

# Análise de macronutrientes de resíduo sólido proveniente da avicultura para possíveis aplicações como fertilizante de plantas

**Caio Henrique Ungarato Fiorese**

Centro Universitário São Camilo (ES) – Brasil  
[caiofiorese@hotmail.com](mailto:caiofiorese@hotmail.com)

**Michaela Picoli Scolforo Gouvêa**

Centro Universitário São Camilo (ES) – Brasil  
[michaelapicoli@hotmail.com](mailto:michaelapicoli@hotmail.com)

**Fagner Pereira Dezidério**

Centro Universitário São Camilo (ES) – Brasil  
[wagjui@hotmail.com](mailto:wagjui@hotmail.com)

**Lara Francisca Polonini Valiati**

Centro Universitário São Camilo (ES) – Brasil  
[laravaliati@hotmail.com](mailto:laravaliati@hotmail.com)

## ABSTRACT

*The study objective was to perform the macronutrient analysis of a sample of residues from a poultry industry, as well as verify its treatment, its destination as a possible ecological fertilizer of cultivable soils and suggestions for future studies. A sample of the solid residue, after drying, was collected, generated by slaughtering industry and poultry trade. The brief description of its effluent treatment system was made. The sample was sent to a macronutrient analysis laboratory, where the values of the parameters were determined to be later characterized and framed according to research in the literature. The treatment system consists of racking, homogenization and drying tanks (where the dry sludge is processed), anaerobic and facultative pond. The estimated values for the poultry industry were not completely uniform for application in plants, with excess or deficiency in most parameters. However, it presented exceptional levels, such as nitrogen, and are applicable in crops based on some parameters. In the functional point of view of the plants, the application of this fertilizer depends on the required nutritional standards. Better nutrient balance of the residue, as well as experimental studies on the application of the same in different plant species and economic viability are suggestions for future studies.*

**Keywords:** Ecological fertilizer; Poultry industry; Sustainability; Treatment of poultry effluents.

## 1. INTRODUÇÃO

Juntamente com o aumento nos índices produtivos da avicultura, cresce também a quantidade de resíduos provenientes do abate de aves que é motivo de preocupação para agroindústria; além disso, a avicultura, em sua abordagem específica, gera consideráveis volumes e cargas de resíduos que, por sua vez, podem impactar determinado ambiente, quando disponibilizado de forma indevida.

Para amenizar esse problema, existem diversas formas para o tratamento dos resíduos da avicultura, que podem ser físicos, químicos e biológicos. Neste contexto, tratamento aeróbio e

anaeróbio, compostagem e tanques de adensamento são alguns tipos de estratégias nos quais ocorre o processamento desses resíduos.

Os sistemas de tratamento de efluentes, em indústrias como a de avicultura, possuem capacidade de reduzir consideravelmente contaminantes químicos e microbiológicos. Contudo, a destinação correta desses resíduos é uma obrigatoriedade das empresas, sendo que estas possuem a exigência em se enquadrar nas leis e normas ambientais para terem sua atividade devidamente licenciada.

Em algumas indústrias, o resíduo possui como destinação final uma empresa coletora, devidamente credenciada em sua atividade. Porém, os custos como, por exemplo, o transporte do material, em certos casos pode inviabilizar a produtividade e lucratividade do empreendimento. Dessa forma, a reutilização desse resíduo é de extrema importância, tanto para a indústria de avicultura quanto para a economia local, além de trazer grandes benefícios para o meio ambiente como, por exemplo, economia no consumo de recursos naturais e melhoria na qualidade do solo e da água.

O objetivo deste estudo foi fazer uma análise de macronutrientes de uma amostra de resíduos oriundos de uma indústria avícola, bem como fazer uma breve descrição do seu sistema de tratamento, sua destinação como possível fertilizante ecológico de solos cultiváveis e sugestões para futuros estudos.

## 2. REVISÃO

A escassez dos recursos naturais tem levado a leis ambientais cada vez mais rígidas, e os custos envolvidos com o uso destes recursos vêm se tornando mais crescentes no setor industrial, levando as indústrias a buscar alternativas que minimizem estes custos procurando desta forma reduzir os impactos ambientais (MENEZES; RAMOS, 2010).

Devido à crescente produção brasileira, a produção de resíduos das indústrias de abate e processamento de frango tem aumentado muito, principalmente, entre outros fatores, do acréscimo na utilização de água potável durante as atividades e de aperfeiçoamentos na legislação quanto à melhoria da higiene (OLIVEIRA, 2011), sendo que o aumento da quantidade de resíduos e do uso da água culmina na elevação de poluente e em maior dispersão do resíduo no meio ambiente.

O Brasil dispõe de rebanhos com importante representatividade mundial considerando-se bovinos, suínos e aves, principalmente, em virtude da sua extensão territorial e capacidade produtora de grãos. Neste cenário, a avicultura de corte brasileira é reconhecida como uma das mais desenvolvidas do mundo, com índices de produtividade excepcionais (SUNADA, 2011). Ainda de acordo com Sunada (2011), os abatedouros se inserem como agroindústrias, cujos resíduos oriundos são vísceras de animais abatidos, pedaços de carne, sangue e outros materiais, sendo todos capazes de receberem tratamento biológico.

A atividade avícola no Brasil está mais concentrada nas regiões Sul e Sudeste que, juntas, são responsáveis por 75% do volume total da produção do país. As duas regiões possuem características econômicas que facilitam sua liderança na avicultura, sobretudo na oferta de insumos básicos e assistência técnica (SEBRAE, 2008).

Em relação à produção de carne de frango, os principais resíduos gerados no processo de abate são vísceras não comestíveis, penas, sangue, cabeças, peles, gorduras, ossos e carcaças desclassificadas. Eles são descartados por não servirem para o consumo humano e ao comércio

(PADILHA et al., 2005). Depois do período de engorda, os frangos são encaminhados para frigoríficos e abatedouros, onde são abatidos e enviados para comercialização, seja como frangos inteiros ou como cortes (SEBRAE, 2008).

A adubação orgânica tem sido uma das alternativas de adubação do solo e nutrição de plantas mais utilizada como substituto de fertilizantes químicos, possui vantagens na melhoria das condições físicas e químicas do solo por meio da incorporação de matéria orgânica (SOUZA, 1998).

Fertilizantes são substâncias minerais ou não minerais, de origem natural ou sintética, que são capazes de dar às plantas um ou mais nutrientes essenciais a seu desenvolvimento. O uso de fertilizantes proporciona o aumento da produção agrícola, desde que eles sejam aplicados da forma adequada e nas quantidades técnicas recomendadas para correção de deficiências nutricionais do solo e da cultura correspondente (CRUZ; PEREIRA; FIGUEIREDO, 2017).

De acordo com a Norma Brasileira (NBR) 10.004 (BRASIL, 2004), são denominados resíduos sólidos os resultantes de atividades industriais, doméstica, agrícolas, entre outras, incluindo os lodos das Estações de Tratamento de Efluentes (ETE's), resíduos gerados em equipamentos e instalações de controle da poluição, cujas particularidades tornem inviável o seu lançamento na rede pública de esgotos ou corpos de água, ou exijam para isso soluções técnica e economicamente inviáveis em face à melhor tecnologia disponível.

A resolução CONAMA nº 375, de 29 de agosto de 2006, define critérios e procedimentos, para o uso agrícola de lodos de esgoto gerados em estações de tratamento de efluente e seus produtos derivados, e dá outras providências (BRASIL, 2006).

Práticas adequadas de manejo dos resíduos são essenciais para que a indústria avícola cresça e se desenvolva sob as condições de restrições legais atualmente existentes. As operações de produção de frangos e poedeiras geram, anualmente, um grande volume de resíduos sob forma de esterco, efluentes, camas de aves e aves mortas. Além de seu uso como fertilizante orgânico, o esterco de aves pode ser usado em cultivos hortícolas, de fruteiras, florestas e como componente orgânico para composição de solo destinado a jardinagem (SEIFFERT, 2000). O autor também destaca níveis de nitrogênio, fósforo e potássio presentes no resíduo avícola, suficientes para atender consideráveis demandas.

Conforme Montagna (2017), os resíduos apresentam algumas características em função de suas propriedades físicas, químicas ou infectocontagiosas, que, se destinados de forma incorreta, podem apresentar: riscos à saúde pública, provocando mortalidade, aparecimento de doenças e; riscos ao meio ambiente, quando o resíduo for gerenciado de forma inadequada.

Uma preocupação decorrente deste resíduo é quanto à presença de microorganismos com elevado potencial patogênico, como a *Salmonellasp*, *Staphylococussp* e *Clostridiumsp*, que podem estar presentes nas carcaças dos animais e, assim, irão compor o efluente gerado com o abate (SALMINEN; RINTALA, 2002). Os usos industriais com maior potencial de aproveitamento do reuso em áreas de concentração significativa de indústrias são as torres de resfriamento, caldeiras, a construção civil, irrigação de áreas verdes e processos industriais (BRAGA et al., 2005).

O principal destino adotado, pelos produtores, para esses resíduos relaciona-se à sua composição e capacidade de suprir de nutrientes o solo e as plantas. No entanto, o volume de nutrientes adicionado ao solo deve equivaler-se ao retirado pelas plantas em um determinado tempo, de maneira que não haja deficiências nem excessos (BADO, 2006). A utilização desses resíduos na agricultura, por

exemplo, além de ter uma importância ambiental expressiva, surge como uma opção extremamente viável para o aumento da produtividade das culturas (GONÇALVES et al., 2018).

### 3. METODOLOGIA

O presente trabalho se baseou em uma pesquisa experimental acerca da análise de parâmetros químicos do resíduo sólido gerado por uma empresa de avicultura e de suas possíveis aplicações no seu reuso, com base nos parâmetros considerados. Primeiramente, foi realizada uma pesquisa técnica na empresa, cuja atividade é a avicultura. Nela, são realizadas atividades como, por exemplo, abate e comercialização de frangos. A empresa tem, em seus adeptos, um sistema de tratamento do efluente produzido. A visita técnica ocorreu com auxílio de técnicos da empresa responsáveis pelos setores de produção industrial e processamento dos resíduos. Nela, foram avaliados os seguintes quesitos:

- 1- Tipo do efluente gerado e seu processo de tratamento;
- 2- Destinação do resíduo, depois de passar pelas etapas do tratamento.

Após essa etapa, foi coletada uma amostra do resíduo seco, depois de passar por uma das etapas de tratamento, conforme mostra a **figura 1**.

**Figura 1.** Resíduo coletado



**Fonte:** Os Autores, 2018.

Posteriormente, foi feita uma secagem do resíduo em estufa a 121 °C de temperatura durante o período de duas horas, revolvendo a amostra em intervalos de 30 minutos (ANDREOLI et al., 2001). Após esse tempo, foi encaminhado o equivalente a 1.000 g do resíduo tratado para o laboratório de análise química de solos Raphael M. Bloise, da Universidade Federal do Espírito Santo (UFES), campus Alegre – Centro de Ciências Agrárias. Nesse local, foram avaliados os seguintes parâmetros: potencial hidrogeniônico (pH), fósforo (P), potássio (K), sódio (Na), cálcio (Ca), magnésio (Mg), alumínio (Al), capacidade de troca catiônica a pH 7 (T), índice de saturação em bases (V), capacidade de troca catiônica efetiva (t), soma de bases trocáveis (SB), índice de saturação em alumínio (m), nitrogênio (n) e acidez total ou potencial (H + Al).

De acordo com o laboratório, os equipamentos e procedimentos utilizados para quantificar os parâmetros foram, para cada um: 1- pH (por meio de relação solo-água); 2- fósforo (por extrator

Mehlich-1 e determinação por colorimetria); 3- potássio e sódio (por extrator Mehlich-1 e espectrofotometria de chama); 4- cálcio e magnésio (com base em extrator KCl 1 mol L<sup>-1</sup> e determinação por espectrometria de absorção atômica); 5- alumínio (extrator KCl 1 mol L<sup>-1</sup> e determinação por titulometria); 6- acidez total (por extrator acetato de cálcio 0,5 mol L<sup>-1</sup>); 7- nitrogênio (pelo método kjeldahl por meio de digestão sulfúrica e destilação com arraste de vapor). No entanto, o parâmetro matéria orgânica não foi analisado, devido à insuficiência dos equipamentos no momento das análises. Todos os dados foram agrupados em tabelas, para melhor análise.

Posteriormente, após a obtenção dos valores dos parâmetros, os resultados foram analisados, conforme a legislação vigente, para possíveis aplicações para solos cultiváveis. Cada parâmetro foi estudado de forma bem específica, de acordo com suas concentrações ou valores exigidos para uso como fertilizante, conforme apresentado nas **tabelas 1 e 2**, além de consultas na literatura considerada. Para soma de bases trocáveis (SB) e nitrogênio (n), não foram adotadas tabelas de classificação e, por isso, seus valores foram enquadrados conforme pesquisas na literatura considerada.

**Tabela 1.** Padrões ou níveis nutricionais para cada parâmetro, exceto SB, n e H+Al

Elemento/Unidade	Descrição	Baixo	Médio	Alto
pH (acidez)	Potencial hidrogeniônico	< 5,0	5,0 - 6,0	> 6,0
Al (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	Alumínio	< 0,5	0,5 - 1,0	> 1,0
Ca (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	Cálcio	< 1,6	1,6 - 3,0	> 3,0
Mg (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	Magnésio	< 0,4	0,4 - 1,0	> 1,0
K	Potássio	< 30	30 - 60	> 60
CTCe(cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	Capacidade de troca catiônica efetiva	< 2,0	2,0 - 4,0	> 4,0
CTC a pH 7,0 (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	Capacidade de troca catiônica a pH 7	< 5,0	5 - 15	> 15
m (%)	Índice de saturação em alumínio	< 30,0	30,0 - 50,0	> 50,0
V (%)	Índice de saturação em bases	<50,0	50 - 70	>70,0

Fonte: Adaptado de Embrapa, 2015.

**Tabela 2.** Padrões ou níveis nutricionais para soma de bases trocáveis (H + Al)

Elemento/Unidade	Descrição	Baixo	Médio	Alto
H + Al (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	Acidez total ou potencial	> 4,0	4,0 - 2,0	< 2,0

Fonte: Adaptado de Fundação Procafé, 2015.

#### 4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

O sistema de tratamento da empresa estudada possui as seguintes descrições, coletadas na pesquisa de campo:

O tipo de efluente gerado é constituído por óleo, gordura e lodo, sendo que este é composto por excesso de matéria orgânica. Com relação ao sistema de tratamento, primeiramente, o resíduo das aves é separado do efluente por meio de grades (gradeamento). Em seguida, com a separação, o efluente é encaminhado para um tanque homogeneizador, onde é homogeneizado através da inserção de floculantes. No final dessa etapa, há formação de uma camada de espuma que, como é menos densa, é retirada do restante do efluente com auxílio de uma pá gigante que fica na parte superior do tanque. Essa pá retira o excesso de matéria orgânica que, por sua vez, vai para um tanque de secagem através de seu transporte em tubulações, formando o chamado “lodo”. O resíduo seco, coletado para o estudo desse trabalho, apresenta essas etapas de processamento.

Nas demais partes do sistema, o efluente, depois de separado do resíduo, é levado para uma lagoa anaeróbia. Esse local, juntamente com a lagoa facultativa, constitui na parte final do sistema de tratamento. O efluente tratado é despejado em um rio que passa próximo à empresa. O material gerado serve como matéria-prima para fabricação de vários produtos como batom, ração para animais, protetor solar e tintas. Porém, com relação ao lodo, a indústria arca com despesas para que uma empresa faça serviços de coleta e transporte desse resíduo para um aterro.

Os valores dos parâmetros considerados nas análises de macronutrientes estão na **tabela 3**.

**Tabela 3.** Resultados dos parâmetros analisados

pH	Fósforo	Potássio	Sódio	Cálcio	Magnésio	Alumínio
4,98	4,84 mg dm <sup>-3</sup>	399,00 mg dm <sup>-3</sup>	181,00 mg dm <sup>-3</sup>	6,85 Cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>	1,07 Cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>	1,6 Cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>
H + Al	Soma de bases trocáveis (SB)	Capacidade de troca catiônica efetiva (t)	Capacidade de troca catiônica a pH 7 (T)	Índice de saturação em bases (V)	Índice de saturação em alumínio (m)	Nitrogênio
51,23 Cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>	4,84 Cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>	11,34 Cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>	60,97 Cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>	15,97%	14,11%	4,90 dag kg <sup>-1</sup>

Fonte: Os Autores, 2018.

O valor do pH foi classificado como baixo, ficando, assim, abaixo do que é recomendado para adubação, que seria um pH de caráter mais neutro. Os solos agrícolas brasileiros, na maioria, apresentam média a alta acidez, o que traz como consequência a baixa produtividade das culturas (VELOSO et al., 1992). Dessa forma, o teor de pH encontrado no resíduo avícola não favorece uma boa produtividade, para determinado cultivo, portanto, sua aplicação não exerce melhoria em relação a esse parâmetro, quando aplicado em um solo.

Assim como o pH, o valor de fósforo também foi baixo. As limitações na disponibilidade de fósforo no início do ciclo vegetativo podem resultar em restrições no desenvolvimento, das quais a planta não se recupera posteriormente, mesmo aumentando o suprimento de fósforo a níveis adequados (GRANT et al., 2001). No resíduo analisado, a disponibilidade dessa substância é muito baixa para suprir uma considerável demanda de uma planta.

Quanto ao potássio, este apresentou resultado muito alto para sua aplicação agrícola. De acordo com Embrapa (2003), a agricultura orgânica é um sistema produtivo que possibilita o uso de fontes alternativas de potássio.

O potássio é um dos macronutrientes mais utilizados pelas plantas, perdendo apenas para o nitrogênio, sendo que altos rendimentos implicam em maior necessidade de potássio pela cultura. Os solos brasileiros, em geral, apresentam carência dessa substância (EMBRAPA, 2003). No resíduo estudado, o índice de potássio é excepcional para suprir sua deficiência em solos cultiváveis.

Assim como o parâmetro explicado anteriormente, foi observado um valor muito elevado para o cálcio. Essa substância promove a redução da acidez do solo, melhora o crescimento das raízes, aumento da atividade microbiana e da disponibilidade de nutrientes. Além disso, diminui a toxidez do alumínio (Al), cobre (Cu) e manganês (Mn). Plantas que apresentam altos teores de cálcio resistem a melhor a toxidez desses elementos (AGROLINK, 2016). O resíduo apresentou valor elevado para o

cálcio, sendo importante na aplicação em solos para minimizar a toxicidade de algumas substâncias químicas e na maior fertilidade.

Com relação ao magnésio, este foi um parâmetro determinado em quantidade alta. De acordo com Cakmak e Yazici (2010), o magnésio possui várias funções quando absorvido pelas plantas como, por exemplo, fixação fotossintética do dióxido de carbono, síntese proteica e formação de clorofila. Ainda segundo os autores, muitos processos fisiológicos e bioquímicos nas plantas são afetados pela falta de magnésio, provocando prejuízos no crescimento e na produção. Dessa forma, o teor de magnésio encontrado no resíduo é satisfatório na fertilização, contribuindo, assim, em um melhor funcionamento do organismo das plantas.

O alumínio é um dos principais fatores acidificantes, especialmente em solos de regiões tropicais, sendo que, em geral, seu conteúdo é muito maior na raiz do que em outras partes da planta. Sua absorção pela planta ocorre principalmente em sua forma mais tóxica (RIBEIRO; VILELA, 2007). A presença de alumínio no solo pode inibir o crescimento radicular e influenciar a disponibilidade de outros nutrientes e processos como a mineralização da matéria orgânica (EMBRAPA, 2015). Conforme o índice de alumínio encontrado, sua quantidade determinada foi alta, entretanto, não satisfatória. O alumínio, por contribuir na acidez de um solo, pode acarretar problemas semelhantes aos provocados pelo pH como, por exemplo, prejuízos na produtividade vegetal.

Quanto mais baixo for o pH, mais elevado é o valor da acidez total ou parcial ( $H + Al$ ) que, por sua vez, é utilizada para o cálculo da capacidade de troca catiônica e da saturação por bases (EMBRAPA, 2015). O resultado encontrado em relação a esse parâmetro foi extremamente baixo, contrariando a ideia exposta por Embrapa (2015), pois o valor do pH também foi baixo. Para o  $H + Al$ , a condição de menores níveis é a mais adequada (FUNDAÇÃO PROCAFÉ, 2018), portanto, no resíduo analisado, esse parâmetro não está em conformidade para aplicação em cultivos.

A soma de bases trocáveis (SB) reflete a soma de cálcio, magnésio, potássio e, se for o caso, também o sódio. Essa soma dá uma indicação do número de cargas negativas dos colóides que está ocupado por bases. Além disso, permite calcular a percentagem de saturação de alumínio e a de bases da CTC efetiva (LOPES; GUILHERME, 2004). Este parâmetro, ao contrário dos demais descritos nos parágrafos anteriores, não possui uma classificação específica, uma vez que o valor da soma de bases trocáveis é utilizado para estimar outros parâmetros.

A capacidade de troca catiônica (CTC) é definida como a quantidade de íons eletropositivos que um solo pode reter em determinadas condições (VAN RAIJ; KÜPPER, 1966), sendo um dado a ser considerado no manejo da adubação; em solos de baixa CTC, o parcelamento do nitrogênio e potássio é necessário para evitar perdas por lixiviação (EMBRAPA, 2015). Os valores obtidos para as capacidades de troca catiônica efetiva e a pH 7 foram classificados como alto, em decorrência dos elevados valores obtidos para os parâmetros nitrogênio e potássio.

O índice de saturação por bases ( $v$ ) é a proporção da capacidade de troca catiônica ocupada pelas bases (EMBRAPA, 2015). Esse índice é um excelente indicativo das condições gerais de fertilidade e do solo, sendo que  $v \geq 50\%$  indica solos férteis e  $v < 50\%$  indica solos pouco férteis (EMBRAPA, 2010). O resíduo estudado apresentou valor baixo desse parâmetro, indicando que não há grande fertilidade. Dessa forma, sua aplicação em solos não iria contribuir para um aumento de saturação por bases das áreas cultivadas.

Quando a saturação por alumínio (m) é alta, ou seja, maior ou igual a 50%, o solo é ácido, ou seja, pobre em cálcio, mas com alto teor de alumínio tóxico para as raízes (PRADO; CARVALHO, 2018). No caso do resíduo analisado, o valor de m foi inferior a 30%, ou seja, baixo, indicando índice de cálcio elevado, como já foi discutido neste trabalho.

O nitrogênio, para as plantas, é importante, entre outros fatores, para estimar o crescimento das raízes, ajudar na absorção de cálcio e cumprir função estrutural e participativa em processos metabólicos (RIBEIRO; VILELA, 2007). Como não há um número específico de teores de nitrogênio para as plantas, caracterizar esse valor é um procedimento mais complexo. Dessa forma, é relevante comparar os teores de nitrogênio em outras fontes de adubação orgânica com àquela considerada neste trabalho. A **tabela 5** mostra, em detalhes, a porcentagem de nitrogênio presente em alguns adubos minerais orgânicos.

**Tabela 5.** Teores médios de nitrogênio para alguns adubos orgânicos.

Adubo orgânico	Teores médios de nitrogênio
Bagaço/cana	1,07%
Palha/café	1,37%
Esterco bovino	1,27%
Esterco equino	1,44%
Esterco ovino	2,13%
Composto	1,37%
Vermicomposto	1,87%

Fonte: Martins, 2006.

O valor encontrado no resíduo analisado foi de 4,9 dag kg<sup>-1</sup> ou 4,9%. Comparando com os demais fertilizantes da tabela, foi o teor de nitrogênio mais elevado. Isso pode ser importante para alguns cultivos, entretanto, é relevante entender os padrões nutricionais de cada espécie, para que não há excesso de nitrogênio. Ribeiro e Vilela (2007) destacam os prejuízos do excesso de nitrogênio na planta, que podem ser: aumento da fase vegetativa, atraso no florescimento e redução da frutificação.

De maneira geral, é importante frisar que os valores estimados para o resíduo da indústria avícola não estão totalmente regulares, havendo excesso ou carência, na maioria dos parâmetros. A aplicação desse material como fertilizante, no ponto de vista ambiental, é recomendada, pois ajuda na reciclagem de um recurso que traria problemas ambientais severos, caso não fosse destinado de forma adequada, de acordo com a norma ABNT NBR 10.004 (BRASIL, 2004).

A aplicação do resíduo como fertilizante agrícola é mais recomendada em situações que há pouca fertilidade do solo de um local, com déficit de alguns nutrientes como nitrogênio e fósforo, desde que não seja em grandes quantidades. A avicultura pode impactar a água de várias maneiras como, por exemplo, quando não há um tratamento e destinação adequados do resíduo (EMBRAPA, 2011). Dessa forma, o resíduo tem relevante importância para uso como fertilizante ecológico, apesar de necessitar ainda de estudos mais profundos acerca do comportamento das plantas com o uso desse material.

## 5. COMENTÁRIOS FINAIS

No cultivo de plantas, o resíduo apresenta boas concentrações de alguns nutrientes benéficos.



Contudo, teores vistos em outros nutrientes não são favoráveis às plantas como, por exemplo, pH e alumínio. O sistema de tratamento da indústria afeta nos valores dos macronutrientes, pois ajuda a reduzir microorganismos patogênicos e na secagem do resíduo. Há desequilíbrio na quantidade de macronutrientes no resíduo, o que afeta a disponibilidade de nutrientes no solo. No ponto de vista funcional das plantas, a aplicação desse adubo depende dos padrões nutricionais exigidos, sobretudo com relação ao nitrogênio. Um dos grandes desafios para futuras pesquisas sobre esse resíduo da empresa está relacionado ao balanceamento dos nutrientes, além de estudos experimentais sobre a aplicação do mesmo em diferentes espécies de plantas e análise de viabilidade econômica.

## REFERÊNCIAS

- AGROLINK. **Cálcio**. Disponível em: <[https://www.agrolink.com.br/fertilizantes/calcio\\_361447.html](https://www.agrolink.com.br/fertilizantes/calcio_361447.html)>. Acesso em: 8 mai. 2018.
- ANDREOLI, C. V. **Resíduos sólidos do saneamento: processamento, reciclagem e disposição final**. 1.ed. Rio de Janeiro: ABES, 2011.
- BADO, C. **Gestão de resíduos resultantes da produção de frangos de corte**. 2006. 63f. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2006.
- BRAGA, B. et al. **Introdução à Engenharia Ambiental**. 2.ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2005
- BRASIL. Associação Brasileira de Normas Técnicas. **Resíduos sólidos – classificação**. Rio de Janeiro: ABNT, 2004. 71p.
- BRASIL. Resolução nº 375, de 29 de agosto de 2006. Define critérios e procedimentos para o uso agrícola de lodos de esgotos gerados em estações de tratamento de esgoto sanitário e seus produtos derivados, e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, 30 ago. 2006. Seção 1, p. 141-146.
- CAKMAK, I.; YAZICI, A. M. Magnésio: um elemento esquecido na produção agrícola. **Better Crops**, v. 94, n. 2, p. 23-25, 2010.
- CRUZ, A. C.; PEREIRA, F. dos S.; FIGUEREDO, V. S. Fertilizantes organominerais de resíduos do agronegócio: avaliação do potencial econômico brasileiro. **BNDES Setorial**, n. 45, p. 137-187, 2017.
- EMBRAPA. **A importância estratégica do potássio para o Brasil**. 1.ed. Planaltina: Embrapa Cerrados, 2003. 27f.
- EMBRAPA. **Conceitos de fertilidade do solo e manejo adequado para regiões tropicais**. 1.ed. Campinas: Embrapa Monitoramento por Satélite, 2010. 26f.
- EMBRAPA. **Manejo ambiental na avicultura**. 1.ed. Concórdia: Embrapa Suínos e Aves, 2011. 221 p.
- EMBRAPA. **Guia prático para interpretação de resultados de análises de solos**. Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2015. 13f.
- FUNDAÇÃO PROCAFÉ. **Padrões referenciais**. Disponível em: <<http://www.fundacaoprocafe.com.br/laboratorio/solos-e-folhas/padroes-referenciais>>. Acesso em: 15 mai. 2018.
- GONÇALVES, J. C. et al. Análise socioambiental da geração de resíduos da atividade agrícola e sucroenergética. **Educação Ambiental em Ação**, n. 62, 2018.

GRANT, C. A. et al. A importância do fósforo no desenvolvimento inicial da planta. **Informações Agronômicas**, n. 95, set. 2001.

LOPES, A. S.; GUILHERME, L. R. G. **Interpretação de análise de solo**: conceitos e aplicações. Lavras: ANDA, 2004. 50f.

MARTINS, A. G. **Adubação orgânica ou não, eis a questão**. Disponível em: <<https://www.cafepoint.com.br/noticias/tecnicas-de-producao/adubacao-organica-ou-nao-eis-a-questao-31999n.aspx>>. Acesso em: 23 mai. 2018.

MENEZES, N.; RAMOS, G. **A importância do tratamento de efluentes orgânicos e industriais como mecanismo de reaproveitamento de água em indústrias**: análise do programa das bactérias Moura em Belo Jardim. Disponível em: <<http://www.ibeas.org.br/congresso/Trabalhos2010/II-001.pdf>>. Acesso em: 21 abr. 2018.

MONTAGNA, T. B. **Levantamento e análise de técnicas para disposição e tratamento de dejetos de suínos e de aves em estabelecimentos rurais familiares**. 2017. 157f. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Francisco Beltrão, 2017.

OLIVEIRA, A. R. de M. **Biodigestão anaeróbia de efluente de abatedouro avícola**. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados, 2011.

PLANTE CERTO. **Tabelas de interpretação**. Disponível em: <[http://www.plantecerto.com.br/index.php?option=com\\_content&view=article&id=54&Itemid=84](http://www.plantecerto.com.br/index.php?option=com_content&view=article&id=54&Itemid=84)>. Acesso em: 5 mai. 2018.

PRADO, H. do.; CARVALHO, J. P. de. **Solos e ambientes de produção para o agricultor**. Disponível em: <[http://www.pedologiafacil.com.br/artig\\_7.php](http://www.pedologiafacil.com.br/artig_7.php)>. Acesso em: 9 mai. 2018.

RIBEIRO, D. O.; VILELA, L. A. F. **Nutrientes**. Mineiros: s.e., 2007. 54f.

SANTOS, N. M.; MALHEIROS, R.; TAVEIRA, R. Z. Disposição adequada de resíduos orgânicos gerados no setor de avicultura de produção de frangos de corte por meio da compostagem. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GESTÃO AMBIENTAL, 8., 2017, Campo Grande. **Gestão ambiental...** Campo Grande: UCDM, 2017.

SEBRAE – Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas. **Cadeia produtiva da avicultura**: cenários econômicos e estudos setoriais. Recife, 2008.

SEIFFERT, N. F. **Planejamento da atividade avícola visando qualidade ambiental**. Disponível em: <[http://docsagencia.cnptia.embrapa.br/suino/anais/anais65\\_seiffert.pdf](http://docsagencia.cnptia.embrapa.br/suino/anais/anais65_seiffert.pdf)>. Acesso em: 27 abr. 2018.

SUNADA, N. da S. **Efluente de abatedouro agrícola**: processos de biodigestão anaeróbia e compostagem. 2011. 75f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados, 2011.

VAN RAIJ, B.; KÜPPER, A. Capacidade de troca de cátions em solos. **Boletim Científico do Instituto Agronômico do Estado de São Paulo**, v. 25, n. 30, p. 327-336, 1966.

VELOSO, C. A. C. et al. Efeito de diferentes materiais no pH do solo. **Scientia Agrícola**, v. 49, n. 1, p. 123-128, 1992.