



UNIVERSIDADE FEDERAL DA FRONTEIRA SUL - UFFS
CAMPUS LARANJEIRAS DO SUL
CURSO DE ENGENHARIA DE AQUICULTURA

ANAIR DALMAZO DO NASCIMENTO

**EFICIÊNCIA DO USO DE DIFERENTES CORRETIVOS DA ACIDEZ DO SOLO E A
INFLUÊNCIA DESTES NOS ATRIBUTOS QUÍMICOS DA ÁGUA DOCE**

LARANJEIRAS DO SUL – PR

2023

ANAIR DALMAZO DO NASCIMENTO

**EFICIÊNCIA DO USO DE DIFERENTES CORRETIVOS DA ACIDEZ DO SOLO E A
INFLUÊNCIA DESTES NOS ATRIBUTOS QUÍMICOS DA ÁGUA DOCE**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Engenharia de Aquicultura da Universidade Federal da Fronteira Sul, como requisito para obtenção do título de Bacharel em Engenharia de Aquicultura.

Orientador: Dr. José Francisco Grillo

LARANJEIRAS DO SUL – PR

2023

FICHA CATALOGRÁFICA

Bibliotecas da Universidade Federal da Fronteira Sul - UFFS

Nascimento, Anair Dalmazo do
EFICIÊNCIA DO USO DE DIFERENTES CORRETIVOS DA ACIDEZ
DO SOLO E A INFLUÊNCIA DESTES NOS ATRIBUTOS QUÍMICOS DA
ÁGUA DOCE / Anair Dalmazo do Nascimento. -- 2023.
43 f.:il.

Orientador: José Francisco Grillo

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) -
Universidade Federal da Fronteira Sul, Curso de
Bacharelado em Engenharia de Aquicultura, Laranjeiras do
Sul, PR, 2023.

1. Trabalho de conclusão de curso. 2. José Francisco
Grillo. 3. Engenharia de Aquicultura. 4. Universidade
Federal da Fronteira Sul. 5. Título. I. Grillo, José
Francisco, orient. II. Universidade Federal da Fronteira
Sul. III. Título.

ANAIR DALMAZO DO NASCIMENTO

**EFICIÊNCIA DO USO DE DIFERENTES CORRETIVOS DA ACIDEZ DO SOLO E A
INFLUÊNCIA DESTES NOS ATRIBUTOS QUÍMICOS DA ÁGUA DOCE**

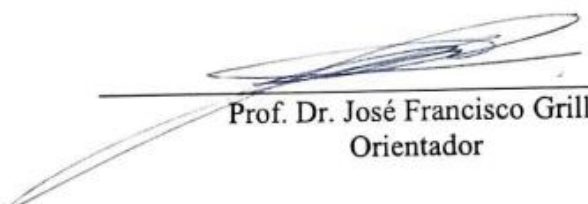
Trabalho de conclusão de curso de graduação apresentado como requisito para obtenção de grau de Bacharel em Engenharia de Aquicultura da Universidade Federal da Fronteira Sul.

Orientador: Prof. Dr. José Francisco Grillo

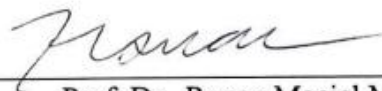
Este trabalho de conclusão de curso foi defendido e aprovado pela banca em:

13/06/23

BANCA EXAMINADORA



Prof. Dr. José Francisco Grillo
Orientador



Prof. Dr. Ronan Maciel Marcos
Avaliador



Eng. de Aquicultura Felipe Dreher Cordova
Avaliador

DEDICATÓRIA

“Dedico este trabalho primeiramente à Deus, por ser essencial em minha vida, à minha mãe Madalena e aos meus irmãos, que não mediram esforços para que eu chegasse até esta etapa de minha vida.”

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente à Deus e aos meus pais, pelo apoio e ajuda prestada durante o curso de Engenharia de Aquicultura.

Ao professor Dr. José Francisco Grillo pelo acompanhamento no decorrer do mesmo e correções e sugestões na elaboração do projeto.

Ao professor Dr. Ronan Maciel Marcos Avaliador e Engenheiro de Aquicultura Felipe Dreher Córdova por aceitarem participar da banca de defesa do TCC.

Aos meus amigos(as) agradeço pelo companheirismo e pelas demonstrações de apoio nos momentos difíceis. muito obrigada por apoiar nos momentos felizes e tristes para os companheiros de todas as horas.

Epígrafe

“Eu tentei 99 vezes e falhei, mas na centésima tentativa eu consegui, nunca desista de seus objetivos mesmo que esses pareçam impossíveis, a próxima tentativa pode ser a vitoriosa”.

(Albert Einstein)

RESUMO

O presente trabalho teve como objetivo avaliar a eficiência do uso de diferentes tipos de corretivos da acidez do solo e a influência destes nos parâmetros químicos da água doce utilizada na atividade aquícola. Foi utilizado um delineamento inteiramente casualizado (DIC) composto por 4 tratamentos com 5 repetições, totalizando 20 unidades experimentais (caixas de polietileno). Os tratamentos testados foram: T1- tratamento com solo sem adição de corretivo (Testemunha); T2- tratamento com solo corrigido com calcário agrícola de conchas (comercial); T3- tratamento com solo corrigido com pó de casca de ovo e T4 – tratamento com solo corrigido corretivo com Lithothamnium (algas calcáreas). Foi utilizado como substrato um solo ácido com alto teor de alumínio, o qual foi corrigido com os corretivos testados, sendo realizadas novas determinações químicas após seu período de incubação. Os solos corrigidos foram acondicionados em caixas plásticas e recobertos com água doce por 15 dias, sendo coletadas ao final amostras das águas para a determinação dos atributos químicos: pH, dureza, alcalinidade e alumínio. Os dados coletados foram submetidos a análise de variância (NOVA) e as médias comparadas pelo teste de Tukey ($p < 0,01$). Os resultados obtidos com o corretivo pó de casca de ovo (T3) apresentou resultados semelhantes ao do calcário agrícola de conchas (T2). Entretanto o Lithothamnium (T4) sobressaiu dos outros corretivos, apresentando os melhores resultados na correção da acidez do solo e sobre os parâmetros químicos da qualidade de água.

Palavras-Chave: Lithothamnium, cascas de ovos, alcalinidade, dureza, qualidade da água.

ABSTRACT

This study aimed to evaluate the efficiency of using different types of soil acidity correctives and their influence on the chemical parameters of fresh water used in fish aquaculture. A completely randomized design (CRD) was used, consisting of 4 treatments with 5 replications, totaling 20 experimental units (polyethylene boxes). The treatments tested were: T1- treatment with soil without addition of corrective (Control); T2- treatment with soil corrected with agricultural shell limestone (commercial); T3- treatment with soil corrected with eggshell powder and T4 – treatment with soil corrected with Lithothamnium (calcareous algae). An acidic soil with a high aluminum content was used as substrate, which was corrected with the correctives tested, and new chemical determinations were carried out after its incubation period. The corrected soils were placed in plastic boxes and covered with fresh water for 15 days, and samples of the water were collected at the end to determine the chemical attributes: pH, hardness, alkalinity and aluminum. The collected data were submitted to analysis of variance (ANOVA) and means compared by Tukey's test ($p < 0.01$). The results obtained with the eggshell powder corrector (T3) showed results similar to those of agricultural shell limestone (T2). However Lithothamnium (T4) stood out from the other correctives, presenting the best results in the correction of soil acidity and on the chemical parameters of water quality.

Keywords: Lithothamnium, eggshell, alkalinity, hardness, water quality.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Local da UFFS/Laranjeiras do Sul onde foram coletadas as amostras de solo	22
Figura 2. Trado holandês para a coleta do solo (A). Embalagem do solo para enviar ao laboratório (B). Fonte: Elaborado pela autora, 202.....	22
Figura 3. Coleta do solo na área de reflorestamento com <i>Pinus elliottii</i> (A). Tamisagem do solo (B).....	23
Figura 4. Peneira n. 50 ABNT (malha 300 µm) utilizada na padronização granulométrica dos corretivos testados (A). Tamisagem dos corretivos utilizados na calagem do solo ácido.....	24
Figura 5. Aplicação dos corretivos (A). Mistura dos corretivos com água no solo (B). Teste para verificar o ponto de umidade para incubação do solo(C). Incubação do solo (D).....	28
Figura 6. Montagem do experimento (A). Montagem completa (B).	30
Figura 7. pHmetro digital utilizado na determinação do pH da água doce em função dos tratamentos testados, ao final do período experimental de 15 dias.....	31
Figura 8. Determinação da dureza da água coletada em função dos tratamentos testados, ao final do período experimental de 15 dias.	32
Figura 10. Distribuição (dispenser) de KCl 1N (A). adição de fenolftalina 1% (B). Titulação com NaOH 0,025 N até o ponto de viragem para a cor rósea (C).....	33
Figura 11. Coleta e transferência da alíquota da amostra de água para copos plásticos (A). Adição de KCl 1N nas amostras de água (B). Agitação das amostras em mesa agitador horizontal (C).	34
Figura 12. Titulação com NaOH 0,025 N (A) e ponto de viragem da amostra para a cor róseo (B).	34

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Atributos químicos do solo anterior ao período experimental, coletado de 0 a 20 cm. Laranjeiras do Sul-PR, 2022.....	23
Tabela 2. Doses de diferentes corretivos utilizadas na calagem do para elevação teórica do pH = 8,0.....	25
Tabela 3 - Atributos químicos dos solos corrigidos coletados na profundidade de 0-20, anteriormente ao início do período experimental com a água doce.....	28
Tabela 4 . Valores médios de pH da água coletada em função do uso de diferentes tipos de corretivos da acidez do solo.....	35
Tabela 5. Valores médios de alumínio (Al^{3+}), em $cmol_c L^{-1}$, em função do uso de diferentes tipos de corretivos da acidez do solo.....	37
Tabela 6. Valores médios de dureza total, em $mg L^{-1}$ de $CaCO_3$, em função do uso de diferentes tipos de corretivos da acidez do solo.....	38
Tabela 7. Valores médios de alcalinidade total, em $mg L^{-1}$ de $CaCO_3$, em função do uso de diferentes tipos de corretivos da acidez do solo.....	39

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

Al – Alumínio.

CTC - Capacidade de Troca Catiônica.

DIC - Delineamento Inteiramente Casualizado.

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária.

PRNT - Poder Relativo de Neutralização Total (%).

PN – Poder de Neutralização (%).

ER – Eficiência Relativa (%).

RE – Reatividade.

K – Potássio.

Mg- Magnésio.

T1- tratamento com solo sem adição de corretivo (Testemunha).

T2- tratamento com solo corrigido com calcário agrícola de conchas.

T3- tratamento com solo corrigido com pó de cascas de ovos.

T4 – tratamento com solo corrigido corretivo com Lithothamnium (algas calcárias).

SENAR- Serviço Nacional de Aprendizagem Rural.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	13
1.1. OBJETIVOS.....	14
1.1.1. OBJETIVO GERAL.....	14
1.2. Objetivos específicos.....	14
1.2.3. JUSTIFICATIVA.....	15
2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	15
2.1. Reação do solo: formação e tipos de acidez do solo.....	15
2.2. Calcário comercial como corretivos da acidez do solo.....	16
2.3. Lithothamnium como corretivo da acidez do solo.....	17
2.4. Pó de casca de ovo como corretivo da acidez do solo.....	18
3. EFEITOS DA CALAGEM NA QUALIDADE DA ÁGUA.....	19
4 .MATERIAL E MÉTODOS.....	21
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	36
6. CONCLUSÕES.....	40
REFERÊNCIAS.....	41

1. INTRODUÇÃO

A aquicultura utiliza diversos recursos tais como terra, água, energia, ração, fertilizantes, antibióticos, esses recursos devem ser utilizados de forma racional, visto que a aquicultura depende do ambiente na qual está inserida (OLIVEIRA, 2007). A utilização adequada e a qualidade do corretivo utilizados na aquicultura são muito importantes para garantir o sucesso da produção (BOEIRA & QUEIROZ, 2006). A qualidade e o tipo de produto será premissa as boas práticas de construção e manejo, a partir do momento em que poderá se alcançar a máxima produtividade com a manutenção da qualidade do meio. Na produção aquícola viveiros construídos em solos ácidos apresentam água com valores baixos de pH, alcalinidade e dureza totais. Nesses casos, se não for feita uma calagem, eles podem vir a se mostrar inadequados para a prática da aquicultura (QUEIROZ et al., 2006).

A presença de sedimentos ácidos no fundo dos viveiros é um problema bastante comum, que exige a utilização de grandes quantidades de calcário para sua correção. A calagem em viveiros de baixo fluxo de água pode ser usada para correção do pH e reforçar o sistema tampão da água e neutralizar a acidez de troca do solo do fundo dos viveiros (BOEIRA & QUEIROZ, 2006).

Os parâmetros que envolvem acidez têm muita importância para a manutenção e estabelecimento das características dos solos usados em aquicultura, visto que as propriedades físicas, químicas e biológicas estão direta ou indiretamente ligadas à qualidade da água nos viveiros (LUCHESE et al., 2002). Entretanto, Taque (2014) discorre que águas com dureza e/ou alcalinidades menores que 20 mg L^{-1} apresenta baixo poder tamponante e, conseqüentemente, maior alteração nos valores de pH ao longo do dia, em função dos processos fotossintéticos e respiratórios, devendo receber calagem água com valor de pH menor que 6. Esta prática traz efeitos benéficos, pois o ajuste do pH melhora a qualidade do solo que influencia na qualidade da água dos viveiros.

Os corretivos para controlar a acidez dos solos mais utilizados no mercado brasileiro são as rochas calcárias moídas, contendo calcita (CaCO_3), magnesita (MgCO_3) e/ou dolomita (CaCO_3 , MgCO_3) (SCHELEDER, 2016). Os calcários são classificados de acordo com sua concentração de MgO, podendo ser calcíticos (menos de 5% de MgO), magnesianos (5 a 12% de MgO) ou dolomíticos (acima de 12% de MgO). Outros materiais também podem ser utilizados na calagem, como conchas moídas, cal virgem (CaO), cal hidratada Ca(OH)_2 , e óxidos e hidróxidos de magnésio (BOEIRA & QUEIROZ, 2006).

O método mais comum de aplicação de calcário consiste na aquicultura; (i) na sua incorporação direta sobre a superfície da água no início do cultivo, (ii) distribuição uniforme sobre a superfície do solo no fundo dos viveiros antes de abastecê-los com água e (iii) distribuição uniforme sobre a superfície dos sedimentos do fundo dos viveiros, seguida do revolvimento manual da camada superficial dos sedimentos (10 cm) antes de serem abastecidos (TAQUE, 2014).

Segundo Taque (2014), os organismos cultivados em águas com baixo valor de pH apresentaram alguns problemas tais como aumento da produção de muco, danos nas estruturas branquiais, redução na capacidade respiratória e problemas com a manutenção do balanço iônico interno. A manutenção dos parâmetros de qualidade da água em níveis ótimos para a espécie é importante, visto que os fatores físico e químico da água podem interferir diretamente no desempenho dos organismos (SENAR, 2019).

1.1. OBJETIVOS

1.1.1. OBJETIVO GERAL

Avaliar a eficiência do uso de diferentes tipos de corretivos da acidez do solo e influência destes nos parâmetros químicos da água doce utilizada na atividade aquícola.

1.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Avaliar o desempenho de diferentes tipos de corretivos na correção da acidez e influência nos atributos químicos do solo (pH, Al, Ca e Mg);
- Avaliar a influência da correção do solo sobre os parâmetros químicos na água doce de viveiro através da determinação de seus atributos químicos (pH, alcalinidade, dureza e alumínio).

1.2.3. JUSTIFICATIVA

Devido ao problema de acidez na maioria dos solos brasileiros, aproximadamente 70 % (CAMARGOS, 2015), e o reflexo desta na qualidade da água em atividade aquícola, o uso da calagem em viveiros é muito comum e eficaz para corrigir os níveis de acidez no solo e na água em pisciculturas (SENAR, 2019). Neste contexto, a busca de novas alternativas e com cunho sustentável para os produtores, incluindo-se resíduo descartado atualmente no meio ambiente, tornaram-se objetos de estudo neste trabalho, onde foram avaliados três tipos de corretivos; cascas de ovos (resíduo), Lithothamnium (sedimentos de algas calcárea) e calcário de conchas marinhas; como fontes alternativas para possível substituição de produto usual na prática da calagem do solo (rochas calcáreas moídas) e a influência destes corretivos nos parâmetros químicos da qualidade da água doce utilizada na produção aquícola.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1. REAÇÃO DO SOLO: FORMAÇÃO E TIPOS DE ACIDEZ DO SOLO

De acordo com Oliveira et al. (2005), a acidez do solo pode ser dividida em acidez ativa e acidez potencial, seguida de permutabilidade e não permutabilidade, conforme descrito a seguir:

a) A acidez ativa é o resultado da dissociação do H^+ , que existe na forma de H^+ na solução do solo, é expressa em valores de pH.

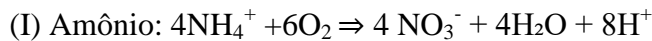
b) A acidez trocável são os íons H^+ e Al^{3+} retidos na superfície do colóide por força eletrostática. Em condições naturais, a quantidade de H^+ trocável parece ser muito pequena. A acidez não trocável é representada pelo H^+ ligado covalentemente, que está associado a colóides carregados negativamente variáveis e compostos de alumínio (Al^{3+} trocável + H^+ trocável).

c) A acidez potencial refere-se à soma da acidez trocável (Al^{3+} trocável + H^+ trocável) e da não trocável (H^+ de ligação covalente). No processo de decomposição orgânica, são liberados tanto ácidos orgânicos como ácidos inorgânicos. O ácido encontrado em maior abundância no solo é o ácido carbônico (H_2CO_3), resultante da combinação do dióxido de carbônico com a água. É classificado como um ácido fraco, porém representa um potente supridor de íons H^+ (MENEGETTI, 2018). A acidez do solo surge através da dissociação dos ácidos presentes no solo com a água em contato com a solução aquosa: $HA \Rightarrow H^+$ (cátion) + A^- (ânion) (D'OLIVEIRA, 2017).

O solo pode ser ácido devido ao álcali insuficiente no material de origem, ou devido ao processo de formação que facilita a remoção ou lixiviação (lavagem) de elementos alcalinos (bases do solo) como K^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} e Na^+ . Além disso, a acidez do solo aumentará devido ao cultivo e fertilização. Nestes casos, a acidificação começa ou aumenta devido à remoção do álcali da superfície do coloide do solo (cátions básicos). De acordo com Oliveira et al. (2005), existem três maneiras principais de causar a acidificação do solo:

a) O primeiro ocorre naturalmente pela decomposição do dióxido de carbono $CO_2 + H_2O \rightarrow H^+ + HCO_3^-$.

b) A segunda causa da acidificação é ocasionada por alguns fertilizantes, sobretudo os amoniacais como a ureia, que durante a sua transformação no solo, sob ação dos microrganismos, resultam na liberação de íons H^+ :



(II) Ureia: $CO(NH_2)_2 + 2H_2O \Rightarrow (NH_4)_2CO_3$ (onde o NH_4^+ formado reage como amônio na liberação de H^+ para o meio).

A presença do íon H^+ irá deslocar um cátion trocável (adsorvido) para a solução do solo, o qual será lixiviado com o ânion acompanhante, intensificando a acidificação através da remoção das bases do solo (K^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} e Na^+).

(c) Uma terceira causa importante da acidificação dos solos é a hidrólise do alumínio, a qual produz íons H^+ , de acordo com a reação em função do pH do solo: $Al^{3+} + 3H_2O \Rightarrow Al(OH)_3$ (precipita) + $3H^+$

2.2. CALCÁRIO COMERCIAL COMO CORRETIVOS DA ACIDEZ DO SOLO

Calagem é o termo usado para a aplicação do calcário, mas todos os compostos de calcita também podem ser usados, como: pó de calcário, solo calcário, cal viva e cal hidratada. O calcário tem a função de neutralizar o pH lentamente, à medida que reage com os ácidos vai sendo dissolvido. O calcário tem a reação lenta e prolongada, devido a isso deve ser adicionado em maiores quantidades (SCHELEDER & SKROBOT 2016).

A calagem em tanques de aquicultura é praticada para melhorar a produtividade e a qualidade ambiental. Seu objetivo principal é neutralizar os sedimentos no fundo da lagoa e aumentar a alcalinidade total e a dureza total da água. A acidez dos sedimentos de fundo deve

ser corrigida até atingir um valor entre 7,0 e 8,5; e a alcalinidade total e a dureza total da água devem ser aumentadas para mais de 20 mg L⁻¹ (QUEIROZ, 2006).

Devido à sua composição química, os compostos presentes nos corretivos têm diferentes capacidades de neutralização de ácidos. As quantidades de corretivo necessárias para a correção da acidez variam de acordo com os solos. Alguns necessitam de apenas 1t ha⁻¹, ao passo que outros tipos necessitam até 10 t ha⁻¹ ou mais (TAQUE, 2014).

Segundo Alcarde (2005), os corretivos da acidez são produtos capazes de neutralizar (diminuir ou eliminar) a acidez dos solos e ainda carrear nutrientes, principalmente cálcio e magnésio. Os principais compostos químicos neutralizantes da acidez presentes nos corretivos são carbonatos de cálcio e de magnésio (CaCO₃ e MgCO₃); óxidos de cálcio e de magnésio (CaO e MgO) e hidróxidos de cálcio e de magnésio (Ca(OH)₂ e Mg(OH)₂). Nos calcários calcinados estão presentes tanto carbonatos como óxidos de cálcio e de magnésio. Já nas conchas moídas o carbonato de cálcio é o principal componente (GARUTTI, 2.003).

2.3. LITHOTHAMNIUM COMO CORRETIVO DA ACIDEZ DO SOLO

O Lithothamnium é o nome botânico de um gênero de algas vermelhas pluricelulares da família *Corallinaceae*, subfamília *Lithophylloideae*, tem sido utilizado como material de corretivo há muito tempo são derivados de algas marinhas calcárias, nas costas francesa, inglesa e irlandesa para correção de solos ácidos e/ou deficientes em cálcio (MELO & NETO, 2003).

Nessas regiões, o produto é conhecido pelo nome de “calcified seaweed” ou “maërl”, (alga calcificada ou “mãe”) sendo composto de esqueleto remanescente de *Phytamolithium calcareum* e *Lithothamnium coralóides*. Estudos antigos, datados do ano 1.853 na Europa, indicam que seu uso parece ter tido uma primeira menção no ano 1.186 (D’OLIVEIRA, 2017).

No Brasil, os depósitos de algas calcificadas do grupo das Melobesia são encontrados desde a região Amazônica até o sul do Rio de Janeiro, numa extensão de cerca de 4.000 km, com reservas ainda não conhecidas. Esses fundos de Melobesia, livres da plataforma continental, localizam-se próximo ao litoral, e com sua relativa facilidade de exploração e processamento, podem-se constituir em alternativa de produto para fins agrícolas (SANTOS, 2019).

O Lithothamnium fornece nutrientes de absorção imediata pelas plantas. Na melhora rapidamente as condições químicas, físicas e biológicas do solo. Estimula a atividade microbiana do solo e da rizosfera. Potencializa a absorção do adubo NPK. Proporciona a

formação de um húmus de alta qualidade. Aperfeiçoa a emergência e o enraizamento vegetal. Melhora floração, firmeza de fruto, resistência pós-colheita e tempo de prateleira. Aumenta a qualidade e a produtividade das lavouras (D'OLIVEIRA, 2017).

De acordo com Melo (2003), a utilização de um calcário magnesiano comercial e dois calcários marinhos (Lithothamne C e Lithothamne 400, de procedência francesa) como corretivos da acidez do solo para a cultura do milho, em dois solos possibilitou concluir através dos resultados obtidos que, o uso de calcários marinhos são viáveis como corretivos e semelhante ao calcário comercial. No entanto, seu uso não dispensaria a aplicação de micronutrientes para solos deficientes nesses elementos. O mesmo autor sugere que seria importante que os calcários marinhos fossem testados em campo, para avaliar o seu efeito residual e, dependendo dos custos de sua extração e preparo, possam constituir uma alternativa de corretivo de acidez do solo nas regiões agrícolas próximas do litoral (MARTINS et al., 2013).

2.4. PÓ DE CASCAS DE OVO COMO CORRETIVO DA ACIDEZ DO SOLO

O uso e a valorização das cascas de ovos devem ser levados em consideração principalmente do ponto de vista dos aspectos ambientais, pois, além de diminuir o problema de adição de resíduos no meio ambiente quando estas são descartadas de maneira incorreta, seu uso como fonte alternativa de CaCO_3 (carbonato de cálcio) pode reduzir o impacto sobre as reservas naturais de rocha calcária, uma fonte natural não-renovável (SIMON et al., 2015).

Segundo Monaco et al (2015), O uso de fontes alternativas de resíduos industriais pode ser uma solução para tornar a atividade mais sustentáveis, pois visa a eliminação de um problema ambiental da indústria e ao mesmo tempo promove a redução do custo de produção da agropecuária, beneficiando toda a cadeia, do produtor ao consumidor.

A caracterização do potencial para a correção da acidez do solo através dos resíduos de cascas de ovos torna-se importante como forma de inferir as possibilidades de uso na agricultura de modo a manter a sustentabilidade do setor (GALVÃO et al., 2020).

Segundo Simon et al (2015), o uso do pó de cascas de ovos representa uma alternativa potencial na correção da acidez do solo, necessitando-se para isso determinar a dose mais adequada para atingir o pH desejado. Os resultados de pesquisa obtidos revelaram que a casca de ovo pode ser considerada um resíduo de elevado potencial para a correção da acidez do

solo, em virtude de seu atributo químico de elevado valor de PRNT (86,5%). Da mesma forma, Holmes et al. (2011) constaram que o uso de cascas de ovos moídas na calagem para correção do pH do solo foi eficaz, possibilitando um uso prático de cascas de ovos da produção de ovos e uma solução viável em vez de descarte. Esta elevada eficiência do uso de cascas de ovos moídas como corretivo foi constatada através de um maior aumento do pH do solo corrigido quando comparado com os valores obtidos com a utilização de calcário agrícola, com a mesma dose em equivalente de CaCO_3 . Desta forma, o pó de cascas de ovos pode ser recomendado na prática da calagem para a correção da acidez do solo.

O pó de casca de ovos pode ser utilizado para reduzir a concentração de diversos metais pesados na água. Entretanto, Leite et al (2023) realizaram estudos para produzir farinha de conchas de bivalves e de cascas de ovos como alternativas sustentáveis para serem utilizados na correção de pH do solo, em substituição aos métodos tradicionais de calagem com calcário e gesso. Os resultados deste estudo demonstraram que as conchas (ostras e mexilhão) e as cascas de ovos possuem características favoráveis para possível calagem do solo, ajudando os pequenos e médios produtores, e até mesmo grandes produtores agricultores na prática da calagem do solo.

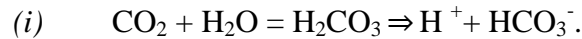
3. EFEITOS DA CALAGEM NA QUALIDADE DA ÁGUA

A transparência, turbidez, pH, alcalinidade, dureza e alumínio são os principais parâmetros que podem ser corrigidos com a prática de calagem (SCHELEDER & SKROBOT, 2016). Outros fatores como o clima também influenciam na alcalinidade, pH e dureza, como é o caso dos viveiros localizados em regiões áridas onde existem solos com maior alcalinidade total, do que viveiros localizados em regiões úmidas (BOEIRA & QUEIROZ, 2006).

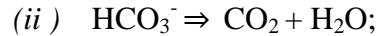
Alcalinidade total é um parâmetro que se refere à concentração total de bases tituláveis da água. Embora a amônia, os fosfatos, os silicatos e a hidroxila (OH^-) se comportem como bases contribuindo para a alcalinidade total, os íons bicarbonatos (HCO_3^-) e carbonatos (CO_3^{2-}) são os mais abundantes e responsáveis por praticamente toda a alcalinidade nas águas dos sistemas aquáticos (CORRÊA, 2018).

A alcalinidade total é expressa em equivalentes de CaCO_3 (mg de $\text{CaCO}_3 \text{ L}^{-1}$). O ácido carbônico (H_2CO_3) é um produto da reação ácida do CO_2 na água.

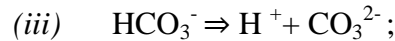
A ionização do ácido carbônico é o processo desencadeador da formação do íon bicarbonato, como ilustrado a seguir:



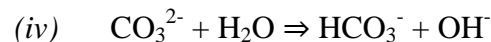
O íon bicarbonato age como base formando CO_2 e H_2O , ou como ácido, dissociando-se para formar o íon carbonato, como se segue:



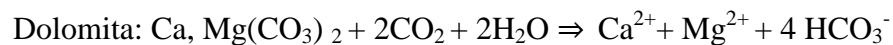
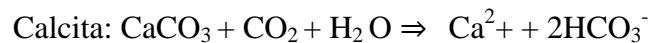
Reação como base:



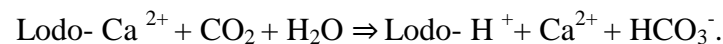
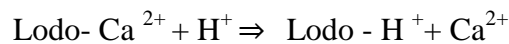
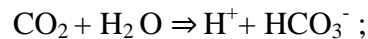
Reação como ácido íon carbonato (CO_3^{2-}) reage como uma base, dissociando-se para produzir hidroxila e íon bicarbonato:



Menos de 1% de todo o CO_2 dissolvido na água forma ácido carbônico. No entanto, águas naturais contêm muito mais íons bicarbonatos do que seria possível apenas com a ionização do ácido carbônico presente no sistema. Isto se explica pela direta reação do CO_2 com rochas e solo, formando íons bicarbonato:

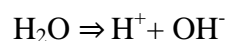
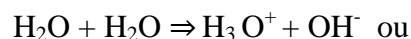


Íons bicarbonato também são formados num processo de troca iônica de íons Ca^{2+} por íons H^+ no lodo (substrato) dos viveiros, na presença de CO_2 :



A alcalinidade total está diretamente ligada à capacidade da água em manter seu equilíbrio acidobásico (poder tampão da água). Águas com alcalinidade total inferior à 30 mg $\text{CaCO}_3 \text{ L}^{-1}$ apresentam reduzido poder tampão e podem apresentar significativas flutuações diárias nos valores de pH em função dos processos fotossintético e respiratório nos sistemas aquáticos (SCHELEDER & SKROBOT, 2016).

O pH é definido como o logaritmo negativo da concentração (em mol L^{-1}) dos íons H^+ na água. Os valores de pH da água indicam se esta possui reação ácida ou básica:



$$\text{pH} = -\log [\text{H}^+].$$

A escala do pH compreende valores de 0 a 14. Em geral, valores de pH com 6,5 a 9,0 são mais adequados à produção de peixes. Os valores abaixo ou acima desta faixa podem prejudicar o crescimento e a reprodução e, em condições extremas, causar a morte dos peixes (SENAR, 2019).

Os valores de pH podem variar durante o dia em função da atividade fotossintética e respiratória das comunidades aquáticas, diminuindo em função do aumento da concentração de gás carbônico (CO_2) na água. No entanto, o CO_2 , mesmo em altas concentrações, não é capaz de abaixar o pH da água para valores menores que 4,5. Condições de pH abaixo de 4,5 resultam da presença de ácidos inorgânicos como os ácidos sulfúrico (H_2SO_4), clorídrico (HCl) e nítrico (HNO_3) (NASCIMENTO et al., 2007).

A dureza total tem concentração de íons metálicos, principalmente os íons de cálcio (Ca^{2+}) e magnésio (Mg^{2+}) presentes na água. A dureza total da água é expressa em equivalentes de CaCO_3 ($\text{mg CaCO}_3 \text{ L}^{-1}$). Em águas naturais, os valores de dureza total geralmente se equiparam a alcalinidade total, ou seja, Ca^{2+} e Mg^{2+} praticamente se encontram associados aos íons bicarbonatos e carbonatos (SERAFIM, 2017). No entanto, existem águas de alta alcalinidade e baixa dureza, nas quais parte dos íons bicarbonatos e carbonatos estão associados aos íons Na^+ e K^+ em vez de Ca^{2+} e Mg^{2+} . Em águas onde a dureza supera a alcalinidade, parte dos íons Ca^{2+} e Mg^{2+} encontram-se associados a sulfatos, nitratos, cloretos e silicatos.

4. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado na Universidade Federal da Fronteira Sul – UFF durante o período de 7 de novembro a 21 de dezembro/2022, sendo adotado um delineamento inteiramente casualidades (DIC) composto por 4 tratamentos foram com 5 repetições, totalizando 20 unidades experimentais (caixas de polietileno com 33 litros de capacidade, medindo 58 x 36 x 31 cm – comprimento x largura x altura). Os tratamentos testados foram: T1- tratamento com solo sem adição de corretivo (Testemunha); T2- tratamento com solo corrigido com calcário agrícola de conchas (comercial); T3- tratamento com solo corrigido com pó de cascas de ovos e T4 – tratamento com solo corrigido corretivo com Lithothamnium (algas calcáreas), objetivando analisar a eficácia dos diferentes corretivos nos atributos químicos do solo (pH, Al, Ca, Mg) através da calagem, bem como a influência do uso destes nos atributos químicos da água doce (pH, alcalinidade, dureza e teor de alumínio) utilizada em ambiente aquático.

a) Coleta do Solo

A escolha do solo utilizado no experimento como substrato se deu através da coleta de uma amostra composta de uma área de reflorestamento com *Pinus elliottii* (Figura 1) na profundidade de 0-20 cm com auxílio de um trado (Figura 2).



Figura 1: Local da UFFS/Laranjeiras do Sul onde foram coletadas as amostras de solo. Fonte: Google Maps, (2023).



Figura 2. Trado Holandês para a coleta do solo (A). Embalagem do solo para enviar ao laboratório (B). Fonte: Elaborado pela autora (2022).

Após a coleta a amostra foi enviada ao laboratório para a determinação de seus atributos químicos (EMBRAPA, 2009), os quais estão dispostos na Tabela 1.

Tabela 1. Atributos químicos do solo anterior ao período experimental, coletado de 0 a 20 cm. Laranjeiras do Sul-PR, 2022.

pH CaCl ₂	pH SMP	M.O.	Al ³⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	CTC	V	P	Al ³⁺
		g dm ⁻³	-----cmol _c dm ⁻³ -----					%	mg dm ⁻³	%
4,00	4,70	40,60	3,30	0,25	0,10	0,05	13,46	2,97	3,93	89,19

Teor de Matéria Orgânica (MO), pH pelo Método Shoemaker, Mac Lean e Pratt (SMP), Alumínio Trocável (Al³⁺), Cálcio Trocável (Ca²⁺), Magnésio Trocável (Mg²⁺), Potássio Trocável (K⁺), Fósforo em Mehlich 1 (P), Saturação de Bases (V%) e Saturação de Al³⁺ (Al³⁺ %). Fonte: Laboratório de Análises Agronômicas Maravilha Ltda (Pato Branco- PR).

Após a escolha do solo (Tabela 1), foram coletados aproximadamente 500 kg de solo na profundidade de 0 a 20 cm, retirando-se previamente toda vegetação, folhas e raízes da superfície, com auxílio de um rastelo de jardim. Nesta atividade também foram utilizadas enxadas, baldes, lonas, peneira, luvas, sacos práticos e balança. Ao término da coleta, o solo foi tamisado (peneirado com malha de 3,35mm) para retirada de resíduos como de raízes, folhas, etc. (Figura 3).



Figura 3. Coleta do solo na área de reflorestamento com *pinus elliottii* (A). Tamisagem do solo (B). Fonte: elaborado pela autora (2022).

b) Cálculos dos corretivos utilizados na calagem do solo.

A reatividade dos corretivos testados foi considerada com base nos princípios da Embrapa (2009), onde foi utilizada a peneira número 50 (malha 300 μm) para padronizar a granulométrica dos diferentes corretivos testados (Figura 4) e assegurar uma reatividade (RE) padrão das partículas dos corretivos de 100%. Posteriormente determinou-se a quantidade de ácido neutralizado pelo corretivo.



Figura 4. Peneira nº 50 ABNT (malha 300 μm) utilizada na padronização granulométrica dos corretivos testados (A). Tamisagem dos corretivos utilizados na calagem do solo ácido (B).
Fonte: elaborado pela autora (2022).

A EMBRAPA (2006) discorre sobre a determinação qualidade ou eficiência total de um corretivo é expressa pelo poder relativo de neutralização total (PRNT). O PRNT é obtido da multiplicação do poder de neutralização (PN) pela reatividade (RE) de partículas de calcário de diferentes tamanhos em relação ao carbonato de cálcio puro e finamente moído, de acordo com a fórmula abaixo:

$$\text{PRNT} = \frac{\text{ER} \times \text{PN}}{100} (\%)$$

Conforme apresentado na Tabela 1, o solo escolhido para a implantação do experimento apresentava um valor de $\text{pH CaCl}_2 = 4,0$ ($\text{pH SMP} = 4,7$) sendo caracterizado um solo com elevada acidez ativa e, conseqüentemente, com alto teor de alumínio ($3,3 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-1}$), sendo necessária a prática da calagem no solo para elevar o pH e neutralizar o alumínio tóxico.

Os valores do PRNT dos corretivos utilizados foram: do calcário de conchas = 126 %, pó de cascas de ovos = 86,5% e Lithothamnium (algas calcáreas) = 92,62 %. Baseado nos atributos químicos iniciais do solo e dos diferentes corretivos, foi possível calcular as doses teóricas de calagem para cada tratamento considerado, visando-se elevar o pH do solo a 8,0 (EMBRAPA, 2006). Desta forma, as doses de corretivos foram calculadas elevando-se em consideração a recomendação de calagem ($t\ ha^{-1}$) pelo método pH SMP (tamponado a pH = 7,0), aplicando-se fator de correção (5.722,61) para elevação do pH = 8,0. Na Tabela 2 estão contidas as doses recomendadas de corretivos que foram utilizadas em cada tratamento (EMBRAPA, 2006).

Tabela 2. Doses de diferentes corretivos utilizadas na calagem do para elevação teórica do pH = 8,0.

Tratamentos	PRNT dos Corretivos (%)	Doses de corretivos ($kg\ ha^{-1}$)	Doses de corretivos $saco^{-1}c/ 85\ kg\ de\ solo\ (g\ saco^{-1})$	Doses de corretivos $caixa\ plástica^{-1} c/ 13\ kg\ de\ solo\ (g\ caixa^{-1})$
T 1 (Testemunha)	Sem corretivo	0	0	0
T2 (Calc. Conchas)	126,00	14.477	620	95
T3 (Pó Casc. Ovos)	86,50	21.087	900	138
T4 (Lithothamnium)	92,62	19.694	836	127

Fonte: Elaborado pela autora, 2022.

Os cálculos referentes aos dados da Tabela 2 encontram-se demonstrados a seguir (EMBRAPA, 2006):

$$(I) \quad \text{Calagem (kg ha}^{-1} \text{ de CaCO}_3) = (8,00 - \text{pH solo}) \times 5.600$$

$$(I) \quad \text{Transformando pH SMP} = 4,7 \text{ (tampão 7,0) da Tabela 1 para pH tampão 8,0}$$

(I):

$$\text{Cálculo do fator} = \text{pH SMP (Tabela 1)} \div 8,0 = 0,875$$

$$\text{Cálculo do fator} = 4,7 \text{ (pH SMP solo)} \div 0,875 = 5,3714 \text{ pH solo corrigido para tampão pH} = 8,0;$$

Substituindo na (I):

$$\text{Calagem (kg ha}^{-1} \text{ de CaCO}_3) = (8,00 - 5,3714) \times 5.600 = 14.720 \text{ kg ha}^{-1} \text{ (para elevar para o pH do solo para 8,0);}$$

Comparando-se com a recomendação de calagem pelo Método pH SMP (tampão 7,0) e extrapolando-se proporcionalmente para pH = 8,0 foi obtida a seguinte recomendação corrigida: (i) tomando-se por base que para atingir um pH SMP = 7,0 é recomendado a aplicação de 13.000 kg ha⁻¹ de corretivo (calagem); (ii) logo para atingir pH SMP teórico = 8,0 (ideal para atividade aquícola) seriam necessários a aplicação de 15.200 kg ha⁻¹ de corretivo. Após analisar as doses recomendadas pelos 2 métodos para o mesmo solo, para efeito de cálculos, optou-se em adotar a recomendação de maior valor obtida pelo Método pH SMP (15.200 kg ha⁻¹ de corretivo), levando-se em consideração que o dado obtido de pH na análise de solo (Tabela 1) refere-se a valor obtido pelo método SMP (EMBRAPA, 2006).

Com base na dose de corretivo recomendada, foi considerado para efeito de cálculos a massa de 2.000.000 kg de solo ha⁻¹ e densidade do solo (Ds) = 1,20 g cm⁻³:

$$\text{Calcário} = 15.200 \text{ kg ha}^{-1} = 2.000.000 \text{ kg}$$

$$15.200 \text{ kg} = 15.200.000 \text{ g} \div 2.000.00 \text{ kg de solo}$$

$$X = 7,6 \text{ g de corretivo kg}^{-1} \text{ solo} \times 1,20 \text{ g cm}^{-3} \text{ (Ds)} = 9,12 \text{ g de corretivo kg}^{-1} \text{ solo}$$

(PRNT = 100%).

- T1 (Testemunha): sem adição de corretivo;
- T2- tratamento com solo corrigido com calcário agrícola de conchas (comercial): considerando-se um PRNT = 126% para o calcário agrícola de conchas (comercial): $9,12 \text{ g} \div 1,26 = 7,24 \text{ g de corretivo kg}^{-1} \text{ solo}$. Em 85 kg solo (quantidade de solo tratamento⁻¹) = 615,4 g corretivo saco⁻¹, aproximadamente 620 g corretivo saco⁻¹ (calcário de conchas);
- T3- tratamento com solo corrigido com pó de cascas de ovos: considerando-se um PRNT = 86,5%, logo $9,12 \text{ g} \div 0,865 = 10,43 \text{ g de corretivo kg}^{-1} \text{ solo}$. Em 85 kg solo (quantidade de solo tratamento⁻¹) = 887 g corretivo saco⁻¹, aproximadamente 900 g corretivo saco⁻¹ (pó de cascas de ovos);
- T4 – tratamento com solo corrigido corretivo com Lithothamnium (algas calcáreas): considerando-se um PRNT = 92,62%, logo $9,12 \text{ g} \div 0,9262 = 9,84 \text{ g de corretivo kg}^{-1} \text{ solo}$. Em 85 kg solo (quantidade de solo tratamento⁻¹) = 826 g corretivo saco⁻¹ de Lithothamnium (alga calcáreas).

c) Incubação do solo corrigido (calagem)

A avaliação da exigência de calcário para elevar o pH de um solo, a um valor determinado pode ser feita por diversos métodos. Dentre eles destaca-se o da incubação. Pode ser feito de acordo com o princípio da equivalência química, a quantidade de ácido neutralizado equivale à quantidade de constituinte neutralizante contido na amostra. Assim, pode-se calcular a quantidade de CaCO_3 que deveria existir na amostra e o resultado pode ser expresso em porcentagem equivalente em carbonato de cálcio (ALCARDE, 2005).

Após a tamisagem do solo, foi realizado o processo de adição dos diferentes corretivos do solo (calagem) nas doses previamente calculadas (Tabela 2) em função dos resultados da análise de solo (Tabela 1), utilizando-se 85 kg de solo para cada tratamento proposto. Esta quantidade de solo foi esparramada uniformemente em cima de lonas plásticas para adição e mistura dos respectivos corretivos, exceto para o tratamento Testemunha (T1). Após esta etapa os solos de todos os tratamentos (incluindo T1) foram umedecidos até aproximadamente 70% de sua capacidade máxima de retenção de água (capacidade de campo). A quantidade de solo de cada tratamento (85 kg) foi acondicionada em dois sacos plásticos de polietileno de 100 L ($42,5 \text{ kg de solo saco}^{-1}$), totalizando 8 sacos plásticos (4 tratamentos testados), o quais foram devidamente fechados retirando-se previamente o excesso de ar e deixados expostos ao sol por um período total de incubação de 20 dias (Figura 5).



Figura 5. Aplicação dos corretivos (A). Mistura dos corretivos com água no solo (B). Teste para verificar o ponto de umidade para incubação do solo(C). Incubação do solo (D). Fonte: elaborado pela autora (2022).

Após os 20 dias, os solos foram abertos e retirada uma amostra (aproximadamente 400g) de cada tratamento testado, totalizando 4 amostras de solos incubados (tratamentos) as quais foram secadas em estufa de ventilação forçada com a temperatura de 40 °C por 72 horas, moídas em moinho de martelo, tamisadas em malha de 2mm, acondicionadas em sacos de coleta de solo devidamente identificados (tratamentos) e enviadas ao laboratório de análise de solo para caracterização dos atributos químicos (EMBRAPA, 2009) dos solos corrigidos, após o período de incubação (Tabela 3).

Tabela 3. Atributos químicos dos solos corrigidos coletados na profundidade de 0-20 cm, anteriormente ao início do período experimental com a água doce.

Descrição	Simb.	Unid.	T1	T2	T3	T4
pH CaCl ₂			3,80	4,90	6,30	6,30
pH SMP			4,50	5,60	6,70	6,70
Matéria Org.	M.O.	cmol _c dm ⁻³	67,16	69,23	75,25	65,29
Al Trocável	Al ³⁺	cmol _c dm ⁻³	5,15	0,25	0,0	0,0
Cálcio Troc.	Ca ²⁺	cmol _c dm ⁻³	0,80	6,80	17,48	14,98
Magnésio Troc.	Mg ²⁺	cmol _c dm ⁻³	0,20	1,23	0,34	1,63
Potássio Troc.	K ⁺	cmol _c dm ⁻³	0,10	0,08	0,08	0,08
Cap. Troca Cat.	CTC	cmol _c dm ⁻³	19,95	15,25	20,61	19,40
Sat. por Bases	V	%	5,51	53,18	86,85	86,03
P Mehlich 1	P	mg dm ⁻³	2,25	1,90	2,25	1,55
Sat. de Al ³⁺	Al ³⁺	%	82,40	2,99	0,00	0,00

pH CaCl₂ (0,01M), pH SMP - Método Shoemaker, Mac Lean e Pratt (pH 7,0), Teor de Matéria Orgânica (MO)-Walkley-Black, KCl 1N: Alumínio Trocável (Al³⁺), Cálcio Trocável (Ca²⁺), Magnésio Trocável (Mg²⁺), Mehlich 1 - Potássio Trocável (K⁺), Fósforo em Mehlich 1 (P), Saturação de Bases (V%) e Saturação de Al³⁺ (Al³⁺ %). Fonte: Laboratório de Análises Agronômicas Maravilha Ltda (Pato Branco- PR).

d) Montagem do experimento para avaliação dos atributos químicos da água doce

Após a correção do solo com diferentes corretivos (calagem) e tendo em vista a avaliação dos atributos químicos da água doce em função dos tratamentos corretivos do solo, foram utilizadas caixas plásticas de polietileno como unidades experimentais, com capacidade de 33 litros (58 x 36 x 31 cm – comprimento x largura x altura), as quais receberam 13 kg de solo caixa⁻¹, de acordo com os tratamentos sorteados aleatoriamente (casualizados), formando uma camada de 9 cm de solo no fundo de cada caixa. O restante da altura máxima (31 cm) da caixa plástica foi completado com água de mina, fazendo-se a devida reposição do nível máximo quando necessário.

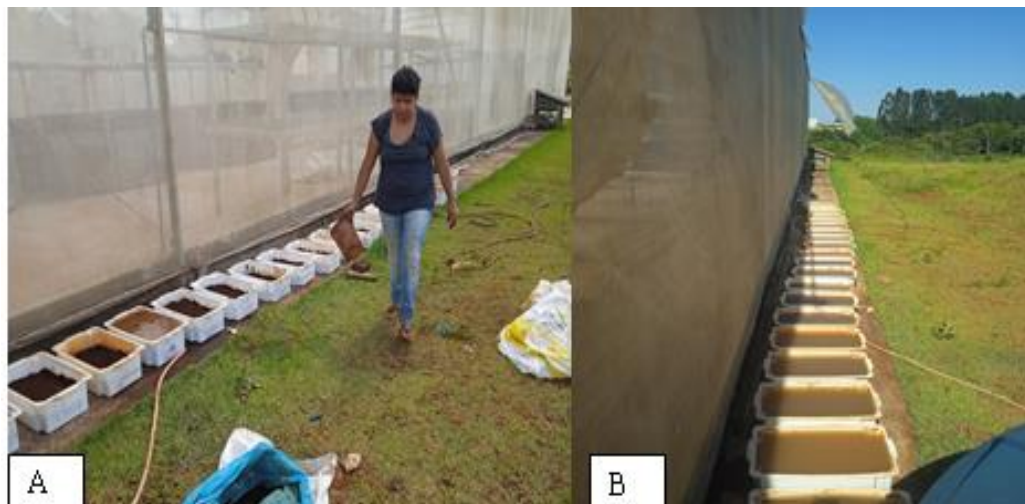


Figura 6. Montagem do experimento (A). Montagem completa (B). Fonte: Elaborado pela autora, 2022.

Ao final do período experimental, após 15 dias, foram coletadas amostras individuais de água de cada caixa plásticas para fins de determinação dos atributos químico da água sendo consideradas as seguintes variáveis: pH, dureza total, alcalinidade total e teor de alumínio (Al^{3+}).

Existem várias formas para determinação o pH da água como fitas, kit Alfa que determina através de método titulométrico e pHmetro digital. Tendo em vista a obtenção de dados mais precisos de pH da água, foi utilizado um pHmetro digital de bancada microprocessador.



Figura 7. pHmetro digital utilizado na determinação do pH da água doce em função dos tratamentos testados, ao final do período experimental de 15 dias. Fonte: Elaborado pela autora, 2022.

Para a determinação da dureza e alcalinidade da água, foi utilizado o kit técnico Alfakit (Figura 8), o qual utiliza o método titulométrico como base. Para determinação da dureza total da água foram realizados os procedimentos metodológicos segundo Kubitzka (1998). Desta forma, para o cálculo da dureza, cada gota gasta na titulação corresponde a 10 mg L⁻¹ de CaCO₃. Desta forma:

$$\text{mg L}^{-1} \text{ de CaCO}_3 = \text{número gotas} \times 10$$



Figura 8. Determinação da dureza da água coletada em função dos tratamentos testados, ao final do período experimental de 15 dias. Fonte: Elaborado pela autora, 2022.

A alcalinidade total está diretamente ligada à capacidade da água em manter seu equilíbrio acidobásico (poder tampão da água) e reduzir a anomia. Águas com alcalinidade total inferior à $20 \text{ mg CaCO}_3 \text{ L}^{-1}$, apresentam reduzido poder tampão e podem apresentar significativas flutuações diárias nos valores de pH em função dos processos fotossintético e respiratório nos sistemas aquáticos (KUBITZA, 1998). Para determinação da alcalinidade da água foram realizados os procedimentos metodológicos segundo Kubitza (1998). Desta forma, para o cálculo da alcalinidade, cada gota correspondia a 10 mg L^{-1} de CaCO_3 . Desta forma:

$$\text{mg L}^{-1} \text{ de CaCO}_3 = \text{número gotas} \times 10$$



Figura 9. Determinação da alcalinidade da água coletada em função dos tratamentos testados, ao final do período experimental de 15 dias. Fonte: Elaborado pela autora, 2022.

Para a determinação do teor de alumínio (Al^{3+}) nas amostras de água coletada, foi utilizado o princípio da metodologia de análise de alumínio no solo/solução (EMBRAPA, 2009), substituindo-se o volume da amostra de solo pelo volume equivalente da amostra da água coletada, sendo realizados os seguintes procedimentos metodológicos (Figura 10):

a) Prova em Branco (PB):

- Dispensou-se uma alíquota de 25 ml de KCl 1N em um copo de plástico de 150 ml;
- Adicionou-se 3 gotas de fenolftaleína a 1%;
- Em sequência utilizou-se uma bureta digital para realizar a titulação com NaOH 0,025 N até o ponto de viragem da cor incolor para o rosa;
- Anotou-se o volume gasto de NaOH 0,025 N da Prova em Branco (PB).

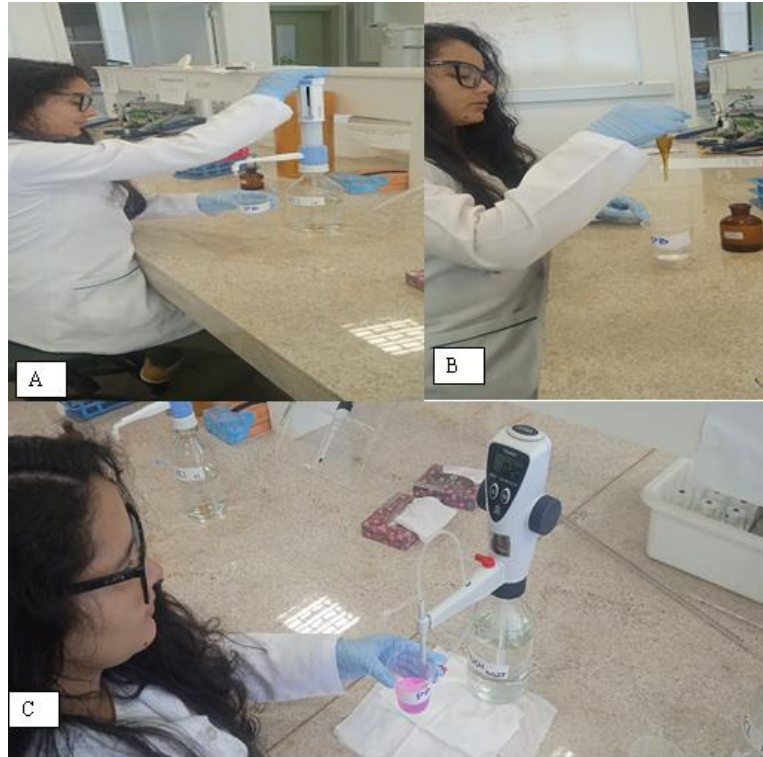


Figura 10. Distribuição (dispenser) de KCl 1N (A). Adição de fenolftaleína 1% (B). Titulação com NaOH 0,025 N até o ponto de viragem para a cor rósea (C). Fonte: elaborado pela autora, 2022.

b) Determinação do alumínio na amostra de água (Figuras 11 e 12):

- Coletou-se uma alíquota de 5 ml da amostra de água e transferiu-se para um copo de plástico de 150 ml;
- Adicionou-se 50 ml de KCl 1N e agitou-se durante 10 min a 160 rpm em mesa agitador horizontal;
- Procedeu-se a filtragem da amostra em papel de filtro, obtendo-se o filtrado;
- Tomou-se uma alíquota de 25 ml do filtrado (água + KCl 1N) e transferiu-se para um copo plástico de 150 ml;
- Foram adicionadas 3 gotas de fenolftaleína 1% e procedeu-se a titulação com NaOH 0,025 N até o ponto de viragem da cor incolor para o róseo;
- Anotou-se o volume (ml) gasto de NaOH 0,025 N na amostra de água.



Figura 11. Coleta e transferência da alíquota da amostra de água para copos plásticos (A). Adição de KCl 1N nas amostras de água (B). Agitação das amostras em mesa agitador horizontal (C). Fonte: Elaborado pela autora, 2022.



Figura 12. Titulação com NaOH 0,025 N (A) e ponto de viragem da amostra para a cor róseo. (B). Fonte: Elaborado pela autora, 2022.

- c) Cálculo do teor de alumínio (Al^{3+}), em $\text{cmol}_c \text{L}^{-1}$, nas amostras de água (adaptado):

$$\text{Al}^{3+} (\text{cmol}_c \text{L}^{-1}) = (\text{Vg amostra} - \text{Vg PB}) \times \text{N subst. Titulante} \times (\text{V extrator} / \text{V alíquota}) \times (100 / \text{V amostra inicial})$$

Onde:

Vg amostra = volume gasto de NaOH 0,025 N na titulação da amostra de água;

Vg PB = volume gasto de NaOH 0,025 N na titulação da prova em branco (PB);

N = Normalidade da substância titulante NaOH (0,025 N) .

V extrator = volume do extrator KCl 1N utilizado (50 ml);

V alíquota = volume da alíquota do filtrado (amostra de água + KCl 1N) utilizado, após filtragem (25 ml);

V amostra inicial = volume inicial da amostra de água utilizada na determinação (5 ml).

Os dados obtidos das variáveis pH, dureza, alcalinidade e teor de alumínio nas amostras de água coletadas foram submetidos a teste de normalidade, análise de variância (ANOVA) e as médias comparadas pelo teste de Tukey ($p < 0,01$), utilizando-se o programa computacional SISVAR (FERREIRA, 2011).

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os dados obtidos das variáveis foram inicialmente testado e apresentaram-se dentro da normalidade. Desta forma, foram submetidos a análise de variância (ANOVA) cujos resultados demonstraram que todas as variáveis dos atributos químicos das amostras de água coletadas (pH, dureza, alcalinidade e alumínio), apresentaram diferenças significativas em função do uso de diferentes tipos de corretivos da acidez do solo (calcário de conchas, pó de cascas de ovos e Lithothamnium).

Os valores médios de pH das amostras de água coletadas em função dos tratamentos testados encontram-se contidos na Tabela 4.

Tabela 4. Valores médios de pH da água coletada em função do uso de diferentes tipos de corretivos da acidez do solo.

Tratamentos	pH água*	
T1 (Testemunha)	5,932	b
T2(Calc. conchas)	7,290	a
T3 (Pó casc. ovos)	7,428	a
T4 (Lithothamnium)	7,566	a
DMS	1,185	
C.V. (%)	6,82	

* Médias seguidas pelas mesmas letras maiúsculas na horizontal e minúsculas na vertical, não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,01$). DMS – Diferença mínima significativa. C.V. (%) = Coeficiente de Variação. Fonte: Elaborado pela autora, 2022.

Os valores de pH da água coletada dos tratamentos em que os solos foram corrigidos (T2, T3 e T4), apresentaram diferença significativa em relação ao tratamento T1 (testemunha sem correção). Entretanto, eles não apresentaram diferenças significativa entre si (corretivos), apresentando a mesma tendência de elevação de pH.

Através do valor de pH de 5,93 obtido na água coletada no T1 (Tabela 3), a mesma pode ser classificada como água ácida, não sendo apropriada para algumas espécies de peixes, e, ocasionalmente podendo levar a morte (KUBITZA, 2006). Por outro lado, nos tratamentos T2, T3 e T4, pode-se classificar estas águas como neutras, estando dentro da faixa de valores considerada favorável para produção, devida sua proximidade ao valor 7,0. De acordo com Barcellos (2022), parâmetros de pH com 6,5 a 9,0 são mais apropriados para produção aquícola. Os valores abaixo ou acima desta faixa podem prejudicar o crescimento e a reprodução em níveis extrema, causar a morte dos peixes.

Segundo SENAR (2019), o solo do viveiro influencia diretamente no pH da água. Assim, quanto mais ácido for o solo do local, mais ácida será a água e mais alterações nos valores de seu pH irá ocorrer, podendo afetar o funcionamento branquial, prejudicar o equilíbrio osmótico e a respiração dos peixes. Segundo Nascimento et al. (2007), os valores extremos de pH podem prejudicam o crescimento, reprodução e, até mesmo, podem causar mortalidade massiva na produção de peixes, principalmente nas fases iniciais de desenvolvimento. Por outro lado, o pH da água também é importante porque afeta a toxicidade de vários poluentes comuns (como a amônia) e metais pesados como alumínio.

Na Tabela 5 estão apresentados os resultados dos parâmetros do alumínio obtidos através da análise de qualidade de água. De acordo com as médias obtidas, os teores de Al^{3+} nas águas dos tratamentos T2, T3 e T4 diferiram significativamente do resultado do tratamento T1 (sem corretivo), apresentando uma benéfica redução dos teores de Al^{3+} na água em função com a prática da calagem (corretivo) no solo. Estes resultados obtidos com o Al^{3+} estão de acordo com os valores de pH das águas dos tratamentos T2, T3 e T4 (Tabela 4).

Tabela 5. Valores médios de alumínio (Al^{3+}), em $\text{cmol}_c \text{L}^{-1}$, em função do uso de diferentes tipos de corretivos da acidez do solo.

Tratamentos	Teor de Al^{3+} ($\text{cmol}_c \text{L}^{-1}$)[*]
T1 (Testemunha)	0,230 a
T2(Calc. conchas)	0,080 b
T3 (Pó casc. ovos)	0,082 b
T4 (Lithothamnium)	0,098 b
DMS	0,0456
C.V. (%)	14,24

* Médias seguidas pelas mesmas letras maiúsculas nas horizontais e minúsculas na vertical, não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,01$). DMS – Diferença mínima significativa. C.V. (%) = Coeficiente de variação. Fonte: Elaborado pela autora, 2022.

É complexo determinar a toxicidade do Al^{3+} , pois não se tem uma medida quantitativa dessa toxicidade. Assim, como não há um consenso em relação ao nível de toxicidade do alumínio para organismos aquáticos, o pH ácido da água agrava ainda mais seu efeito de tóxico (CÂMARA & AFONSO, 2012).

Segundo Costa (2011) a toxicidade de um dado metal depende da espécie e de suas propriedades químicas, assim como fatores ambientais (do meio) como adsorção em superfícies sólidas, complexação e precipitação, a toxicidade de metais em ambientes aquáticos abrange várias formas físico-químicas nos compartimentos na coluna d'água, partículas suspensas e sedimentos.

Os efeitos da toxicidade dos metais, como por exemplo, o alumínio, provoca o excesso de muco nos peixes resultando em falta de oxigênio nas suas brânquias, atingindo assim a corrente sanguínea e podendo ser acumulados (metal pesado) em vários órgãos e tecidos (CÂMARA & AFONSO, 2012). O alumínio exerce toxicidade nas brânquias e no fígado e

provoca alterações histológicas sobre estes órgãos. Desta forma, a neutralização do Al^{3+} através da correção da acidez do solo (calagem) está diretamente correlacionada com a qualidade da água e sucesso da atividade aquícola (CORREIA, 2008).

Na Tabela 6 estão apresentados os valores médios da dureza total das águas coletadas em função dos tratamentos testados.

Tabela 6. Valores médios de dureza total, em mg L^{-1} de CaCO_3 , em função do uso de diferentes tipos de corretivos da acidez do solo.

Tratamentos	Dureza Total*	
	(mg L^{-1} de CaCO_3)	
T1 (Testemunha)	32	c
T2 (Calc. conchas)	220	b
T3 (Pó casc. ovos)	238	b
T4 (Lithothamnium)	286	a
DMS	36,2495	
C.V. (%)	7,59	

* Médias seguidas pelas mesmas letras maiúsculas na horizontal e minúscula na vertical, não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,01$). DMS – Diferença mínima significativa. C.V. (%) = Coeficiente de variação. Fonte: Elaborado pela autora, 2022.

O resultado da dureza total da água do tratamento T1 (Testemunha) diferiu significativamente dos demais (Tabela 6), apresentado o menor valor (32 mg L^{-1} de CaCO_3). Por outro lado, os tratamentos T2 (calcário) e T3 (pó de casca de ovo) não apresentaram diferenças entre si, porém apresentaram dureza inferior ao tratamento T4 (Lithothamnium), o qual apresentou o maior valor de dureza (286 mg L^{-1} de CaCO_3).

Os tratamentos T2, T3 e T4 (Tabela 6) foram os que demonstraram um nível de quantidade adequada de sais minerais, sabendo-se que a dureza total da água é a concentração de todos os cátions bivalentes, principalmente de cálcio (Ca^{2+}) e magnésio (Mg^{2+}), e em menor proporção, alumínio (Al^{3+}), ferro (Fe^{2+}), manganês (Mn^{2+}), sendo estes os cátions mais comuns em quase todos os sistemas de água doce (KUBITZA, 1998). Desta forma, pode-se afirmar que todos os tratamentos, durante o experimento de análises a concentração desse parâmetro mantiveram-se em níveis adequados para cultivo.

Outro parâmetro analisado com relação a qualidade da água foi a alcalinidade total, cujos valores médios encontram-se dispostos na Tabela 7, em função dos tratamentos.

Tabela 7. Valores médios de alcalinidade total, em mg L^{-1} de CaCO_3 , em função do uso de diferentes tipos de corretivos da acidez do solo.

Tratamentos	Alcalinidade Total* (mg L^{-1} de CaCO_3)	
T1 (Testemunha)	0	d
T2 (Calc. conchas)	64	c
T3 (Pó casc. ovos)	110	b
T4 (Lithothamnium)	166	a
DMS	31,7133	
C.V. (%)	15,15	

*Médias seguidas pelas mesmas letras maiúsculas na horizontal e minúsculas na vertical, não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,01$). DMS – Diferença mínima significativa. C.V. (%) = Coeficiente de variação. Fonte: Elaborado pela autora, 2022.

Todos os tratamentos testados diferiram significativamente entre si para a variável alcalinidade total, onde a água do T4 (Lithothamnium) apresentou o maior valor de alcalinidade (166 mg L^{-1} de CaCO_3) e o T1 (testemunha sem corretivo) apresentou o menor valor com ausência total de alcalinidade (0 mg L^{-1} de CaCO_3), indicando a presença de uma água mole com a presença de poucos sais minerais no T1.

As águas dos tratamentos T2, T3 e T4 com valores de alcalinidade de 64, 110 e 166 mg L^{-1} de CaCO_3 (Tabela 7), respectivamente, estiveram dentro dos parâmetros de níveis aceitáveis para piscicultura (KUBITZA, 1998), indicativo que boas quantidades de matéria orgânica que ajudaram na formação do plâncton, onde o tratamento T4 (Lithothamnium) sobressaiu significativamente dos demais.

De acordo com a Leira et al. (2017), a alcalinidade mede a capacidade da água de neutralizar os ácidos orgânicos produzidos, ou seja, controlar a variação do pH de uma solução através da presença de sais minerais dissolvidos na água, tais como os carbonatos (CaCO_3) e bicarbonatos (HCO_3^-). Para a alcalinidade da água, níveis entre 20 e 300 mg L^{-1} indicará boas quantidades destes sais minerais para a piscicultura. Para Pieroni (2020), a alcalinidade está diretamente ligada à capacidade da água em manter seu equilíbrio ácido básico (poder tampão), onde valores de alcalinidade inferiores a 20 $\text{mg CaCO}_3 \text{ L}^{-1}$ apresentam redução de poder tampão, sendo observado flutuação intensa do pH da água em função dos processos fotossintéticos e respiratórios

6. CONCLUSÕES

Dentre os principais resultados, destaca-se que os efeitos da aplicação do pó de cascas dos ovos (T3) como corretivo da acidez do solo foram considerados bastante efetivos, sendo uma alternativa ambientalmente sustentável por ser um resíduo descartado em aterros sanitários, o qual poderia ser utilizado na melhoria dos parâmetros de qualidade de água.

No decorrer do experimento a pó de cascas de ovos (T3) apresentou resultados semelhantes ao tratado com calcário de conchas (T2). Entretanto o Lithothamnium (T4) sobressaiu aos outros corretivos, sendo o corretivo que apresentou melhor desempenho para corrigir a acidez do solo e sobre os parâmetros de qualidade de água (dureza e alcalinidade totais). O uso de Lithothamnium (T4) é uma alternativa viável para a piscicultura no litoral. No entanto, para as pisciculturas localizadas em regiões distantes do litoral, as despesas com transporte (frete) poderiam inviabilizar seu uso, mesmo com eficácia comprovada sobre os outros tipos de corretivos (calcário e pó de cascas de ovos).

Ademais, os resultados obtidos nesta pesquisa foram úteis para a recomendação do uso de outros corretivos, como o Lithothamnium e o pó de cascas de ovos, além do calcário habitualmente utilizado. Neste sentido, sugere-se que novos estudos sejam realizados para verificar a eficiência destes corretivos em cultivo de peixes de água doce em viveiros escavados em solos com problemas de acidez.

REFERÊNCIAS

- ALCARDE, J. C. **Corretivos da acidez dos solos: características e interpretações técnicas**. São Paulo, ANDA, 2005 24 p. (ANDA, Boletim Técnico, 6).
- BARCELLOS, L. J. G. **Manual de boas práticas na criação de peixes de cultivo**. Lizie Pereira Buss (coord.). Brasília: MAPA/SDI, 2022.
- BOEIRA, R. C.; QUEIROZ, J. E. **Controle Da Acidez Dos Viveiros De Aquicultura**. Circular técnica 14. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2006. 8p.
- CÂMARA, S. C.; AFONSO, J. C. A toxicidade em ambientes aquáticos: discussão e métodos de avaliação. *LOCAL, Quím.*, v. 35, n. 1, p. 82-90, 2012.
- CAMARGOS, S. L. **Acidez do solo e calagem (reação do solo)**. Universidade Federal do Mato Grosso, Cuiabá, 2015. 26 p.
- CORRÊA, R. de O. **Qualidade da água na piscicultura continental**. – Brasília, DF: Embrapa, 2018. PDF (32 p.).
- CORREIA, T. G. **Influência do alumínio e do pH ácido sobre a fisiologia reprodutiva de peixes teleósteos continentais**. Dissertação (Mestrado) - Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo, 204 p., 2008.
- COSTA, P. M. da **Avaliação do efeito tóxico de sulfato de alumínio e sulfato de cobre em bioensaio de contaminação subcrônica via trófica no bioindicador *rhamdiaquelen siluriforme***. Curitiba, 2011. 130 p. Dissertação (CIÊNCIAS BIOLÓGICAS) - Universidade Federal do Paraná.
- D'OLIVEIRA, E. C. **Origem da acidez da nascente do rio Campo Belo, maciço do Itatiaia - R.J.** 103 p., Dissertação (Mestrado em Geociências - Geoquímica Ambiental) - Universidade Federal Fluminense, 2017.
- EMBRAPA - EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - Meio Ambiente. **Calagem e Controle da Acidez dos Viveiros de Aquicultura**, Jaguariúna, v. 14, 2006. Circular Técnica.
- EMBRAPA- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes**. Embrapa Solos, Embrapa Informática Agropecuária, 2ª Edição, Editor Técnico Fábio César da Silva. Brasília: Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia, 2009. 627p.
- FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. *Ciênc. agrotec.*, Lavras, v. 35, n. 6, p. 1039-1042, nov./dez., 2011.
- GALVÃO, J. R. et al. Utilização da casca de ovo como fonte de correção da acidez do solo. *Nature and Conservation*, v.13, n.2, p.77-81, 2020.
- GARUTTI, V. **Piscicultura ecológica**, ed. UNESP- São Paulo. 332p. 2003.

HOLMES et al. Using ground eggshells as a liming material in corn and soybean production - Crop Management. *Plant Management Network*. 29 September 2011. Disponível em: <https://www.agronext.iastate.edu/soilfertility/info/eggshell.pdf> Acesso: 3 maio 2023

KUBITZA, F. Qualidade de Qualidade da Água na Produção de Peixes – Parte I e II, a Água na Produção de Peixes. Rio de Janeiro, **Panorama da aquicultura**, ed.45. 1998. Disponível; em:<https://panoramadaaquicultura.com.br/qualidade-da-agua-na-producao-de-peixes-parte-i/>. Acesso em: 28 set. 2021.

KUBITZA, F. Sistemas de Recirculação: Sistemas fechados com tratamento e reuso da água. Rio de Janeiro, **Panorama da Aquicultura**, v. 16, n. 95, p. 15 – 22. 2006.

LEIRA, M. H. et al. Qualidade da água e seu uso em pisciculturas. , **Revista Pubvet**. Paraná v.11,n.1,p.11.17.jan./2017.Disponível em: <https://pdfs.semanticscholar.org/ed1b/7b63f8649267195e728446c179b62b51ec3a.pdf>. Acesso em: 2 abr. 2023.

LEITE, N. S. et al. Estudo químico e físico de resíduos da maricultura e avicultura como potencial uso para corretivo de acidez em solos. Curitiba, **Brazilian Journal of Animal and Environmental Research**, Curitiba, v. 6, n. 1, p. 302- 312, 2 1 2023.

LUCHESE, E. B.; FAVERO, L. O. B.; LENZI, E. **Fundamentos da química do solo**. Rio de Janeiro. Freitas Bastos. 182p., 2002.

MARTINS, G. H. F. et al. **Efeito do Lithothamnium e Superfosfato Triplo Revestido com Polímero na Disponibilidade de Nutrientes em Solo Cultivado com Nim (1)**. XXXIV CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO 28 de julho a 2 de agosto de 2013 | Costão do Santinho Resort | Florianópolis | SC, f. 3 - XLVI Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola – CONBEA. 2017.

MELO P. C.; NETO, A. E. F. Avaliação do Lithothamnium como corretivo da acidez do solo e fonte de nutrientes para o feijoeiro. **Ciência e Agrotecnologia**. 2003, v. 27, n. 3.

MENEGHETTI, A. M. **Manual de procedimentos de amostragem e análise química de plantas, solo e fertilizantes**. Curitiba, EDUTFPR, 2018. 252 p. (e-book). Disponível em: <http://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/>. Acesso em: 14 mai. 2023.

MONACO, P. A. V. L. et al. Conchas de ostras e cascas de ovos moídas como corretivos da acidez do solo. Viçosa, **Revenge**, v. 23, n. 6, 7 p., 2015.

NASCIMENTO, T. S. R.; BOJINK, C. de L. **Efeito do pH da água na sobrevivência e crescimento de alevinos de pacu (*Piaractus mesopotamicus*)**. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 44., 2007, Jaboticabal. Anais... Jaboticabal: Unesp: SBZ, 2007. 1 CD-ROM. p. 1-3.

OLIVEIRA, I. P.; COSTA, K. A.; DOS SANTOS, K. J. G.; MOREIRA F. P. **Considerações sobre a acidez dos solos de cerrado**. Goiás. Revista Eletrônica Faculdade Montes Belos, v.1, n. 1, p. 1-12, Agosto/2005.Disponível> <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/213856/consideracoes-sobre-a-acidez-dos-solos-de-cerrado>. Acesso 03 de abril de 2023.

OLIVEIRA, S. S. **Potenciais impactos ambientais da aquicultura: carcinicultura de cativeiro**. IPH/UFRGS, Brasil; (2007). Disponível em http://www.bvsde.paho.org/bvsaidi/s/uruguay30/BR09543_Oliveira.pdf acesso em 20 set. 2021

PIERONI, S. **A utilização de substratos pode afetar a qualidade da água no cultivo de organismos aquáticos**, p. 34- 38. Dissertação (Aquicultura e Pesca) - Governo do Estado de São Paulo Secretaria de Agricultura e Abastecimento Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios Instituto de Pesca, São Paulo, 2020. Disponível em: <file:///C:/Users/Aluno/Downloads/Soraya%20Pieroni.pdf>. Acesso em: 15 mai. 2023.

QUEIROZ, J. F. de; BOEIRA, R. C. **Recomendações práticas para o manejo de sedimentos do fundo dos viveiros de aquicultura**. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2006. 6 p. (Embrapa Meio Ambiente. Comunicado Técnico, 12)

QUEIROZ, J. F.; BOLEIRA, R. C. **Calagem e Controle da Acidez dos Viveiros de Aquicultura**. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2006. 8 p. il. (Embrapa Meio Ambiente. Comunicado Técnico, 14).

SANTOS, J. R. Feições morfológicas e biofácies como indicadores evolutivos da plataforma continental de Sergipe e sul de Alagoas. São Paulo, UNESP, Geociências, v. 38, n. 2, p. 409 - 425, 2019.

SCHELEDER, J.; SKROBOT, K. **Calagem na piscicultura: técnica de calagem em viveiros de água doce**. Curitiba, Instituto GIA, 2016. 46 p. il. Color.

SENAR, Serviço Nacional de Aprendizagem Rural. **Piscicultura: manejo da qualidade da água**. / Serviço Nacional de Aprendizagem Rural. – Brasília: Senar, 2019. 52 p.; il. 21 (Coleção Senar, 262).

SERAFIM, P. H. A. **Avaliação Dos Parâmetros De Qualidade Da Água Em Viveiros De Piscicultura No Município De Livramento - MT**. Cuiabá, 2017. 32 p.

SIMON, C. da P. et al. **Potencialidade do uso de casca de ovo como corretivo da acidez do solo**. XLIV Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola - CONBEA, São Pedro. 2015, 4 p.

TAQUE, M. **Estudo da reatividade e do poder neutralizante de distintas fontes do carbonato de cálcio para fins de aquicultura**. Dissertação (mestrado) de Ciências Agrárias, Programa de Pós-Graduação em Aquicultura (Centro de Ciências Agrárias do Departamento de Aquicultura - Programa de Pós-graduação em Aquicultura). Universidade Federal de Santa Catarina- UFSC, Florianópolis, 2014.