



ANAIS

MÉTODO DE INTERPOLAÇÃO APLICADO PARA ESPACIALIZAÇÃO DE ARGILA EM BACIA HIDROGRÁFICA COMO FORMA DE SUBSIDIAR À GESTÃO TERRITORIAL

ALESSANDRO JUNIOR

alessandro.junior@unesp.br

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA - ICTS - CÂMPUS DE SOROCABA

ARTHUR PEREIRA DOS SANTOS

arthur.p.santos@unesp.br

UNESP - UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA JÚLIO DE MESQUITA FILHO

ANA LAURA DE PAULA

al.paula@unesp.br

UNESP SOROCABA

LETICIA TONDATO ARANTES

leticia.tondato@unesp.br

UNESP

DARLLAN COLLINS DA CUNHA E SILVA

darllan.collins@unesp.br

UNESP - INSTITUTO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA CÂMPUS DE SOROCABA

RESUMO: No Brasil, a agricultura emerge como uma das principais atividades econômicas, influenciada por condições climáticas favoráveis. Entretanto, a maioria dos solos brasileiros é classificada como latossolos e argissolos, os quais apresentam desafios relacionados à sua fertilidade natural. Diante dessas limitações, a adoção de tecnologias se torna essencial para maximizar a capacidade de produção. Neste contexto, este estudo tem como objetivo espacializar a concentração de argila no solo da Bacia Hidrográfica do Rio Sorocabuçu (BHRS), localizada em São Paulo, uma região de importância ambiental e econômica, especialmente devido à predominância da olericultura praticada por agricultores familiares. Para isso, foram coletadas 27 amostras na área de estudo, as quais foram analisadas conforme a metodologia recomendada pelo Instituto Agrônomo de Campinas (IAC). Os resultados revelam uma variação nos teores de argila, com valores mínimos de 19,94%, máximos de 73,24% e uma média de 49,72% em toda a bacia hidrográfica. Esses resultados corroboram estudos anteriores realizados na BHRS e são consistentes com a pedologia predominante, caracterizada pelo Latossolo Vermelho-Amarelo. Observou-se que o norte da BHRS apresenta teores elevados de argila no solo, o que está relacionado ao desenvolvimento urbano na cidade de Ibiúna - SP, bem como às práticas agrícolas na região. Além disso, a predominância de culturas temporárias na área, comumente sujeitas a processos mecanizados, contribui para a erosão do solo e o conseqüente aumento nos teores de argila. Nesse sentido, estratégias de conservação do solo surgem como alternativas para a preservação adequada dos recursos naturais, especialmente quando aplicadas em locais estratégicos para o desenvolvimento agrícola. Em suma, este estudo está alinhado com os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) da ONU e demonstra que as técnicas de geoprocessamento utilizadas foram eficazes na avaliação desse parâmetro e na correlação com as atividades agrícolas, fornecendo informações cruciais para as decisões agrícolas e para o desenvolvimento sustentável da BHRS.

PALAVRAS CHAVE: Latossolos, Argila, BHRS, Olericultura.

ABSTRACT: In Brazil, agriculture emerges as one of the main economic activities, influenced by favorable climatic conditions. However, most Brazilian soils are classified as oxisols and ultisols, which present challenges related to their natural fertility. Given these limitations, the adoption of technologies becomes essential to maximize production capacity. In this context, this study aims to spatialize the concentration of clay in the soil of the Sorocabuçu River Basin (BHRS), located in São Paulo, a region of environmental and economic importance, especially due to the predominance of olericulture practiced by family farmers. For this, 27 samples were collected in the study area, which were analyzed according to the methodology recommended by the Agronomic

Institute of Campinas (IAC). The results reveal a variation in clay contents, with minimum values of 19.94%, maximum values of 73.24% and an average of 49.72% throughout the river basin. These results corroborate previous studies conducted at BHRS and are consistent with the predominant pedology, characterized by the Red-Yellow Latosol. It was observed that the north of BHRS has high levels of clay in the soil, which is related to urban development in the city of Ibiúna - SP, as well as to agricultural practices in the region. In addition, the predominance of temporary crops in the area, commonly subject to mechanized processes, contributes to soil erosion and the consequent increase in clay contents. In this sense, soil conservation strategies emerge as alternatives for the adequate preservation of natural resources, especially when applied in strategic locations for agricultural development. In summary, this study is aligned with the UN Sustainable Development Goals (SDGs) and demonstrates that the geoprocessing techniques used were effective in the evaluation of this parameter and in the correlation with agricultural activities, providing crucial information for agricultural decisions and for the sustainable development of BHRS.

KEY WORDS: Oxisols, Clay, BHRS, Olericulture.

1. INTRODUÇÃO

No Brasil, a agricultura se destaca como uma das principais atividades econômicas, influenciada pelas características climáticas predominantes. Adicionalmente, a notável diversidade de solos no país é resultado da variação significativa dos aspectos topográficos, bióticos, climáticos, os materiais de origem e processos de formação do solo (PINHEIRO JÚNIOR et al., 2020).

Nessa perspectiva, há de se destacar que a exploração agrícola no Brasil abrange diversos biomas, evidenciando uma tendência de expansão contínua. Toda via, mediante ao desenvolvimento antrópico, o bioma da Mata atlântica que apresentava uma área de 1,3 milhões de km², sofreu um árduo desmatamento, resultando atualmente cerca de 7% a 16%, que em sua maioria são fragmentos (LINDNER et al., 2012).

Ademais, a maioria dos solos brasileiros pertence às ordens dos latossolos e argissolos, os quais apresentam desafios relacionados à fertilidade natural. Essas limitações estão associadas à pedogênese sob condições climáticas quentes e úmidas, sendo a mineralogia, granulometria e teor de matéria orgânica do solo fatores cruciais nas decisões relacionadas ao manejo do solo (NANNI et al., 2021).

Outrossim, as restrições à produtividade agrícola manifestam-se particularmente nos latossolos, devido às práticas inadequadas de manejo adotadas (FEITOSA et al., 2020; FERREIRA, 2024). Diante disso, destaca-se a importância da seleção de métodos de manejo que possam promover o aumento da produtividade vegetal e a conservação do solo. A análise granulométrica, ao fornecer informações sobre a textura, possibilita inferências acerca de outras características do solo correlacionadas com a capacidade de produção e fertilidade do solo (MENTGES et al., 2016; OLIVEIRA et al., 2020).

Os latossolos são caracterizados pela sua complexidade, apresentando desafios significativos no manejo devido ao baixo teor nutricional natural, tal como, representam solos característicos de climas tropicais, com uma estimativa de extensão global em torno de 750 milhões de hectares (FAGUNDES et al., 2021). No Brasil, ocupam aproximadamente 60% de sua extensão territorial, e estão amplamente distribuídos por todo o território nacional. Ademais, esses solos apresentam características físicas favoráveis, como elevada porosidade, baixa densidade e, frequentemente, estrutura granular estável, mesmo em solos com textura argilosa ou muito argilosa (NUNES et al., 2021). O avançado processo de intemperização resulta em significativa alteração dos minerais primários, concentrando argilominerais e/ou óxidos de ferro e alumínio (PESSOA, 2020)

Devido à extensão abrangente e à sua importância, tanto na agricultura quanto na manutenção dos ecossistemas e na regulação dos recursos hídricos, os Latossolos desempenham um papel relevante como objeto de estudo. Destarte, mediante aos avanços contínuos da ciência, temos presenciado uma expansão do leque de ferramentas disponíveis para a realização de estudos sobre o uso da terra. Nesse contexto, o sensoriamento remoto se destaca, sendo empregado em pesquisas que abrangem diversas escalas de tempo e espaço (LAUSCH et al., 2020).

O mapeamento dos solos representa um desafio significativo, uma vez que várias regiões do Brasil necessitam direcionar pesquisas com ênfase na preservação da qualidade física do solo e aprimoramento das técnicas de manejo. Isso visa minimizar as dificuldades associadas aos sistemas de produção adotados (PAIVA et al., 2020). Todavia, no âmbito agrícola, a demanda por sistemas informacionais atualizados, pormenorizados e confiáveis referentes ao potencial dos solos e seus recursos está em ascensão, visando facilitar a promoção do uso e manejo sustentável (SENA et al., 2020).

Diante dessas limitações, a implementação de tecnologias se torna imperativa para

otimizar a capacidade de produção, mediante uma compreensão mais aprofundada das propriedades físicas e químicas do solo, bem como a seleção criteriosa de métodos de manejo (AJAYI et al., 2010).

Através do processo de mapeamento, torna-se viável a ampliação da capacidade de rastreamento das características do solo, o que se reflete no uso, manejo apropriado e sua conservação, contribuindo para otimizar a capacidade de produção agrícola. Esse procedimento se inicia com a coleta de amostras de solo, seguida pelo tratamento estatístico dos dados adquiridos, visando estimar e compreender a variabilidade espacial das propriedades do solo (MENDES et al., 2019).

Portanto, verificar a quantidade de argila presente no solo, torna-se, principalmente em bacias hidrográficas, como uma importante ferramenta de planejamento, de forma a fornecer informações importantes de planejamento e identificação de áreas prioritárias ao desenvolvimento agrícola.

Diante dessa importância, o presente trabalho objetiva avaliar a espacialização da argila presente no solo da Bacia Hidrográfica do Rio Sorocabaçu (BHRS), de forma a se obter um produto capaz de subsidiar os gestores agrícolas da região em relação às áreas que possuem maior e menor capacidade de desenvolvimento agrícola e econômico, bem como indicar as áreas prioritárias para inserção de práticas conservacionistas.

2. REVISÃO TEÓRICA

O solo representa um dos recursos naturais disponíveis na superfície terrestre, desempenhando um papel essencial no desenvolvimento de diversas atividades humanas, destacando-se sua importância na produção de alimentos (GALLARDO, 1988). Sua formação é resultado da interação de cinco fatores, que incluem o material original (rocha), o clima influenciado por variáveis como umidade e temperatura, que desencadeiam processos de intemperismo, o relevo que atua como regulador da infiltração de água, o tempo de exposição do material e, por fim, os organismos vivos que desempenham papel na decomposição, transformação da rocha e fornecimento de matéria orgânica (REICHARDT & TIMM, 2012).

O Brasil detém a maior extensão territorial da América do Sul, totalizando aproximadamente 851 milhões de hectares, consolidando-se como o quinto maior país do mundo e sendo destaque pela sua expressiva contribuição na produção de alimentos, com cerca de 152,5 milhões de hectares destinados a atividades agrícolas (DEMATTE et al., 2019).

Considerando a diversidade dos solos presentes no Brasil, a análise granulométrica surge como um componente essencial, pois ela determina a distribuição do tamanho das partículas do solo, exercendo influência no comportamento físico-hídrico (GRAVINA et al., 2021).

Dentre as principais abordagens empregadas para a determinação da textura do solo, incluem-se a textura expedita, o método do densímetro, o método da pipeta e os métodos nucleares (ainda pouco utilizados). Conforme mencionado por BLAKE e HARTGE (1986), o método do densímetro é frequentemente empregado na quantificação das frações granulométricas do solo, envolvendo a medição direta da concentração das partículas. O método da pipeta também se destaca, sendo caracterizado pela coleta de agregados do solo por meio de pipetas, seguindo profundidades e períodos estabelecidos.

Entre as categorizações da textura do solo, a abordagem expedita revela-se benéfica devido à sua simplicidade operacional, permitindo uma classificação preliminar rápida por meio da determinação de um indicador textural (OLIVEIRA et al., 2020).

Nesse contexto, a textura do solo é caracterizada através das diversas combinações dos

atributos físicos (argila, silte e areia), sendo relevante observar que a fração de argila pode consistir em diferentes tipos de minerais.

Dentre os fatores variáveis em relação à granulometria, destaca-se a coesão. O aumento do teor e a disposição compacta das frações de areia e argila têm o potencial de atuar como agentes cimentantes, resultando em uma coesão mais pronunciada. Esse fenômeno pode dificultar o processo de aeração e restringir o desenvolvimento vegetal, uma vez que o sistema radicular das plantas encontra limitações proporcionalmente ao aumento da resistência à penetração (MENEZES et al., 2018). A porosidade do solo está diretamente relacionada à capacidade de crescimento vegetal, visto que as dimensões, formas e tipos das frações granulométricas influenciam o movimento e a distribuição de ar e água no solo (JESUS et al., 2017).

Mediante a isso, diversos estudos têm empregado geotecnologias, especialmente Sistemas de Informações Geográficas (SIG), para estimar a espacialização das características físicas do solo, Silva et al. (2007) ressalta que a utilização do SIG, Geoprocessamento e Sensoriamento Remoto tem se consolidado como ferramentas fundamentais tanto avaliação de problemas ambientais quanto na produção agrícola. Sendo assim, a progressiva evolução dos computadores e a disseminação das técnicas de SIG, aliadas às práticas de Sensoriamento Remoto, integraram modelos e análises ambientais ao ambiente SIG. Isso possibilita a combinação de bases de dados espaciais e não espaciais, permitindo a análise integrada de processos (ALBUQUERQUE, 2012).

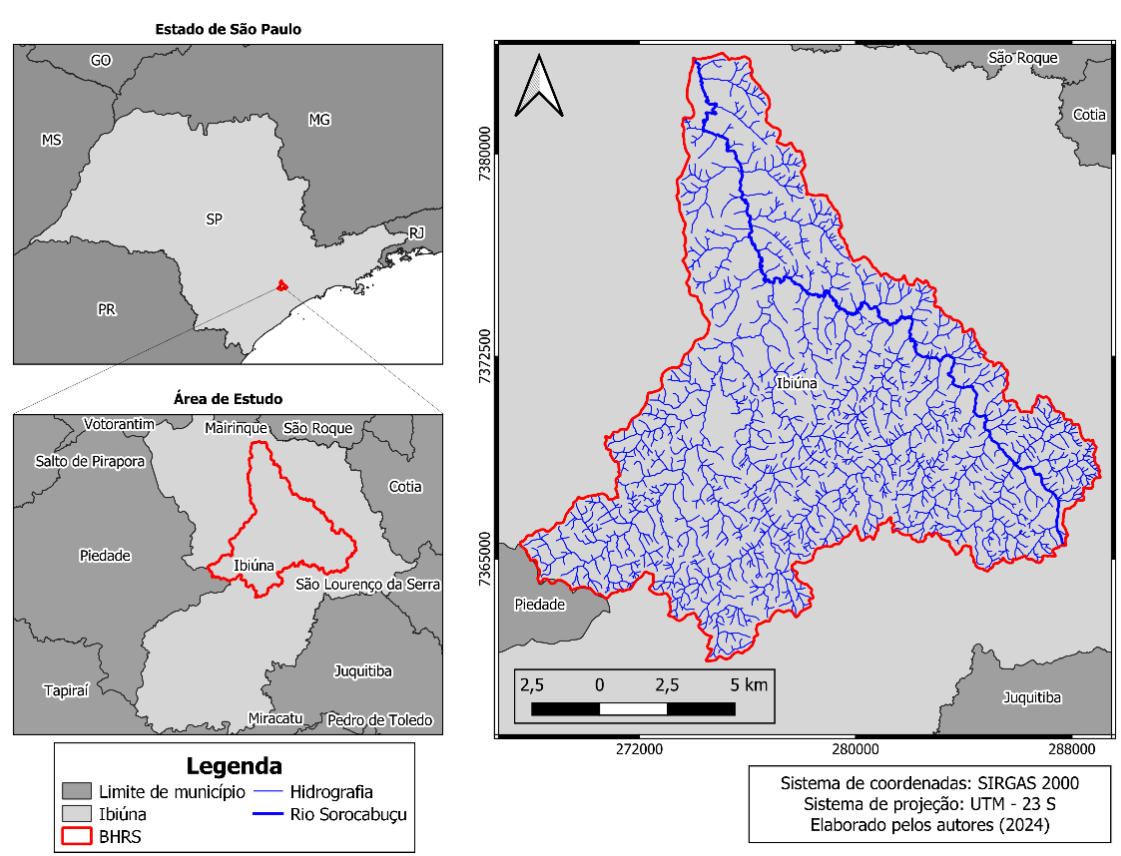
Atualmente, o uso de SIG é essencial nos diversos estudos realizados, tanto em ambientes rurais quanto urbanos. Sua aplicabilidade em diferentes cenários apresenta uma vantagem significativa, destacando-se pelo baixo custo e rapidez. A integração de modelos com o SIG, embora não seja uma prática recente, tem experimentado um aumento considerável nos últimos para mensuração de eventuais problemas, de modo a reforçar e embasar nas tomadas de decisões (AMARAL, 2016).

3. METODOLOGIA

3.1. Área de estudo

A BHRS (Figura 1) pertence a região do Alto Rio Sorocaba, integrada à Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos dos rios Sorocaba e Médio Tietê (UGRHI-10). Está localizada na região sudeste do estado de São Paulo, com uma área de aproximadamente 202 km², estando inserida, em sua totalidade, no município de Ibiúna, que possui uma população de aproximadamente 75 mil habitantes e uma área territorial de 1.060 km² (IBGE, 2024).

Figura 1 - Localização da área da bacia hidrográfica do Rio Sorocabuçu.



Fonte: Autores (2024).

O Rio Sorocabuçu, em conjunto com o Rio Sorocamirim, dá origem ao Rio Sorocaba, apresentando grande importância na formação da represa de Itupararanga, uma vez que o reservatório é a principal fonte de abastecimento de água e energia da Região Metropolitana de Sorocaba (RMS) (SIMONETTI et al., 2017).

A pedologia na BHRs é predominantemente marcada pelo Latossolo Vermelho-Amarelo (LVA) e Gleissolo Melânico (GM1), correspondendo respectivamente a 89% e 10% da área de bacia hidrográfica (ROSSI, 2017), e a principal fonte de renda da população residente no local é a atividade agrícola, enfocada na produção de olericulturas (SOUSA et al., 2022).

3.2. Procedimento metodológico

3.2.1. Elaboração da base cartográfica e análise físicas do solo

A coleta de dados referente aos aspectos físicos do solo foi realizada em 27 pontos amostrais, distribuídos regularmente ao longo da BHRs. Em campo, contou-se com o auxílio do GPS, com as coordenadas previamente determinadas em laboratório.

Para tal, considerou-se uma profundidade de 0-20 cm, no qual foi retirado cerca de 500g de solo por meio do uso da escavadeira. Neste ponto, convém destacar que, em cada ponto amostral foi realizado a caracterização ambiental por meio de fotografias.

Posteriormente, as amostras foram identificadas, preparadas e analisadas junto ao Laboratório de Águas e Solos do Instituto de Ciência e Tecnologia de Sorocaba (ICTS) – UNESP, tendo como base a metodologia e as normas técnicas apresentadas pelo Boletim

Técnico 106 do Instituto Agronômico de Campinas - IAC (IAC, 2009), o qual apresenta estrutura e disponibilidade de equipamentos para que o projeto possa ser desenvolvido.

3.2.2. Distribuição espacial da argila

Para a distribuição espacial da argila, utilizou-se o Interpolador de Média Ponderada pelo Inverso da Distância (*Inverse Distance Weighting - IDW*) (Equação 1). Nesta etapa, utilizou-se o software ArcGis 10.6.

O uso do interpolador IDW com expoente igual a 2 apresentou resultados satisfatórios para estimar a distribuição de atributos físicos dos solos no trabalho desenvolvido por Souza et al. (2010), justificando o seu uso nesse estudo. O método utiliza a combinação de pontos amostrais próximos, de forma que pontos mais próximos apresentam valores similares e exercem maior influência sobre o valor a ser interpolado, enquanto pontos mais distantes são independentes e não exercem influência no resultado (RIGHI; BASSO, 2016).

$$xp = \frac{\sum_{i=1}^n \left(\frac{1}{d_i^2} * xi \right)}{\sum_{i=1}^n \left(\frac{1}{d_i^2} \right)} \quad (1)$$

Onde:

- xp refere-se ao atributo interpolado;
- xi refere-se ao valor do atributo do i-ésimo ponto de amostragem;
- di refere-se distância euclidiana entre o i-ésimo ponto de vizinhança e o ponto amostrado;
- n refere-se ao número de amostras.

Posteriormente, após o uso da ferramenta supracitada, realizou-se a extração de pixel por pixel, resultando no valor do parâmetro estudado. Dessa forma, os dados foram analisados por meio de estatística descritiva sendo a sua média, valor mínimo, máximo e o coeficiente de variação. Para interpretar o coeficiente de variação (CV%), foi seguido a classificação proposta por Warrick e Nielsen (1980), onde valores abaixo de 15% foram considerados baixos, entre 15% e 50% foram considerados médios e acima de 50% foram considerados altos

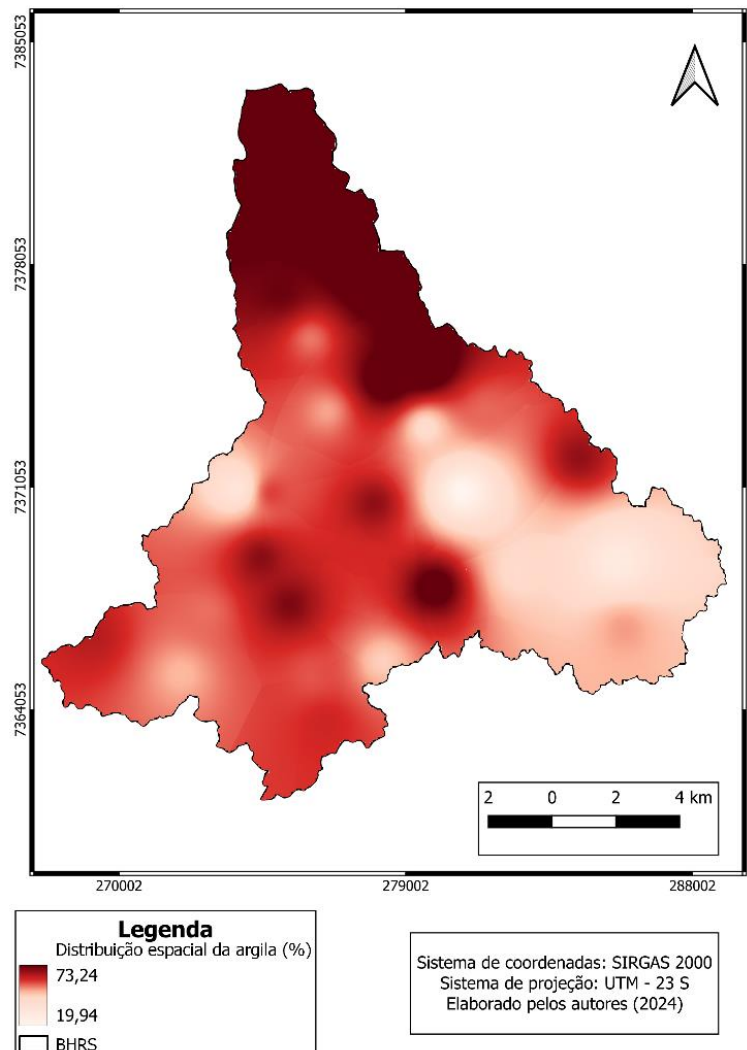
Por fim, mediante aos processos supracitados, realizou-se o mapa temáticos contendo a distribuição espacial do parâmetro analisado no presente estudo. Para isso, utilizou-se o software QGIS em sua versão 3.28.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Em relação às análises físicas do solo, em específico a argila, o resultado está dispostos na Figura 2. Na Tabela 1 está disposta a estatística descritiva realizada.

ANAIS

FIGURA 2. Distribuição espacial da argila na BHRS.



Fonte: Autores (2024).

TABELA 1. Estatística descritiva do teor de argila presente no solo

Componente físico de análise	Distribuição espacial da argila (%)			Desvio Padrão (+/-)	Coeficiente de Variação (%)
	Mínimo (%)	Máximo (%)	Média (%)		
Argila	19,94	73,24	49,72	8,73	17,56

Fonte: Autores (2024).

Conforme apresentado na Tabela 1, é possível visualizar a alternância dos valores em toda BHRS, chegando a valores mínimos de 19,94% de argila, até valores máximos de 73,24%, com um desvio padrão de 8,73% e um coeficiente de variação de 17,56%. Todavia, seguido a classificação proposta por Warrick e Nielsen (1980), o coeficiente de variação se encontra em um valor médio, sendo que tal variação pode ser justificada pelo tipo de componente físico analisado, a topografia do local, entre outros fatores. Destarte, o valor médio encontrado para a área de estudo foi de 49,72% de argila no solo.

Mediante a Figura 2, nota-se a predominância de argila ao norte da BHRS, em que os valores chegam à faixa de 73,24% do respectivo parâmetro no solo, tal como ao sudeste, no qual são encontrados valores de até 19,94%, fato este que pode estar relacionado aos processos de evolução natural do solo, como classificado por Rossi (2017), bem como, o tipo de uso e ocupação desse local, que dependendo de sua intensificação, modifica severamente as constantes supramencionadas.

Já os valores mais baixos de argila foram encontrados ao sudeste da BHRS, se confirmando com a topografia do local, no qual apresentam áreas com declividades superiores a 20%, sendo que essas áreas apresentam maior risco ao desprendimento das partículas, uma vez que a alta inclinação aumenta a velocidade das massas de água que escoam superficialmente (MILANEZI; PEREIRA 2016). Outrossim, os Latossolos Vermelho-Amarelos são encontrados em regiões com declividade de até 20%, caracterizando ambientes bem drenados e profundamente desenvolvidos, com porosidade variando de porosa a muito porosa (COSTA, 2020). Além do mais, conforme os estudos realizados na BHRS por Manfré et al. (2011), considerando o desvio padrão supracitado, os valores encontrados de argila corroboram entre si.

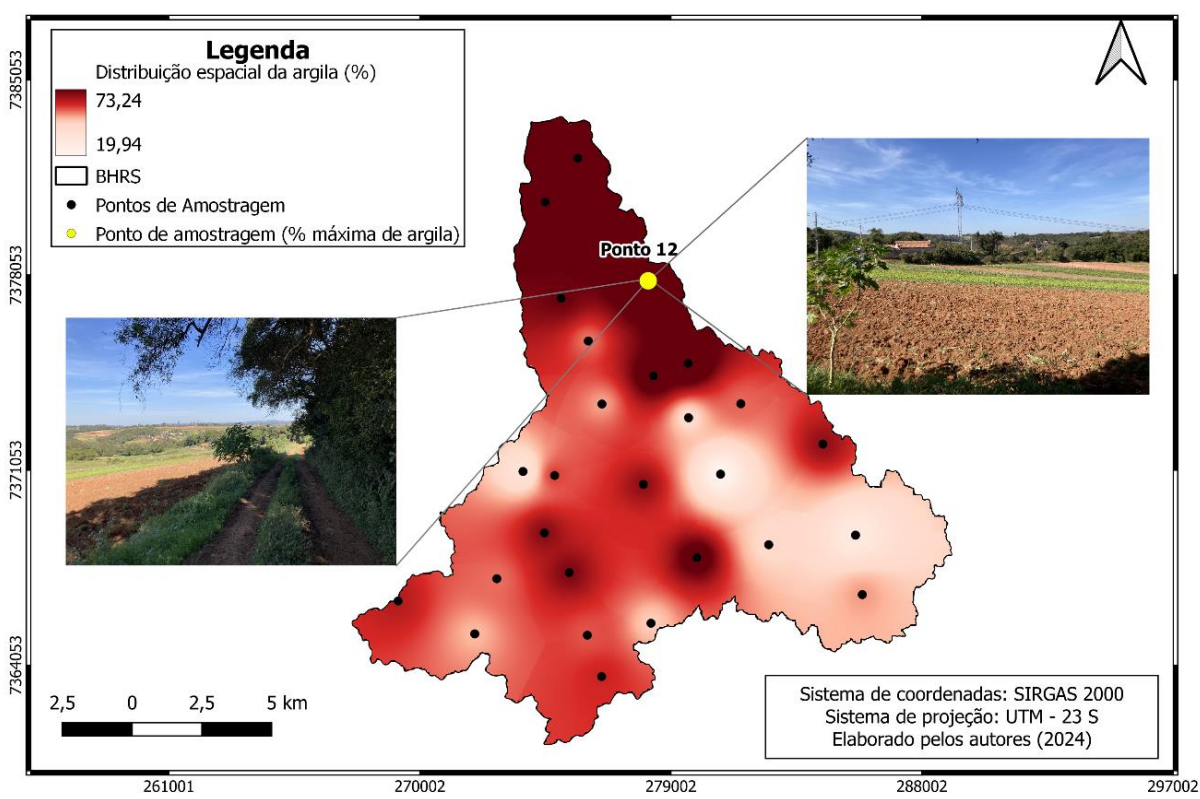
Por conseguinte, segundo Tamataya (2022) o norte da BHRS se encontra em um árduo desenvolvimento antrópico, tanto na expansão de área construída quanto no desenvolvimento da agricultura, que em sua maioria apresenta o cultivo temporário. Ademais, a propensão da fração argila à dispersão em água é um fenômeno que pode ocorrer de forma natural, devido à atividade intrínseca da argila, ou ser intensificada pela significativa interferência humana (FAGUNDES et al., 2021).

Além do mais, a maior parte das florestas está localizada nos trechos médio e alto da bacia, ocupando áreas com maior inclinação, o que dificulta sua utilização para atividades agropecuárias. Pequenos fragmentos florestais estão dispersos ao longo do curso inferior da bacia. Nas áreas com declividade mais suave, próximas aos vales formados pelos principais cursos d'água, predominam pastagens, intercaladas com áreas destinadas à agricultura (MAIA JÚNIOR et., 2021).

Conforme previamente discutido, as práticas de cultivo temporário têm o potencial de induzir uma erosão significativa do solo devido aos processos de aração e colheita. Essas operações movimentam o solo de áreas mais baixas para as mais altas, expondo-o ao ambiente. Sendo assim, a presença da água, um agente crucial, atua diretamente sobre o solo, acentuando tanto o processo de erosão quanto a quantificação de argila presente no solo Guerra et al. (2018).

Como supracitado, as identificações realizadas no entorno do ponto de amostragem que apresentou o valor máximo de argila estão dispostas na Figura 3.

FIGURA 3. Distribuição espacial da argila com identificação do ponto com maior valor na BHRS.



Fonte: Autores (2024).

Mediante a Figura 3, é possível identificar o processo de preparação do solo, como já citado, bem como o cultivo temporário de hortaliças e leguminosas, onde foi observado a presença de alface e couve-flor o qual corrobora com a contextualização dos valores encontrados para argila.

A variação evidenciada na espacialização de argila está, possivelmente, associada à diversidade na estabilidade dos agregados do solo. Essa variação ocorre frequentemente devido à perda de matéria orgânica, ocasionada por pressões externas, como a queima da palhada uma prática usualmente utilizada, práticas convencionais de preparo do solo e a aplicação contínua de corretivos (calcário e gesso). Estes últimos otimizam o processo de decomposição do material orgânico disponível, induzindo modificações indesejáveis na estrutura do solo (GRAVINA et al., 2021).

Vale destacar que as práticas de conservação do solo devem ser aplicadas como forma de remediação e conservação, como mencionado por Primavesi (2009) e Toledo (2023), no qual discute sobre o manejo agroecológico do solo, que requer a busca por estratégias que promovam a dinâmica e o equilíbrio nos seus processos químicos, físicos e biológicos, assegurando a sustentabilidade de suas interações com o ambiente. Nesse contexto, as práticas conservacionistas desempenham um papel crucial como ferramentas essenciais para o manejo sustentável do solo.

Adicionalmente, de acordo com as observações de De Alcântara (2017), outras abordagens no manejo agroecológico do solo, como o uso de adubação verde, compostagem e reciclagem de materiais para incorporação ao solo, juntamente com práticas de rotação, sucessão e consórcio de culturas que promovem a adição de matéria orgânica, são de extrema importância para minimizar os impactos adversos sobre o solo.

Por fim, a aplicação das técnicas de geoprocessamento apresentadas, bem como o interpolador IDW, mostraram desempenho satisfatório para espacialização e avaliação desse parâmetro uma vez que os valores encontrados corroboraram com estudos realizados na BHRS e, o ponto 12, o qual se demonstrou um alto valor de argila no solo, se comprova mediante as características físicas, biológicas e antrópicas da área de estudo, podendo assim concluir, que a quantificação da argila no solo, não depende somente da sua evolução natural, mas que mediante ao desenvolvimento antrópico, suas características intrínsecas podem se alterar.

Para mais, os resultados apresentados estão alinhados com os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) estabelecidos pela ONU, particularmente o ODS número 2, que visa eliminar a fome e promover uma agricultura sustentável. Portanto, acredita-se que o método descrito tenha fornecido resultados satisfatórios, os quais podem orientar órgãos públicos e entidades fiscalizadoras na tomada de decisões de gestão territorial com base nos teores de argila no solo em pontos estratégicos da BHRS.

5. CONCLUSÃO

Diante dos resultados da argila presente no solo, quantificados e espacializados para a BHRS, nota-se que a bacia hidrográfica apresentou um valor médio de 49,72% corroborando com a pedologia da área de estudo, Latossolo Vermelho-Amarelo. Todavia, a parte norte da bacia hidrográfica se demonstrou com uma alta porcentagem desse parâmetro, o que se confirma mediante às características do uso do solo, tanto no desenvolvimento do centro urbano de Ibiúna, quanto no desenvolvimento da agricultura, o que implica a necessidade de um manejo adequado, tanto no preparo do solo, quanto no controle das culturas utilizadas.

Acredita-se que os resultados apresentados por esse estudo possam ser utilizados como subsídio aos gestores públicos para remediação de problemas ambientais relacionados a presença de argila, da mesma maneira que os órgãos agrícolas, tomando como base as áreas prioritárias para a implantação das práticas conservacionistas e, áreas com forte desenvolvimento agrícola.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AJAYI, A. E. et al. Assessment of vulnerability of Oxisols to compaction in the Cerrado region of Brazil. **Pedosphere**, v. 20, n. 2, p. 252-260, 2010.
- ALBUQUERQUE, Adoréa Rebello da C. Bacia hidrográfica: unidade de planejamento ambiental. **Revista Geonorte**, v. 3, n. 7, p. 201-209, 2012.
- AMARAL, Bernardo Starling Dorta do. Análise espacial das perdas de solo no estado da Paraíba. 2016.
- BLAKE, G. R.; HARTGE, K. H. Particle density. **Methods of soil analysis: Part 1 physical and mineralogical methods**, v. 5, p. 377-382, 1986.
- CAMARGO, O. A.; MONIZ, A. C.; JORGE, J. A.; VALADARES, J. M. A. S. **Métodos de Análise Química, Mineralógica e Física de Solos do Instituto Agronômico de Campinas**. Campinas: Instituto Agronômico/Fundação IAC, 2009. (Boletim técnico, 106). Disponível em: <http://www.iac.sp.gov.br/publicacoes/porassunto/pdf/Boletim106.pdf>. Acesso em: 6 out. 2023.
- COSTA, Hetiany Ferreira da. Análise temporal da fragilidade ambiental na bacia hidrográfica do rio Sorocabuçu, Ibiúna, SP. 2020.
- DEMATTE, José AM et al. The Brazilian soil spectral library (BSSL): A general view, application and challenges. **Geoderma**, v. 354, p. 113793, 2019.

- DE ALCÂNTARA, Flávia Aparecida. Manejo agroecológico do solo. **Documentos**, n. 314, 2017.
- FAGUNDES, Marla O. et al. Quality index of an Oxisol under different management systems in the Brazilian Cerrado. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 25, p. 319-324, 2021.
- FEITOSA, Carlos EL et al. Changes in physical quality of Oxisols under different Management Systems in the Brazilian Cerrado. **Engenharia Agrícola**, v. 40, p. 609-616, 2020.
- FERREIRA, Vitoria Gleyce Sousa. MUDANÇAS DE USOS DA TERRA NOS ANOS DE 1985, 2010 E 2020 NA MICRORREGIÃO DE CAXIAS-MA. **Revista Contexto Geográfico**, v. 9, n. 18, p. 156-172-156-172, 2024.
- FONTES, Mauricio Paulo Ferreira. Iron oxide-clay mineral association in Brazilian Oxisols: A magnetic separation study. **Clays and Clay Minerals**, v. 40, p. 175-179, 1992.
- GALLARDO, D. J. **Usos y Conservación de Suelos**. Geologia Ambiental. Série Ingeniería Geoambiental. Instituto Tecnológico Geomineiro de España, Madrid. 1988.
- GRAVINA, O. S.; SANTOS, G. G.; CORRECHEL, V.; SILVA, G. C. D.; MEDRADO, L. D. C.; FLORES, R. A.; SEVERIANO, E. D. C. Physical attributes of ferralsol in fertigated sugarcane production environments for bioethanol in the midwest of Brazil. **Agronomy**, v. 11, n. 8, p. 1-11, 2021.
- GUERRA, Antonio José Teixeira; JORGE, Maria do Carmo Oliveira. **Degradação dos solos no Brasil**. Editora Bertrand Brasil, 2018.
- IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Cidades**. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br>. Acesso em: 15 fev. 2024.
- JESUS, Marcelo Couto et al. Permeabilidade ao ar e porosidade de solos na região semiárida. **Revista Engenharia na Agricultura-REVENG**, v. 25, n. 3, p. 230-239, 2017.
- LAUSCH, Angela et al. Linking the remote sensing of geodiversity and traits relevant to biodiversity—part II: geomorphology, terrain and surfaces. **Remote sensing**, v. 12, n. 22, p. 3690, 2020.
- LINDNER, André; SATTLER, Dietmar. Biomass estimations in forests of different disturbance history in the Atlantic Forest of Rio de Janeiro, Brazil. **New Forests**, v. 43, p. 287-301, 2012.
- MAIA JÚNIOR, L. P.; LOURENÇO, R. W. IMPACTOS DAS MUDANÇAS NO USO E COBERTURA DA TERRA SOBRE A VARIABILIDADE DO ALBEDO NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO SOROCABUÇU (IBIÚNA - SP). **Revista Brasileira de Climatologia**, [S. l.], v. 27, p. 443-462, 2021. DOI: 10.5380/abclima.v27i0.72761. Disponível em: <https://ojs.ufgd.edu.br/index.php/rbclima/article/view/14280>. Acesso em: 23 mar. 2024.
- MANFRÉ, Luiz Augusto; DA SILVA, Alexandre Marco; URBAN, Rodrigo Custódio. Atributos de qualidade de solos sob dois diferentes tipos de manejo no município de Ibiúna/SP, Brazil. **Interciencia**, v. 36, n. 10, p. 757-763, 2011.
- MARQUES DA SILVA, Richarde. Análise da perda de solos na bacia do Rio Tapacurá mediante previsão climática e modelos de erosão. 2010.
- MARTÍNI, Aline Fachin et al. Long-term trial of tillage systems for sugarcane: effect on topsoil hydrophysical attributes. **Sustainability**, v. 13, n. 6, p. 3448, 2021.
- MENDES, Wanderson de S. et al. Is it possible to map subsurface soil attributes by satellite spectral transfer models?. **Geoderma**, v. 343, p. 269-279, 2019.
- MENEZES, Ademir Silva et al. Functionality of the porous network of Bt horizons of soils with and without cohesive character. **Geoderma**, v. 313, p. 290-297, 2018.

- MENTGES, Marcelo Ivan et al. Capacity and intensity soil aeration properties affected by granulometry, moisture, and structure in no-tillage soils. **Geoderma**, v. 263, p. 47-59, 2016.
- MILANEZI, Carlos Henrique da Silva; PEREIRA, Joelson Gonçalves. Caracterização da vulnerabilidade ambiental na Microbacia do Córrego Azul, Ivinhema-MS. **Geografia (Londrina)**, v. 25, n. 1, p. 43-63, 2016.
- NANNI, Marcos Rafael et al. Mapping particle size and soil organic matter in tropical soil based on hyperspectral imaging and non-imaging sensors. **Remote Sensing**, v. 13, n. 9, p. 1782, 2021.
- NUNES, Márcio R. et al. Inherent and dynamic effects on the structural stability of Brazilian Oxisols. **Geoderma Regional**, v. 27, p. e00426, 2021.
- OLIVEIRA, João Carlos et al. Estudo do Comportamento de Quatro Solos Argilosos do Município de Goiânia com base na Classificação Expedite MCT/Behavior Study of Four Clay Soils of Goiânia County based on the Expedite MCT Classification. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 1, p. 1642-1650, 2020.
- PAIVA, Isaías Antonio; RITA, Yohanne Larissa; CAVALIERI-POLIZELI, Karina Maria. Knowledge and use of visual soil structure assessment methods in Brazil-A survey. **Soil and Tillage Research**, v. 204, p. 104704, 2020.
- PESSOA, Thaís Nascimento. **Microestrutura do solo relacionada a propriedades físico-hídricas de Latossolos brasileiros**. 2020. Tese de Doutorado. Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz".
- PINHEIRO JUNIOR, C. R. et al. Solos do Brasil: gênese, classificação e limitações ao uso. 2020.
- PRIMAVESI, Ana. Cartilha do solo: como reconhecer e sanar seus problemas. **São Paulo: MST**, 2009.
- REICHARDT, K; TIMM, L. C. **Solo, planta e atmosfera: conceitos, processo e aplicações**. 500p. 2. Ed. Barueri, SP: Manole, 2012.
- RIGHI, Eléia; BASSO, Luís Alberto. Aplicação e análise de técnicas de interpolação para espacialização de chuvas. **Ambiência. Guarapuava (PR)**. Vol. 12, n. 1 (jan./abr. 2016), p. 101-117, 2016.
- ROSSI, Marcio et al. Mapa pedológico do Estado de São Paulo: revisado e ampliado. 2017.
- SENA, Nathalie Cruz et al. Analysis of terrain attributes in different spatial resolutions for digital soil mapping application in southeastern Brazil. **Geoderma Regional**, v. 21, p. e00268, 2020.
- SILVA, Richarde Marques et al. Evaluation of soil loss in Guaraíra basin by GIS and remote sensing based model. **Journal of Urban and Environmental Engineering**, v. 1, n. 2, p. 44-52, 2007.
- SIMONETTI, V. C.; FRASCARELI, D.; GONTIJO, E. S.J.; MELO, D. S.; FRIESE, K.; SILVA, D. C. C.; ROSA, A. H. Índices de qualidade da água como ferramenta de avaliação da qualidade da água e efeitos do uso da terra em uma bacia tropical, **International Journal of River Basin Management**, v. 19, n.2, p.157-168, 2021.
- SOUSA, Jocy Ana Paixão et al. Proposta de um indicador de sustentabilidade para fragmentos florestais (ISFF) por meio de modelagem ambiental. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 15, n. 1, p. 250-267, 2022.
- SOUZA, Gustavo Soares et al. Krigagem ordinária e inverso do quadrado da distância aplicados na espacialização de atributos químicos de um argissolo. **Scientia agraria**, v. 11, n. 1, p. 073-081, 2010.
- TAMATAYA, Jocasta Harue. Análise ambiental do relevo e dos recursos hídricos da Bacia do Sorocabuçu, Ibiúna/SP. 2022.
- TOLEDO, Juliana Aparecida Cantarino. Relações entre manejo do solo e erosão hídrica: uma revisão bibliográfica. **Revista Craibeiras de Agroecologia**, v. 8, n. 1, 2023.



ANAIS

WARRICK, A. W. Spatial variability of soil physical properties in the field. **Applications of soil physics**, p. 319-344, 1980.