

CARACTERIZAÇÃO MORFOLÓGICA E SEDIMENTOLÓGICA DOS AMBIENTES ALUVIAIS DA BACIA DO RIACHO DO TIGRE – PB

Adonai Felipe Pereira de Lima Silva¹, Jonas Otaviano Praça de Souza²

¹Universidade Federal da Paraíba. E-mail: ad.felipelima@hotmail.com

²Universidade Federal da Paraíba. E-mail: jonas.souza@academico.ufpb.br

Resumo

Na região semiárida brasileira, é comum o aproveitamento de aluviões como alternativa para suprir o abastecimento hídrico. A presente pesquisa buscou realizar a caracterização dos ambientes aluviais da Bacia Riacho do Tigre – PB, através de procedimentos sedimentológicos de granulometria e pipetagem, além de coleta de dados referentes à morfologia dos canais. Os resultados indicam que o valor do gradiente e a energia do rio são menores nos trechos mais próximos da foz, com abrangência maior de área de captação hídrica. As intensidades de intervenções antrópicas ocorrem de diferentes maneiras, assim como a densidade da cobertura vegetal. Foi possível definir que o trecho 1 está em um grupo com maior porcentagem de cascalho e com valores intermediários de argila e silte; os trechos 2 e 3 estão em um grupo com predominância de areia e baixa porcentagem de silte, argila e cascalho; e o trecho 4 está em um grupo com maior porcentagem de silte e argila em relação aos demais. A variação da hidrodinâmica indica que o processo de sedimentação se deu por fluxos turbulentos. As informações discutidas poderão servir de auxílio para a gestão ambiental e compreensão da conservação e evolução de aluviões na região.

Palavras-chave: Sistema Fluvial Semiárido. Depósitos Aluviais. Sedimentologia.

MORPHOLOGICAL AND SEDIMENTOLOGICAL CHARACTERIZATION OF THE ALLUVIAL ENVIRONMENTS OF THE RIACHO DO TIGRE BASIN – PB

Abstract

Alluvial deposits are commonly used as an alternative to supply water in the Brazilian semiarid region. The present research aimed to characterize the alluvial environments of the Riacho do Tigre Basin – PB through sedimentological procedures of granulometry and pipetting, in addition to collecting data regarding channel morphology. The results indicate that the gradient value and the river's energy are lower in the sections closer to the mouth, with a larger coverage area for water capture. Anthropogenic intervention intensities occur in different ways, as does the density of vegetation cover. It was possible to define that section 1 is in a group with a higher percentage of gravel and intermediate values of clay and silt; sections 2 and 3 are in a group with a predominance of sand and a low percentage of silt, clay and gravel; and section 4 is in a group with a higher percentage of silt and clay compared to the others. The variation in hydrodynamics indicates that the sedimentation process occurred due to turbulent flows. The discussed information could assist in environmental management and understanding the region's conservation and evolution of alluvial deposits.

Keywords: Semiarid River System. Alluvial Deposits. Sedimentology.

CARACTERIZACIÓN MORFOLÓGICA Y SEDIMENTOLÓGICA DE LOS AMBIENTES ALUVIALES DE LA CUENCA DEL RIACHO DO TIGRE – PB

Resumen

En la región semiárida brasileña, es común aprovechar los aluviones como alternativa para satisfacer el suministro de agua. La presente investigación buscó realizar la caracterización de los ambientes aluviales de la Cuenca del Riacho del Tigre - PB, a través de procedimientos sedimentológicos de granulometría y pipeteo, además de la recopilación de datos relacionados con la morfología de los canales. Los resultados indican que el valor del gradiente y la energía del río son menores en los tramos más cercanos a la desembocadura, con una mayor cobertura de área de captación de agua. Las intensidades de las intervenciones antrópicas ocurren de diferentes maneras, al igual que la densidad de la cobertura vegetal. Fue posible definir que el tramo 1 está en un grupo con mayor porcentaje de grava y con valores intermedios de arcilla y limo; los tramos 2 y 3 están en un grupo con predominio de arena y bajo porcentaje de limo, arcilla y grava; y el tramo 4 está en un grupo con mayor porcentaje de limo y arcilla en relación con los demás. La variación de la hidrodinámica indica que el proceso de sedimentación se produjo por flujos turbulentos. La información discutida podría servir de ayuda para la gestión ambiental y la comprensión de la conservación y evolución de los aluviones en la región.

Palabras-clave: Sistema Fluvial Semiárido. Depósitos Aluviales. Sedimentología.

INTRODUÇÃO

As regiões semiáridas brasileiras representadas na maioria por terrenos cristalinos (rochas não porosas), geralmente possuem rios intermitentes, havendo escoamento somente durante o período das chuvas e concentração de depósitos sedimentares nos leitos dos canais fluviais. Quando o escoamento superficial cessa, a água infiltra-se no depósito sedimentar, entre os sedimentos arenoargilosos, contribuindo para o armazenamento de água no solo e a recarga dos aquíferos subterrâneos, que podem estar presentes em depósitos aluviais (COSTA; COSTA FILHO, 2015; WEKESA et al., 2020).

A importância do estudo dos aluviões no semiárido se justifica pelo fato de que além de se tratar de um espaço com déficit hídrico, os aquíferos aluviais muitas vezes possibilitam o desenvolvimento da agricultura de pequena escala, fortalecendo o desenvolvimento socioeconômico local. Além disso, as áreas aluviais são mais favoráveis às recargas oriundas da precipitação, passando a ser uma importante reserva hídrica capaz de complementar o abastecimento de água durante os períodos de estiagem; são fáceis de escavar ou perfurar, tornando sua exploração simples, rápida e de baixo custo (SANTOS et al., 2009; FONTES JÚNIOR et al., 2012; ALBUQUERQUE et al., 2015; ALVES et al., 2018).

Desse modo, as informações quantitativas sobre a topografia de aluviões são essenciais para as pesquisas sobre recursos hídricos, podendo-se considerar a influência da textura, volume, profundidade, largura, declividade, medições topográficas do terreno e principalmente a espessura. Os dados de espessura dos aluviões são fundamentais quando se pretende realizar a construção de uma barragem subterrânea (LOVE et al., 2011; COSTA; COSTA FILHO, 2015). As informações topográficas dos canais – assim como a largura, profundidade e gradiente – servem de auxílio para identificação da geometria tridimensional dos canais fluviais, que irá depender do grau de confinamento do vale, podendo ser os canais de vale confinado, canais de vale parcialmente confinado e os canais de vale não confinado (FRYIRS; BRIERLEY, 2012; VENTRA; CLARKE, 2018).

Além da topografia, é importante também ressaltar a relevância das análises granulométricas para os estudos dos depósitos aluviais, que tem sido uma ferramenta essencial para a caracterização e estudo de solos, saprólitos, sedimentos e pesquisas voltadas para processos biológicos e ecológicos (GUILHERME et al., 2016), estendendo sua aplicação em

vários campos da atividade humana. A distribuição do tamanho das partículas é uma das propriedades fundamentais do sedimento, além disso, a resposta morfodinâmica do tamanho dessas partículas a jusante pode afetar o transporte de sedimento em um rio. Nesse sentido, os sedimentos de rios têm sido usados para reconstruir a evolução ambiental em diferentes escalas de tempo (GUZMÁN et al., 2021).

O produto gerado através das análises granulométricas pode servir para elaboração de modelos ligados a processos pedogenéticos, comportamento físico-hídrico, controles hidráulicos e morfológicos dos canais, além de auxiliar na avaliação de energia de transporte de sedimentos, gerando também informações sobre a gênese, natureza química, descontinuidade litológica e questões referentes ao uso e manejo voltados à conservação dos solos (VIANA; FERREIRA, 2007; VIANA et al., 2009; RZAŞA; OWCZARZAK, 2013; MOHTAR et al., 2017). Nessa perspectiva, a presente pesquisa buscou realizar a caracterização dos ambientes aluviais da Bacia Riacho do Tigre – PB, através de procedimentos sedimentológicos de granulometria e pipetagem, além de coleta de dados referentes à morfologia dos canais

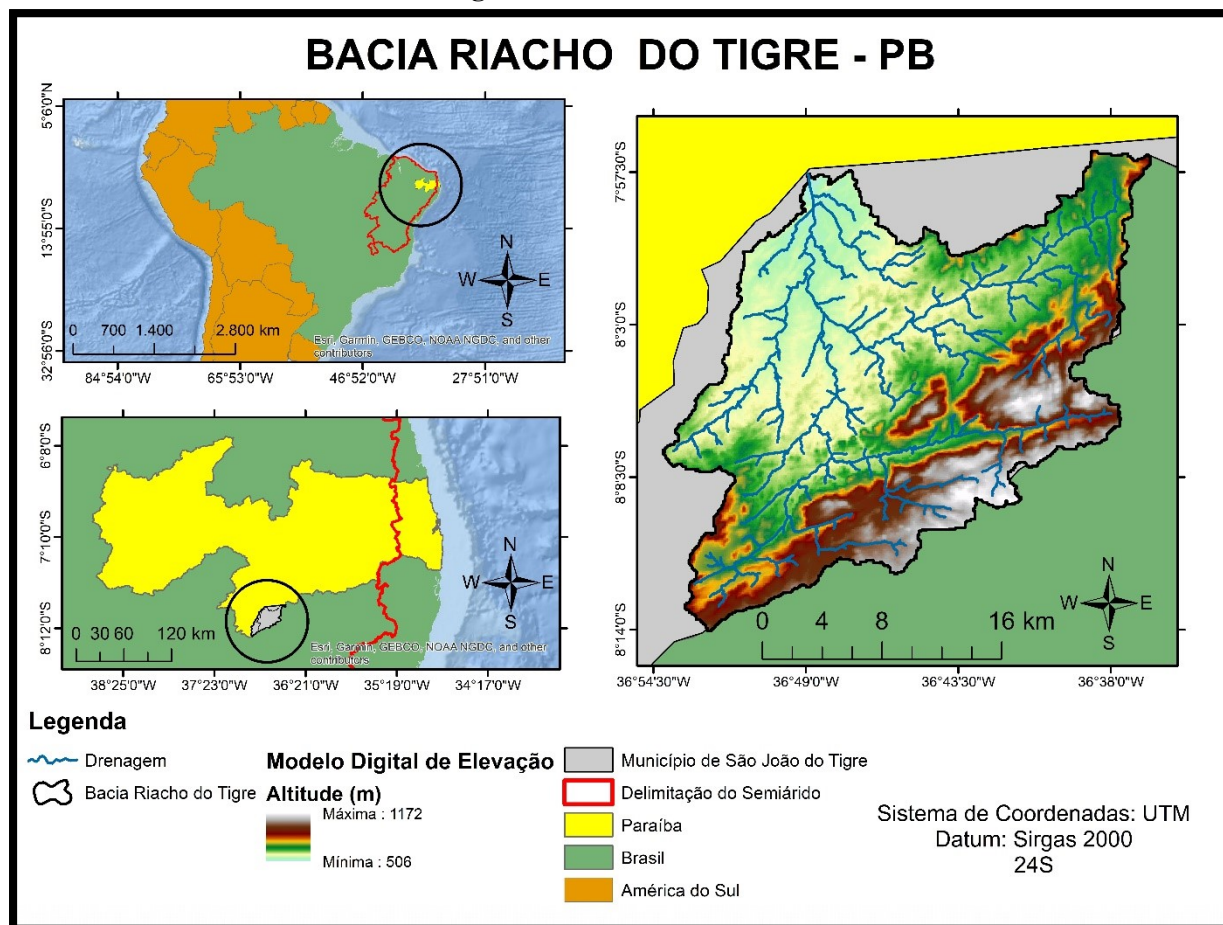
METODOLOGIA OU PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

A área de estudo compreende a Bacia Riacho do Tigre, localizada no município de São João do Tigre – PB (Figura 01). Para gerar o mapa de localização, foram utilizados dados (*shapefiles*) da América do Sul, estados do Brasil e municípios da Paraíba (IBGE, 2021). Os arquivos da delimitação da bacia, da drenagem e do Modelo Digital de Elevação foram gerados através do processamento no ArcGis 10.5, a partir de dados topográficos (30 m) do NASADEM (2020).

O município de São João do Tigre - PB apresenta área de 816.116 km², situado na mesorregião da Borborema e na microrregião do Cariri Ocidental do estado da Paraíba, ao qual possui uma população majoritariamente rural que movimenta maior parte de sua economia com base na agricultura familiar de pequena escala. Os rios da bacia são intermitentes, devido à ocorrência do clima Tropical Semiárido e geologia cristalina, com vegetação composta pela Caatinga Hiperxerófila e variações de altitude entre 506 e 1772 metros (SILVA; SOUZA, 2017), apresentando distintas unidades de paisagem.

A identificação e mapeamento dos diferentes ambientes aluviais da bacia foram realizados através de uma caracterização geral dos depósitos analisados, com ênfase na caracterização de cada depósito, buscando obter informações sobre a localização, cobertura, geometria, largura do vale e sua variação. A localização dos trechos, assim como as margens e o leito das drenagens foram identificadas com o auxílio do GPS Garmin. As informações referentes à geometria do canal e a largura do vale e sua variação foram adquiridas através da estação total Ruide 820R3, e depois desenvolvidas com o auxílio das ferramentas do sensoriamento remoto e dos sistemas de informações geográficas, com a utilização do software ArcGis 10.5. No ArcGis foi possível obter resultados do cálculo da área de captação hídrica dos depósitos usando as ferramentas *flow direct* e *flow accumulation*. A Geometria dos canais foi determinada conforme os parâmetros de Fryirs e Brierley (2012), a partir das formas, tamanhos, largura, profundidade, seção vertical etc. Os mapas foram elaborados, podendo acrescentar além das características físicas naturais, as formas e construções antropogênicas (estradas, cercas, poços, barragens etc.) e as áreas destinadas à agropecuária.

Figura 01: Área de estudo.



Fonte: os autores.

A identificação das áreas de depósitos aluviais foi precedida de análise prévia da drenagem por imagens de satélite do Google Earth e dados topográficos (30 m) do NASADEM (2021). Depois, com a pesquisa de campo, foi realizada a verificação dos pontos analisados pelas imagens de satélite, marcando as áreas aluviais com GPS. Por fim, os pontos identificados foram analisados em suas características e escolhidos apenas os pontos representativos, ou seja, foram escolhidos os pontos de forma que seja possível evidenciar as diferentes características entre eles, como a topografia, o uso e ocupação do solo, a cobertura vegetal, a localização na bacia, entre outros.

As análises sedimentológicas foram feitas através dos procedimentos de granulometria. Neste trabalho, a análise granulométrica foi realizada em parte conforme os parâmetros metodológicos da granulometria por peneiramento de Gale e Hoare (1991). Desse modo, foram pesadas 100 g de cada amostra (ao todo foram 5 amostras), onde foram colocadas cada uma em um becker de vidro de 500 ml com água e 20 g de dispersante (hexametáfosfato de sódio). As amostras foram agitadas por 20 minutos contínuos para descompactar as frações dos grãos e em seguida foram deixadas de molho em decantação por 24 h. Depois de passadas 24 h, as amostras foram lavadas cuidadosamente com água em uma peneira de 0,53 mm até que a água vazada pelas aberturas da peneira saísse mais próxima de “limpa” e incolor. Em seguida as amostras que restaram na peneira foram colocadas cuidadosamente em beckers de vidro

previamente pesados e depois levados à estufa por 10 h numa temperatura a 70 °C. Após a secagem das amostras, as mesmas foram submetidas ao agitador eletromagnético de peneiras redondas rotap da Viatest, por 10 minutos, com intervalos de 1 phi (ϕ) de abertura para cada peneira, para a determinação de cascalho, areia grossa, areia média, areia fina e areia muito fina.

Para a separação dos finos foi realizado o método da pipeta, baseados em parte na proposta metodológica de Gale e Hoare (1991) e de Teixeira et al. (2017). Este método tem como finalidade identificar as frações de sedimentos finos nas amostras, podendo ser apenas argila ou argila e silte simultaneamente, contudo, neste trabalho o método da pipeta foi realizado no intuito de identificar as frações de argila, obtendo assim o valor de silte através da diferença entre do valor restante entre as frações de cascalho, areia e argila. Com isso, foram pesadas amostras de 20 g, onde foram lavadas (com 1000 ml de água e 10 g de hexametáfosfato diluído) em uma peneira de 0,53 mm anexada a um funil de vidro por baixo, acompanhado por um becker de vidro de 1000 ml; os sedimentos retidos na peneira são dispensados. Em seguida as amostras foram submetidas à decantação, esta que depende da temperatura ambiente para determinar o tempo de decantação, que nesse caso a temperatura correspondeu a 29 °C, levando 3 horas e 15 minutos de decantação para cada amostra. Passado o tempo de decantação, o próximo passo foi extrair 40 ml de líquido com a pipeta a 5 cm de profundidade do Becker de 1000 ml, a qual esse líquido foi colocado em beckers de vidro previamente pesados e inseridos na estufa com temperatura a 90 °C. Após a secagem, os beckers foram pesados novamente e assim foi possível obter informações da quantidade de argila em cada amostra.

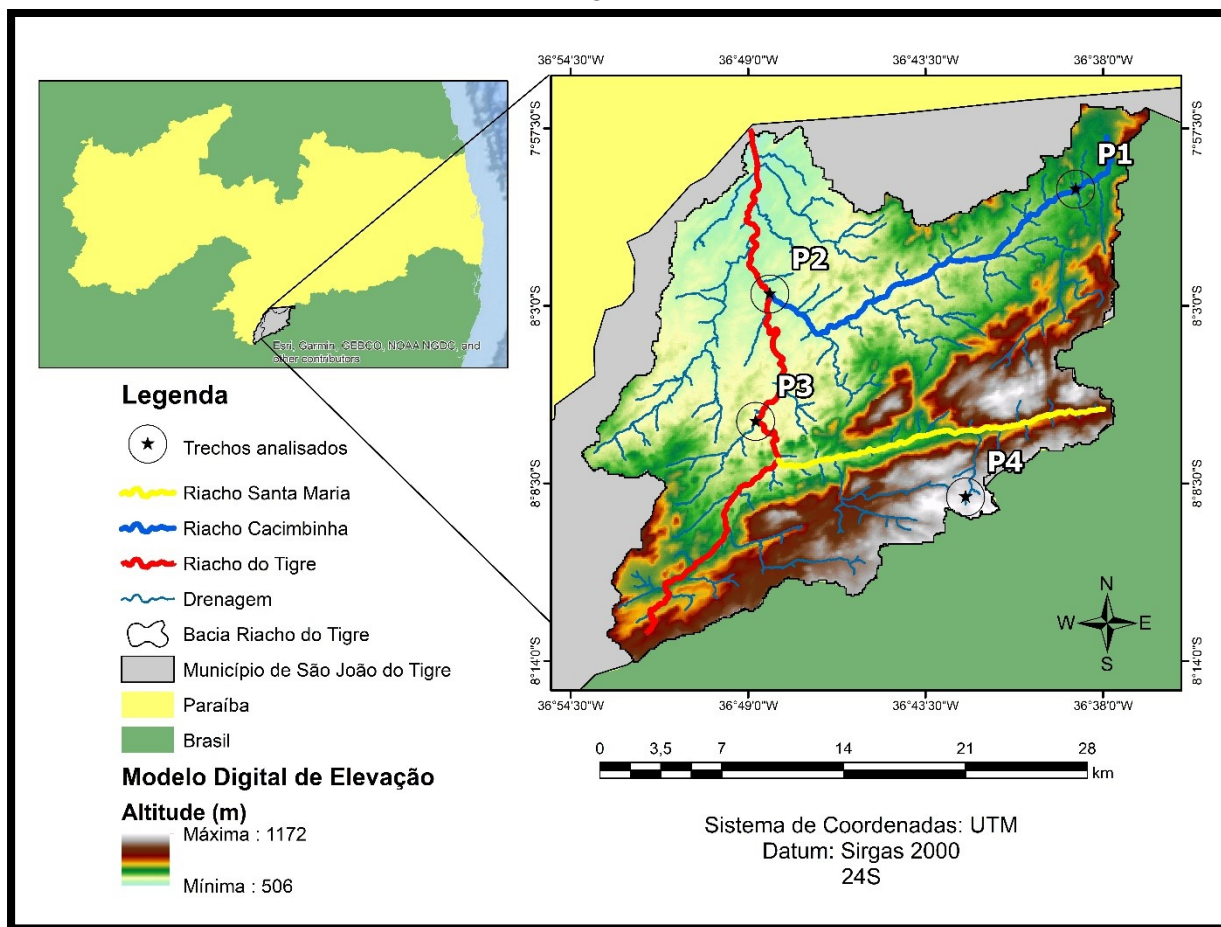
Após o peneiramento, as amostras contidas em cada peneira foram pesadas e obtidas seus valores em gramas, assim como os valores obtidos através da pipetagem, e em seguida as informações de peso foram submetidas aos tratamentos estatísticos de Folk e Ward (1957) a partir do software SysGran 3.0, onde foram geradas informações referentes ao grau de seleção, grau de assimetria, curtose e os diagramas de Shepard (1954) e Pejrup (1988), esses que são diagramas correspondentes à hidrodinâmica de sedimentação e seleção dos sedimentos respectivamente.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

IDENTIFICAÇÃO E DESCRIÇÃO MORFOLÓGICA DOS TRECHOS ANALISADOS

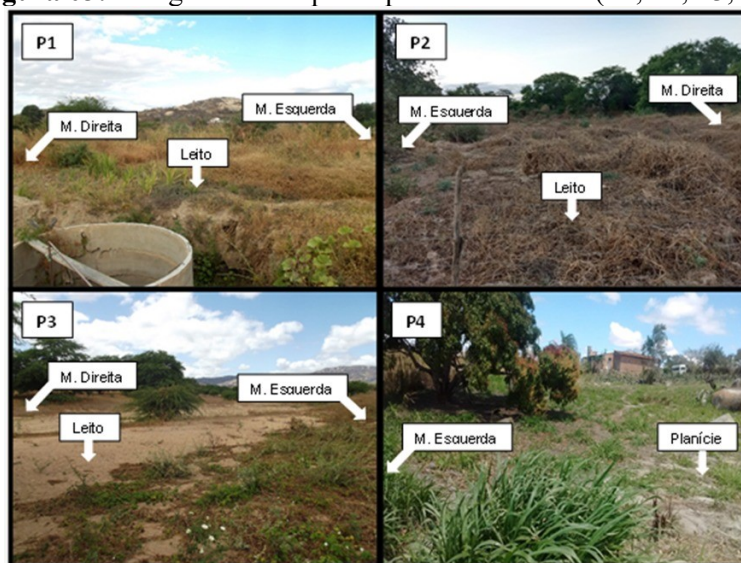
Os quatro pontos de análise se diferenciam em suas localidades por diversos fatores, sobretudo, em relação à altitude, topografia, cobertura vegetal, uso/ocupação do solo e área de captação hídrica. O ponto 1 representa uma área de cabeceira em ambiente pedimentar; o ponto 2 se situa próximo à foz da bacia, numa área de confluência entre os dois principais rios da bacia; o ponto 3 se encontra no médio curso do canal principal da bacia, cujo corresponde a uma confluência entre o riacho do Tigre e um afluente do mesmo, logo após a confluência do riacho do Tigre com o riacho Santa Maria, que é o principal riacho proveniente das serras subúmidas; e o trecho 4 representa uma área de cabeceira em um topo de serra (figura 02). Todos os pontos analisados correspondem a trechos fluviais com leitos arenosos (figura 03).

Figura 02: Mapa de localização dos trechos analisados e dos três principais riachos da bacia Riacho do Tigre-PB.



Fonte: os autores.

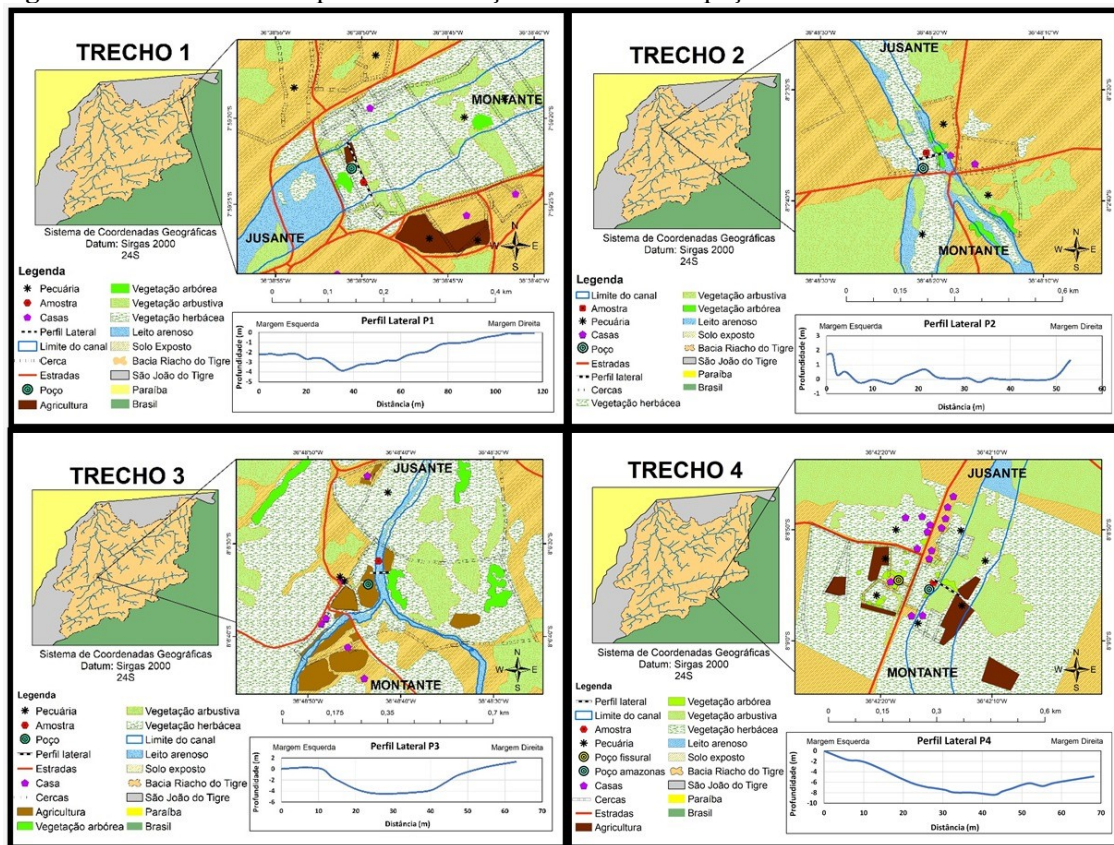
Figura 03: Fotografias dos quatro pontos de análise (P1, P2, P3, P4).



Fonte: os autores.

Em seguida, a figura 04 mostra um mosaico de fotografias de todos os trechos analisados. O quadrante P1 corresponde à fotografia do trecho 1 (leito arenoso a montante do Riacho Cacimbinha); O quadrante P2 é uma fotografia do trecho 2, tirada a jusante do canal; O quadrante P3 correspondem à fotografia do trecho 3, a montante do canal; e o quadrante P4 mostra a vista a montante do canal do trecho 4 e da planície de inundação da margem esquerda.

Figura 04: Mosaico de mapas de localização e de uso e ocupação do solo dos trechos analisados.



Fonte: os autores.

O trecho 1 (P1) é o primeiro ponto analisado, e fica numa das áreas mais elevadas do riacho Cacimbinha, que é um dos riachos principais da bacia que desagua no riacho do Tigre (canal principal). O trecho 1 está localizado a 640 m de altitude e possui cobertura vegetal densa, com predominância de vegetação arbustiva e herbácea, indicando uma certa estabilidade aos processos erosivos.

As margens do canal no trecho 1 são convexas, com baixa verticalidade e com vegetação, admitindo formação de planícies de inundação em ambos os lados. O canal não apresenta uma incisão bem definida no vale, propiciando a formação de planícies de inundação na margem esquerda (da montante para a jusante). O leito do rio é completamente arenoso, no entanto, em algumas partes há presença de vegetação e de algumas intervenções e práticas humanas, como poço, agricultura, irrigação, estradas e cercas (figura 04).

O trecho 2 está situado no limite a jusante do riacho Cacimbinha, numa confluência com o riacho do Tigre, que é o rio principal da bacia Riacho do Tigre. A altitude é de 550 m, isto é, a mais baixa entre todos os pontos. A cobertura vegetal é densa no canal, com predominância de vegetação herbácea e arbustiva, porém, fora do canal (nas encostas) a vegetação é escassa,

prevalecendo extensas poções de solo exposto. Desse modo, a estabilidade aos processos erosivos pode ser menor em relação ao ponto 1. Contudo, não foram observadas atividades de agricultura neste trecho (figura 03).

No leito do canal, foi possível identificar uma barra arenosa – a aproximadamente 20 metros da margem esquerda para a margem direita – com presença de vegetação herbácea, podendo também ser observada essa unidade geomórfica pelo perfil lateral (figura 04). A barra arenosa talvez tenha sido originada pela dinâmica fluvial do canal, que recebe águas oriundas de dois grandes rios (Tigre e Cacimbinha), já que se trata de uma confluência, portanto, pode ter causado influência nos processos de deposição de sedimentos de fluxos distintos. As margens são côncavas e estáveis, com acumulação de sedimentos não consolidados. A montante da estrada foi observada a presença de planície de inundação dos dois lados das margens, possivelmente decorrente da própria estrada de concreto (passagem molhada) que atua como um barramento.

Já o trecho 3 fica no médio curso do riacho do Tigre, a montante do trecho 2 e também está situado em uma área de confluência, porém, a jusante de outra grande confluência, que envolve o riacho do Tigre e o principal riacho oriundo das serras subúmidas, que é o riacho Santa Maria (figura 04).

Desse modo, este trecho recebe fluxos provenientes de áreas que superam 1000 m de altitude, com cobertura vegetal densa e intensidade média de intervenções antrópicas (principalmente a agricultura) nas áreas situadas acima de 800 m, enquanto que nas áreas com valores inferiores a essa faixa de altitude (800 m) as atividades antrópicas são mais intensas e a cobertura vegetal intermediária. No entanto, o trecho 3 apesar de estar localizado próximo às cabeceiras da bacia, possui 593 m de altitude, sendo o segundo com menor altitude, ficando atrás somente do trecho anterior.

E por fim, o trecho 4 está situado em uma área de cabeceira em um topo de serra subúmida, em uma altitude de 1099 m, portanto, este trecho é o que está sob maior altitude em relação aos outros quatro trechos discutidos (figura 04). Esse trecho representa um afluente do riacho Santa Maria, que é o terceiro maior riacho da bacia e que deságua no riacho do Tigre.

Logo, o topo plano em que o trecho 4 está situado corresponde a uma unidade de paisagem diferente de todos os outros pontos, que estão situados nos pedimentos. O canal é completamente arenoso, assim como em todos os outros pontos, com presença de vegetação, cercas e atividades agropecuárias. Assim como o trecho anterior, o trecho 4 é um dos que apresentam maior volume de cobertura vegetal, com maior concentração nas áreas que envolvem o canal, com predominância de vegetação herbácea. Sobre as formas de intervenções antropogênicas, no canal foi possível perceber evidências de atividades antrópicas, como práticas agropecuárias, presença de cercas, trilhas etc. Na parte alta das encostas há estradas, casas e extensões de solo exposto. O canal é muito largo e com margens não muito bem definidas, podendo chegar a 90 m a distância entre as margens, levando a amortecer os efeitos da alta energia do fluxo.

Não foi possível completar a medição do perfil lateral do canal até a encosta da margem direita (figura 04) devido à interceptação de cercas e da cobertura vegetal robusta existente no canal, faltando aproximadamente de 20 m para a realização da medição completa. Nas margens, as formas são convexas, com inclinações suaves e vegetação. Além disso, o canal apresenta

áreas propícias a alagamentos, com planície de inundação (figura 03), assim como no trecho anterior, nos dois lados das margens.

De forma geral, todos os quatro trechos de análises correspondem a rios intermitentes e arenosos em vales não-confinados, possuindo diferenças entre si em relação a suas características físicas e naturais, sobretudo, em relação à localização de cada trecho na bacia. Com exceção do trecho 4 que corresponde a um topo de serra subúmida, todos os pontos estão situados no ambiente pedimentar. Além disso, dois pontos estão localizados em área de confluência (P2 e P3), as quais os trechos 2 e 3 estão a jusante de confluências que envolvem os três principais riachos da bacia: o riacho Cacimbinha em confluência com o riacho do Tigre, no trecho 2; e o riacho Santa Maria em confluência com o riacho do Tigre, no trecho 3 (figura 02). Os valores de gradiente indicaram aumento na medida em que os trechos se distanciam da foz da bacia, enquanto que valores referentes à área de captação hídrica indicaram redução à medida em que os trechos se aproximam das cabeceiras da bacia com os maiores valores de altitude, influenciando também na profundidade dos canais, visto que, os resultados indicaram profundidade maior nos canais de trechos com maior gradiente (P4), portanto, gerando influência também na morfologia dos canais (tabela 01).

Tabela 01: Síntese das informações referentes a todos os trechos analisados.

INFORMAÇÕES	TRECHO 1	TRECHO 2	TRECHO 3	TRECHO 4
Unidade de paisagem	Área de cabeceira em ambiente pedimentar	Área de confluência próxima a foz da bacia em ambiente pedimentar	Área de confluência em médio curso de rio em ambiente pedimentar	Área de cabeceira em topo de serra subúmida
Altitude (m)	640	550	593	1099
Área de captação hídrica	19,9 km ²	403,6 km ²	199 km ²	1,4 km ²
Largura média do canal	120 m	53 m	64 m	90 m
Gradiente	10 m/km	3 m/km	7m/ km	15 m/km
Profundidade média do canal	4 m	3 m	4,5 m	8 m
Usos e intervenções	barramentos nos canais, irrigação, estradas, agricultura, poço, cercas e atividades pecuaristas	Cercas, poço, atividades pecuaristas, estrada de concreto.	Agricultura, Cercas, poço e atividades pecuaristas	Cercas, trilhas, poço, atividades agropecuárias.
Confinamento do vale	Não confinado	Não confinado	Não confinado	Não confinado
Cobertura vegetal	Densa	Densa	Intermediária	Densa
Geometria do canal	Simétrico	Simétrico	Composto	Simétrico

Fonte: os autores.

Os trechos 1 e 4 possuem área de captação hídrica pequena, porque recebem pouca entrada de afluentes no curso fluvial em que estão localizados, como ocorre no trecho 1;

enquanto que o trecho 4 não recebe nenhuma entrada de afluentes. Já os trechos 2 e 3 possuem área de captação hídrica bem maior, justamente porque estão situados a partir do médio curso dos canais em que se encontram, portanto, recebem a entrada de mais afluentes. Desse modo, o trecho 2 possui a maior área de captação porque recebe fluxos dos três principais riachos da bacia.

No trecho 2 (mais próximo à foz) tem uma estrada de concreto com aproximadamente 3 m de altura, cortando o rio a montante do trecho de análise, o que talvez poderia ter gerado impactos na morfologia do canal, já que o canal demonstra ser mais largo a montante da estrada (figura 04). Nesse sentido, todos os trechos analisados correspondem à geometria de canais simétricos, com exceção do trecho 3 que corresponde a um canal composto.

Em relação à vegetação, os trechos 1, 2 e 4 possuem cobertura vegetal densa, enquanto o trecho 3 possui cobertura vegetal intermediária, onde ocorre maior intensidade das atividades antrópicas. Contudo, a vegetação herbácea costuma ser temporária, aparecendo nos períodos chuvosos e desaparecendo nos períodos secos, nesse sentido, os pontos 1, 2 e 4 assumem destaque pela grande quantidade de vegetação herbácea no leito do rio. A presença de vegetação pode ser fundamental em relação aos processos erosivos, principalmente nas áreas de gradiente mais elevado, onde a energia do rio ocorre de maneira mais intensa, como nos trechos 1 e 4.

ANÁLISES SEDIMENTOLÓGICAS DOS DEPÓSITOS ALUVIAIS

As análises sedimentológicas foram realizadas por meio dos dados obtidos através de procedimentos granulométricos e discutidas a partir das informações das características gerais dos trechos, presentes no tópico anterior. Desse modo, foram obtidas informações sobre a classificação, grau de seleção e porcentagens das frações (tabela 02), assim como inferências referentes a dinâmica do fluxo, energia do rio e dinâmica deposicional.

Tabela 02: Classificação, grau de seleção e porcentagem das frações das amostras sedimentológicas dos trechos analisados.

Análises granulométricas				
Critérios analisados	P1	P2	P3	P4
Classificação	Areia muito grossa	Areia grossa	Areia muito grossa	Areia média
Grau de seleção	Pobrememente selecionado	Moderadamente selecionado	Pobrememente selecionado	Muito pobrememente selecionado
% Cascalho	40.77	12.13	20.69	32.75
% Areia	53.05	84.72	76.88	43.8
% Silte	3.638	1.597	1.545	13.93
% Argila	2.539	1.552	0.8939	9.522

Fonte: os autores.

Os trechos 1 e 3 apresentam classificação de areia muito grossa; no trecho 2 a classificação é de areia grossa; e no trecho 4 é de areia média. No trecho 4 se obteve menor proporção de sedimentos grosseiros, possivelmente relacionado a sua topografia propícia aos alagamentos. Os trechos 1 e 3 estão mais próximos das cabeceiras do que o trecho 2, possivelmente isso teria refletido no resultado da classificação de areia muito grossa nos trechos 1 e 3 e areia grossa no trecho 2. Quanto mais próximos das cabeceiras, maior é a declividade

do canal, gerando influência na energia do fluxo, tornando-a maior e consequentemente, obtendo maior capacidade de transporte de grãos finos de modo que predomine no canal os grãos mais grosseiros.

O grau de seleção dos sedimentos reflete na variedade de frações e na proporção em que os sedimentos são distribuídos entre as frações dos grãos. No trecho 4, onde a porcentagem dos grãos é bem distribuída entre as frações (cascalho, areia, silte e argila), o grau de seleção é muito pobremente selecionado; já no trecho 2, onde mais de 80% da amostra é areia, o grau de seleção é moderadamente selecionado; e a classe intermediária de grau de seleção gerado nos resultados é a de pobremente selecionado, a qual os trechos 1 e 3.

Analisando a fração dos grãos (tabela 2), foi percebida que a porcentagem de cascalho é menor quanto mais baixa for a declividade do ponto e posição do canal na bacia, sendo a menor porcentagem de cascalho no trecho 2 (12,13 %), que é o mais próximo da foz, apesar de que nesse trecho é onde se tem a maior porcentagem de areia (84,72%).

Já os sedimentos finos como silte e argila estão presentes em todos os pontos, com maior proporção no trecho 4 (apesar de ser o trecho que apresenta o maior valor de gradiente), devido a amostra ser de uma planície de inundação e a topografia do canal favorecer áreas com alagamento, fazendo com que se deposite os sedimentos finos retidos nas águas alagadas como nas planícies.

Os trechos com proporção menor de sedimentos finos em relação aos demais trechos são justamente os pontos 2 e 3. O ponto 2, por estar mais próximo da foz e estar na menor declividade, deveria ter proporção maiores de sedimentos finos, porém, a estrada de concreto a menos de 10 metros a montante do trecho pode ter impactado o canal, de modo que os sedimentos pudessem ficar retidos a montante da estrada, que atua como um barramento e funciona como uma espécie de ponte em épocas de cheia nos rios.

O trecho 3 apresenta menor quantidade de sedimentos finos por sua localização mais próxima às cabeceiras e também em função da geometria do canal, que é de um canal composto, sem irregularidades no leito e com profundidade entre 4 m e 5 m, contribuindo para a boa distribuição e energia do fluxo dentro do canal, transportando sedimentos finos com mais facilidade enquanto que os sedimentos predominantemente arenosos são depositados no leito e nas margens.

Nessa perspectiva, foi possível separar os trechos em três grupos de depósitos a partir das informações obtidas: o ponto 1 está em um grupo com maior porcentagem de cascalho com valores intermediários de silte e argila, possivelmente relacionada com o material retido entre os sedimentos grosseiros; os pontos 2 e 3 estão no grupo com predominância de sedimentos arenosos com baixa porcentagem de cascalho, silte e argila; e por último, o ponto 4 pertence ao grupo com maior porcentagem de sedimentos finos, possivelmente relacionada aos alagamentos, enquanto que a considerável porcentagem de cascalho talvez esteja relacionada à localização de cabeceira e pelo fato do material ser pouco trabalhado.

Os diagramas de Shepard (1954) e Pejrup (1988) correspondem a uma classificação mais específica sobre inferências do ambiente de deposição e hidrodinâmica das amostras, respectivamente. Assim como previsto, todas as amostras estiveram sob a classificação de areia, porém, em partes pode haver areia siltica e areia argilosa, como nos pontos 1 e 4; nos pontos 2

e 3, diferente dos outros pontos, ocorreu a predominância absoluta de areia, com quantidade igual ou superior a $\frac{3}{4}$ do total das amostras, justamente nos pontos onde havia menores proporções de sedimentos finos em relação aos outros pontos (tabela 2). Desse modo, os resultados obtidos pelo diagrama de Shepard estão relacionados com a classificação do grau de seleção das amostras, ao qual está indicando que quanto maior o equilíbrio entre a quantidade das frações granulométricas de uma amostra, mais pobre será seu grau de seleção.

Os diagramas de Pejrup revelaram que a hidrodinâmica se alterna entre baixa, moderada, alta e muito alta em todos os pontos, exceto no ponto 4 onde essa alternância ocorre em intervalos menores. Desse modo, a hidrodinâmica é flexível, alternando entre baixa e muito alta nos trechos 1, 2 e 3; já no trecho 5, a hidrodinâmica varia entre moderada e alta.

Essas informações revelam que em todos os pontos havia – pelo menos – hidrodinâmica alta, indicando que fluxos turbulentos poderiam ter influenciado no processo de deposição em todos os pontos, contudo, com menor intensidade nos trechos 2 e 4. No trecho 2, a quantidade menor de cascalho em relação a todos os outros pontos poderia ter influenciado nos resultados da hidrodinâmica, enquanto que no trecho 4 tal influência pode ter relação com a quantidade de sedimentos finos na amostra, que foi a maior em relação a todos os pontos de análise.

Contudo, diante dos resultados obtidos em todos os trechos, é importante destacar que a constituição granulométrica do depósito aluvial, normalmente se apresenta predominantemente arenosa, podendo conter misturas com materiais finos como silte e argila; porém, as frações de areia geralmente se sobressaem em relação às frações mais finas (COSTA e COSTA FILHO, 2015).

CONCLUSÕES

As informações obtidas sobre a identificação dos pontos de análise permitiram estabelecer uma relação entre as condições naturais de cada trecho com suas respectivas características morfológicas, sedimentológicas e hidrológicas. Os resultados revelam que quanto mais próximo da foz, o valor do gradiente é menor, a energia do rio é mais baixa e a área de captação hídrica é maior, assim como nos trechos 2 e 3, que se situam em áreas de confluências entre rios. As intensidades de intervenções antrópicas ocorrem de diferentes maneiras nos trechos analisados, assim como a densidade da cobertura vegetal, fazendo com que alguns trechos se tornem mais estáveis aos processos erosivos do leito, o que facilita os processos de infiltração, como por exemplo no trecho 2, que possui cobertura vegetal densa com poucas atividades humanas observadas. A compreensão de como cada trecho interage com a paisagem ao seu redor – tanto em relação aos processos naturais quanto às intervenções humanas – é fundamental para entender sua dinâmica deposicional e suas inferências hidrossedimentológicas.

Com as informações sedimentológicas obtidas foi possível definir que o trecho 1 está em um grupo com maior porcentagem de cascalho e com valores intermediários de argila e silte; os trechos 2 e 3 estão em um grupo com predominância de areia e baixa porcentagem de silte, argila e cascalho; e o trecho 4 está sozinho em um grupo com maior porcentagem de silte e argila em relação aos demais (maior que 20% do total da amostra). No primeiro grupo, os valores de gradiente obtidos indicam que a energia do rio é mais intensa, portanto, possui um fluxo capaz de transportar sedimentos grosseiros como cascalho, o que poderia explicar a quantidade maior de cascalhos neste grupo. O segundo grupo possui as menores proporções de

sedimentos grosseiros como cascalhos, pois possuem gradiente mais baixo, indicando uma baixa energia do rio e predominando sedimentos arenosos. O terceiro grupo, que corresponde ao trecho 4, possui o gradiente mais alto, porém, a largura do canal e a topografia do leito propiciam alagamentos e formam planícies de inundação, onde ocorre a deposição de sedimentos finos, o que explica a maior proporção de silte e argila, tendo em vista que a amostra foi extraída de uma planície neste trecho.

De forma geral, a hidrodinâmica alterna-se entre baixa, moderada, alta e muito alta. A variação da hidrodinâmica indica que o processo de sedimentação se deu por fluxos turbulentos nos trechos analisados, comuns em bacias hidrográficas compostas por rios intermitentes.

A partir das análises realizadas, foi possível adquirir informações pertinentes que contribuem para a compreensão da funcionalidade da bacia Riacho do Tigre, bem como sua interação de fluxo de água e sedimentos pelos canais, assim como a morfologia dos mesmos em distintos compartimentos da paisagem. Os dados gerados oferecem meios para interpretação de processos geomorfológicos atuantes na área, logo, a compreensão do comportamento do sistema fluvial oferece meios para prover estratégias futuras de planejamento e gestão ambiental na Bacia Riacho do Tigre, sobretudo, em relação aos recursos hídricos.

REFERÊNCIAS

- ALBUQUERQUE, C.; MONTENEGRO, S. M. G. L.; MONTENEGRO, A. A. DE A.; FONTES JR., R. Recarga de aquífero aluvial sob uso agrícola. **Águas Subterrâneas**, v. 29, n. 1, p. 60–71, 2015.
- ALVES, E. J. C.; RÊGO, J. C.; GALVÃO, C. DE O.; VIEIRA, J. B. DE A. Limits and conditions for the exploitation of alluvial aquifers in the Brazilian semi-arid region. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, v. 23, p. 1–8, 2018.
- COSTA, W. D.; COSTA FILHO, W. D. **Barragens subterrâneas & barragens de assoreamento**. Recife - PE: UFPE, 2015.
- FOLK, R. L.; WARD, W. C. Brazos River bar [Texas]; a study in the significance of grain size parameters. **Journal of Sedimentary Research**, v. 27, n. 1, p. 3–26, 1957.
- FONTES JÚNIOR, R. V. DE P.; MONTENEGRO, A. A. A.; MONTENEGRO, S. M. G. L.; SANTOS, T. E. M. DOS. Estabilidade temporal da potenciometria e da salinidade em vale aluvial no semiárido de Pernambuco. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 16, n. 11, p. 1188–1197, 2012.
- FRYIRS, K. A.; BRIERLEY, G. J. **Geomorphic Analysis of River Systems: An Approach to Reading the Landscape**. Chichester, UK: John Wiley & Sons, Ltd, 2012.
- GALE, S. J.; HOARE, P. G. **Quaternary sediments: petrographic methods for the study of ulithified rocks**. London: Belhaven press, 1991.
- GUILHERME, P. D. B.; BORZONE, C. A.; BUENO, M. D. L.; LAMOUR, M. R. Análise granulométrica de sedimentos arenosos de praias através de imagens digitais. Descrição de um

protocolo de mensuração de partículas no software ImageJ - Fiji. **Brazilian Journal of Aquatic Science and Technology**, v. 19, n. 2, p. 23–32, 2016.

GUZMÁN, R.; BEZADA, M.; RODRÍGUEZ-SANTALLA, I. Granulometric characterization of sediments in the anastomosed system of the Apure river Venezuela. **Journal of South American Earth Sciences**, v. 109, p. 1–17, 2021.

LOVE, D.; VAN DER ZAAG, P.; UHLENBROOK, S.; OWEN, R. J. S. A water balance modelling approach to optimising the use of water resources in ephemeral sand rivers. **River Research and Applications**, v. 27, n. 7, p. 908–925, 2011.

MOHTAR, W. H. M. W.; BASSA, S. A.; PORHEMMAT, M. Grain size analysis of surface fluvial sediments in rivers in Kelantan, Malaysia. **Sains Malaysiana**, v. 46, n. 5, p. 685–693, 2017.

PEJRUP, M. **The triangular diagram used for classification of estuarine sediments: a new approach**. Reidel: Dordrecht, 1988.

RZAŚA, S.; OWCZARZAK, W. Methods for the granulometric analysis of soil for science and practice. **Polish Journal of Soil Science**, v. 46, n. 1, p. 1–50, 2013.

SANTOS, M.; FREIRE, C.; SOUZA, V. Comportamento do fluxo subterrâneo em um aquífero aluvial no semi-árido alagoano. **XVIII Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos**, p. 1–13, 2009.

SHEPARD. Nomenclature Based on Sand-silt-clay Ratios. **SEPM Journal of Sedimentary Research**, v. Vol. 24, p. 151–158, 1954.

SILVA, A. F. P. DE L.; SOUZA, J. O. P. DE. CARACTERIZAÇÃO HIDROSEDIMENTOLÓGICA DOS TRECHOS ALUVIAIS DA BACIA RIACHO DO TIGRE – PB. **Caminhos de Geografia**, v. 18, n. 63, p. 57–89, 2017.

TEIXEIRA, P. C.; DONAGEMMA, G. K.; FONTANA, A.; TEIXEIRA, W. G. **Manual de métodos de análise de solo**. 3º ed. Brasília, DF: Embrapa, 2017.

VENTRA, D.; CLARKE, L. E. Geology and geomorphology of alluvial and fluvial fans: Current progress and research perspectives. **Geological Society Special Publication**. v. 440, p.1–21, 2018.

VIANA, J. H. M.; FERREIRA, R. O. Análise granulométrica e problemas de dispersão : resultados preliminares na determinação e caracterização da fração silte. **XXXI Congresso Brasileiro de Ciência do Solo**, p. 1–3, 2007.

VIANA, J. H. M.; SILVA, C. S.; WILDA, L. R. M. Avaliação da fragmentação da fração areia na análise granulométrica: resultados preliminares. **XXXII Congresso Brasileiro de Ciência do Solo**, p. 1–4, 2009.

WEKESA, S. S.; STIGTER, T. Y.; OLANG, L. O.; et al. Water Flow Behavior and Storage Potential of the Semi-Arid Ephemeral River System in the Mara Basin of Kenya. **Frontiers in Environmental Science**, v. 8, p. 1–16, 2020.