



WAGNER GUSTAVO ZUFFI

**A DEFECÇÃO DE *Bubulcus ibis* GARÇA-VAQUEIRA
(PELECANIFORMES: ARDEIDAE), ALTERA A COMPOSIÇÃO
QUÍMICA DO SOLO?**

LAVRAS - MG

2023

WAGNER GUSTAVO ZUFFI

**A DEFECAÇÃO DE *Bubulcus ibis* GARÇA-VAQUEIRA (PELECANIFORMES:
ARDEIDAE), ALTERA A COMPOSIÇÃO QUÍMICA DO SOLO?**

Trabalho de conclusão de curso apresentado à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências obrigatórias da disciplina de Estágio Supervisionado/TCC do Curso de Graduação em Engenharia Florestal, para a obtenção do título de Bacharel.

Orientador

Dr. Marco Aurélio Leite Fontes

Coorientador

Dr. Aloysio Souza de Moura

LAVRAS – MG

2023

WAGNER GUSTAVO ZUFFI

**A DEFECAÇÃO DE *Bubulcus ibis* GARÇA-VAQUEIRA (PELECANIFORMES:
ARDEIDAE), ALTERA A COMPOSIÇÃO QUÍMICA DO SOLO?**

**DOES THE DEFECATION OF *Bubulcus ibis* CATTLE EGRET (PELECANIFORMES:
ARDEIDAE) ALTER THE CHEMICAL COMPOSITION OF THE SOIL?**

Trabalho de conclusão de curso apresentado à
Universidade Federal de Lavras, como parte
das exigências obrigatórias da disciplina de
Estágio Supervisionado/TCC do Curso de
Graduação em Engenharia Florestal, para a
obtenção do título de Bacharel.

_____ em 16 de Janeiro de 2023.

Dr. Marco Aurélio Leite Fontes	DCF
Dr. Aloysio Souza de Moura	DCF
Dr. Felipe Santana Machado	SEE / Estado de Minas Gerais

Dr. Marco Aurélio Leite Fontes
Orientador

**LAVRAS – MG
2023**

*A minha família, meus pais e meus irmãos, aos
meus Professores, Orientadores e Coorientadores, a
minha companheira, e aos meus amigos.*

Dedico

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, por toda benção e proteção até o presente momento, sempre me guiando e me mantendo forte. Agradeço a minha família, meus pais Susi e Wagner e meus irmãos Amanda e Armando, por todo apoio, amor, carinho e paciência depositada durante toda a etapa da minha formação, e por serem meus maiores exemplos de vida, e também a minha companheira Liliana que sempre esteve presente ao meu lado me apoiando durante toda minha graduação.

Aos meus Professores, Orientadores e Coorientadores, em especial Marco Aurélio Leite Fontes e Aloysio Souza de Moura pelo apoio e entusiasmo em repassar todo conhecimento necessário para o meu desenvolvimento, e a todos os meus amigos que fiz durante este período acadêmico.

Agradeço também a UFLA, e ao corpo docente do curso de Engenharia Florestal, à PRAEC e os auxílios financeiros fornecidos através de bolsa PIBIC entre outros benefícios.

OBRIGADO!

RESUMO

Fitofisionomias florestais muitas vezes são utilizadas pelas aves como poleiros naturais para alimentação, abrigo e áreas de reprodução. Algumas espécies de aves do Brasil, como a garça-vaqueira, *Bubulcus ibis* (Linnaeus, 1758), possuem o hábito de permanecer em um determinado local por extensos períodos, podendo chegar a grandes populações formando um ninhal (área de nidificação, e ou pernoite). Esta interação, devido à defecação das aves, pode alterar a estrutura e composição química do solo.

Este estudo teve como objetivo avaliar a composição química do solo de ninhais, e testar a hipótese de que a presença de ninhal altera as propriedades do solo com a defecação das aves. Para este estudo, foram implantadas seis parcelas (10x20 metros) em três fragmentos de florestas ciliares restauradas, sendo três parcelas implantadas nas áreas de influência direta do ninhal e outras três fora da área de influência. Em cada uma das parcelas, foram coletadas amostras de solo. Os fragmentos florestais situam-se no campus da Universidade Federal de Lavras, no município de Lavras, sul do estado de Minas Gerais. Após a comparação das análises químicas do solo, nos três fragmentos florestais, as áreas de influência direta dos ninhais se mostraram com uma maior concentração dos elementos fósforo e potássio, alterando as propriedades químicas do solo. O acúmulo de fósforo e potássio detectado neste estudo, demonstra que ninhais de aves alteram a composição química do solo.

Palavras-chave: Avifauna, Elementos-químicos, Solos.

ABSTRACT

Forest phytophysionomies are often used by birds as natural perches for food, shelter and reproduction areas. Some species of birds in Brazil, such as the Cattle Egret, *Bubulcus ibis* (Linnaeus, 1758), have the habit of staying in a certain place for long periods, and can reach large populations forming a nest (nesting area, and/or overnight stay).). This interaction, due to the defecation of birds, can change the structure and chemical composition of the soil.

This study aimed to evaluate the chemical composition of nesting soil, and test the hypothesis that the presence of nesting changes soil properties with bird defecation. For this study, six plots (10x20 meters) were implanted in three fragments of restored riparian forests, three plots implanted in the areas of direct influence of the nesting and three others outside the area of influence. In each of the plots, soil samples were collected. The forest fragments are located on the campus of the Federal University of Lavras, in the municipality of Lavras, south of the state of Minas Gerais. After comparing the chemical analyzes of the soil, in the three forest fragments, the areas of direct influence of the nesting areas showed a higher concentration of the elements phosphorus and potassium, altering the chemical properties of the soil. The accumulation of phosphorus and potassium detected in this study demonstrates that nesting birds alter the chemical composition of the soil.

Key-words: Avifauna, Chemical-elements, Soils.

LISTA DE FIGURAS

ARTIGO 1

Figura 1	19
Figura 2	22
Figura 3	22

SUMÁRIO

PRIMEIRA PARTE

1	INTRODUÇÃO GERAL.....	10
2	REFERENCIAL TEÓRICO.....	11
3	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	16

SEGUNDA PARTE

4	ARTIGO 1 A DEFECÇÃO DE <i>Bubulcus ibis</i> GARÇA-VAQUEIRA (PELECANIFORMES: ARDEIDAE), ALTERA A COMPOSIÇÃO QUÍMICA DO SOLO? SUGESTÃO PARA UMA NOVA LINHA DE PESQUISA NO BRASIL.....	17
	REFERÊNCIAS	21
5	ARTIGO 2 ACÚMULO DE FÓSFORO NO SOLO DEVIDO À DEFECÇÃO DE AVES: UM CASO DE UM NINHAL DA GARÇA-VAQUEIRA, <i>Bubulcus</i> <i>ibis</i> (LINNAEUS, 1758), NO SUL DO ESTADO DE MINAS GERAIS.....	23
	REFERÊNCIAS.....	27
6	ANEXOS Tabela 1	29
	Tabela 2	30

PRIMEIRA PARTE

INTRODUÇÃO GERAL

De acordo com o (Manual de Normas para realização de Estágio Supervisionado e Trabalho de Conclusão de Curso, 2015), fornecido pela disciplina de Estágio Supervisionado/TCC (PRG305), O trabalho de conclusão de curso (TCC) de graduação em Engenharia Florestal da Universidade Federal de Lavras (UFLA) é uma atividade acadêmica obrigatória com objetivo de consolidar e integrar os conhecimentos adquiridos pelo estudante, de forma a capacitar o estudante a descrever e analisar informações, sintetizar, discutir e redigir documento com conteúdo técnico e científico e defender seus argumentos perante uma banca examinadora.

Desta maneira, este trabalho foi desenvolvido seguindo os objetivos sugeridos pela disciplina, a fim de buscar um tema de cunho técnico e científico que estimula a comprovação da hipótese gerada a partir da questão envolvendo a presença de ninhal da espécie de ave, a Garça-vaqueira (*Bubulcus ibis*, Linnaeus, 1758), em três áreas de fragmentos de florestas ciliares restauradas no *Campus* da UFLA, em Lavras-MG.

Algumas das várias espécies de aves que ocorrem no Brasil, como a exemplo *B. ibis*, possuem o hábito de permanecer em um determinado local por extensos períodos, podendo chegar a grandes populações formando áreas de nidificação (ninhal) ou de pernoite. As árvores muitas vezes são utilizadas por essa espécie como poleiros naturais para abrigo, alimentação e reprodução (SICK, 1997). Por consequência estes locais acumulam uma camada de fezes sobre o solo decorrente da defecação das aves (ZUFFI et al., 2021), o que pode alterar na estrutura e composição química do mesmo. Este estudo buscou comprovar se a presença dessas populações de aves altera a composição química do solo.

1. REFERENCIAL TEÓRICO

1.1 Garça-vaqueira (*Bubulcus ibis*)

A garça-vaqueira, *Bubulcus ibis* (LINNAEUS, 1758) (PACHECO, 2021), espécie da Ordem *Ciconiiformes*, colonizou o nordeste da América do Sul e da América do Norte por volta do ano de 1900 (RICE, 1956).

A presença da garça-vaqueira é associada a presença de grandes animais de pastejo. Segundo (SICK, 1997) o aumento populacional de propagação desta espécie, se deve ao incremento da criação de gado. Esta espécie é oportunista, e possui o hábito de formar grandes populações, por longos períodos de tempo, e são avistadas em áreas antrópicas e em ambientes naturais modificados, associada a locais de despejo de resíduos sólidos, pastagens e aeroportos (POMEROY, 1975; FELLOWS & PATON, 1988; SICK, 1997).

A sua dieta é principalmente constituída por insetos, porém como são oportunistas, apresenta também uma ampla variedade de itens alimentares como invertebrados aquáticos, aracnídeos, pequenos peixes, anfíbios, répteis, aves e mamíferos (LOWE-MACCONNEL, 1967; SICK, 1997; BELLA & AZEVEDO-JUNIOR, 2004).

As garças em geral, reproduzem-se em colônias conhecidas como garçais ou ninhais, frequentemente mistas. Antes do anoitecer as garças partem dos locais de forrageamento em direção aos seus sítios ou colônias de pernoite, podendo estes locais se transformar em áreas de nidificação (VINCENT, 1947).

1.2 Composição química do solo

Os solos são constituídos basicamente por partes sólidas, líquidas e gasosas, tridimensionais e dinâmicas, advindos de materiais minerais e orgânicos que predominam na superficial terrestre (EMBRAPA, 2006). A massa porosa dos solos, normalmente são ocupadas pela água, não se trata de água pura, mas de uma solução que contém diversos solutos que influem no desenvolvimento da vegetação (MIRANDA, Josias et al, 2006).

Monitorar a composição da solução do solo, é muito utilizado em experimentos agrícolas a fim de avaliar a evolução da fertilidade do solo (SMETHURST, 2000; SILVA JÚNIOR et al., 2010).

Os elementos mais comuns presentes nos solos são, o carbono (C), o oxigênio (O) e o hidrogênio (H) que surgem respectivamente do ar, e da água. Entre os nutrientes responsáveis pelo desenvolvimento das plantas, divididos em duas categorias, temos os denominados macronutrientes, que são absorvidos em grande quantidade pelas plantas: nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg), e enxofre (S). E os micronutrientes, assim chamados por serem absorvidos em menores quantidades: ferro (Fe), manganês (Mn), zinco (Zn) e molibdênio (Mo).

1.3 Elemento Fósforo (P)

Os solos tropicais apresentam baixo teor de fósforo (MACHADO et al., 2010), e é conhecido como um elemento finito, sendo um dos nutrientes mais limitantes no crescimento das plantas (BOVI et al., 2002). Em ambientes com pH mais elevado, a formação de fosfatos de cálcio, de baixa solubilidade, passam a controlar o fósforo (P). Entretanto, em ambientes com baixo pH, a formação de fosfatos de alumínio, também de baixa solubilidade, determinam a presença de P em solução. (ERNANI et al. 2000; NOLLA e ANGHINONI, 2006).

Além disso, é sabido que o desenvolvimento de um vegetal depende individualmente do nível de cada nutriente essencial (MARSCHNER, 1995). O fósforo (P) aumenta o vigor e o desenvolvimento das plantas (CECATO et al., 2007).

A limitação de P na fase inicial da planta, pode resultar em danos irreversíveis no seu desenvolvimento, pelos quais o indivíduo fica incapaz de se recuperar, mesmo com posterior suprimento a níveis adequados de nutrientes (GRANT et al., 2001).

1.4 Elemento Potássio (K)

Em geral, os solos brasileiros apresentam carência de potássio (K), e a baixa capacidade de troca catiônica (CTC) desses solos implica em baixa capacidade de armazenamento deste elemento (KINPARA, D, 2003).

O potássio (K) é um dos macronutrientes mais utilizados pelos vegetais, além de ser bastante móvel na solução do solo e sua absorção é altamente seletiva (CHEN & GABELMAN, 2000).

As principais funções desse nutriente, embora não estejam totalmente definidas, estão ligadas a processos vitais, tais como: fotossíntese, translocação e balanço iônico (MARSCHNER, 1995).

Em um estudo foi observado que as respostas às adubações potássicas não foram tão expressivas como as fosfatadas. Sendo constatado que o efeito do potássio estava associado à correção da acidez e à deficiência de outros nutrientes (VILELA, L, 2004).

REFERÊNCIAS

- AMARAL, M.V.D. **Ocorrência de aves marinhas no Arquipélago da Vitória, Ilha Bela-SP.** São Vicente: Unesp. 34p, 2009.
- BAHIA, G.R. & FERREIRA, R.L. Influência das características físicoquímicas e da matéria orgânica de depósitos recentes de guano de morcego na riqueza e diversidade de invertebrados de uma caverna calcária. **Revista Brasileira de Zootecias** 7(1): 165-180, 2005.
- BENCKE G.A. et al. Annotated checklist of the birds of Brazil by the Brazilian Ornithological Records Committee / **Lista comentada das aves do Brasil pelo Comitê Brasileiro de Registros**, 2015.
- BOVI, M.L.A. et al. Resposta de crescimento da pupunheira à adubação de NPK. **Scientia Agricola** 59: 161-166, 2002.
- CECATO, U. et al. Características morfogênicas do capim Mombaça (*Panicum maximum* Jacq. cv. Mombaça) adubado com fontes de fósforo, sob pastejo. **Revista Brasileira Zootecnia**, v. 36, p. 1699-1706, 2007.
- CHEN, JIANJUN; GABELMAN, WARREN H. Morphological and physiological characteristics of tomato roots associated with potassium-acquisition efficiency. *Scientia Horticulturae*, v. 83, n. 3-4, p. 213-225, 2000.
- DEL-CLARO, K. et al. **A importância de estudos sobre história natural para a melhor compreensão das redes de interações animal-plantas.** Biosci. J., Uberlândia, v. 29, n. 2, p. 439-448, Mar./Abr. 2013.
- DIAS, N. DA S. et al. Manejo da fertirrigação e controle da salinidade do solo sob ambiente protegido, utilizando-se extratores de solução do solo. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.9, n.4, p.496-504, 2005.
- EMBRAPA. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos.** 2 ed. Rio de Janeiro: EMBRAPA;. 306, 2006.
- ERNANI, P.R. et al. Influência da combinação de fósforo e calcário no rendimento de milho. **R. Bras. Ci. Solo**, 24:537-544, 2000.
- GRANT, C. A. et al. A importância do fósforo no desenvolvimento inicial da planta. **Informações Agrônomicas**, Piracicaba, v. 95, p. 1-16, 2001.
- KINPARA, D. I. A importância estratégica do potássio para o Brasil. 2003.
- MACHADO, R.V.; RIBEIRO, R.C.D.C.; ANDRADE, F.V.; PASSOS, R.R. & MESQUITA, L.F. **Utilização de resíduos oriundos do corte de rochas ornamentais na correção da acidez e adubação de solos tropicais.** Rio de Janeiro: CETEM/MCT. 50p, 2010.

- MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants**. 2a ed. Academic. London. 889 p. 1995.
- MIRANDA, JOSIAS et al. Composição química da solução de solo sob diferentes coberturas vegetais e análise de carbono orgânico solúvel no deflúvio de pequenos cursos de água. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 30, p. 633-647, 2006.
- NOLLA, A.; ANGHINONI, I. Atividade e especiação química na solução afetadas pela adição de fósforo em latossolo sob plantio Direto em diferentes condições de acidez. **R. Bras. Ci. Solo**, 30:955-963, 2006.
- NUNES, A. P.; TOMAS, W. M. **Aves migratórias e nômades ocorrentes no Pantanal. Embrapa Pantanal-Livro científico (ALICE)**, 2008.
- OLIVEIRA, F. A. et al. Calibração de extratores providos de cápsula porosa para monitoramento da salinidade e da concentração de íons. **Eng. Agríc. [online]**, vol.31, n.3, pp. 520-528, 2011.
- PACHECO, J. F. et al. Annotated checklist of the birds of Brazil by the Brazilian Ornithological Records Committee - second edition. *Ornithology Research*, v. 29, n. 2, p. 94-105, 2021.
- PIACENTINI, V. D. Q. et al. Annotated checklist of the birds of Brazil by the Brazilian Ornithological Records Committee/Lista comentada das aves do Brasil pelo Comitê Brasileiro de Registros Ornitológicos. **Revista Brasileira de Ornitologia**, 23(2), 91-298, 2015.
- SICK, H. **Ornitologia Brasileira**. Ed. Nova Fronteira: Rio de Janeiro. 912p.
- VILELA, L.; SOUSA, DMG de; SILVA, JE da. Adubação potássica. Cerrado: correção do solo e adubação, v. 2, p. 169-183, 2004.
- YAMADA. Et al. **Fósforo na agricultura brasileira**. Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 2004.
- ZUFFI, W.G.. et al. A defecação de *Bubulcus ibis*, garça-vaqueira (Pelecaniformes: Ardeidae), altera a composição química do solo? Sugestão para uma nova linha de pesquisa no Brasil. **Atualidade Ornitológicas** 128: 22-23, 2021.

SEGUNDA PARTE - ARTIGOS

ARTIGO 1

**A DEFECAÇÃO DE *Bubulcus ibis* GARÇA-VAQUEIRA (PELECANIFORMES:
ARDEIDAE), ALTERA A COMPOSIÇÃO QUÍMICA DO SOLO? SUGESTÃO PARA
UMA NOVA LINHA DE PESQUISA NO BRASIL**

Artigo publicado e seguindo as normas segundo a revista "Atualidades Ornitológicas"

A defecação de *Bubulcus ibis* garça-vaqueira (Pelecaniformes: Ardeidae), altera a composição química do solo? Sugestão para uma nova linha de pesquisa no Brasil

Wagner Gustavo Zuffi¹, Aloysio Souza de Moura^{1,2}, Felipe Santana Machado¹, Ravi Fernandes Mariano¹ & Marco Aurélio Leite Fontes¹

1 Laboratório de Ecologia Florestal, Departamento de Ciências Florestais (DCF), Universidade Federal de Lavras (UFLA).

A garça-vaqueira, *Bubulcus ibis* (Linnaeus, 1758), originária do Velho Mundo, após sua expansão no continente africano a partir de 1900, colonizou o nordeste da América do Sul e a América do Norte, onde se estabeleceu abundantemente. Sua presença é associada com a presença de grandes animais de pastejo. O motivo que impulsionou a explosão populacional e o acelerado ritmo de propagação desta espécie foi o imenso incremento da criação de gado no continente americano. Esta ave é conhecida como espécie oportunista de áreas antrópicas e de ambientes naturais modificados, sendo associada a locais de despejo de resíduos sólidos, pastagens e também aeroportos.

Algumas espécies de aves, como a *B. ibis*, possuem o hábito de permanecer em um determinado local por extenso período, podendo chegar a grandes populações, formando um ninhal. Pouco é conhecido de sua ecologia no país, pois se reproduzem em colônias mistas ou homogêneas em diferentes regiões e em diferentes períodos do ano. As garças, em geral, reproduzem-se em colônias conhecidas como garçais ou ninhais, frequentemente mistas. Antes do anoitecer partem dos locais de forrageamento em direção aos seus sítios ou colônias de pernoite, podendo estes locais se transformarem em áreas de nidificação.

O objetivo deste estudo foi, por meio de análises laboratoriais do solo de um ninhal, avaliar se a composição química do solo se altera devido à defecação destas aves. E também incentivar esta linha de pesquisa no país com outras espécies que também possuam hábitos gregários.

O estudo foi realizado em uma área de nidificação (ninhais) localizada na UFLA, Universidade Federal de Lavras (21°13'39.85''S, 44°58'41.17''W, 917m), no município de Lavras, sul do estado de Minas Gerais, sudeste brasileiro. A paisagem do Campus da UFLA é composta por fragmentos de floresta estacional semidecidual, florestas ciliares, áreas de restauração florestal,

áreas de cultivo de eucaliptos e pinus, áreas de cultivo experimentais (pomar, milho, feijão), áreas construídas (prédios, galpões, estufas), pastagens, jardins e lagos; Entretanto os registros foram feitos em áreas de florestas ciliares (Figura 1). O clima da área estudada, segundo a classificação climática de Köppen, é do tipo CWA, com precipitação média anual de 1.529,7 mm e temperatura média anual de 19,4°C. A amostragem foi realizada por meio de quatro parcelas (20x10m) em duas áreas, sendo uma parcela de cada área com presença de ninhal (área de influência direta), e uma parcela de cada área com ausência do mesmo (área de influência indireta), onde foram coletadas amostras de solo e levadas para análises.

Figura 1. Áreas de estudo em amarelo, Campus da Universidade Federal de Lavras (Ufla), Lavras, sul do estado de Minas Gerais. (Imagem: Google imagens).



Após as análises das amostras de solo, foram testadas as médias para as duas áreas, solo sob influência das fezes das aves do ninhal e sem influência do ninhal, por meio do teste qui-quadrado para os parâmetros pH, potássio, fósforo, cálcio, soma de bases trocáveis e fósforo remanescente; e por meio do teste t para os parâmetros magnésio, matéria orgânica, alumínio e a acidez potencial. O presente trabalho se trata de publicação preliminar de um projeto em andamento, ao término do qual serão incluídos os compostos nitrogenados entre outros parâmetros.

Esta área de ninhal de *B. ibis* já foi anteriormente foco de estudos, porém, observações sobre alterações químicas do solo por defecação destas aves são inexistentes, tanto na área quanto na literatura. Somente o parâmetro potássio (K) apresentou diferença significativa ($X^2=9,48$; $p<0,05$; $GL=1$) entre o solo com e sem influência do ninhal, os demais parâmetros não apresentaram diferença significativa ($p>0,05$).

Tanto nas áreas 1 e 2, nas parcelas com influência direta do ninhal, foi observado a aumento do elemento potássio (Figuras 2 e 3), contrário aos resultados das parcelas de influência indireta, isto possivelmente se deve ao fato da defecação de *B. ibis* no solo, pois, em trabalho conduzido anteriormente, foi observado em análises químicas do solo de áreas de pastagem o aumento do mesmo elemento atribuído a distribuição de urina e fezes pelo gado ao longo de vários anos de pastoreio. Exclui-se a possibilidade do aumento de potássio no solo das áreas estudadas ser atribuído às atividades de pecuária, pois, primeiramente, só foi observado este fato nas parcelas de influência direta do ninhal que são localizadas ao lado das parcelas de influência indireta, e pelo motivo de que as áreas amostradas nunca foram utilizadas para a atividade de criação de gado. Em um estudo de produção de sementes para horticultura foram relatadas influências significativas em plantas e no aumento da produção sementes de alface quando expostas ao elemento potássio, o que sugere que novos estudos, principalmente de dinâmica florestal, são de extrema importância nestas áreas de ninhal de *B. ibis*, com o objetivo de avaliar se a exposição a este elemento é positiva ou negativa para a vegetação onde estas aves se aglomeram.

A população de aves das áreas estudadas possui um número significativo de indivíduos (algumas centenas), porém há locais que podem chegar a milhares, e o nível do elemento potássio deve acompanhar esta proporção. Novos estudos com este foco serão bem vindos para uma maior compreensão do efeito no solo causado pela defecação desta espécie. Outras espécies de aves no Brasil também possuem o hábito de se agregarem formando grandes ninhais, como, por exemplo: o guará *Eudocimus ruber*, a garça-azul *Egretta caerulea*, a garça-branca *Ardea alba*, o socó-dorminhoco *Nycticorax nycticorax* entre outras espécies, o que sugere que também há uma possibilidade de que haja alterações no potássio, ou em outros elementos químicos do solo onde estas espécies se agrupam. Novos estudos em outras áreas, e com outras espécies, são sugeridos para esta confirmação e, desta forma, incentivar esta nova linha de investigação no país.

REFERÊNCIAS

- (1) Rice, D.W. (1956) *Auk* 73: 259-266;
- (2) Sick, H.(1997) *Ornitologia brasileira*;
- (3) Pomeroy, D.E. (1975) *Ibis* 117:68-69;
- (4) Vicent, J. (1947) *Ibis* 89(4): 489-491;
- (5) Alvares, C.A. et al. (2013) *Meteorologische Zeitschrift* 22
- (6): 711-728; (6) Zar, J.H. (1984) *Biostatistic alanalysis*;
- (7) Santos, K.K. (2012) *AO* 167: 12-15;
- (8) Souza, L.S. et al (1998) *Rev. Bras. de Ciências do Solo* 22: 77-86;
- (9) Kano, C. et al. (2010) *Horticultura brasileira* 28(3): 287-291.

Figura 2. Médias de parâmetros químicos do solo na área 1 sob influência das fezes de *Bubulcus ibis* em ninhal e sem influência do ninhal, no Campus da Universidade Federal de Lavras, sul do estado de Minas Gerais (pH = Potencial Hidrogeniônico; K = Potássio; P = Fósforo; Ca = Cálcio; Mg = Magnésio; Al = Alumínio; H+Al = Acidez Potencial; SB = Soma de Bases Trocáveis; t = Capacidade de Troca Catiônica Efetiva; T = Capacidade de Troca Catiônica a pH 7,0; V = Índice de Saturação de Bases; m = Índice de Saturação de Alumínio; M.O.= Matéria orgânica; P-Re= Fósforo Remanescente), Fonte: do autor (2019).

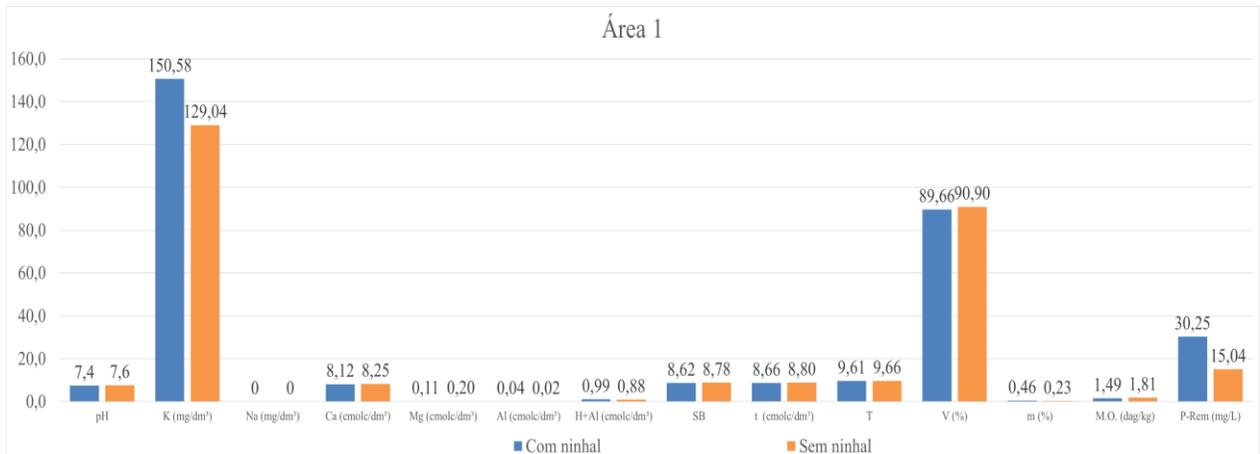
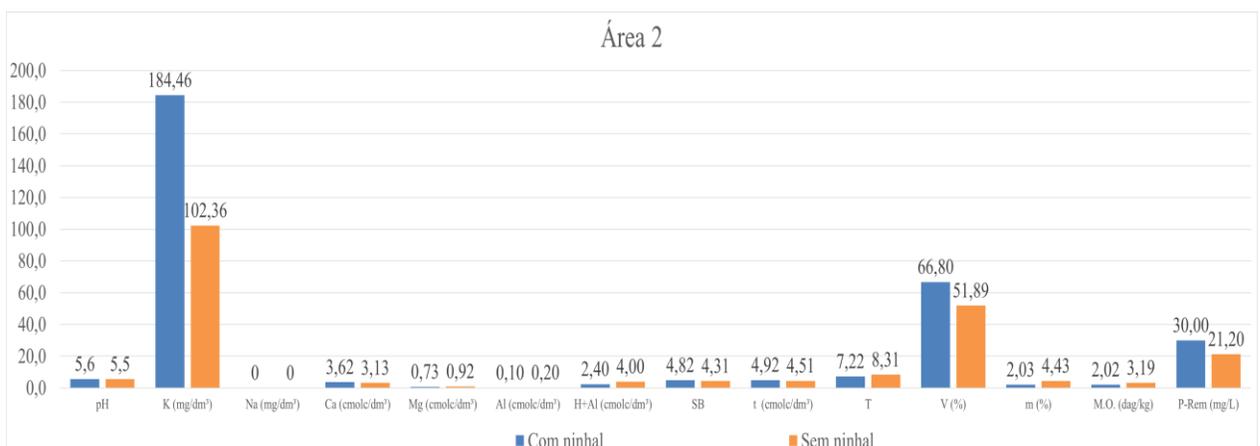


Figura 3. Médias de parâmetros químicos do solo na área 2 sob influência das fezes de *Bubulcus ibis* em ninhal e sem influência do ninhal, no Campus da Universidade Federal de Lavras, sul do estado de Minas Gerais (pH = Potencial Hidrogeniônico; K = Potássio; P = Fósforo; Ca = Cálcio; Mg = Magnésio; Al = Alumínio; H+Al = Acidez Potencial; SB = Soma de Bases Trocáveis; t = Capacidade de Troca Catiônica Efetiva; T = Capacidade de Troca Catiônica a pH 7,0; V = Índice de Saturação de Bases; m = Índice de Saturação de Alumínio; M.O. = Matéria orgânica; P-Rem = Fósforo Remanescente), Fonte: do autor (2019).



ARTIGO 2

ACÚMULO DE FÓSFORO NO SOLO DEVIDO À DEFECÇÃO DE AVES: UM CASO DE UM NINHAL DA GARÇA-VAQUEIRA, *Bubulcus ibis* (LINNAEUS, 1758), NO SUL DO ESTADO DE MINAS GERAIS.

Artigo submetido para publicação e seguindo as normas segundo a revista “Agri-Environmental Sciences (AGRIES)”

Acúmulo de Fósforo no solo devido à defecação de aves: um caso de um ninhal da garça-vaqueira, *Bubulcus ibis* (Linnaeus, 1758), no sul do estado de Minas Gerais

Accumulation of phosphorus in the soil due to defecation of birds: a case of a nest of Cattle Egret, *Bubulcus ibis* (Linnaeus, 1758), in the south of the state of Minas Gerais

Wagner Gustavo Zuffi¹, Aloysio Souza de Moura¹, Leandro Carvalho Vieira¹, Felipe Santana Machado¹ & Marco Aurélio Leite Fontes¹

1 Laboratório de Ecologia Florestal, Departamento de Ciências Florestais (DCF), Universidade Federal de Lavras (UFLA).

O fósforo (P) é um dos nutrientes mais limitantes no crescimento das plantas nos solos brasileiros, (Bovi et al., 2002). Nos solos tropicais, em geral, apresentam baixo teor deste elemento (Machado et al., 2010).

A garça-vaqueira, *Bubulcus ibis* (Linnaeus, 1758), é uma ave alocada na ordem Pelecaniformes e incluída na família Ardeidae (Pacheco et al., 2021). É originária do Velho Mundo, que após sua expansão no continente africano a partir de 1900, colonizou o nordeste da América do Sul e a América do Norte (Sick, 1997). A *B. ibis* possuem o hábito de permanecer em um determinado local por extensos períodos, pode chegar a grandes populações, formando um ninhal (Sick, 1997), onde acumulam no solo as fezes dos indivíduos que compõem estas populações (Zuffi et al., 2021).

Diante disso, o objetivo foi avaliar o teor de fósforo, através de análises químicas do solo, nas áreas de influência de um ninhal de *B. ibis*, garça-vaqueira, no município de Lavras-MG.

O estudo foi realizado em áreas de nidificação (ninhais) de *B. ibis* e em áreas sem influência da nidificação (fora do ninhal), localizadas na Universidade Federal de Lavras (UFLA) (21°13'39.85''S, 44°58'41.17''W, 917m), no município de Lavras, sul do estado de Minas Gerais, sudeste brasileiro. A paisagem do Campus da UFLA é composta por fragmentos de floresta estacional semidecidual, florestas ciliares, áreas de restauração florestal, áreas de cultivo de eucaliptos e pinus, áreas de cultivo experimentais (pomar, milho, e feijão), áreas construídas

(prédios, galpões, estufas), pastagens, jardins e lagos; Entretanto os registros foram feitos em áreas de florestas ciliares (Zuffi et al., 2021).

O clima segundo Köppen, é do tipo CWa, com precipitação média anual de 1.529 mm e temperatura média anual de 19,4°C (Alvares et al., 2013). A amostragem de solo foi realizada em seis parcelas (20 x10m) em três áreas, sendo uma parcela de cada área com presença de ninhal, e uma parcela de cada área adjacente ao ninhal (fora do ninhal).

Em cada parcela, com auxílio de um trado holandês, foram coletadas dez amostras de solo em uma profundidade de 20 cm, utilizando o método de caminhamento em zig-zag (Oliveira et al., 2008), formando uma amostra composta para cada área, as quais foram transportadas para o Departamento de Ciências do Solo (DCS), da Universidade Federal de Lavras, para análises dos nutrientes totais (Tabela 1).

Após as análises das amostras de solo, foram verificadas as concentrações de fósforo, determinadas pelos extratores Mehlich 1, nas duas parcelas de cada uma das três áreas (Tabela 2),

Esta área de ninhal de *B. ibis* já foi anteriormente foco de estudos (Zuffi et al., 2021) de observações sobre alterações químicas do solo, onde foi constatado que nas áreas de influência direta houve uma diferença significativa do elemento potássio (K) (Tabela 1), porém, estudos em especial sobre acúmulo de fósforo promovidos por defecação destas aves são inexistentes.

O acúmulo de P no solo nas áreas 1 e 3 sob influência do ninhal foram de 51,64 e 704, 1 mg P dm⁻³, enquanto que nas áreas fora do ninhal esses valores foram de 22,5 e 34,93 mg P dm⁻³, respectivamente. Porém na área 2, os locais fora do ninhal resultaram em maior acúmulo de P, comparado às áreas sob influência do ninhal, com valores de 5,51 e 14,55 mg P dm⁻³, respectivamente. (Tabela 2).

Nas três áreas de influência direta do ninhal, o fósforo remanescente, resultou em maior concentração, comparado às três áreas fora do ninhal, sugerindo que a defecação destas aves pode ter reduzido os sítios de adsorção de fósforo, e possivelmente por isso apresentou maior valores de Premanescente (Donagemma et al., 2008).

Estes resultados sugerem que em locais onde existem colônias antigas de aves, como a exemplo: ilhas de nidificação de aves marinhas, e mesmo de aves continentais como a *B. ibis*, possivelmente formam reservatórios naturais desse elemento.

Os solos tropicais apresentam baixo teor de fósforo (Machado et al., 2010), e um elemento finito, porém é um dos nutrientes mais limitantes no crescimento das plantas (Bovi et al., 2002).

Portanto, diante dos resultados alcançados, podemos afirmar que essas mudanças evidenciadas na composição química do solo geradas pela presença de um ninhal de garças-vaqueiras, também ocorrem em outras espécies de aves.

Estudos aprofundados são sugeridos nestas áreas de ninhais, não só de *B. ibis*, mas também de outras espécies de aves brasileiras, que formam colônias (áreas de nidificação) no interior do continente do país.

REFERÊNCIAS

- Alvares, C. A.; Stape, J.L.; Sentelhas, P.C.; Gonçalves, J.L.M. & Sparovek, G. (2013). Climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift** 22(6): 711-728.
DOI 10.1127/0941-2948/2013/0507
- Amaral, M.V.D. (2009). **Ocorrência de aves marinhas no Arquipélago da Vitória, Ilha Bela-SP**. São Vicente: Unesp. 34p.
- Bahia, G.R. & Ferreira, R.L. (2005). Influência das características físicoquímicas e da matéria orgânica de depósitos recentes de guano de morcego na riqueza e diversidade de invertebrados de uma caverna calcária. **Revista Brasileira de Zoociências** 7(1): 165-180.
- Bovi, M.L.A.; Godoy Jr., G. & Spiering, S.H. (2002). Resposta de crescimento da pupunheira à adubação de NPK. **Scientia Agricola** 59: 161-166.
- Donagemma, G.K.; Ruiz, H.A.; Alvarez, V.H.; Ker, J.C. & Fontes, M.P.F. (2008). Fósforo remanescente em argila e silte retirados de Latossolos após pré-tratamentos na análise textural. **Revista Brasileira Ciência Solo** 32: 1785-1791.
<https://doi.org/10.1590/S0100-06832008000400043>
- Machado, R.V.; Ribeiro, R.C.D.C.; Andrade, F.V.; Passos, R.R. & Mesquita, L.F. (2010). **Utilização de resíduos oriundos do corte de rochas ornamentais na correção da acidez e adubação de solos tropicais**. Rio de Janeiro: CETEM/MCT. 50p.
- Oliveira, R. B. D.; Lima, J. S. D. S.; Xavier, A. C.; Passos, R. R.; Silva, S. D. A., & Silva, A. F. D. (2008). Comparação entre métodos de amostragem do solo para recomendação de calagem e adubação do cafeeiro conilon. **Engenharia Agrícola** 28: 176-186.
- Pacheco, J. F.; Silveira, L. F.; Aleixo, A.; AGNE, C. E.; Benck, G. A.; Bravo, G. A.; Brito, G. R. R.; Cohn-Haft, M.; Maurício, G. N.; Naka, L. N.; Olmos, F.; Posso, S. R.; Lees, A. C.; Figueira, L. F. A.; Carrano, E.; Guedes, R. C.; Cesari, E.; Franz, I.; Schunck, F. & Piacentini, V. Q. (2021). Annotated checklist of the birds of Brazil by the Brazilian Ornithological Records Committee - second edition. **Ornithology Research** 29(2): 94-105.
DOI: [10.1007/s43388-021-00058-x](https://doi.org/10.1007/s43388-021-00058-x)
- Sick, H. (1997). **Ornitologia Brasileira**. 2ed. Rio de Janeiro: Editora Nova Fronteira. 862p.

Zuffi, W.G.; Moura, A.S.; Machado, F.S.; Mariano, R.F. & Fontes, M.A.L. (2021). A defecação de *Bubulcus ibis*, garça-vaqueira (Pelecaniformes: Ardeidae), altera a composição química do solo? Sugestão para uma nova linha de pesquisa no Brasil. **Atualidade Ornitológicas** 128: 22-23.

Tabela 1. Médias de parâmetros químicos do solo nas áreas 1, 2 e 3 sob influência das fezes de *Bubulcus ibis* em ninhal e sem influência do ninhal, no Campus da Universidade Federal de Lavras, sul do estado de Minas Gerais, Fonte: do autor (2022).

Parâmetros químicos do solo	Área 1		Área 2		Área 3	
	Ninhal	Fora do ninhal	Ninhal	Fora do ninhal	Ninhal	Fora do ninhal
pH (H ₂ O, KCl e CaCl ₂)	7,4	7,6	5,6	5,5	3,7	4,47
K (mg/dm ³)	150,58	129,04	184,46	102,36	59,85	59,63
Ca (cmolc/dm ³)	8,12	8,25	3,62	3,13	1,63	2,79
Mg (cmolc/dm ³)	0,11	0,20	0,73	0,92	0,15	0,46
Al (cmolc/dm ³)	0,04	0,02	0,10	0,20	1,40	0,30
H+Al (cmolc/dm ³)	0,99	0,88	2,40	4,00	15,50	5,30
SB (cmolc/dm ³)	8,62	8,78	4,82	4,31	1,93	3,40
t (cmolc/dm ³)	8,66	8,80	4,92	4,51	3,33	3,70
T (cmolc/dm ³)	9,61	9,66	7,22	8,31	17,43	8,70
V (%)	89,66	90,90	66,80	51,89	11,09	39,11
m (%)	0,46	0,23	2,03	4,43	42,04	8,11
M.O.(dag/kg)	1,49	1,81	2,02	4,43	3,88	2,54
P-Rem (mg/L)	30,25	15,04	30,00	21,20	46,60	29,80

Legenda: pH = Potencial Hidrogeniônico; K = Potássio; Ca = Cálcio; Mg = Magnésio; Al = Alumínio; H+Al = Acidez Potencial; SB = Soma de Bases Trocáveis; t = Capacidade de Troca Catiônica Efetiva; T = Capacidade de Troca Catiônica a pH 7,0; V = Índice de Saturação de Bases; m = Índice de Saturação de Alumínio; M.O.= Matéria orgânica; P-Re= Fósforo Remanescente.

Tabela 2. Concentração de fósforo no solo nas áreas 1, 2 e 3 sob influência das fezes de *Bubulcus ibis* em ninhal, e sem influência do ninhal, no Campus da Universidade Federal de Lavras, sul do estado de Minas Gerais, Fonte: do autor (2022).

Fósforo (mg dm⁻³)	Área 1	Área 2	Área 3
No ninhal	51,64	5,51	704,1
Fora do ninhal	22,5	14,55	34,93