
Evaluation of sedimentary sludge from an excavated nursery, populated with tambaquis and ducks, aiming its use in agriculture

Avaliação do lodo sedimentar de viveiro escavado, povoado com tambaquis e patos, visando sua utilização na agricultura

Received: 2023-01-11 | Accepted: 2023-02-12 | Published: 2023-03-02

Eleano Rodrigues da Silva

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1769-1517>

IFAM – Programa de Pós-Graduação em Biotecnologia (PPGBiotec / UFAM)

E-mail: rodrigueseleano@yahoo.com.br

Pedro Alves de Souza Filho

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7346-0054>

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas (IFAM)

Sonia Sena Alfaia

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9975-6673>

Instituto Nacional de Pesquisa da Amazônia (INPA)

Raimundo Rodrigues da Silva Neto

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1976-5698>

IFAM

Robert Corrêa Rodrigues

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8054-0469>

Pesquisador Autônomo

Maria do Perpétuo Socorro Rodrigues Chaves

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4289-2257>

Universidade Federal do Amazonas (UFAM) – PPGBiotec / UFAM

ABSTRACT

World aquaculture produced 122.6 million tons (2020) and Brazil 841 thousand tons (2021) of fish. Amazonas is one of the biggest producers of tambaqui. The main breeding system is the excavated nursery (VE) (60% in Brazil). The VE presents problems with good management practices, one of the disorders is the formation of sedimentary sludge (LS), aggravated when there is consortium with birds or pigs. However, LS has been used as substrate, fertilizer and soil conditioner. Thus, the LS of an VE, populated with tambaquis and ducks, was evaluated, aiming at its use in agriculture, in Manaus-AM. The analyzes revealed that the LS was classified as silty clay, and the contents of P, Zn, Fe and MO as high, and K, Mg and Cu as medium. Thus, it is suggested the use of LS in agriculture as a substrate, fertilizer and, or, soil conditioner.

Keywords: Soil management; Duck-fish consortium; Aquaculture; Pisciculture;

RESUMO

A aquicultura mundial produziu 122,6 milhões de t (2020) e o Brasil 841 mil t (2021) de peixes. O Amazonas é um dos maiores produtores de tambaqui. O principal sistema de criação é o de viveiros escavados (VE) (60 % no Brasil). O VE apresenta problemas com as boas práticas de manejo, um dos transtornos é a formação do lodo sedimentar (LS), agravado quando há consórcio com aves ou suínos. Todavia, o LS vem sendo utilizado como substrato, fertilizante e condicionador do solo. Assim, avaliou-se

o LS de VE, povoado com tambaquis e patos, visando sua utilização na agricultura, em Manaus-AM. As análises revelaram que o LS, foi classificado como argilo siltoso, e os teores de P, Zn, Fe e MO como altos, K, Mg e Cu como médios. Dessa forma, sugere-se a utilização do LS na agricultura como substrato, fertilizante e, ou, condicionador do solo.

Palavras-chave: manejo do solo; consórcio pato-peixe; aquicultura; piscicultura;

INTRODUÇÃO

A aquicultura mundial teve uma produção recorde de 122,6 milhões de toneladas, gerando USD 264,8 bilhões em 2020 (FAO, 2022). Em 2021, o Brasil produziu 841.005 t de peixes de cultivo (tilápia, peixes nativos e outras espécies), movimentando R\$ 8 bilhões na cadeia produtiva. Os peixes nativos produziram 262.370 t (31,2 %), sendo a região Norte a maior produtora nacional com a produção de 143.850 t (57 %), o estado do Amazonas é o 3º maior produtor regional e o 5º maior produtor nacional em cultivo de peixes nativos, especialmente, de tambaqui (*Colossoma macropomum* (Cuvier, 1818)) (PEIXEBR, 2022). A FAO (2020) projeta que, em 2030, 62 % da produção aquícola será composta por espécies de água doce, como carpas e pangas.

O sistema de criação de peixes em viveiros escavados (VE) alcança 60 % no Brasil. Embora seja muito utilizado, o VE apresenta alta pressão sanitária e baixa taxa de vacinação. Salienta-se que a forma de abastecimento de água no VE é um dos principais adversidades, determinando os maiores ou menores problemas com as boas práticas de manejo (BPM) (FARIA; MORAIS, 2019; BARCELLOS; BUSS, 2022).

Tradicionalmente, no VE é comum consórcios de peixes com suínos ou aves visando à fertilização do viveiro (PILARSKI et al., 2004; LOPERA BARRERO et al., 2006; FARIA; MORAIS, 2019). Entretanto, essa ação pode contribuir para a produção do lodo sedimentar (LS), que é formado por, dentre outras coisas, sedimentos minerais e orgânicos (principalmente excretas dos peixes e organismos planctônicos, especialmente, fitoplâncton) (ONO; KUBITZA, 2003).

As BPM na criação de peixes de cultivo envolvem: bem-estar, sanidade, conhecimento em fisiologia, qualidade da água, instalações e nutrição e manejo alimentar (BARCELLOS; BUSS, 2022). Das BPM, destacam-se o reaproveitamento da água, reduzindo a quantidade e melhorando a qualidade dos efluentes a serem lançados nos corpos hídricos; eliminação do LS, que produz compostos tóxicos para os peixes (gás sulfídrico (H₂S), amônia (NH₃), nitrito (NO₂) e o gás metano (CH₄)) (ONO; KUBITZA, 2003; SILVA et al., 2013).

Com o LS proveniente da carcinicultura foi possível melhorar a fertilidade do solo degradado pela mineração de ferro, elevar o pH, proporcionar o crescimento e o acúmulo de nutrientes em leguminosas arbóreas (ARAÚJO, 2012). Os efluentes e o LS da aquicultura vêm sendo usados para aquaponia e adubo respectivamente (CARNEIRO et al., 2015). Alves et al.

(2022) afirmam que o LS é um fertilizante de baixo custo, possui consideráveis quantidades de matéria orgânica (MO), N e K, podendo ser utilizado como substrato, fertilizante e condicionador de solo. Estudando vários cenários de criações de peixes, Silva (2017) observou que os LS apresentaram teores de nutrientes consideráveis capazes de atender, parcialmente, a demanda nutricional de diversas culturas.

Dessa forma, avaliou-se o LS de VE, povoado com tambaquis e patos, visando sua utilização na agricultura.

MATERIAL E MÉTODOS

As avaliações foram realizadas no Campus do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas - Campus Manaus Zona Leste (IFAM-CMZL), no setor de Zootecnia I, localizado nas coordenadas 3° 04' 45,69" S e 59° 55' 49,06" O, o LS foi coletado de um VE de 1.000 m² (20 m x 50 m), com profundidade de 0,8 m na parte mais profunda e 0,6 m na parte mais rasa, perfazendo uma lâmina d'água de 35 m³, no qual, de abril de 2011 a abril de 2014, foram realizados 3 ciclos de produção com 1 ano de duração cada um. Iniciou-se cada ciclo com adubação química (10 kg de ureia) e orgânica (160 L de cama de aviário) e alevinos de tambaqui, cada ciclo produziu, aproximadamente, 300 unidades com, em média, 2,8 kg / peixe vivo.

No início do 2º ciclo, introduziu-se pato (*Cairina moschata momelanotus* (Linnaeus, 1758)), 100 unidades com 1 dia de vida. No fim do 3º ciclo, havia 230 patos (entre jovens e adultos) com peso médio de 3,5 kg cada um, drenou-se completamente o viveiro e, com o lodo bastante úmido, coletaram-se as amostras do LS.

A camada de LS foi formada seguindo a declividade do fundo do viveiro, com diferentes espessuras, 7 cm, 15 cm e 20 cm nas partes inicial, medial e final respectivamente.

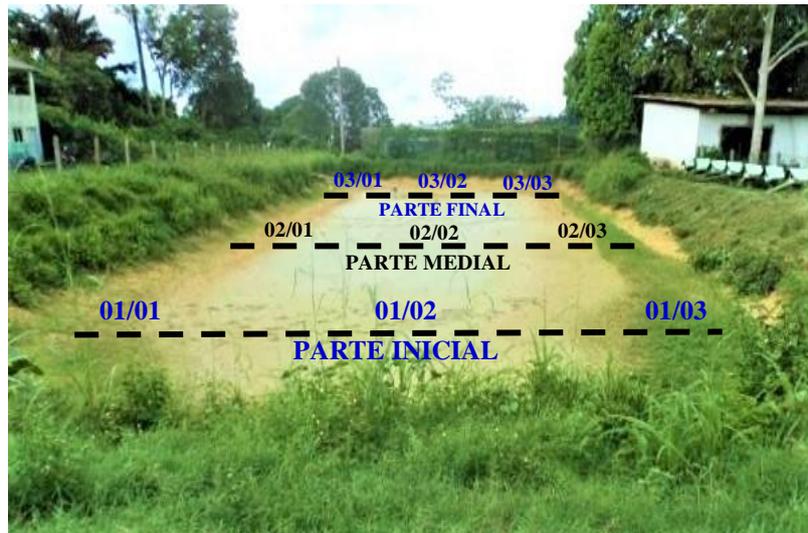
As coletas do LS foram realizadas após a divisão do viveiro em 3 partes (inicial, medial e final), nas quais demarcaram-se, transversalmente, 3 pontos de coletas (Figuras 1 e 2).

Em cada ponto de coleta, misturou-se toda a camada de lodo até formar uma massa homogênea, da qual coletaram-se 1 amostra simples de aproximadamente 1 kg, totalizando 9 amostras simples.

O LS coletado foi posto para secar em secador solar durante 15 dias. Quando seco, fez-se o destorroamento, do qual foram separadas 300 g de cada amostra para envio ao Laboratório de Análises de Solos e Plantas (LASP) da Embrapa Amazônia Ocidental, para as análises física e química.

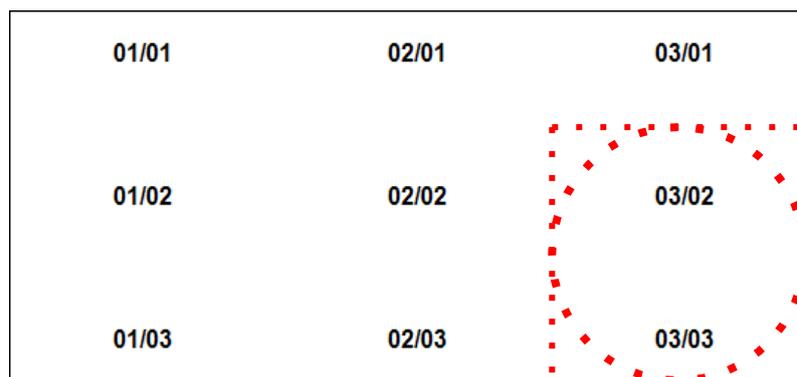
Os dados obtidos foram processados e correlacionados com dados de estudos pedológicos e de outros trabalhos com LS.

Figura 1 – Visão geral do VE. Indicações das partes inicial, medial e final e dos pontos amostrais de coleta do LS.



Fonte: Eleano Rodrigues da Silva

Figura 2 – Croqui do VE, disposição dos pontos amostrais. Destaque: área de concentração dos patos.



Fonte: Eleano Rodrigues da Silva

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados analíticos de física do solo mostraram que, com 5 % de areia total (fina = 3,5 % e grossa = 1,5 %), silte 47 % e argila 48 %, o LS foi classificado, quanto a sua textura, como argilo siltoso. Dessa forma, o LS pode ser utilizado como condicionador de solo. Pois, Tahir e Marschner (2017) afirmam que a adição de argila em solo arenoso pode reduzir substancialmente a lixiviação de N e P e aumentar a retenção de nutrientes quando comparado com solo arenoso sem condicionadores de solo. Em solos arenosos o silte reduz os tamanhos dos poros, permitindo maior retenção de água e, conseqüentemente, de nutrientes (RIBEIRO et al., 2007).

Segundo os dados da análise química do LS (Tabelas 1, 2 e 3), trabalhando-se com as médias das partes amostradas, com base nos teores dos nutrientes avaliados, classificou-se os teores de P = altos; os de K = médios; os de Ca = baixos; o Mg = médio (parte final) e baixos (parte inicial e medial); o Al = baixos; Fe e Zn = altos; Cu = médios; manganês = baixos (BRASIL; CRAVO, 2007). Conforme Ribeiro et al. (1999), os pH foram classificados, agronomicamente, como bons; as SB como médias. Segundo Benites et al. (2005), pode-se classificar os teores de MO, como altos em todas as partes amostradas.

O N mereceu destaque pela forma como se apresentou, pois sob a região de concentração dos patos (pontos 03/02 e 03/03) (Figuras 2), a média de N foi de 10,22 mg/kg, ou seja, 4,54 vezes maior que a média dos outros 7 pontos amostrais (2,25 mg/kg), essa situação, contribuiu para que o teor médio de N na parte final fosse de 7,45 mg/kg, e para o aumento do teor médio de Mg. Todavia, diminuí os teores de MO, K, H+Al e Zn quando comparado com os teores desses nutrientes das partes inicial e medial.

Segundo Resende (2005 apud RAIJ; BATAGLIA, 1991), em solução, o Cu, Fe, Mn e Zn se apresentam na forma de cátions, podendo se transformar em formas insolúveis e Fe e Mn se convertem em forma de diferentes solubilidades devido aos processos de oxirredução. Essas reações podem ter contribuído para a redução dos teores de MO, K, H+Al e Zn no LS analisado.

Os Latossolos Amarelos encontrados no Amazonas, apresentam CTC, normalmente, inferior a 6 cmolc kg⁻¹; alumínio trocável podendo atingir valores superiores a 2 cmolc kg⁻¹ de solo (EMBRAPA, 1983); os valores predominantes de pH situam-se entre 3,5 e 6,6, caracterizando solos com reação extremamente ou moderadamente ácidos; os teores de carbono variando de 0,78 a 3,52 dag kg⁻¹ nas camadas superficiais (RODRIGUES, 1996). Além disso, na Amazônia, onde a prática predominante de cultivo é a agricultura itinerante, caracterizada pela derruba e queima, é comum os solos se tornarem perturbados e degradados rapidamente (SILVA et al., 2021), apresentando baixíssimos teores de nutrientes (Tabela 4), nessa situação, diferentemente do que fora orientado por Queiroz e Boeira (2006), seria interessante transportar o LS para lugares, mesmo que longes dos VE, para serem utilizados como adubo.

Ademais, o LS apresentou consideráveis teores de P, Zn e MO, sendo o P um dos principais limitadores do cultivo agrícola em solos tropicais (PRADO, 2008), visto que resultados de análises de solo de áreas cultivadas no Amazonas apresentam teores de P menores que 2 mg/kg (COSTA et al., 2012; SILVA et al., 2015), corroborando para sua utilização como fertilizante ou substrato.

A adição de calcário no LS, pode potencializar o LS como fertilizante, substrato ou condicionador do solo. Pois, a calagem eleva o pH, aumenta a disponibilidade de P e incrementa os teores de Ca e Mg. Haja vista, a calagem ser considerada como uma das práticas que mais contribuem para o aumento da eficiência dos adubos e, conseqüentemente, da produtividade e da

rentabilidade agropecuária (BISSANI et al., 2004; HOMMA; REBELLO, 2007; DUARTE et al., 2020).

Os resultados das análises desse trabalho, apresentam as mesmas tendências observadas por outros autores que estudaram o LS, tanto dos provenientes de criações de camarões quanto de criação de peixes. Possivelmente, o potencial do LS para uso como substrato, fertilizante e condicionador do solo esteja relacionado com os resíduos das rações não consumidas, dos excretas dos organismos vivos do sistema, das sedimentações de materiais orgânicos e inorgânicos, dentre outros (ARAÚJO, 2012; CARNEIRO et al., 2015; SILVA, 2017; ALVES et al., 2022).

Tabela 1 – Características químicas do LS dos 3 pontos amostrais da parte inicial.

AMOSTRA	pH	C	MO	N	P	K	Na	
	H ₂ O							g/kg
1	5,56	27,67	47,59	2,62	45	49	10	
2	5,36	25,99	44,71	2,21	49	36	8	
3	5,58	25,74	44,27	2,29	67	37	9	
MÉDIA	5,50	26,47	45,52	2,37	53,67	40,67	9	
AMOSTRA	Ca	Mg	Al	H+Al	Fe	Zn	Mn	Cu
	cmol/dm ³							
1	1,41	0,40	0,13	3,37	247	6,46	2,74	0,82
2	1,24	0,35	0,19	3,25	226	6,15	2,34	0,87
3	1,42	0,41	0,18	3,20	217	7,30	2,48	0,97
MÉDIA	1,36	0,39	0,17	3,27	230	6,64	2,52	0,89

Tabela 2 – Características químicas do LS dos 3 pontos amostrais da parte medial.

AMOSTRA	pH	C	MO	N	P	K	Na	
	H ₂ O							g/kg
1	5,54	23,92	41,14	2,16	54	39	8	
2	5,60	22,22	38,23	2,17	57	41	8	
3	5,72	23,68	40,73	2,39	60	39	8	
MÉDIA	5,62	23,27	40,03	2,24	57	39,67	8	
AMOSTRA	Ca	Mg	Al	H+Al	Fe	Zn	Mn	Cu
	cmol/dm ³							
1	1,42	0,37	0,10	3,15	190	5,66	1,90	0,81
2	1,51	0,35	0,07	3,51	172	5,65	2,07	0,77
3	1,47	0,36	0,07	3,05	174	6,71	2,05	0,87
MÉDIA	1,47	0,36	0,08	3,24	178,67	6,01	2,01	0,82

Tabela 3 – Características químicas do LS dos 3 pontos amostrais da parte final.

AMOSTRA	pH	C	MO	N	P	K	Na	
	H ₂ O							g/kg
1	5,43	20,37	35,03	1,90	49	36	8	
2	5,89	24,90	42,82	10,85	63	36	8	
3	5,59	17,86	30,71	9,59	51	34	7	
MÉDIA	5,64	21,04	36,19	7,45	54,33	35,33	7,67	
AMOSTRA	Ca	Mg	Al	H+Al	Fe	Zn	Mn	Cu
	cmol/dm ³							
1	1,43	0,40	0,18	2,94	241	4,93	2,25	0,81
2	1,81	0,85	0,06	2,62	171	5,57	2,11	0,84
3	1,53	0,49	0,08	2,61	191	4,63	1,96	0,70
MÉDIA	1,59	0,58	0,11	2,72	201	5,04	2,11	0,78

Tabela 4 – Características químicas de um Latossolo Amarelo degradado coletado em Manaus (n3).

PROFUNDIDADE (cm)	pH		Ca	Mg	K	Al	P	Fe	Zn	Mn	Cu	N
	H ₂ O	KCl										
0 - 20	4,0	3,7	0,2	0,1	0,07	1,8	1,5	149	0,4	1,8	0,2	0,5

Laboratório do DEAS/UFAM (SILVA et al., 2015).

CONCLUSÕES

Devido, principalmente, aos teores de P no LS, que são de 10 a 20 vezes maiores que os teores médios desse nutriente encontrado nos principais solos de terra firme do Amazonas (Latossolo Amarelo e Argissolo Amarelo), pode ser utilizado na agricultura como substrato e, ou, fertilizante.

Pela característica física, pode-se deduzir que o LS possui potencial para ser utilizado como condicionador de solo em solos arenosos.

Considerando os teores de nutrientes do LS é possível utilizá-lo como fertilizante em solos degradados e, ou, perturbados no Amazonas.

Acredita-se que a propriedade química do LS melhore com a adição de calcário, tornando-o um produto de melhor qualidade para utilização na agricultura. Entretanto, novos trabalhos devem ser realizados para elucidar o potencial do LS como fertilizante.

REFERÊNCIAS

ALVES, V. O. T. F.; FIRMO, A. L. B.; MELO, D. C. P.; FERREIRA, D. A.; SILVA, R. F.. Uso do lodo proveniente dos viveiros de cultivos de peixes na produção de mudas de Pitanga (*Eugenia uniflora* L.). *Revista Ibero Americana de Ciências Ambientais*, v.13, n.1, p.276-287, 2022. DOI: <http://doi.org/10.6008/CBPC2179-6858.2022.001.0022>.

ARAÚJO, I. C. S.. Potencial de revegetação de solo degradado pela mineração de ferro utilizando leguminosas arbóreas e resíduo de carcinicultura. 2012. 89 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza - CE. 2012.

BARCELLOS, L. J. G.; BUSS, L. P.. Manual de boas práticas na criação de peixes de cultivo (Coord.). Brasília -m DF, Brasil. BINAGRI/MAPA/SDI. 2022.

BENITES, V. M.; MADARI, B.; BERNARDI, A. C. C.; MACHADO, P. L. O. A.. Matéria orgânica do solo. In: Wadt, P. G. S. (Ed.). *Manejo do Solo e Recomendação de Adubação Para o Estado do Acre*. Rio Branco: Embrapa Acre. p.93-119. 2005.

BISSANI, C. A.; MEURER, E. J.; BOHNEN, H.. Solos ácidos e solos afetados por sais. In: Meurer E.J. (Ed.). *Fundamentos de Química do Solo*. 2ª ed., Porto Alegre – RS. Gênese, p.181-206. 2004.

BRASIL, E. C.; CRAVO, M. S.. Interpretação dos resultados de análises de solo. In: CRAVO, M. S.; VIÉGAS, I. J. M.; BRASIL, E. C. (Editores). *Recomendações de Adubação e Calagem para o Estado do Pará*. Belém – PA: Embrapa Amazônia Oriental, p.43-48. 2007.

CARNEIRO, P. C. F.; MORAIS, C. A. R. S.; NUNES, M. U. C. et al.. Documentos 189 – Produção integrada de peixes e vegetais em Aquaponia. Embrapa Tabuleiros Costeiros. Aracaju – SE. 2015.

COSTA, R. S.; ALFAIA, S. S.; S. S.; AYRES, M. I.C.; et al.. Efeito da adubação orgânica na produção de biomassa de ingá-cipó (*Inga edulis*) consorciada com cupuaçuzeiro (*Theobroma grandiflorum*) em Presidente Figueiredo – AM. XIX Jornada de Iniciação Científica PIBIC INPA - CNPq/FAPEAM. Manaus – AM. 2012.

DUARTE, J. C. S.; REIS, E. G.; GOMES, M. S.; RAMOS, J. A.; MORAES, A. R. A.. Influência da calagem nas propriedades químicas do solo e no desenvolvimento das mudas do coqueiro. *SOCIEDADE 5.0: EDUCAÇÃO, CIÊNCIA, TECNOLOGIA E AMOR*. RECIFE. VII COINTER PDVL 2020. <https://doi.org/10.31692/2526-7701.VCOINTERPDVAgro.0499>.

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Levantamento e reconhecimento de média intensidade dos solos e avaliação da aptidão agrícola das terras da área do Polo Tapajós. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos (Boletim de Pesquisa, 20). Rio de Janeiro - RJ: 284p. 1983.

FAO - Food and Agriculture Organization. 2020. The State of World Fisheries and Aquaculture 2020. Sustainability in action. Rome, FAO 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.4060/ca9229en>. Acesso: 14/01/2023.

FAO - Food and Agriculture Organization. 2022. The State of World Fisheries and Aquaculture 2022. Towards Blue Transformation. Rome, FAO 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.4060/cc0461en>. Acesso: 14/01/2023.

FARIA, R. H. S.; MORAIS, M.; SORANNA, M. R. G. S.; SALLUM, W. B.. Manual de criação de peixes em viveiro. Brasília _ DF, Brasil. Codevasf - Companhia de Desenvolvimento dos Vales do São Francisco e do Parnaíba. 2013.

HOMMA, A. K. O.; REBELLO, F. K.. Aspectos econômicos da adubação e calagem na Amazônia. In: CRAVO, M. S.; VIÉGAS, I. J. M.; BRASIL, E.C. (Editores). Recomendações de Adubação e Calagem para o Estado do Pará. Belém – PA, Brasil. Embrapa Amazônia Oriental, p.105-118. 2007.

LOPERA BARRERO, N. M.; RIBEIRO, R. P.; POVH, J. A.; VARGAS, L.; STREIT JR. D. P.. Tilapicultura semi-intensiva em tanques: alternativas de fertilização e produção – Revisão. Arq. ciên. vet. zool. UNIPAR, Umuarama, v.9, n.1, p. 67-76, jan./jun.. 2006.

ONO, E. A.; KUBITZA, F.. O reaproveitamento da água e o manejo do solo. Panorama da Aquicultura, janeiro/fevereiro. 2003.

PEIXE BR - Associação Brasileira da Piscicultura. Anuário Brasileiro da Piscicultura PEIXE BR 2022. São Paulo – SP, Brasil. 2022.

PILARSKI, F.; TOMAZELLI JÚNIOR, O.; CASACA, J. M.; et al.. Consórcio suíno-peixe: aspectos ambientais e qualidade do Pescado. R. Bras. Zootec., v.33, n.2, p.267-276. 2004.

PRADO, R. M.. Nutrição de plantas. Editora UNESP, São Paulo, Brasil. São Paulo – SP, Brasil. 407p. 2008.

QUEIROZ, J. F.; BOEIRA, R. C.. Comunicado Técnico 37 - Recomendações Práticas para o Manejo de Sedimentos do Fundo dos Viveiros de Aquicultura. Embrapa Meio Ambiente, Jaguariúna – SP, Brasil. 2006.

RESENDE, A. V.. Micronutrientes na agricultura brasileira: disponibilidade, utilização e perspectivas. Série Estudos e Documentos. Coletânea Fertilizantes – IX. CETEM / MCT. 2005.

RIBEIRO, A. C.; GUIMARÃES, P. T. G.; ALVAREZ V., V. H. (Ed.). Recomendação para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: 5ª aproximação. Viçosa, MG: Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais. 359p. 1999.

RIBEIRO, K. D.; MENEZES, S. M.; MESQUITA, M. G. B. F.; SAMPAIO, F. M. T.. Propriedades físicas do solo, influenciadas pela distribuição de poros, de seis classes de

solos da região de Lavras-MG. *Ciênc. agrotec.*, Lavras, v. 31, n. 4, p. 1167-1175, jul./ago., 2007.

RODRIGUES, T. E.. Solos da Amazônia. In: Alvarez V., V. H.; Fontes, L. E. F.; Fontes, M. P. F.. O solo nos grandes domínios morfoclimáticos do Brasil e o desenvolvimento sustentado. (Viçosa-MG: SBCS, UFV, DPS, p.19-60.1996.

SILVA, E. R.; HIDALGO, A. F.; ALFAIA, S. S.; AYRES, M.C.; COIMBRA, A. B.; BARROS, D. R.. Avaliação do lodo de esgoto como alternativa para adubação orgânica em grama-esmeralda (*Zoysia japonica* Steud.). *Memorias del v Congreso Latinoamericano de Agroecología*. La Plata – Argentina. p.1-6. 2015.

SILVA, J. L. A.. Reuso de resíduo orgânico da piscicultura como condicionante de solo no semiárido. Tese - Universidade Federal de Pernambuco, CFCH. Programa de Pós-graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente, Recife - PE, Brasil. 2017.

SILVA, M. S. G. M.; LOSEKANN, M. E.; HISANO, H. Aquicultura: manejo e aproveitamento de efluentes. (Embrapa Meio Ambiente / Documento 95) Jaguariúna – SP, Brasil. Embrapa Meio Ambiente. 39 p. 2013.

SILVA; A. O.; SILVA, A. O.; SANTOS, D. C. R.; ROSÁRIO, I. C. B.; BARATA, H. S.; RAIOL, L. L. Da tradição a técnica: perspectivas e realidades da agricultura de derruba e queima na Amazônia. *Research, Society and Development*, v. 10, n. 1, e38310111799, 2021. DOI: <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v10i1.11799>.

TAHIR, S.; MARSCHNER, P.. Clay addition to sandy soil reduces nutrient leaching effect of clay concentration and ped size. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 48:15, 1813-1821. 2017. DOI: <https://doi.org/10.1080/00103624.2017.1395454>.