

**UNIVERSIDADE FEDERAL DA GRANDE DOURADOS
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS**

**CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DE SOLOS DE
PISCICULTURAS DO MUNICÍPIO DE DOURADOS - MS**

HELOISE NANTES ROMERO LEAL

DOURADOS
MATO GROSSO DO SUL
2021

**CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DE SOLOS DE
PISCICULTURAS DO MUNICÍPIO DE DOURADOS - MS**

HELOISE NANTES ROMERO LEAL

Orientador(a): Prof^ª. Dra. Vanessa Lewandowski

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à
Universidade Federal da Grande Dourados, como
parte das exigências para conclusão do curso de
Engenharia de Aquicultura.

DOURADOS
MATO GROSSO DO SUL
2021

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP).

L435c Leal, Heloise Nantes Romero
CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DE SOLOS DE PISCICULTURAS DO
MUNICÍPIO DE DOURADOS - MS [recurso eletrônico] / Heloise Nantes Romero Leal. -- 2023.
Arquivo em formato pdf.

Orientador: Vanessa Lewandowski.

TCC (Graduação em Engenharia de Aquicultura)-Universidade Federal da Grande Dourados,
2021.

Disponível no Repositório Institucional da UFGD em:
<https://portal.ufgd.edu.br/setor/biblioteca/repositorio>

1. Aquicultura. 2. cátions. 3. CTC potencial. 4. granulometria. 5. matéria orgânica. I.
Lewandowski, Vanessa. II. Título.

Ficha catalográfica elaborada automaticamente de acordo com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

©Direitos reservados. Permitido a reprodução parcial desde que citada a fonte.

**CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DE SOLOS DE PISCICULTURAS DO
MUNICÍPIO DE DOURADOS - MS**

Por

Heloise Nantes Romero Leal

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como parte dos requisitos exigidos para
obtenção do título de ENGENHEIRO DE AQUICULTURA

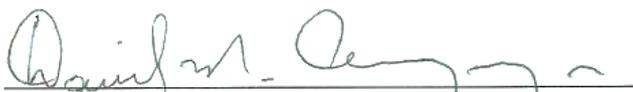
Aprovado em: 03 de novembro de 2021.



Profa. Dra. Vanessa Lewandowski
Orientador – UFGD/FCA



Prof. Dr. Dacley Hertes Neu
Membro da Banca – UFGD/FCA



Profa. Dra. Daniele Menezes Albuquerque
Membro da Banca – UFGD/FCA

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço à Deus por ser estrutura na minha vida e me permitir passar pela graduação, como forma de crescimento profissional e amadurecimento na vida. Por sentir a sua presença e o seu amor incondicional por mim. Obrigada também, ao Espírito Santo que sempre que me lapida como joia bruta e me faz ser alguém conforme a vontade dele.

Sou grata pela minha mãe Luciane C. Nantes Romero, por todo seu apoio, dedicação, seu amor de mãe e por sempre batalhar para ver o meu crescimento como filha. Sempre que necessário me corrigiu, e se fez presente nos momentos de angústia com seu colo e proteção. Obrigada pois você me fez a mulher forte que sou hoje.

Agradeço a minha família Nantes Romero que sempre pude contar, me dando o auxílio do meu caminhar. À minha avó Sonia Nantes, meus tios Edilson Nantes Romero, Eloizo Nantes Romero, Sebastião Nantes Romero e em especial minha querida tia Dóris Nantes Romero “*in memoriam*” que estará para sempre em meu coração. Também agradeço o(a) esposo(a) que os acompanham. E não menos importante aos meus primos queridos por todos os momentos vivenciados, obrigada.

Ao meu namorado Diego Paulino por seu auxílio, sua companhia, seu amor, sua dedicação por nós, e por ser quem você é. Agradeço, por tudo o que você faz e fará.

À minha cachorrinha Dory, por seu companheirismo nos momentos difíceis e, por todo seu amor puro que me ensina a ser uma dona melhor.

À cidade de Dourados -MS por ter me acolhido, à Universidade Federal da Grande Dourados por ter me proporcionado conhecimentos únicos, esses que levarei por toda minha vida profissional, e assim, obter o título de Engenheira de Aquicultura.

À minha orientadora Professora Doutora Vanessa Lewandowski por toda dedicação e paciência em me auxiliar no desenvolvimento do TCC. Juntamente a todos os meus professores da graduação que de alguma maneira puderam passar conhecimentos valiosos.

Às propriedades que cederam o espaço para a coleta dos solos que foram usadas para estudo do TCC,

Aos meus amigos de caminhada e aos que fiz no período de graduação, serei eternamente grata pelos momentos felizes, as risadas, companheirismo e tudo de mais verdadeiro que possa existir. Em especial a Ana Luiza Lima, Eloísa Herrig, Fabrício Carneiro, Gabriela Cristina Bueno, Letícia França, Janaína Carvalho, Jackeline da Paixão e seu filho João Francisco da Paixão, Weliton Vilhalba e Wesley Barbieri.

SUMÁRIO

	Página
LISTA DE FIGURAS	vi
LISTA DE TABELAS	vii
RESUMO	viii
ABSTRACT	ix
1. INTRODUÇÃO	1
2. REVISÃO DE LITERATURA	3
2.1. Piscicultura brasileira.....	3
2.2. Parâmetros físicos do solo na piscicultura.....	4
2.3. Parâmetros químicos do solo	6
2.4. Matéria orgânica no solo e relação com a aquicultura.....	9
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	12
3.1. Coleta e locais de amostragem.....	12
3.2. Análises dos solos	13
3.3. Análises estatísticas	13
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	14
4.1 Caracterização geral dos solos das pisciculturas	14
4.2 Diferenciação dos solos das pisciculturas.....	17
5. CONCLUSÃO	20
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	21

LISTA DE FIGURAS

Página

FIGURA 1. Guia para agrupamento de classes de textura do solo. Fonte: Santos et al. (2018).	5
FIGURA 2: Pontos de coleta de das propriedades avaliadas em Dourados – MS. Fonte: Google Earth	12
FIGURA 3. Composição granulométrica dos parâmetros físicos, letra (A) argila, letra (B) areia e letra (C) silte. Letras minúsculas distintas indicam diferença estatística pelo teste Tukey ($p <$ $0,05$).	18
FIGURA 4. Análise dos parâmetros orgânicos nas propriedades. Letras minúsculas distintas indicam diferença estatística pelo teste Tukey ($p < 0,05$).	19

LISTA DE TABELAS

	Página
TABELA 1. Classificação química de solos do Cerrado.	6
TABELA 2. Classificação da CTC potencial conforme a classe textural de solos do Cerrado. 8	
TABELA 3. Classificação da saturação de bases e saturação por alumínio de solos do Cerrado para agricultura.	8
TABELA 4. Categorização da matéria orgânica em solos do Cerrado em função da classe textural dos mesmos.	11
TABELA 5. Estatística descritiva da análise do solo de sete fazendas no município de Dourados - MS com média, desvio-padrão, mínimo e máximo.	15
TABELA 6. Análise de correlação de parâmetros químicos e matéria orgânica do solo.	16
TABELA 7. Análise dos parâmetros químicos do solo das diferentes pisciculturas avaliadas.	18

LEAL, Heloise Nantes Romero. **Caracterização físico-química de solos de pisciculturas do município de Dourados - MS**. 2021. 23p. Monografia (Graduação em Engenharia de Aquicultura) – Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados – MS.

RESUMO

A qualidade do solo é fundamental quando utilizado para produção aquícola, deverá ser resistente as alterações físico-química e orgânica, que porventura ocorrerão devido ao cultivo de organismos aquáticos. O objetivo do presente trabalho foi caracterizar física e quimicamente o solo e verificar a quantidade de matéria orgânica em sete propriedades do município de Dourados-MS, e relacionar como esses parâmetros influenciam no ecossistema aquítico. Foram coletadas amostras de solo, nos meses de março a maio de 2021 em sete pisciculturas do município de Dourados, MS. As amostras foram retiradas dos taludes da borda livre, não havendo contato do solo com a água. Nas análises físicas, para a composição granulométrica das amostras foi verificado a quantidade (g Kg^{-1}) de areia, silte e argila de cada amostra, utilizando o triângulo textural para analisar a porcentagem da compostura do solo e da classe textural. Foi realizado análise estatística descritiva dos dados e submetidas à análise de correlação de Pearson, com os dados de pH, matéria orgânica MO, capacidade de troca de cátions efetiva t, capacidade de troca de cátions potencial T, saturação por bases V% e saturação por alumínio m%. Para a comparação dos parâmetros utilizou-se a análise de variância (ANOVA). As diferenças estatísticas médias foram comparadas pelo teste de Tukey. E para as análises estatísticas foi utilizado o software Statistica 7.0. Os solos avaliados apresentaram maior quantidade de argila ($471,33 \pm 155,61 \text{ g Kg}^{-1}$), em relação ao silte e areia. Na propriedade P4 teve menor quantidade de areia, divergindo da argila em maior quantidade, na P6 houve mais areia e menos argila por consequência. A saturação por bases (V) está alta em geral, e teve média de $60,47 \pm 15,40\%$. A saturação por alumínio teve média de $3,24 \pm 4,13\%$ A CTC potencial é alta em média com $22,51 \text{ (cmol}_c \text{ dm}^{-3})$. O pH dos solos foi consideravelmente ácido. Em geral, houve variação da granulometria, parâmetros químicos e matéria orgânica entre os solos das propriedades avaliadas, contudo é considerado pertinente a construção de viveiros, sendo recomendado que antes da construção de viveiros seja realizado análise laboratorial para verificar esses fatores a fim de ter melhor subsídio para tomada de decisões no momento da construção e durante a produção aquícola.

Palavras-chave: Aquicultura; cátions; CTC potencial; granulometria; matéria orgânica.

ABSTRACT

Soil quality is essential when used for aquaculture production, it must be resistant to physical-chemical and organic changes, which may occur due to cultivation of aquatic organisms. The objective of this work was to characterize physically and chemically the soil and verify the amount of organic matter in seven properties in the city of Dourados-MS, and relate how these parameters influence the aquatic ecosystem. Soil samples were collected from March to May 2021 in seven fish farms in the city of Dourados, MS. The samples were taken from the free edge slopes, with no contact between the soil and water. In the physical analysis, for the granulometric composition of the samples, the amount (g Kg⁻¹) of sand, silt and clay in each sample was verified, using the textural triangle to analyze the percentage of soil composition and the textural class. Descriptive statistical analysis of the data was performed and subjected to Pearson correlation analysis, with pH data, organic matter MO, effective cation exchange capacity t, potential cation exchange capacity T, base saturation V% and saturation by aluminum m%. To compare the parameters, analysis of variance (ANOVA) was used. Mean statistical differences were compared using the Tukey test. And for statistical analysis, the Statistica 7.0 software was used. The evaluated soils presented a greater amount of clay (471.33 ± 155.61 g Kg⁻¹), in relation to silt and sand. In property P4 there was less sand, diverging from clay in a greater amount, in P6 there was more sand and less clay as a result. Base saturation (V) is generally high, with a mean of 60.47 ± 15.40%. Aluminum saturation averaged 3.24 ± 4.13% Potential CTC is high on average at 22.51 (cmolc dm⁻³). Soil pH was considerably acidic. In general, there was variation in particle size, chemical parameters and organic matter between the soils of the properties evaluated, however it is considered pertinent to build nurseries, and it is recommended that before the construction of nurseries, laboratory analysis is performed to verify these factors in order to have a better subsidy for decision-making at the time of construction and during aquaculture production.

Keywords: Aquaculture; cations; organic matter; potential CTC; particle size.

1. INTRODUÇÃO

A aquicultura faz parte das atividades agropecuárias que mais cresce, possui o prognóstico de crescimento de 33% de consumo total de pescado até o ano de 2030 para a América Latina (FAO, 2018). O Brasil está em 8º lugar dentre os maiores produtores do mundo na aquicultura (FAO, 2020), devido ao clima tropical, ser detentor de 13% de água doce do planeta, disponibilidade de mão de obra e crescimento do mercado interno (RESENDE, 2007; KUBITZA, 2015). O sistema de criação em viveiros é o maior empregado para a produção de peixes no Brasil, em função da quantidade da área de água existente (VALENTI et al., 2020).

O mercado de peixes tem o predomínio da tilápia (*Oreochromis niloticus*) e das espécies nativas de peixes redondos como pacu (*Piaractus mesopotamicus*), tambaqui (*Colossoma Macropomum*) e híbridos, vendidos em diferentes tipos de cortes ou inteiros e apresentando uma ótima aceitação em sua comercialização (VALENTI et al., 2020).

No estado do Mato Grosso do Sul há potencial para produção aquícola, visto que dispõe de grande capacidade hídrica, aliado com o clima já que, oferece a constância da temperatura da água e, da mesma forma a disponibilidade de área, fator importante para criação de peixes (FRANÇA & PIMENTA, 2012). Dentre os 82.829 hectares (ha) ocupados por pisciculturas de espécies criadas no Brasil, o estado abriga a área de 1.039 ha e as espécies de peixes nativos e híbridos que mais se produzem é o pacu (*P. Mesopotamicus*) e o pintado (*Pseudoplatystoma corruscans*) (PEIXE BR, 2020).

Os viveiros construídos através da movimentação de terra são as principais unidades de produção de peixes no Brasil (PEIXE BR, 2020). Além das características da água, antes da construção dos viveiros, é importante realizar a avaliação do solo do local onde pretende-se implantar a atividade aquícola. Dentre as características do solo, é recomendado verificar parâmetros físicos, químicos e a quantidade de matéria orgânica (BOYD, 1995).

Altas porcentagens de argila reduzem a infiltração, diminuindo a necessidade de reposição d'água nos tanques (MAGALHÃES et al., 2019) e solos com 20 a 30% de argila são considerados resistentes e promovem maior estabilidade dos taludes dos viveiros aquícolas (OLIVEIRA, 2013a). A verificação da matéria orgânica no solo é importante pois está relacionada com a estabilidade dos taludes dos viveiros, consumo de oxigênio pelas bactérias presentes no sedimento e a acidificação da água de cultivo (BOYD, 1995).

As características dos solos orgânicos dependem do grau de decomposição da vegetação, animais e bactérias mortas (MOKMA et al., 2005). A decomposição da matéria orgânica é

realizada predominantemente por bactérias aeróbicas, retirando oxigênio de seu entorno, como da água de cultivo (BOYD, 1995; CARTER & GREGORICH, 2008; SCHELEDER & SKROBOT, 2016). Durante a decomposição da matéria orgânica do solo ou húmus, há a liberação de íons H^+ , que substituem os cátions básicos, como Ca^{2+} e Mg^{2+} no meio (solo e água) e conseqüentemente, provoca acidificação do ambiente (AGEGNEHU et al., 2019).

Os cátions retidos no solos, como em partículas de argila e húmus podem ser substituídos por outros cátions e essa capacidade de substituição é chamada de capacidade de troca catiônica (CTC) (RONQUIM, 2010). Quanto maior a CTC, maior será a capacidade do solo de trocar e liberar cátions para o meio, assim como reter essas partículas do meio, como por exemplo, da água de cultivo de peixes (BOYD, 1995). A informação de CTC do solo é importante na piscicultura pois fornece subsídio para a determinação da quantidade de material a ser utilizado na calagem, que tem a finalidade de equilibrar o pH e a alcalinidade do meio (SCHELEDER & SKROBOT, 2016).

O objetivo com o estudo foi realizar uma caracterização físico-química e quantidade de matéria orgânica de sete pisciculturas do município de Dourados e indicar como esses parâmetros podem influenciar no ecossistema aquático formado durante a produção de peixes.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Piscicultura brasileira

Devido ao aumento na população mundial, é destacada a preocupação com a segurança alimentícia e à sustentabilidade ambiental. Até o ano de 2050 é estimado que a população mundial seja de 9 bilhões de pessoas e com isso para suprir a demanda de alimentos é necessário aumentar a produção de carnes em mais de 200 milhões de toneladas (FAO, 2016). Estimativas mostram que a aquicultura apresenta potencial de crescimento na produção alimentícia do mundo, possibilitando renda a população, melhora na qualidade de vida, crescimento da tecnologia na produção aquícola e suprimento do mercado mundial (FAO, 2011; LOPES, 2012).

De acordo com o relatório da Peixe BR (2021) o potencial de crescimento da aquicultura é positivo, pois quase toda a produção de peixes de cultivo é do mercado nacional, com liderança da Tilápia que apresentou a produção de 343.595 toneladas no ano de 2020. No Brasil a Tilápia está entre as espécies mais produzidas no país, a região Sul é líder e se destaca 165.570 toneladas de tilápia (IBGE, 2020). Um importante setor da piscicultura brasileira é o de peixes nativos chegando a produção de 278.671 toneladas em 2020 (PEIXE BR, 2021).

A região Centro-Oeste é baseada na produção de espécies nativas e híbridas brasileiras, contudo, tem se destacado a tilápia como potencial produtivo por apresentar características produtivas e comerciais, estando na terceira categoria de produção de espécies relevantes do Brasil, apresentando o Tambacu e a Tambatinga com 58% de cultivo (IBGE, 2020; PEIXE BR, 2020). No estado do Mato Grosso do Sul há potencial para produção aquícola, pois dispõe de grande capacidade hídrica, clima favorável, forma e disponibilidade topográfica, fatores importantes para criação de peixes (FRANÇA et al., 2012). Dentre os peixes nativos que mais se produz no estado estão o pacu o pintado, e seus híbridos, apresentando 155.069 de toneladas os peixes, pintado, cachara, cachapira e pintachara, surubim e com 931.883 toneladas o pacu e a patinga (IBGE, 2020).

O estado possui o projeto de efetivar o Plano Estadual de Fortalecimento da Cadeia Produtiva (PROPEIXE) possuindo a intenção de duplicar a produção de peixes e a exportação no Mato Grosso do Sul, com o propósito de investimento financeiro para a área (PEIXE BR, 2021). De acordo com RUBI (2020), em 2022, na cidade de Itaporã – MS, está previsto a instalação da indústria frigorífica que produzirá enlatados de tilápia, por meio da empresa Frescomares.

O estado do MS possui a produção de 117.181 toneladas de peixe (IBGE, 2020). Por meio do crescimento da produção o Mato Grosso do Sul, está em 8º lugar entre os estados produtores de peixes. A região leste do estado se sobressai na produção de peixes, com aplicabilidade tecnológica para produção através das empresas investidoras. Também, é evidenciada pela exportação de filé de tilápia para o Estados Unidos (PEIXE BR, 2021).

Os peixes de maior cultivo em viveiros no Brasil são destacados pelo conhecimento da tecnologia, manejo, alimentação e aceitação pelo mercado consumidor, são eles: tambaqui por possuir ótima adaptação a criação em cativeiro, com carne saborosa e consistente, obtêm aceitação no mercado; pacu possui resistência considerável ao frio e carne saborosa; tambacu, por ser um híbrido do tambaqui e do pacu herdou características marcantes dos ascendentes; pintado de elevado valor comercial; pirarucu destaca-se pelo rápido crescimento, sabor e qualidade da carne; tilápia pela facilidade na reprodução, tolerantes as altas densidades aliado com baixo teor de oxigênio e a Carpa com tolerância a variações de temperatura e tolerantes a baixas concentrações de oxigênio dissolvido na água (FARIA et al., 2014).

O sistema produtivo mais antigo na aquicultura é a produção em viveiros, são os mais utilizados na criação de peixes no Brasil pela ampla disponibilidade de água doce (LOPES, 2012; SENAR, 2017). Construídos através de maquinário que escavam a terra, em geral apresentam formato retangular, possuindo canos de abastecimento e drenagem da água, variando na altura de acordo com a barragem (OLIVEIRA, 2013).

2.2. Parâmetros físicos do solo na piscicultura

Na classificação do solo de um determinado local, a textura do solo é uma das mais importantes propriedades, pois ela define a porcentagem de argila, silte e areia de uma amostra de solo. Dentre as propriedades físicas do solo é a que tem menor alteração com o tempo. Para a obtenção da porcentagem, é realizada a determinação granulométrica (KLEIN et al., 2013), através da utilização de peneiras em diferentes diâmetros, logo após, é feita a classificação da textura do solo com base no triângulo textural (FIGURA 1). Podem ser classificadas três principais dentre diversas classes de textura, como solos que apresentam textura arenosa, textura média e argilosa (ANTÔNIO, 2018).

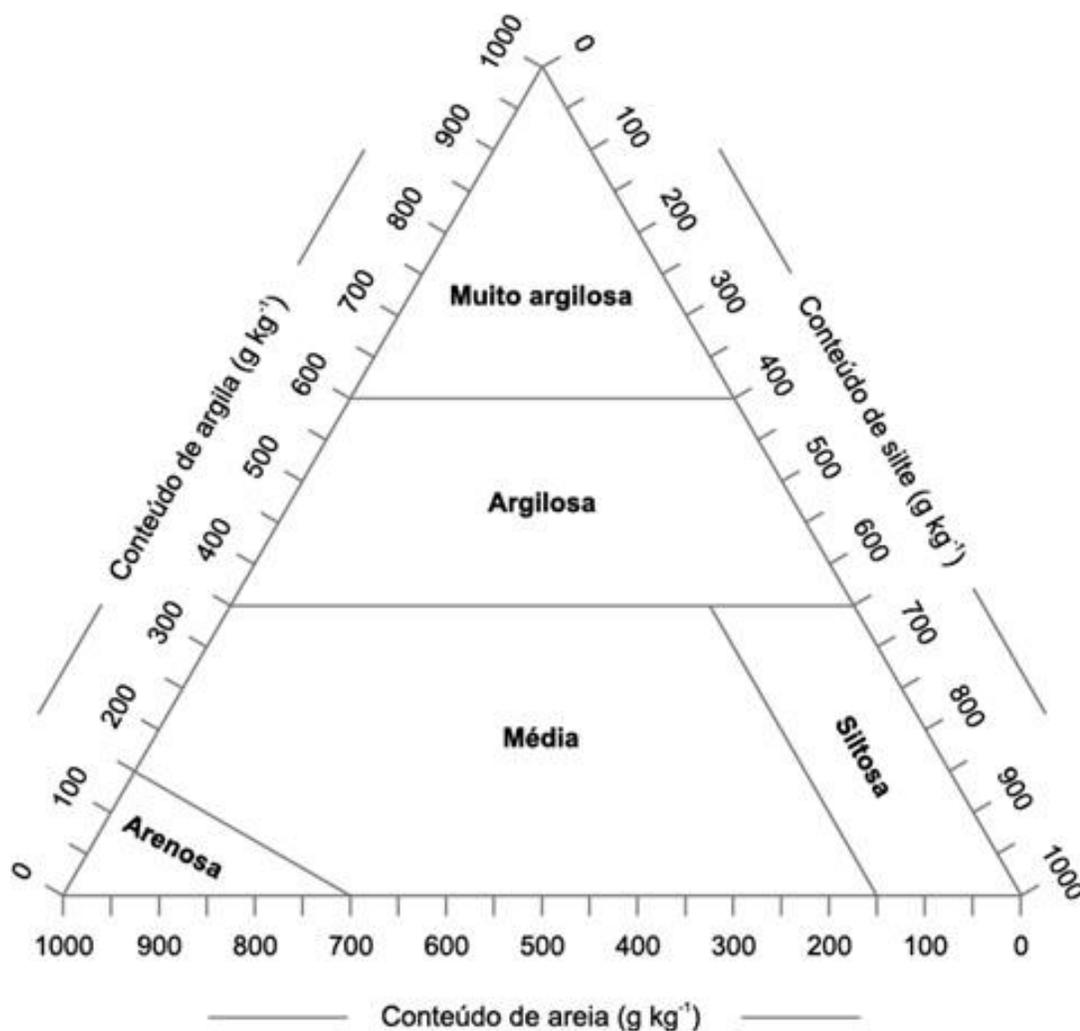


FIGURA 1. Guia para agrupamento de classes de textura do solo. Fonte: Santos et al. (2018).

A coloração do solo pode ser utilizada para saber a quantidade de matéria orgânica e tipos de óxido de ferro, etc. Outra propriedade é a avaliação da porosidade, que verifica o tamanho entre o espaço das partículas. Solos com grande quantidade de areia têm partículas maiores e conseqüentemente maiores espaço entre elas, solos com silte possuem partículas menores se comparado com a areia, todavia com espaços menores. Em solos argilosos o tamanho entre as partículas é pequeno, mas, em grande quantidade (CARTER & GREGORICH, 2008; ANTÔNIO, 2018).

São preferíveis solos com ótima relação de argila, silte e areia para construção de viveiros escavados para aquicultura visto que oferece boa compactação e reduz a erosão dos taludes, diminuindo as chances de perdas pela infiltração, proporciona maior estabilidade e fornece um maior tempo de vida útil (FARIA et al., 2014). Solos desejáveis para viveiros são

o de textura argilo-arenosa e sem emersão de rochas, com indicação de proporção de argila superior a 30% (BOYD, 1995).

2.3. Parâmetros químicos do solo

O solo é constituído por diferentes partículas e possuem diferentes características químicas que podem influenciar o meio em que estão em contato, como por exemplo, a água de viveiros aquícolas (LI LI et al., 2013). Dentre os diversos parâmetros químicos, se destacam o pH, concentração de cátions e capacidade de troca de cátions pelas partículas do solo.

O pH é determinado pela concentração de íons de hidrogênio, ou seja, quanto menor o pH maior será a concentração H^+ e menor os íons OH^- . Os valores variam entre 1 e 14, e quanto mais próximo da neutralidade do solo, é preferível na construção de viveiros, porém, se apresentados valores inferiores a 5,5 o solo será ácido e quando obtiver pH acima de 9,5, alcalino. Se houver solos com valores de pH abaixo de 4 ou acima de 11, são considerados inviáveis para a construção de viveiros (OLIVEIRA, 2013; SCHELEDER & SKROBOT, 2016).

De forma geral, os parâmetros químicos dos solos do Cerrado foram categorizados por Sousa & Lobato (2004) e, segundo esses autores, o pH pode ser classificado conforme descrito na tabela 1.

TABELA 1. Classificação química de solos do Cerrado.

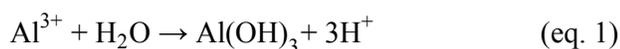
Classificação química	Valor de pH
Acidez muito elevada	Menor que 4,5
Acidez elevada	4,5 – 5,0
Acidez média	5,1 – 6,0
Acidez fraca	6,1 – 6,9
Neutra	7,0
Alcalinidade fraca	7,1 – 7,8
Alcalinidade	Maior que 7,8

Fonte: Sousa & Lobato (2004).

Os solos podem ser acidificados pela ação da chuva, quando o CO_2 do ar é dissolvido na água formando o ácido carbônico, dissociando com o intuito da liberação de íons H^+ (SCHELEDER & SKROBOT, 2016). Outro processo é a oxidação que comumente tem a ação

de liberar íon H^+ como um dos produtos da reação de equilíbrio químico. O íon amônio procedente da matéria orgânica do solo são sujeitos ao processo de oxidação que transformam o N para forma de nitrato. Dessa maneira, a reação com o oxigênio chamada nitrificação, libera dois íons H^+ para cada íon NH_4^+ oxidado (BRADY et al., 2013).

As partículas de argila e húmus no solo atraem minerais dissolvidos de carga oposta. A argila e o húmus têm predominantemente uma carga negativa e, portanto, atraem minerais com carga positiva, ou seja, cátions dissolvidos (AGEGNEHU et al., 2019), como Al^{3+} , Ca^{2+} , Mg^{2+} , K^+ e H^+ . A presença do cátions Al^{3+} e H^+ desencadeiam reações que acidificam o meio (eq. 1), e com isso, solos que apresentam maior concentração dessas moléculas, tendem a serem mais ácidos e acidificarem a água de cultivo nos viveiros (BOYD, 1995):



Sobre a presença de cátions no solo, é possível determinar outros parâmetros importantes para a avaliação do solo, como soma de bases trocáveis (SB), saturação por bases (V%), saturação por alumínio (m%) e capacidade de troca de cátions (CTC). A SB refere-se a soma de cálcio, magnésio e potássio, que estão possíveis de serem trocados pelo complexo de troca de cátions do solo. A capacidade de troca de cátions pelo solo pode ser dividida em CTC efetiva (t) e CTC potencial (T). A CTC efetiva refere-se a capacidade de troca de cátions do solo próximo ao valor do seu pH natural, enquanto que a CTC potencial refere-se a capacidade de troca de cátions do solo em situação de pH 7,0.

A CTC é mais proeminente em partículas ativas do solo, como argilas e substâncias húmicas, que geralmente são carregadas negativamente (RONQUIM, 2010; PAYE et al., 2019). Dessa forma, a CTC tende a ser maior em solos mais argilosos e com maior teor de matéria orgânica, uma vez que as substâncias húmicas se referem a matéria orgânica não decomposta pelas bactérias. Os valores de CTC potencial pode ser categorizado conforme a classe textural do solo do Cerrado, conforme demonstrado na tabela 2.

TABELA 2. Classificação da CTC potencial conforme a classe textural de solos do Cerrado.

	Arenosa	Média	Argilosa	Muito argilosa
	CTC (cmolc/dm ³) (T)			
Baixa	< 3,2	< 4,8	< 7,2	< 9,6
Média	3,2 a 4,0	4,8 a 6,0	7,2 a 9,0	9,7 a 12,0
Adequada	4,1 a 6,0	6,1 a 9,0	9,1 a 13,5	12,1 a 18,0
Alta	> 6,0	> 9,0	> 13,5	> 18,0

Fonte: Souza & Lobato (2004).

A saturação por alumínio expressa o percentual dos espaços de ligação das partículas de solo que estão ocupadas pelo alumínio possível de ser disponibilizado ao meio na CTC efetiva. A saturação por bases refere-se a quantos por cento dos locais de ligação entre as partículas do solo e cátions, são ocupados por cátions básicos, em pH 7,0. A m% e V% também são categorizados conforme seus valores (Tabela 3).

TABELA 3. Classificação da saturação de bases e saturação por alumínio de solos do Cerrado para agricultura.

Classificação	Percentual
Saturação por bases (V%)	
Baixa	Menor ou igual a 20
Média	21 – 35
Adequada	36 – 60
Alta	61 – 70
Muito alta	Maior que 70
Saturação por alumínio (m%)	
Baixa	Menor que 20
Alta	20 – 60
Muito alta	Maior que 60

Fonte: Souza & Lobato (2004).

Os solos são mais resistentes as mudanças do pH, quando adicionado carbonato de cálcio e ácido carbônico, chamados de sistema tamponado. O tamponamento é importante por

oferecer estabilidade no pH do solo e (BRADY et al., 2013), tem influência na quantidade de corretivos a ser utilizado. Sua capacidade varia em relação a capacidade de troca de cátions (CTC), se a acidez trocável (quantidade de cátions H^+ e Al^{3+}) for alta, deve-se neutralizar ou aumentar a quantidade de cátions básicos, com o objetivo de alterar o pH do solo.

Para a aquicultura ainda são escassas as informações sobre a influência do solo no ambiente aquático e a categorização desses parâmetros. A água proveniente de solos ácidos com alto teor de alumínio, contendo nitratos e sulfatos desaguados nos cursos d'água, se torna baixa em níveis de cálcio com menor efeito tampão e maiores quantidades de alumínio. A presença do alumínio na água é prejudicial para os peixes, pois, alteram sua fisiologia. Quando o pH da água do lago está próximo de 6,0 é prejudicial para organismos aquáticos mais sensíveis e, se posteriormente apresentar pH 5,0 é letal (BRADY et al., 2013; FARIA et al., 2014).

As características químicas do solo utilizado para construção de viveiro, influenciam no ecossistema gerado do ambiente aquático na aquicultura como: disponibilizando ou retendo cátions, interferindo na produtividade do fitoplâncton e também influência na capacidade tampão da água (BOYD, 1995; LI LI et al., 2013)

O efeito tampão é dado pela resistência do solo as variações do pH, solos ácidos não possuem um bom tamponamento, deste fato, é importante avaliar a necessidade do uso da calagem (PROCHNOW, 2014). Na aquicultura, um manejo comum é a calagem, sendo um processo com objetivos, dentre eles, a neutralização da acidez. O pH alcalino oferece nutrientes, e o dióxido de carbono em forma de bicarbonato, promove o desenvolvimento de algas nos sistema de produção (SCHELEDER & SKROBOT, 2016). O processo de calagem tem influência direta no processo sedimentar do viveiro, tornando-se depósito de materiais alóctones e autóctones (SONNENHOLZNER, 2000; QUEIROZ & BOEIRA, 2006).

Atuante na densidade de plânctons presentes, devido ao carbono presente na água, a calagem obtém o aumento disponibilidade de crescimento microbiano que, por sua vez promove a decomposição e mineralização da matéria orgânica. Favorecendo a floculação e precipitação dos coloides orgânicos e da argila, auxiliando na penetração da luz (SENGIK & ALBUQUERQUE, 2003; PAYE et al., 2019)

2.4. Matéria orgânica no solo e relação com a aquicultura

Define-se a matéria orgânica como todo resto de material orgânico, fezes de animal, animal morto, ou vegetal (STEVENSON, 1994). Na fração orgânica dos solos é encontrada resíduos de plantas, animais em decomposição, excreção dos organismos aquáticos e, etc. A

grande maioria dos solos contém alguma porcentagem de matéria orgânica na sua composição, locais frios ou com má drenagem apresentam maior conteúdo de matéria orgânica (BOYD, 1995).

Os organossolos possuem predominância orgânica, apresentam horizontes de constituição orgânica, com cores pretas, cinza escuro ou brumada (BRADY et al., 2013; CUNHA et al., 2015). Facilmente encontrados nas regiões Sul e Sudeste do Brasil em locais de várzeas interioranas e, na região nordeste nas zonas litorâneas com influência marinha (PEREIRA et al., 2005).

Solos orgânicos contêm uma grande quantidade de restos vegetais em diferentes estados de decomposição, essas características são denominadas de fibrícos, hêmicos e sápricos (GESCH et al., 2007). Através da matéria orgânica decomposta em estado avançado chamada de sápricos, é realizada a ação biológica chamada de húmus, rico em carbono e podendo ser ácido. O húmus é importante devido a sua capacidade de retenção da água presente no solo, e na realização do ácido carbônico responsável por desintegrar minerais (BOYD, 1995).

As bactérias degradantes da matéria orgânica, são aeróbias necessitam do oxigênio para sobreviverem (CARTER & GREGORICH, 2008). Os solos inundados apresentam baixa oxigenação, por este fato as bactérias são incapazes de degradar a matéria orgânica. E, esses solos quando são utilizados na construção de viveiros, devido ao acúmulo da matéria orgânica nos taludes poderá gerar instabilidade, pois no momento em que colocar o solo em evidência ao ar, grande parte da matéria orgânica irá se decompor (BOYD, 1995).

Em casos em que oxigênio na interface solo-água em viveiros aquícolas, as bactérias que degradam a matéria orgânica podem representar uma importante forma de consumo de oxigênio da água. Temperaturas mais altas reduzem a solubilidade do oxigênio e aumentam sua demanda, podendo gerar hipóxia extrema e até mesmo condições de anóxia. O aumento da temperatura também intensifica a estratificação do ambiente, reduzindo o suprimento de oxigênio nas camadas mais profundas, especialmente no verão (WANG et al., 2011). No processo de decomposição, ocorre o consumo de oxigênio, este consumo é potencializado quando há aumento da temperatura (MEUER & BARCLAY, 2009). Em decorrência das altas temperaturas e baixa disponibilidade de oxigênio podem ocasionar mortalidade dos organismos aquáticos, devido a hipóxia extrema e até anóxia (WANG et al., 2011). Na decomposição da matéria orgânica, são liberados nutrientes que servirão como crescimento para algas e vegetais.

A quantidade de matéria orgânica no solo também foi categorizada para o Cerrado, considerando condições para agricultura, conforme demonstrando na tabela 4.

TABELA 4. Categorização da matéria orgânica em solos do Cerrado em função da classe textural dos mesmos.

Matéria orgânica no solo (%)				
	Arenosa	Média	Argilosa	Muito argilosa
Baixa	< 0,8	< 1,6	< 2,4	< 2,8
Média	0,8 – 1,0	1,6 a 2,0	2,4 a 3,0	2,8 a 3,5
Adequada	1,1 a 1,5	2,1 a 3,0	3,1 a 4,5	3,6 a 5,2
Alta	> 1,5	> 3,0	> 4,5	> 5,2

Fonte: Souza & Lobato (2004).

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Coleta e locais de amostragem

Foram coletadas amostras de solos de sete pisciculturas do município de Dourados (FIGURA 2), no estado de Mato Grosso do Sul, nos meses de março a maio de 2021. As amostras foram retiradas dos taludes, na borda livre, onde não há contato do solo com a água. Para isso, foram coletadas nove subamostras dos solos dos taludes, as quais foram posteriormente misturadas e homogeneizadas e separadas na forma de triplicata, conforme metodologia descrita por (FILIZOLA et al., 2006). As subamostras foram coletadas pegando como base o solo predominante de cada propriedade, sem considerar a quantidade de viveiro, pois eles variavam entre os locais.



FIGURA 2: Pontos de coleta de das propriedades avaliadas em Dourados – MS. Fonte: Google Earth

Após a coleta, as amostras foram levadas para o Laboratório Sinergia Análises Agronômicas Ltda, localizado no município de Dourados, onde foram efetuadas análises e emitidos os laudos das características do solo de cada propriedade.

3.2. Análises dos solos

Foram realizadas análises para verificar as propriedades físico-químicas e matéria orgânica das amostras dos solos coletados. As metodologias utilizadas para realização das análises foram informadas nos laudos emitidos pelo Laboratório Sinergia Análises Agronômicas Ltda.

Na análise física, foi determinado a composição granulométrica das amostras, por meio do método da Pipeta (TEIXEIRA et al., 2017), sendo determinada a quantidade (g Kg^{-1}) de areia, silte e argila de cada amostra. Esses valores foram utilizados para determinação do percentual da composição do solo e da classe textural, pelo método do triângulo textural, conforme descrito por Santos et al. (2018). Foi determinado o teor de carbono orgânico (CO) e matéria orgânica (MO) das amostras, aplicando-se o teste colorimétrico. Além disso, foram realizadas análises de pH, acidez trocável e verificação da concentração de cátions (Al^{3+} , Ca^{2+} , Mg^{2+} e K^+). O pH do solo foi verificado utilizando solução de CaCl_2 a $0,01 \text{ mol L}^{-1}$. O Al^{3+} trocável, o Ca^{2+} e o Mg^{2+} foram extraídos com KCl neutro a $1,0 \text{ mol L}^{-1}$ e o K^+ com Mehlich-1.

Com base nos valores obtidos, foram calculadas as somas das bases trocáveis ($\text{SB} = \text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+} + \text{K}^+$), CTC efetiva ($t = \text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+} + \text{K}^+ + \text{Al}^{3+}$), CTC potencial ($T = \text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+} + \text{K}^+ + \text{H}^+ + \text{Al}^{3+}$), saturação por bases ($\text{V}\% = (100 \times (\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+} + \text{K}^+)/T)$) e saturação por alumínio ($\text{m}\% = (100 \times \text{Al}^{3+})/t$) das amostras.

3.3. Análises estatísticas

Para caracterização e descrição dos solos das propriedades aquícolas do município de Dourados, como um todo, foi realizado análise estatística descritiva dos dados. Para isso, foi obtido o valor médio, desvio-padrão, mínimo e máximo da granulometria, carbono e matéria orgânica, concentração de cátions, pH, SB, t, T, V% e m%. Os dados de pH, MO, t, T, V% e m% foram submetidos a análise de correlação de Pearson, a fim de determinar o grau de influência e afinidade dos mesmos.

A fim de comparar os parâmetros dos solos entre as propriedades amostradas, as informações de granulometria, MO, T e V% foram submetidas a análise de variância (ANOVA). Ao verificar diferença estatística, as médias foram comparadas pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade. Os dados de pH e m% não foram submetidos a análise de variância

entre as propriedades, uma vez que, os resultados nos laudos foram idênticos entre as três amostras para uma mesma propriedade, impedindo a realização da ANOVA. As análises estatísticas foram efetuadas no software Statistica 7.0.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Caracterização geral dos solos das pisciculturas

Para a caracterização geral dos solos das sete pisciculturas, a tabela 5 resume as análises de granulometria, parâmetros químicos e de matéria orgânica. Os solos avaliados apresentaram em média uma maior concentração de argila ($471,33 \pm 155,61 \text{ g Kg}^{-1}$), em relação ao silte e a areia. Dentre a análise das partículas, a que maior variou foi a argila, com mínimo de $218,00 \text{ g Kg}^{-1}$ (21,8 %) e o máximo de $679,00 \text{ g Kg}^{-1}$ (67,9 %), valor considerado alto para a produção de peixes, podendo ocasionar uma análise de maior detalhe na qualidade da água. A maior quantidade de argila em relação às demais partículas é positiva, pois solos que possuem mais de 30% de argila são indicados para construção de viveiros aquícolas, pois dentre outros fatores, diminui a infiltração e proporciona maior estabilidade nos taludes construídos (FARIA et al., 2014).

As partículas de argila se ligam à íons presentes no solo, sendo possível destacar os cátions $\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+} + \text{K}^{+} + \text{H}^{+} + \text{Al}^{3+}$. De todos os cátions avaliados na análise, o Ca^{2+} ($\text{cmol}_c \text{ dm}^{-3}$) com valor médio de $9,70 \pm 4,38$ e o Mg^{2+} com média de $4,19 \pm 2,91$ ($\text{cmol}_c \text{ dm}^{-3}$) foram os mais encontrados nas amostras de solo comparando-se ao K^{+} exibindo a média de $0,09 \pm 0,05$ ($\text{cmol}_c \text{ dm}^{-3}$) e ao Al^{3+} que apresentou média de $0,36 \pm 0,49$ ($\text{cmol}_c \text{ dm}^{-3}$).

Os cátions cálcio, magnésio e o potássio, são considerados íons básicos e estão relacionados ao solo com maior valor de pH e com alta capacidade na CTC. Enquanto que a presença de íons de hidrogênio e alumínio, estão relacionados na diminuição do pH do solo (CARDOSO & ANDREOTE, 2016). Quanto maior a intemperização de um solo, maior será os níveis de hidrogênio e alumínio nos colóides do solo. O hidrogênio e o alumínio são cátions adsorvidos que deixam o solo ácido, pois o alumínio possui a tendência hidrolisante, quando reagido libera o H^{+} e os íons de hidrogênio, diminuem o valor de pH (RONQUIM, 2010).

Os locais possíveis de serem ocupados por cátions básicos na ligação entre solos e íons é chamado de saturação por base (V) e teve média de $60,47 \pm 15,40\%$, com menor valor de 36,81% e maior de 81,14% nos solos analisados. Já para a saturação de alumínio, teve local em

apresentou 0,00%, ou seja, dos locais possíveis de serem ocupados por cátions, não havia presença de Al^{3+} . Segundo Souza & Lobato (2004), os valores médios indicam que a saturação por bases está alta enquanto que saturação por alumínio pode ser classificada como baixa, considerando solos do Cerrado. Segundo esses autores, a média de CTC potencial (T), com valor de 22,51 ($cmol_c\ dm^{-3}$) pode ser classificada como alta, já que está acima de 13,5 ($cmol_c\ dm^{-3}$).

TABELA 5. Estatística descritiva da análise do solo de sete fazendas no município de Dourados - MS com média, desvio-padrão, mínimo e máximo.

Parâmetros	Média \pm DP	Mínimo	Máximo
Parâmetros físicos			
Areia ($g\ kg^{-1}$)	253,04 \pm 103,55	112,00	463,00
Silte ($g\ kg^{-1}$)	275,61 \pm 76,89	170,00	392,00
Argila ($g\ kg^{-1}$)	471,33 \pm 155,61	218,00	679,00
Parâmetros químicos			
K^+ ($cmol_c\ dm^{-3}$)	0,09 \pm 0,05	0,01	0,22
Ca^{2+} ($cmol_c\ dm^{-3}$)	9,70 \pm 4,38	3,74	17,04
Mg^{2+} ($cmol_c\ dm^{-3}$)	4,19 \pm 2,91	0,90	7,78
Al^{3+} ($cmol_c\ dm^{-3}$)	0,36 \pm 0,49	0,00	1,56
H + Al ($cmol_c\ dm^{-3}$)	8,54 \pm 4,21	4,43	18,70
Soma das bases trocáveis (SB) ($cmol_c\ dm^{-3}$)	13,97 \pm 6,43	5,47	24,45
Saturação por bases (V%)	60,47 \pm 15,40	36,81	81,14
Saturação por alumínio (m%)	3,24 \pm 4,13	0,00	11,80
CTC efetiva (t) ($cmol_c\ dm^{-3}$)	14,33 \pm 6,33	5,74	24,52
CTC potencial (T) ($cmol_c\ dm^{-3}$)	22,51 \pm 7,43	10,29	31,00
pH	4,54 \pm 0,33	4,00	5,20
Parâmetros orgânicos			
Matéria orgânica ($g\ dm^{-3}$)	17,01 \pm 4,19	10,93	25,07
Carbono orgânico ($g\ dm^{-3}$)	9,86 \pm 2,43	6,34	14,54

O pH de forma geral é ácido para o solo e, não houve níveis altos de variação apresentando a média de 4,54 \pm 0,33 com mínimo de 4,00 e o máximo 5,20. O pH do solo é algo importante a ser verificado em solos que são destinados a construção de viveiros. Isso porque, influencia diretamente na atividade microbiana que ocorrerá no sedimento do viveiro, posteriormente à construção (BOYD, 1995).

Solos com valores de pH menor que 5 não oferecem as bactérias à capacidade de degradar um número significativo de matéria orgânica, em virtude de as bactérias precisarem do pH próximo ao neutro para sobreviverem, ou seja, o pH não favorece o desenvolvimento das bactérias. Ademais, o pH limita a ação bacteriana, favorecendo a proliferação de fungos,

resultando em menor eficácia da mineralização e humificação, gerando o acúmulo de matéria orgânica (CARDOSO & ANDREOTE, 2016).

A matéria orgânica apresentou a média de $17,01 \pm 4,19$ (g dm^{-3}) com mínimo de 10,93 (g dm^{-3}) e máximo de 25,07 (g dm^{-3}). E em média o carbono orgânico representou 57,97% do total da matéria orgânica. Apresentando em torno de 1,7% de matéria orgânica, sendo assim, baixa de acordo com a classificação desse parâmetro para solos do Cerrado (SOUSA & LOBATO, 2004).

A tabela de correlação demonstra a influência que os parâmetros químicos e matéria orgânica exercem entre si (Tabela 6). A relação entre o pH e matéria orgânica pode ser confirmada pelo coeficiente de correlação que foi significativo com valor de -0,80, ou seja, quanto menor o pH do solo, maior será a concentração da matéria orgânica. Coeficientes de correlação significativos negativos também foram verificados entre m% x pH e m% x V%. Isso indica que quanto maior o espaço ocupado pelo alumínio nos locais de ligação com as partículas do solo, menor será o pH e menor serão os locais com cátions básicos.

Observa-se que a soma de bases (SB) no solo não influencia diretamente no pH, o que indica que o mais importante na influência do pH não é a quantidade de cátions básicos presentes no solo e sim, o percentual que eles ocupam nos locais de ligação entre íons e partículas de solo (V% x pH). No entanto, a SB está correlacionada positivamente com a CTC efetiva (t) e potencial (T), o que indica que quanto maior a quantidade de cátions básicos também será maior a capacidade de troca de cátions do solo.

TABELA 6. Análise de correlação de parâmetros químicos e matéria orgânica do solo.

Parâmetros	pH	MO	SB	t	T	V%	M%
pH	1,00						
MO	-0,70*	1,0					
SB	0,02	0,29	1,0				
t	0,16	0,13	0,96*	1,0			
T	-0,31	0,45*	0,85*	0,86*	1,0		
V%	0,76*	-0,41	0,64*	0,74*	0,32	1,00	
m%	-0,86*	0,47*	-0,36	-0,40	0,07	-0,88*	1,00

* Indica diferença estatística. MO: Matéria orgânica; SB: Soma de Bases; t: Capacidade de troca de cátions efetiva; T: Capacidade de troca de cátions potencial; V%: Saturação por bases; m%: Saturação por alumínio.

4.2 Diferenciação dos solos das pisciculturas

Em relação a diferenciação dos solos das pisciculturas analisadas foram denominadas as propriedades como P1, P2, P3, P4, P5, P6 e P7. Na avaliação dos parâmetros químicos (FIGURA 2) quando se fala em comparativo de composição granulométrica de areia e argila, fica evidente que na propriedade P4 houve menor nível de areia, o que diverge em relação a argila com maior quantidade granulométrica, em torno de 600-700 (g kg^{-1}) e na propriedade P6 foi mais presente em quantidade de areia com cerca de 250-450 (g kg^{-1}), por consequência menor quantia de argila. Em relação ao silte, as propriedades P1, P2, P3 e P6 foram iguais estatisticamente e, também não houve diferença estatística em P4, P5 e P7. Contudo, foi possível identificar que contém apenas duas diferenças estatísticas em P1, P2, P3 e P6 quando relacionado a P4, P5 e P7.

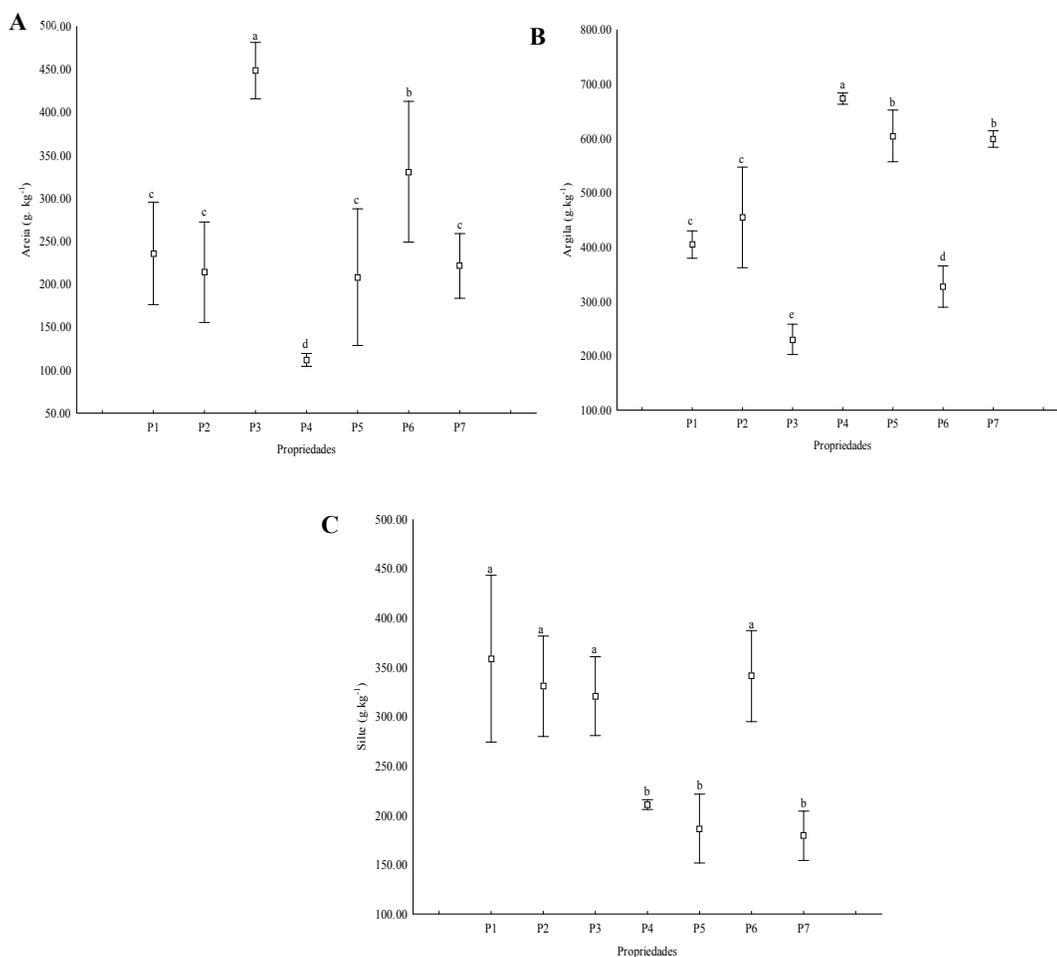


FIGURA 3. Composição granulométrica dos parâmetros físicos, letra (A) argila, letra (B) areia e letra (C) silte. Letras minúsculas distintas indicam diferença estatística pelo teste Tukey ($p < 0,05$).

Os resultados demonstram uma grande variação na granulometria das propriedades avaliadas e exceto a P3, as demais atendem o mínimo de argila para construção de viveiros (30%) (BOYD, 1995). Conforme o diagrama de classe textural, as propriedades 3 e 6 são classificadas com solo de textura média, as propriedades 1, 2 e 7 possuem solo argiloso e as propriedades 4 e 5, possuem solo muito argiloso.

Em relação aos parâmetros químicos, também houve variação entre as propriedades. A P6 apresentou maior CTC potencial (T) com valor de $30,23 \pm 0,85$ (cmol_c dm⁻³) e somente não diferiu da P7 ($29,88 \pm 1,29$ cmol_c dm⁻³). Dentre as propriedades, somente a P4 apresenta classificação adequada de CTC potencial (T), enquanto que as demais são classificadas como alta.

A quantidade de CTC, pode indicar o uso de uma grande quantidade de material para o tratamento com calagem, devido a maior capacidade de troca de cátions entre água e solo. A calagem é um método utilizado para elevar o pH da água, através da quantidade utilizada para a correção da acidez sedimentar, aumentando a dureza e alcalinidade total da água (QUEIROZ & BOEIRA, 2006). Na saturação por base (V%) a P5 e P6 foram as que tiveram maior porcentagem, com valores de $75,79 \pm 0,70\%$ e $79,48 \pm 1,45\%$, respectivamente. (Tabela 7).

TABELA 7. Análise dos parâmetros químicos do solo das diferentes pisciculturas avaliadas.

Propriedades	Parâmetros			
	pH*	(T) (cmol _c dm ⁻³)	V (%)	m* (%)
1	4,70±0,00	27,38±1,27 ^{bc}	72,12±1,50 ^b	0,35±0,02
2	4,40±0,00	26,00±1,43 ^c	60,12±3,53 ^c	2,51±0,47
3	4,30±0,00	14,75±0,25 ^e	39,16±2,39 ^d	8,49±1,16
4	4,70±0,00	10,63±0,33 ^f	54,46±2,15 ^c	1,19±0,80
5	5,10±0,10	18,84±0,85 ^d	75,79±0,70 ^{ab}	0,00±0,00
6	4,63±0,06	30,23±0,85 ^a	79,48±1,45 ^a	0,29±0,00
7	4,00±0,00	29,88±1,29 ^{ab}	42,22±3,43 ^d	10,30±1,30

*Não foi realizado análise de variância. T: Capacidade de troca de cátions potencial; V%: saturação por bases; m%: saturação por alumínio. Letras minúsculas distintas indicam diferença estatística pelo teste Tukey ($p < 0,05$).

Em relação a quantidade de matéria orgânica do solo, observa-se grande variação entre os solos das propriedades (FIGURA 3). As propriedades P1 e P7 apresentaram maior nível de

MO presentes nos solos entre 16-28 (g dm^{-3}). Para aquicultura, a quantidade de matéria orgânica torna-se limitante geralmente quando viveiros são construídos em locais pantanosos (MUNSIRI et al., 1995; SONNENHOLZNER & BOYD, 2000).

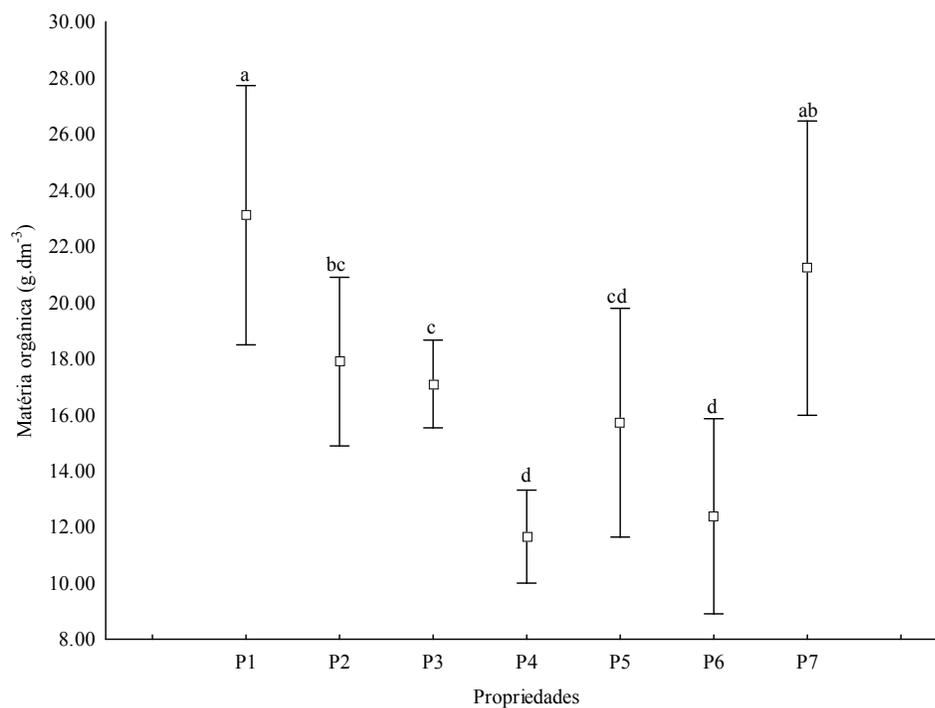


FIGURA 4. Análise dos parâmetros orgânicos nas propriedades. Letras minúsculas distintas indicam diferença estatística pelo teste Tukey ($p < 0,05$).

5. CONCLUSÃO

Conclui-se que os solos das propriedades avaliadas foram predominantemente argilosos e atendem o mínimo de argila para construção de viveiros. A saturação por bases (V%) em média é alta, indicando que os locais de ligação com as partículas do solo são ocupados predominantemente por cátions básicos e a saturação por alumínio em todas as propriedades foi baixa. O pH dos solos foram predominantemente ácidos. Eles apresentam CTC potencial predominantemente alta, indicando que tem capacidade de troca de cátions com a água de cultivo de peixes.

Em geral, houve variação da granulometria, parâmetros químicos e matéria orgânica entre os solos das propriedades avaliadas, sendo recomendado que antes da construção de viveiros seja realizado análise laboratorial para verificar esses fatores a fim de ter melhor subsídio para tomada de decisões no momento da construção e durante a produção aquícola.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGEGNEHU, G.; YIRGA, C.; ERKOSSA, T. **Soil Acidity Management**. Ethiopian Institute of Agricultural Research, 1.ed. Etiópia: EIAR, 2019. 66p.

ANTÔNIO, A. de C. **Propriedade de solo II textura, cor e porosidade**. e-Tec Brasil - Solos, Vol 3. 2018. 20 p.

BOYD, C. E. **Bottom soils, sediment, and pond aquaculture**. 1. ed. Alabama: 1995. 366 p.

C., BRADY, NYLE, E WEIL, R. R. **Elementos da natureza e propriedades do solo** 3. ed. Porto Alegre: Bookman, 2013. vol. 2. 715 p.

CARDOSO, E. J. B. N.; ANDREOTE, F. D. **Microbiologia do solo**. ESALQ. 2. ed. Piracicaba: Esalq, 2016. p. 221.

CARTER, M. R. & GREGORICH, E. G. **Soil Sampling and Methods of Analysis**. 2. ed. BOCA RATON, 2008.

CUNHA, T. J. da; MENDES, A. M. S.; GIONGO, V. Matéria orgânica do solo. **Embrapa Semiárido-Capítulo em livro científico (ALICE)**. São Carlos: Cubo. 353p. 2015

FARIA, R. H. S.; NEVES, C. M.; ROTONDARO, R.; CEVALLOS, P. S; HOFFMANN, M. V. **Manual de criação de peixes em viveiros**. 2014. 33 p. Disponível em: <<http://www.codevasf.gov.br/publicacoes>>.

FAO, ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS PARA A ALIMENTAÇÃO E A AGRICULTURA. **The state of world fisheries and aquaculture**. Roma. p. 227, 2018.

FAO, ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS PARA A ALIMENTAÇÃO E A AGRICULTURA. **The state of world fisheries and aquaculture**. Roma. p. 224, 2020.

FILIZOLA, H. F.; GOMES, M. A. F.; SOUZA, M. D. de., **Manual de Procedimentos de Coleta de Amostras em Áreas Agrícolas para Análise da Qualidade Ambiental : Solo , Água e Sedimentos**. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, p. 170, 2006.

FRANÇA, IVANA & PIMENTA, P. P. P. A viabilidade da piscicultura para o pequeno produtor de Dourados. **Revista Comunicação e Mercado**, v. 01, p. 36–51, 2012.

GESCH, R.; DC, REICOSKY; RA, G. Influence of tillage and plant residue management on respiration of a Florida Everglades Histosol. **ScienceDirect**, p. 156–166, 2007. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.still.2006.02.004>>.

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Produção da pecuária municipal**, v.48, p.1-12, 2020.

KLEIN, V. A.; MADALOSSO, T. R.; SUZUKI, J. M., VEIGA, L. E. A. S., ALBUQUERQUE, M.; PAULETTO, J. A.; ELOY, A. Metodologias de controle de qualidade de análises granulométricas do solo. **Ciencia Rural**, v. 43, n. 5, p. 850–853. Maio 2013.

KUBITZA, F. Aquicultura no Brasil. **Panorama da Aquicultura**, v. 25, p. 10–23, Julho/Agosto 2015.

LI LI, S. D.; TIAN, X.; BOYD, C. E. Equilibrium Concentrations of Major Cations and Total Alkalinity in Laboratory Soil-Water Systems. **Journal of Applied Aquaculture**, v. 25, n. 1, p. 50–65, 2013.

LOPES, J. C. O. **Piscicultura**. Floriano: EDUFP, 80p. 2012.

MAGALHÃES, E. R. S., FREITAS, C. E. DE C., JUNIOR, A. F NEVES, FRANCISCO, C F., SOIL COMPACTION AND THE STABILITY OF LEVEES OF AQUACULTURE PONDS. **Engenharia Agrícola on-line**, v. 4430, p. 555–566, Setembro/Outubro 2019.

MEUER, F. P.; BARCLAY, L. A. **Manual de Campo para Investigacao de Morte de Peixes**. 1.ed. Washington, D.C.: U.S. Fish and Wildlife Service 2009. 130p.

MOKMA, D. L., HATFIELD, J.L., POWLSON, D.S., ROSENZWEIG, C., SCOW, K.M., SINGER, M.J., D.L. SPARKS, EDS. **Organic Soils**. 3. ed. Miami: Elsevier Academic Press, 118-129p. 2005.

MUNSIRI, P.; BOYD, C. E.; HAJEK, B. F. Physical and Chemical Characteristics of Bottom Soil Profiles in Ponds at Auburn, Alabama, USA and a Proposed System for Describing Pond Soil Horizons. **Journal of the World Aquaculture Society**, v. 26, n. 4, p. 346–377, 1995.

OLIVEIRA, P. N. de. **Engenharia para Aquicultura**. 2. ed. RECIFE - PE: IMPRENSA DA UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO, 2013.

PAYE, H.S.; PARTELLI, F.L. GUARÇONI, A.; SIEBENEICHLER, E.A. **Recomendação de adubação e calagem**. CAUFES, 2019. p. 75–98

PEIXE-BR. **Anuário Peixe Br da Piscicultura**. São Paulo: Associação Brasileira de Piscicultura, p. 1–136, 2020.

PEIXE BR. **Anuário 2021 Peixe Br**. São Paulo: Associação Brasileira da Piscicultura, p. 71, 2021.

PEREIRA, M.G.; ANJOS, L.H.C. & VALLADARES, G. S. **Organossolos: Ocorrência, gêneses, classificação, alterações pelo uso agrícola e manejo**. 1. ed. Viçosa, MG: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2005. 233-276 p.

PROCHNOW, L. I. Avaliação e manejo da acidez do solo. **Informações Agronômicas**, v. 146, p. 5–9, 2014.

QUEIROZ, J. F. De; BOEIRA, R. C. **Calagem e Controle da Acidez dos Viveiros de Aqüicultura**. Embrapa, p. 8, 2006.

RESENDE, E. K. de. **As perspectivas da piscicultura em Mato Grosso do Sul**. Corumba: Embrapa Pantanal, n 110, p. 4, 2007.

RONQUIM, C. C. **Conceitos de fertilidade do solo e manejo adequado para as regiões tropicais**. Embrapa, v. 351, p. 139–140, 2010.

RUBI, M. P. Indústria vai enlatar tilápias em Itaporã, MS. **Panorama da Aquicultura**, v. 181, n. 1519–1141, p. 1–68, 2020.

SANTOS, H. G. DOS; JACOMINE, P. K. T. ANJOS, L. H. C. dos; OLIVEIRA, V. A. de; LUMBRERAS, J. F.; COELHO, M. R.; ALMEIDA, J. A. de; ARAUJO, J. C. de; OLIVEIRA, J. B. de; CUNHA, T. J. F. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 5. ed. Brasília, Distrito Federal: Embrapa, 353p. 2018.

SCHELEDER, JESSICA & SKROBOT, K. **Calagem na Piscicultura: técnicas de calagem em viveiros**. Instituto GIA, p. 46, 2016.

SENAR. **Piscicultura: fundamentos da produção de peixes**. Serviço Nacional de Aprendizagem Rural. Brasília: SENAR. 64 p. 2017.

SENGIK, E.; ALBUQUERQUE, K. P. **Os colóides do solo**. 2003. Disponível em: <<http://www.nupel.uem.br/coloides-2003.pdf>>. Acesso em: 5 agosto de 2021.

SONNENHOLZNER, S. E BOYD, C. E. Chemical and physical properties of shrimp pond bottom soils in Ecuador. **Journal of the world Aquaculture Society**, v. 31, p. 358–375, 2000. SOUSA, D. M. G. de; LOBATO, E. Cerrado: correção do solo e adubação. **Embrapa Informação Tecnológica**. 2. ed. Brasília, Distrito Federal: Embrapa, 2004. p. 416.

STEVENSON, F. J. **Humus Chemistry: Genesis, Composition and Reactions**. 2. ed. NEW YORK: Wiley, 1994. 512p.

TEIXEIRA, P. C., DONAGEMMA, G. K., FONTANA, A., TEIXEIRA, G. W., **Manual técnico de análise de solo**. EMBRAPA SOLOS, p. 577, 2017. Disponível em: <http://www.cse.edu.uy/sites/www.cse.edu.uy/files/documentos/Liccom_Camejo_2011-07-28.pdf>.

VALENTI, W. C., VALENTI, P. M., BUENO, G. W., BARROS, HELENICE P. Aquicultura no Brasil: uma indústria de 1 bilhão de dólares. Laranjeiras: **Panorama da Aquicultura**, v. 30, n°182, p.68. 2020.

WANG Y, HU M, SHIN PKS, Cheung SG. Immune responses to combined effect of hypoxia and high temperature in the green-lipped mussel *Perna viridis*. **Marine Pollution Bulletin** v. 63, 2011. p. 201–208.