrícola, v. 27, n. 2, p. 326 – 335, 2007.

NARIMOTO, K. M; **Tecnicas espectroscópicas aplicadas à análises da matéria orgânica do solo em pomares de citros sob adição do lodo de esgoto.** Dissertação (Mestrado em Ciências – Química Analítica) – Instituto de Química de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2006. 112p.

OLIVEIRA, R. G de; **validação de processo do digestão e pelletização de cama de aviário para a produção de fertilizante organomineral.** Curso de Pós-Graduação em Engenharia de

Bioprocessos e Biotecnologia, Setor de Tecnologia da Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2014.

OVIEDO-RONDÓN, E. O. **Tecnologia para mitigar o impacto ambiental da produção de frangos de corte.** Revista brasileira de zootecnia, v. 37, (Suppl) p. 239-252, 2008.

PAIVA, C.R. **Avaliação da compostagem de carcaças de frangos pelos métodos da composteira em leiras estáticas aeradas**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) Universidade Federal de Viçosa, Minas Gerais,2008. Disponível em <http://www.tede.ufv.br/tedesimplificado/tde_busca/arquivo.php?codArquivo=1396>. Acesso em 12 Outubro 2016.

PAGANINI, F. J.; Manejo da cama. Macari M. (Eds) **Produção de frangos de corte**. Campinas, FACTA. p. 107-116; 2004.

PIRES, S. G. P. da; RICCI, D. G; MENDES, V. J. **Características de cama de aviário e sua reutilização**. Mestranda em Zootecnia – Universidade Federal do Rio Grande do Sul - Porto Alegre, RS. Mestranda em Zootecnia – Universidade de São Paulo - Pirassununga - São Paulo, SP. Graduanda em Zootecnia – Universidade Federal de Pelotas - Pelotas, RS. III Simpósio de sustentabilidade e ciência animal.

PORTELA B, R; **análise do potencial energético da cama de frango através da quantificação do metano pelo método da atividade metanogênica específica.** Universidade Tecnológica Federal do Paraná - Departamento Acadêmico de Ambiental - Curso de Engenharia Ambiental - Campo mourão 2014. Monografia.
RAIJ, B. VAN. **Fertilidade do solo e adubação**. Piracicaba: Ceres; Potafos, 1991. 343p.

PORTUGAL, A. F.; RIBEIRO, D. O.; CARBALLAL, M. R.; VIELA, L. A. F.; ARAÚJO, E. J.; GONTIJO, M. F. D. **Efeitos da utilização de diferentes doses de cama de frango por dois anos consecutivos na condição química do solo e obtenção de matéria seca em Brachiania brizantha** cv. MARANDÚ. In: SIMPOSIO INTERNACIONAL SOBRE GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS DE ANIMAIS, Florianópolis, 2009.

REECE, F.N.; BATES, B.J.; LOTT, B.D. Ammonia control in broiler houses. **Poultry Science**, v.58, p.754-755, 1979.

ROGERI, D.A. **Suprimento e perdas de nitrogênio no solo decorrentes da adição de cama de aves.** 2010. 94 p. Dissertação (mestrado em Ciência do Solo) - Universidade do Estado de Santa Catarina, Lages, 2010.

RONDÓN, E. O. O. **Tecnologias para mitigar o impacto ambiental da produção de frango de corte.** Revista Brasileira de Zootecnia, v. 37, suplemento especial, p. 239-252, 2008.

SANTOS B, L dos; **Substituição da adubação nitrogenada mineral pela cama de frango na sucessão aveia e milho e seus efeitos nos atributos quimicos dos solos.** Universidade Estadual do Oeste do Paraná - Centro de ciências agrárias. Programa de Pós-grauação em Agronomia - Marechal Cândido Rondon. 2011. Monografia. Pag 63.

SANTOS, T. M. B. **Efeitos de densidade populacional e da reutilização da cama sobre o desempenho de frangos de corte e produção de cama.** Revista Portuguesa de Ciências Veterinaria, p. 45-52, 2005.

SARADÁ, L. G.; HIGARASHI, M. M,; MULLER, S.; OLIVEIRA, P. A,; COMIN, J. J. **Redução da emissão de CO_2, CH_4 e H_2S através de compostagem de dejetos suínos.** Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, Campina Grande, v. 14, n. 9, p. 1008 – 1013, 2010.

SAVIOSI, A.; LEVI-MINZI, R. RIFFALDI, R. **Maturity evaluation of organic waste.** Biocycle, Emmaus, v.29, n.3, p.54-56, 1988.

SEIFFERT, N. S. **Planejamento da atividade avícola visando qualidade ambiental**. Simpósio sobre Resíduos da Produção Avícola, 2000, Concórdia-SC, p. 01-20.

SILVA, A. A. **Absorção de micronutrientes em pastagem de brachiaria decumbens, após aplicação de cama de peru e fontes minerais na fertilização.** Biosci. J., Uberlândia, v. 27, n. 1, p. 41-48, Jan./Feb. 2011

SILVA,, F. C. da; ABREU, M. F. de; PERES, D. V.; EIRA, P. A. da; ABREU, C. A. de; RAIJ, B. Van; GIANELLO, C.; COELHO A. M.; QUAGGIO, J. A.; TEDESCO, M. J.; SATO, J. H. de**. Métodos para determinação do carbono Orgânico em solos do cerrado.** 2013. 90 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Faculdade de Agronomia e medicina veterinária, Universidade de Brasília, Brasília, 2013.

SILVA, S. A.; CANTARELLA, H.; Barreto, W. de O. **Métodos de análises químicas para avaliação da fertilidade do solo.** In: Silva, F. C. da (Org.). Manual de análises de solos, plantas e fertilizantes. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica; Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2011. P. 109-189.

SILVA, S. M. F; **Relatório de Estágio de Acompanhamento de Rotina em Granja de Integração Comercial** – Brasília, 2013. 65 p.:il Monografia – Universidade de Brasília/Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, 2013.

SILVA. A. A.; COSTA. A. M.; LANA. R. M. Q.; LANA. A. M. Q. **Absorção de micronutrientes em pastagem de *brachiaria decumbens*, após aplicação de cama de peru e fontes minerais na fertilização.** Biosci. J., Uberlândia, v. 27, n. 1, p. 41-48, Jan./Feb. 2011.

SWIFT, R. S. Organic matter characterization. In: SPARKS, D. L.; PAGE, A. L.; HELMKE, P. A.; LOEPPERT, R. H.; SOLTANPOUR, P. N.; TABATABAI, M. A.; JOHNSTON, C. T.; SUMNER, M. E. (Eds). **Metholds of soil analysis: chemical metholds.** Madison, WI: Soil Science Society of America, 1996, part 3, p. 1011 – 1069. (Book Series, 5).

TIQUIA, S,M.; TAM, N.F.Y. **Fate of nitrogen during composting of chicken litter.** *Environmental Pollution,* Oxford, n.4, v.110, p.535-541, 2000.

TEDESCO, M.J.; GIANELLO, C.; BISSANI, C.A.; BOHNEN, H; VOLKWEISS, S.J. **Análise de solo, plantas e outros materiais.** Porto Alegre: Departamento de Solos, UFRGS. 1995. 174p. (Boletim Técnico n. 5). 2 ed. rev. amp.

TERZICH, M.A. **Amônia dos galpões avícolas e o pH da cama**. In: Conferência Afinco de Ciência e Tecnologia Avícolas, 1997, São Paulo, SP. Anais... São Paulo: Associação Brasileira dos Produtores de pintos de Corte, 1997. 304p. p.141-146.

UBA - União Brasileira de Avicultura – Relatório 2008/2009. Disponível em: Acesso em 12 de Outubro de 2016.

UBA - União Brasileira de Avicultura – Relatório 2009/2010. Disponível em: . Acesso em 12 de Outubro de 2016.

VALE, F. R.; GUILHERME, L. R. G.; GUEDES, G. A. A.; FURTINI NETO, A. E. **Fertilidade do solo: dinâmica e disponibilidade dos nutrientes de plantas lavras:** UFLA/FAEPE, 1997. 171 p.

VAN HORN, H. H.; WILKIE, A. C.; POWERS, W. J.; NORDSTEDT, R. A. **Components of dairy manure management systems.** Journal of Dairy Science, Champaign, v.77, n.7, p.2008-2030, 1994.

VIEIRA. A. F. M. de. **Caracterização e análise da qualidade sanitária de camas de frango de diferentes materiais reutilizados sequencialmente.** Dissertação apresentada à

Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, para obtenção do título de Magister Scientiae. Viçosa Minas Gerais – Brasil 2011.

WOOD, C. W.; HALL, B. M. **Impact of drying method on broiler litter analyses.** Commun. Soil Science and Plant Analysis, v.22, p.1677–1678, 1991.