

## OCUPAÇÃO URBANA IRREGULAR E SUAS INFLUÊNCIAS NOS HIDROSSEDIMENTOS – MICROBACIA DO CÓRREGO JACARÉ, VÁRZEA GRANDE - MT

Mateus Domingos<sup>1</sup>, Gabriella Nunes Mota<sup>2</sup>, Rafael Pedrollo de Paes<sup>3</sup>, Aldecy de Almeida Santos<sup>4</sup>, Walter Corrêa Carvalho Junior<sup>5</sup>

<sup>1</sup>Universidade Federal de Mato Grosso, e-mail: mateusdomingos1@hotmail.com; <sup>2</sup>Universidade Federal de Mato Grosso, e-mail: nunes1gabriella@gmail.com; <sup>3</sup>Universidade Federal de Mato Grosso, e-mail: rafael.paes@ufmt.br; <sup>4</sup>Universidade Federal de Mato Grosso, e-mail: aldecy\_allmeida@yahoo.com.br; <sup>5</sup>Secretaria do Estado de Meio Ambiente de Mato Grosso, e-mail: walterjunior.carvalho@gmail.com

**Palavras-chave:** Córrego urbano; Granulometria; Impacto urbano.

### Introdução

O uso e ocupação inadequados do solo têm sido fatores determinantes para a degradação dos recursos naturais, com destaque para as águas superficiais ou subterrâneas. Nesse contexto, as cidades têm se expandido rapidamente, ocupando áreas antes cobertas por vegetação ou corpos hídricos, comprometendo o equilíbrio dos ecossistemas e causando intensos impactos nos corpos d'água. Suas consequências são de diversas ordens, e ocorrem tanto em termos de alterações hidrológicas quanto da carga poluente transportada (DE MELLO *et al.*, 2020; GOMES *et al.*, 2023). Esses efeitos têm uma influência substancial na qualidade de vida das populações e afetam negativamente o equilíbrio ambiental das áreas drenadas pelas bacias hidrográficas, além de causar uma série de reveses sociais, tais como enchentes e deslizamentos (TUNDISI e TUNDISI, 2011).

Historicamente, a urbanização tem se desenvolvido em áreas de baixa altitude, próximas a rios e córregos, devido à necessidade primordial de acesso à água. Esse processo transforma o ambiente em um espaço urbano complexo, com características distintas em termos de formas, materiais e atividades em comparação com as áreas rurais (MOTA, 2008; MOTA, 2011).

Para atender as demandas urbanas e acompanhar a dinâmica da sociedade, é necessário realizar diversas obras de infraestrutura, como corte de terrenos, aterros e construções civis, incluindo edifícios, estradas, indústrias e outras estruturas. No entanto, em muitas ocasiões, essas intervenções ocorrem sem consulta ao devido planejamento e disciplinamento, resultando em ocupação de áreas inadequadas para a construção, como margens de corpos d'água e terrenos íngremes. Isso expõe o solo à erosão devido à remoção total ou parcial da vegetação (MOTA, 2008; MOTA, 2011; GUERRA, SILVA e BOTELHO, 2017).

De forma geral, o desmatamento, a impermeabilização do solo e a erosão são as principais causas dos problemas relacionados a alagamentos e enchentes nas áreas urbanas. Essas questões são agravadas pelo assoreamento dos córregos

e obstrução do sistema de drenagem (MOTA, 2008; MOTA, 2011; GUERRA, SILVA e BOTELHO, 2017).

De acordo com Mota (2008 e 2011) e Tucci *et al.* (1995), a gestão das microbacias envolve o planejamento territorial considerando os elementos que compõem essa bacia (físicos, bióticos e antrópicos), a fim de promover uma ocupação mais adequada. As áreas urbanas possuem características distintas. Por exemplo, a precipitação é geralmente mais intensa do que nas áreas rurais devido à maior concentração de núcleos de condensação causados pelas atividades humanas. No entanto, as cidades tendem a apresentar menor umidade relativa do ar (REMONDI *et al.*, 2016).

A perda do ambiente natural por áreas impermeabilizadas caracteriza um processo antrópico de urbanização (PACKMAN *et al.*, 1999). Isso também pode ser observado na microbacia do Córrego Jacaré, localizada na área urbana de Várzea Grande, região metropolitana da capital de Mato Grosso (PORT, 2012; NUNES, CAMARGO & FIGUEIREDO, 2018; LAGOA DO JACARÉ, 2023).

Durante o percurso do córrego, assim como na Lagoa do Jacaré, as condições sanitárias e ambientais são precárias devido à descarga de esgoto, descarte inadequado de lixo, remoção da vegetação ciliar, habitações construídas em áreas de preservação permanente (APP) e em zonas de risco, e construção de vias públicas ao longo do curso das drenagens naturais. Essas condições resultam na erosão das margens do córrego, levando ao assoreamento do leito, degradação da qualidade da água, mau cheiro, propagação de vetores, inundações urbanas, diminuição na produção de água, risco à saúde pública e outros impactos negativos.

No ano de 2010, equipes técnicas da Secretaria de Meio Ambiente, Secretaria de Promoção Social e Defesa Civil de Várzea Grande conduziram uma inspeção minuciosa na Lagoa do Jacaré, revelando a presença de 244 residências localizadas em áreas consideradas de risco e de preservação permanente. O levantamento das habitações ocupadas por essas famílias resultou em um total de 297 famílias que necessitavam ser reassentadas em locais seguros. Os

residentes foram registrados em um programa habitacional de moradias populares e, posteriormente, as habitações foram demolidas.

Utilizando mapas de imagens aéreas fornecidas pela Prefeitura Municipal de Várzea Grande, foi realizado um estudo comparativo da Lagoa do Jacaré entre os anos de 1983 e 2010 (PORT, 2012), com o objetivo de analisar a ocupação irregular ocorrida durante esse período e a consequente diminuição da área de superfície da lagoa. Os resultados revelaram que a ocupação inadequada da lagoa, através do aterramento de resíduos, resultou em uma redução de 55.749,74 m<sup>2</sup> do espelho d'água. Anteriormente, a área total da lagoa era de 74.125 m<sup>2</sup>, o que representa uma diminuição de 75,224% no total. Isto é reflexo direto da redução do volume da lagoa, a qual tende a restringir o potencial de amortecimento de cheias na bacia.

Na época da produção do estudo citado anteriormente, verificou-se a realização de aterros na área da Lagoa para a edificação de moradias, de até 80 cm. Os aterros eram feitos utilizando materiais considerados inadequados, tais como resíduos de construção civil, fragmentos de telhas e tijolos, resíduos sólidos domésticos, galhos de árvores, pó de serra, entre outros. Esses materiais eram provenientes dos caminhões de coleta de resíduos, “pega-tudo” (PORT, 2012). Ainda em 2023, é possível observar sedimentos oriundos da citada ocupação, na Lagoa do Jacaré, que desempenham o papel de registro, depósito para os contaminantes encontrados no ambiente em que são depositados e inundações em residências vizinhas. Ao examinar os sedimentos superficiais, é viável avaliar a extensão, distribuição, origem e riscos associados à contaminação.

Nos últimos anos, têm havido movimentações sociais e políticas no intuito de melhorar a condição de infraestrutura na comunidade da Lagoa do Jacaré, o que envolve a possibilidade de projetos de desassoreamento da lagoa, rede de esgotamento sanitário, rede de drenagem pluvial e intervenção paisagística (LAGOA DO JACARÉ, 2023).

Nesse sentido, análises de determinação de sólidos totais e voláteis, granulometria e pH de amostras do solo coletadas em diferentes pontos da Lagoa, onde ocorreu ou não ocupação residencial, fornecem informações cruciais sobre a contaminação do solo, mudanças na textura e possíveis impactos na qualidade da água. Essas análises são fundamentais, por exemplo, para a implementação de medidas de remediação adequadas, a fim de restaurar a saúde do solo e preservar os ecossistemas aquáticos na Lagoa. Apresentado esse contexto, o objetivo deste trabalho é relacionar as características hidrossedimentométricas do entorno da lagoa com o histórico de ocupação da bacia do Jacaré.

## Material e Métodos

A microbacia hidrográfica do córrego do Jacaré faz parte da Unidade de Planejamento e Gestão UPG-P4, correspondente ao Alto Rio Cuiabá. Essa localidade é legalmente protegida por uma APP, Lei Federal nº 12.651/2012, pois existem várias nascentes no local que formam o Córrego Jacaré.

A microbacia em questão é um afluente direto do Rio Cuiabá, que, por sua vez, integra a Região Hidrográfica do Paraguai e desempenha papel fundamental como um dos principais rios que contribuem para a formação do Pantanal.

Conforme o Plano Diretor Municipal (VÁRZEA GRANDE, 2021), o solo predominante na região é o Plintossolo Pétrico e a ocupação predominante consiste em áreas residenciais.

Uma das características distintivas do Plintossolo Pétrico é a

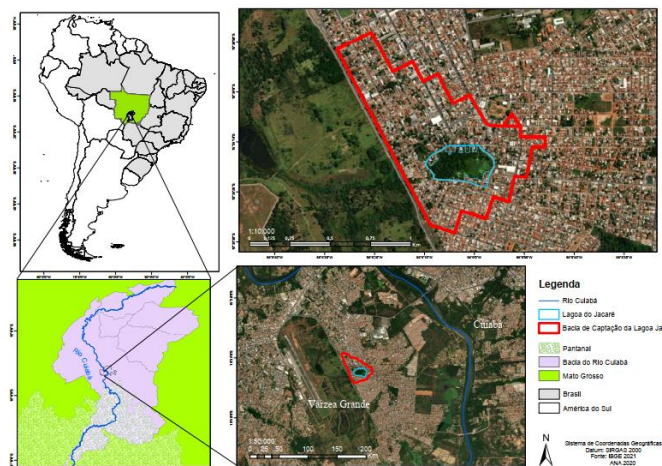
presença de camadas rígidas ou endurecidas, geralmente compostas por materiais como óxidos de ferro e alumínio, que dificultam a permeabilidade do solo. Essas camadas atuam como uma barreira à infiltração da água, fazendo com que a água da chuva não seja absorvida pelo solo de forma eficiente (SOUSA, 2015).

Como resultado, o escoamento superficial é favorecido, levando a um aumento do escoamento superficial e diminuição da quantidade de água que é retida e armazenada no solo. Isso significa que, em períodos de chuvas intensas ou prolongadas, o solo Plintossolo Pétrico terá uma capacidade limitada para absorver e reter água, resultando em maior volume de água escoando sobre a superfície do solo e, conseqüentemente, aumentando o risco de inundações.

Além disso, este solo também pode apresentar baixa capacidade de armazenamento de água devido à sua natureza pedregosa. A presença de pedras e fragmentos rochosos reduz a porosidade e a capacidade de retenção de água do solo, contribuindo para um rápido escoamento superficial e menor infiltração.

No contexto de uma microbacia hidrográfica, a presença predominante de solos Plintossolo Pétrico pode levar a um maior volume de água escoando rapidamente nos cursos d'água durante eventos de chuvas intensas, aumentando o risco de inundações súbitas e erosão do solo.

A Lagoa do Jacaré é uma das nascentes do Córrego Jacaré. Ela está localizada na área urbana de Várzea Grande, região metropolitana de Cuiabá, no centro-sul do Estado de Mato Grosso, conforme Figura 1.



**Figura 1: Localização da microbacia do Jacaré. Acervo próprio, 2023.**

Na Figura 2, pode-se observar a ocupação irregular existente, registrada no ano de 2010, antes de ações governamentais de remoção de edificações. A linha vermelha representa a APP da Lagoa do Jacaré; enquanto as linhas amarela, laranja e roxa indicam os limites das áreas de risco 1, 2 e 3, respectivamente, definida pela Prefeitura de Várzea Grande.



**Figura 2: Áreas de risco definidas pela e ocupação irregular em torno da Lagoa. Defesa Civil de Várzea Grande, 2010.**

Na Tabela 1, apresentam-se informações sobre as características fisiográficas da referida microbacia. Diversos parâmetros podem contribuir para explicar a tendência de inundações na região do entorno da Lagoa.

Parâmetros	Unidades	Valores
Área de drenagem	km <sup>2</sup>	0,446
Perímetro	km	2,856
Comprimento do leito principal	km	0,277
Rede de Drenagem	km	0,277
Densidade de Drenagem	km/km <sup>2</sup>	0,621
Fator de forma	-	0,39
Coefficiente de compacidade	-	1,197
Índice de conformação	-	1,345
Número de ordem	-	1 <sup>a</sup>
Tempo de concentração	min	10
Declividade da microbacia	m/m	0,018
Comprimento máximo da microbacia	km	1,061
Largura máxima da microbacia	km	0,697

**Tabela 1: Características fisiográficas da microbacia da Lagoa do Jacaré. Avanci, 2023.**

O leito principal do córrego do Jacaré possui o mesmo comprimento que a extensão da rede de drenagem, uma vez que se trata de uma bacia de primeira ordem e a extensão da rede de drenagem é determinada pelo curso d'água da Lagoa do Jacaré.

Com base no baixo valor para o fator de forma, pode-se inferir que a bacia tem uma menor propensão a enchentes em comparação com outras de tamanho semelhante, em termos de sua forma. O coeficiente de compacidade difere do valor unitário e, levando em consideração o valor do fator de forma, a probabilidade de enchentes é reduzida. No entanto, a impermeabilização das áreas da bacia é um fator que aumenta o escoamento, e quando combinado com uma ocupação desordenada, pode resultar em problemas de alagamento.

No que diz respeito ao relevo, a microbacia apresenta um terreno plano com uma declividade média de 1,8%, conforme a classificação da Embrapa (2018). Com base no tempo de concentração estimado em 10 minutos, usando o método de Schaake, prevê-se que as águas pluviais atinjam rapidamente o ponto mais baixo da bacia. Isso resulta em um aumento do risco de enchentes repentinas e inundações (AVANCI, 2023). As análises granulométricas, de sólidos totais e voláteis e pH do solo foram realizadas no Laboratório de Análises Físico-

químicas de Efluentes, do Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental, na Universidade Federal de Mato Grosso. Entende-se que essas características físicas possam ajudar a explicar a relação existente com uso e ocupação do solo pretérita e presente.

Para a realização de estudo dos parâmetros citados, foram coletadas amostras de seis pontos do entorno da Lagoa do Jacaré, mostrados na Figura 3.



**Figura 3: Pontos de coleta. Elaboração própria, 2023.**

As principais características desses pontos estão descritas na Tabela 2:

Amostra	Característica do local
P1	A montante da lagoa, próximo ao Jardim das Mulheres (jardim comunitário)
P2	A montante da lagoa, onde havia depósito de resíduos de construção
P3	A montante da lagoa, próximo a uma das contribuições de drenagem pluvial na lagoa
P4	Local intermediário da lagoa, onde havia edificações residenciais aterrando a lagoa até o período de 2010
P5	A jusante da lagoa, no leito do Córrego Jacaré, exutório da lagoa
P6	A montante da lagoa, onde havia depósito de resíduos de construção

**Tabela 2: Características dos pontos de coleta. Elaboração própria, 2023.**

A coleta foi realizada em junho de 2023, no leito da lagoa, no limite da lâmina d'água com sua margem, a 20 cm de profundidade com equipamentos apropriados para coleta de solos (trados). O armazenamento das amostras foi realizado em sacos plásticos transparentes com aproximadamente 1,5 a 3,0 kg de amostra em cada saco, como está evidenciado na Figura 4.



**Figura 4: Amostras de hidrossedimentos, em laboratório. Elaboração própria, 2023.**

Em laboratório, dispôs-se o conteúdo dos sacos em bandejas previamente higienizadas para que fosse possível homogeneizar, organizar e estabelecer as quantias que seriam utilizadas nas análises futuras.

A determinação gravimétrica de matéria orgânica e/ou sólidos totais e voláteis permite quantificar a quantidade de matéria orgânica presente em uma amostra de solo. Os procedimentos seguidos basearam-se no Manual de métodos de análise de solo da Embrapa (2017). A metodologia utilizada seguiu os seguintes passos:

1. Preparação da amostra: Uma quantidade de solo foi coletada e preparada para a análise. Secou-se em temperatura ambiente para remover a umidade superficial;
2. Pesagem da amostra: Uma quantidade de 30g de cada amostra de solo seca foi pesada com precisão de duas casas decimais em um recipiente de porcelana previamente tarado. Utilizou-se de espátula com colher e espátula com cabo de madeira e lâmina de aço inox para a disposição da amostra em recipiente – estes foram higienizados em água destilada entre a análise de cada ponto;
3. Estabilização em estufa: Os recipientes foram previamente armazenados em estufa, por aproximadamente por 40 h, a uma temperatura de 65°C;
4. Incineração: Os recipientes com as amostras foram colocados em uma mufla, um forno especializado para alta temperatura, por cerca de 24 h. A temperatura de incineração é mantida em 600°C. Durante o processo de incineração, a matéria orgânica presente no solo é oxidada e convertida em dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) e água (H<sub>2</sub>O), sendo liberada na atmosfera;
5. Estabilização em estufa: Os recipientes foram armazenados em estufa, por aproximadamente 2 h;
6. Resfriamento e pesagem: Após a incineração, o recipiente foi resfriado em uma dessecadora por cerca de 2 h para evitar a absorção de umidade da atmosfera. Em seguida, o recipiente foi pesado novamente. A diferença entre o peso inicial e o peso final representa a quantidade de matéria orgânica presente na amostra;
7. Cálculos: A quantidade de matéria orgânica foi calculada com base na diferença de peso e pode ser expressa em porcentagem ou em gramas por quilograma (g/kg) de solo. O teor de umidade é representado em porcentagem (%) e indica a quantidade de água evaporada em relação ao peso total da amostra.

A determinação do pH do solo é uma análise fundamental para avaliar a acidez ou alcalinidade do solo. Os

procedimentos adotados foram fundamentados no Manual de Métodos de Análise de Solo da Embrapa (2017). A metodologia de determinação de pH de solos foi realizada seguindo os seguintes passos:

1. Preparação da amostra: Coletou-se uma amostra representativa do solo a ser analisado. Removeu-se qualquer material indesejado, como pedras, raízes e detritos, e homogeneizou-se bem a amostra para garantir uma representatividade adequada;
2. Relação solo-água: Preparou-se uma relação solo-água adequada para a análise de pH. Utiliza-se uma proporção de 1:3, ou seja, uma parte de solo para três partes de água;
3. Agitação e repouso: A amostra de solo e a água foram misturadas vigorosamente em um recipiente adequado, garantindo uma boa homogeneização. Em seguida, a mistura foi deixada em repouso por um período determinado de 30 minutos. Durante esse tempo, ocorre a reação entre os componentes do solo e a água;
4. Medição do pH: Após o período de repouso, utilizou-se um pHmetro calibrado para realizar a medição. O eletrodo do pHmetro foi inserido na suspensão solo-água e a leitura do pH foi registrada;
5. Registro e interpretação dos resultados: Os valores de pH obtidos são registrados.

A análise granulométrica é uma técnica utilizada para determinar a distribuição das partículas de diferentes tamanhos presentes em uma amostra de solo. Essa análise é importante para compreender as características físicas do solo e sua capacidade de retenção de água e nutrientes. Os procedimentos foram conduzidos seguindo as diretrizes estabelecidas pela NBR 7181/2016, que descreve o método de análise granulométrica de solos e sedimentações por meio de peneiramento. Além disso, o quantitativo das amostras foi determinado com base nas orientações fornecidas pela NBR 6457/1986, que aborda o método de preparação de solos para caracterização e compactação.

A metodologia de análise granulométrica de solos envolve os seguintes passos:

1. Secagem da amostra: Uma amostra representativa do solo de cada ponto foi coletada e passou por um processo de secagem em estufa por cerca de 7 dias;
2. Destorroamento: Processo que consistiu em desagregar as partículas menores das partículas maiores do solo. Com o auxílio de um almofariz de porcelana e mão de gral foram realizados movimentos circulares até completa desagregação das partículas do solo;
3. Preparação da amostra: Realizou-se sua homogeneização e quarteamento;
4. Peneiramento: A amostra seca foi peneirada através de uma série de peneiras com aberturas de diferentes tamanhos. As peneiras são organizadas em ordem decrescente de tamanho de abertura, sendo elas de malhas de 19,100 mm, 9,520 mm, 4,000 mm, 2,000 mm, 1,000 mm, 0,075 mm. A amostra foi agitada manualmente e as partículas maiores que cada abertura foram retidas nas respectivas peneiras;
5. Peso das frações retidas: As frações retidas em cada peneira foram pesadas com precisão de duas casas decimais. O peso de cada fração foi registrado para posterior cálculo da distribuição granulométrica;
6. Cálculo da distribuição granulométrica: Com base nos pesos das frações retidas, foi possível calcular a porcentagem de cada fração em relação ao peso total da amostra. A distribuição granulométrica é expressa por meio de um gráfico de porcentagem acumulada em função do diâmetro das partículas;

7. Cálculo dos índices granulométricos: A partir dos dados obtidos, foi possível calcular índices granulométricos como a areia total, silte e argila. Estes índices fornecem informações importantes sobre a textura do solo e sua capacidade de retenção de água e nutrientes.

A classificação dos sedimentos foi realizada com base na escala de Wentworth (1922), sendo adotadas cinco classes, conforme apresentado na Tabela 3.

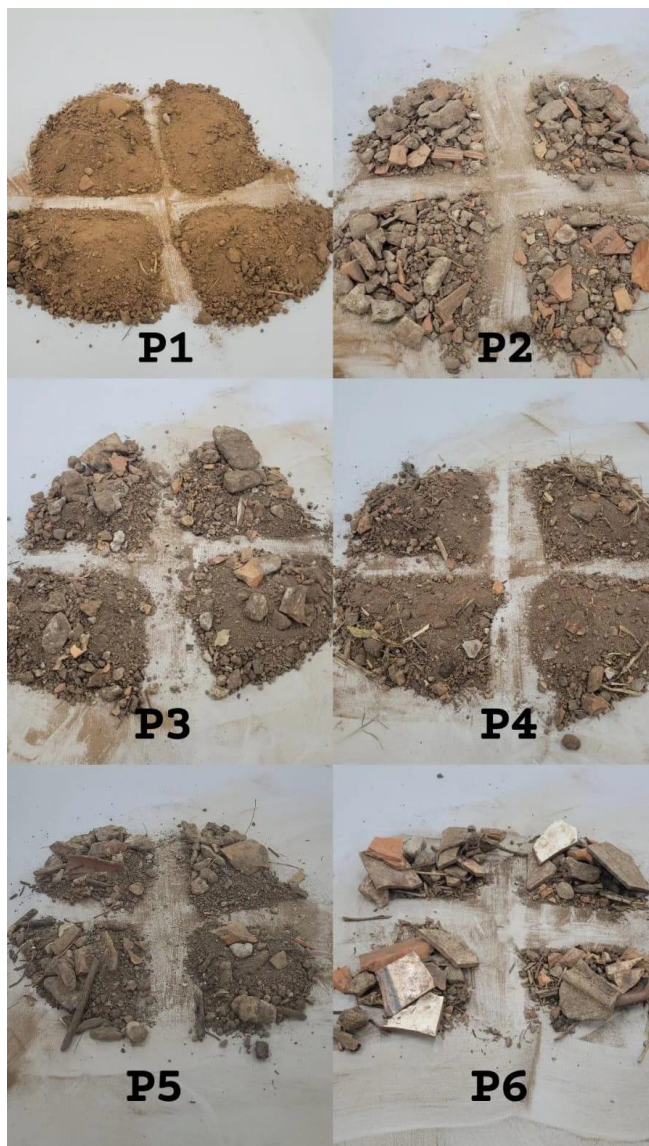
Fração	Diâmetro (mm)
Pedregulho	2,0 - 60
Areia grossa	2,0 a 0,2
Areia fina	0,2 a 0,0053
Silte	0,0053 - 0,004
Argila	< 0,004

**Tabela 3: Classificação dos sedimentos. Adaptado de Wentworth, 1922.**

A elaboração da curva de granulometria foi realizada utilizando o *software* Excel da *Microsoft Office*. Os valores de retenção em cada peneira, a massa do material não retido, a massa acumulada que passou e a massa inicial da amostra foram inseridos na planilha. A massa do material não retido foi calculada subtraindo-se a massa inicial da amostra da massa retida acumulada na respectiva peneira.

Posteriormente, é realizado o cálculo da porcentagem de material (acumulado) que passou através da divisão da massa acumulada que passou na respectiva peneira pela massa inicial da amostra, e em seguida multiplicando esse resultado por 100. Com todos os dados disponíveis, é possível elaborar os gráficos e identificar a classificação predominante da amostra.

Na Figura 5 podem ser observadas as seis amostras, P1 a P6, após o quarteamento, sendo preparadas para o ensaio granulométrico. Como se nota, existe expressiva diferença entre as amostras e, pelo aspecto visual, possuem cores e composição de material acentuadamente distintos.



**Figura 5: Amostras em preparação para ensaio de Granulometria. Elaboração própria, 2023.**

## Resultados e Discussão

As análises de determinação de sólidos (totais e voláteis), granulometria e pH dos hidrossedimentos de uma lagoa urbana podem fornecer informações valiosas sobre as características naturais e antropizadas, assim como a qualidade ambiental, sobretudo se aliado ao contexto de ocupação populacional através do aterramento e construção de edificações, ao qual a lagoa foi submetida.

A determinação de sólidos totais e voláteis permite avaliar a quantidade de sólidos presentes no solo. Sólidos totais englobam materiais inorgânicos e orgânicos presentes no solo, enquanto sólidos voláteis são aqueles que podem ser perdidos por aquecimento, correspondente à massa de matéria orgânica. Em uma lagoa urbana anteriormente ocupada por população, a determinação de sólidos totais e voláteis pode revelar a presença de resíduos sólidos, como detritos de construção, lixo urbano ou outros materiais deixados pela população. Essa análise é importante para avaliar o nível de contaminação e a quantidade de resíduos que podem afetar a qualidade do solo e a saúde dos ecossistemas aquáticos.

A matéria orgânica (MO) desempenha um papel crucial na formação e estabilidade dos agregados do solo, o que influencia a estrutura e a capacidade de retenção de água. Solos com baixo teor de MO tendem a ter uma estrutura

menos estável e uma maior suscetibilidade à compactação e erosão.

Ainda, a MO ajuda a melhorar a capacidade de retenção de água do solo. Solos com baixo teor de matéria orgânica podem ter uma menor capacidade de retenção de água, resultando em uma drenagem mais rápida e em uma maior suscetibilidade à seca.

Os resultados da determinação gravimétrica das amostras P1 a P6 estão apresentados na Tabela 4, realizados em duplicada, expresso pelas letras A e B.

Amostras	P0 (g)	P1 (g)	P2 (g)	Umidade (%)	MO (g.kg <sup>-1</sup> )
P1-A	117,07	110,33	110,18	6,11	1,36
P1-B	145,2	139,04	138,92	4,43	0,86
P2-A	187,75	173,53	172,6	8,19	5,36
P2-B	177,06	156,06	155,54	13,46	3,33
P3-A	112,22	110,2	109,9	1,83	2,72
P3-B	108,51	106,48	106,16	1,91	3,01
P4-A	136,08	131,94	131,67	3,14	2,05
P4-B	113,66	109,66	109,34	3,65	2,92
P5-A	112,52	109,31	109,03	2,94	2,56
P5-B	81,11	78,19	77,96	3,73	2,94
P6-A	112,51	105,12	104,63	7,03	4,66
P6-B	107,1	104,14	103,74	2,84	3,84

**Tabela 4: Resultados da determinação gravimétrica de matéria orgânica e/ou sólidos totais e voláteis. Elaboração própria, 2023.**

Por sua análise, é possível verificar que os pontos amostrais em que anteriormente apresentaram ocupação populacional irregular ou depósito de resíduos de construção (P1, P3, P4 e P5) possuem menor concentração de matéria orgânica no solo.

Por sua vez, os pontos P2 e P6, que não tiveram tal ocupação de maneira mais intensificada, apresentaram um teor maior de MO no solo.

A ocupação irregular muitas vezes leva à remoção da camada superficial do solo, que é rica em matéria orgânica. A falta de cobertura vegetal e a impermeabilização do solo aumentam o risco de erosão hídrica e eólica, levando à perda de solo e consequentemente à diminuição da matéria orgânica.

Acrescenta-se que o descarte inadequado dos resíduos da construção civil pode ter efeitos indiretos na taxa de matéria orgânica no solo. Quando os resíduos da construção civil são depositados em áreas inadequadas, como terrenos baldios, áreas verdes ou cursos d'água, eles podem causar a supressão ou compactação da vegetação natural. Isso pode levar à diminuição da matéria orgânica presente na vegetação e no solo adjacente, uma vez que a cobertura vegetal é removida e a atividade microbiana no solo é afetada (SANTANA, 2016). Além disso, a deposição desses resíduos em áreas inadequadas também pode resultar em processos erosivos. A erosão do solo pode levar à perda da camada superficial do solo.

Ao analisar os dados, observa-se que há variações nos valores de umidade entre as amostras. Por exemplo, a amostra P1-1 registrou uma perda de aproximadamente 6,11% de água, enquanto a amostra P2-2 apresentou uma perda de 13,46%. Essas diferenças indicam variações na quantidade de água presente em cada amostra coletada, sendo a amostra P2-2 aquela que visualmente possuía uma maior quantidade de água no momento da coleta in loco.

Adicionalmente, é possível observar variações nos teores de umidade dentro de cada par de amostras (P1-1 e P1-2, P2-1 e P2-2, e assim por diante), o que sugere uma certa variabilidade no conteúdo de água do solo ainda que as profundidades de coleta tenham permanecido em 20cm.

A análise granulométrica é utilizada para determinar a distribuição do tamanho das partículas presentes no solo, como areia, silte e argila. Ao examinar a granulometria do solo em diferentes pontos da lagoa, que houve ou não ocupação urbana, pode-se identificar se houve alterações significativas na textura do solo devido às atividades humanas. Por exemplo, a remoção de vegetação natural para a construção de habitações pode levar à compactação do solo e à perda de sua porosidade, afetando a infiltração de água e a drenagem adequada.

De acordo com a ABNT NBR 6502 (1995), as frações do solo são constituídas conforme indicado abaixo:

**Argila:** Solo de granulação fina composto por fragmentos com dimensões inferiores que 0,002 mm, sendo assim apresentam, podendo ser moldado em diferentes formas.

**Areia:** Não plástico e não coesivo os sólidos são compostos por pequenos fragmentos de rochas e por minerais possuindo o diâmetro entre 0,06 mm e 2,0 mm.

**Pedregulhos:** São constituídos por solos minerais ou partículas de rocha, com diâmetro assimilado cerca de 2,0 e 60,0 mm. Podem ainda ser fragmentados em pedregulhos finos, médios ou grossos.

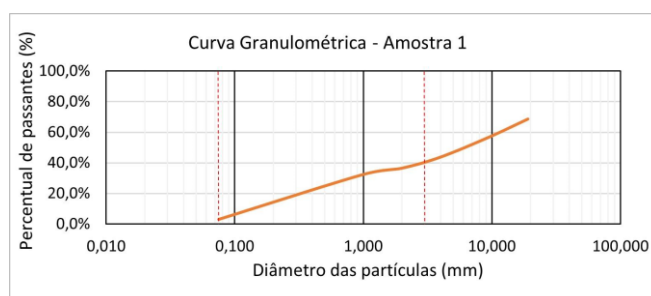
**Silte:** É constituído por fragmentos com diâmetros entre 0,002 mm e 0,06 mm.

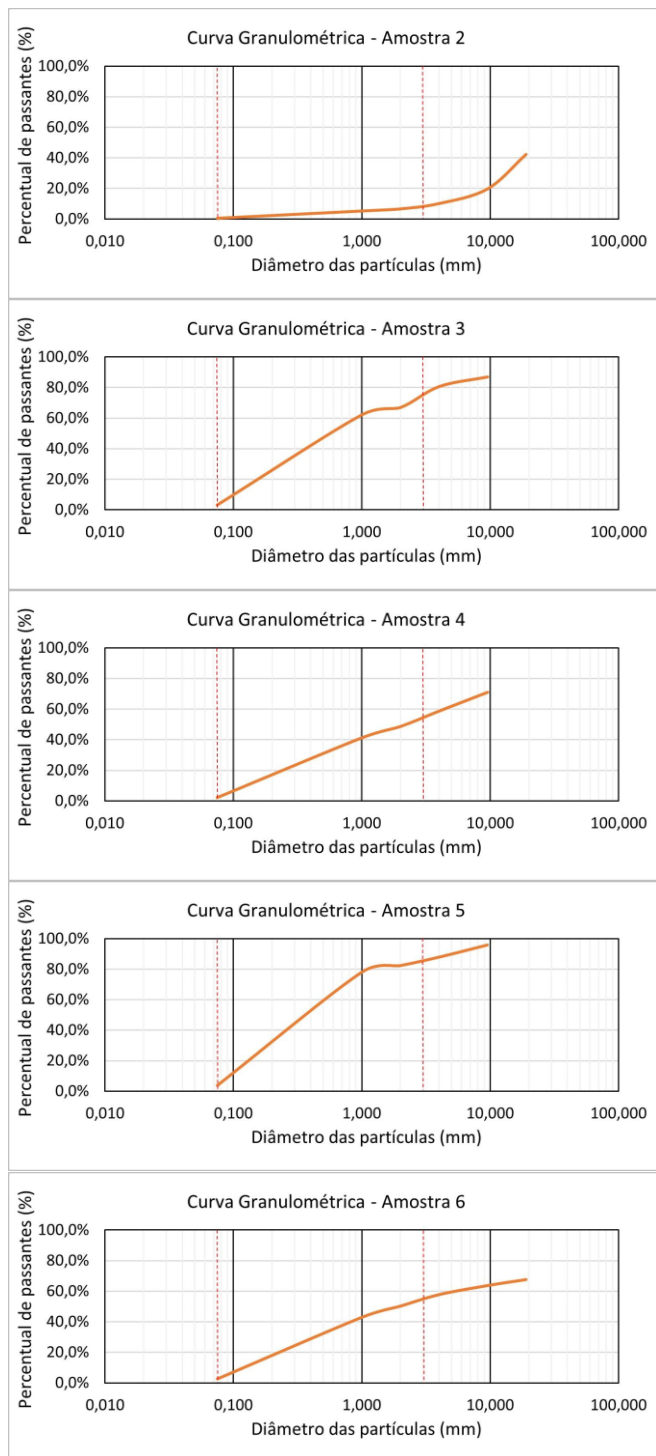
Com estas definições, foi possível estabelecer para cada amostra coletada as porcentagens das frações de solo.

Solos que possuem composição predominantemente de areia, silte e/ou possuem baixa quantidade de matéria orgânica são mais vulneráveis ao processo erosivo. Isso ocorre devido à menor estabilidade dos agregados do solo, que oferecem pouca resistência ao desprendimento. Por outro lado, os solos argilosos tendem a ser mais resistentes à erosão. Na Tabela 5 são mostrados os resultados dessa composição e, na sequência, na Figura 4, estão os resultados das curvas granulométricas.

Coletas	Silte/Argila	Areia muito fina	Areia fina	Areia média	Areia grossa	Areia muito grossa	Pedregulho
P1A	3%	7%	5%	10,5%	10,5%	0,5%	63,5%
P2A	0,5%	1%	0,2%	3,8%	0,2%	0,9%	93,4%
P3A	3,2%	10%	33%	7%	12,5%	1,2%	33,2%
P4A	2,3%	7%	1%	2%	31%	5,5%	51,2%
P5A	3,7%	16%	35%	9%	16%	2,6%	17,7%
P6A	2,6%	2%	1%	0,5%	23%	21,6%	49,7

**Tabela 5: Resultados das frações dos solos. Elaboração própria, 2023.**





**Figura 6: Curvas Granulométricas das amostras. Elaboração própria, 2023.**

A Figura 6 ilustra as curvas granulométricas correspondentes a cada amostra selecionada. Essas curvas representam as diferentes frações granulométricas presentes no solo, expressando a porcentagem de material que passa através das peneiras em relação aos seus respectivos diâmetros. A combinação do gráfico de curvas e da tabela de frações do solo proporciona uma análise completa, tanto quantitativa quanto qualitativa, das características granulométricas de cada amostra. Observa-se que as curvas possuem uma linha tracejada que aproximadamente divide as frações gerais do solo em silte, areia e pedregulho, respectivamente.

As amostras de solo coletadas nos pontos 1, 2, 4 e 6 obtiveram maior porcentagem de pedregulho, sendo estes pontos com grande presença de Resíduos da Construção Civil (piso, telhas, argamassas). Já os pontos 3 e 5 obtiveram uma maior

porcentagem de solo caracterizado como areia grossa acompanhado de matéria orgânica.

Os pontos com maior concentração de resíduos provenientes da construção civil foram identificados em áreas de maior acessibilidade e em proximidade imediata às residências do bairro, enquanto os pontos com maior presença de areia grossa estão localizados mais internamente na Lagoa. Isto indica que a ação humana, especialmente relacionada à construção civil, exerce uma influência significativa na composição do solo nas margens da Lagoa e sugere um impacto direto da ação antropogênica sobre o meio ambiente local. Além disso, a identificação de pontos com maior presença de areia grossa mais internamente na lagoa pode indicar um padrão relacionado às práticas de ocupação e deposição de materiais ao longo do tempo.

O pH do solo é uma medida da acidez ou alcalinidade. Em uma lagoa urbana previamente ocupada por população, o pH do solo pode ser afetado por diferentes fatores, como a presença de resíduos orgânicos, uso de produtos químicos domésticos e materiais de construção. Alterações no pH podem impactar a disponibilidade de nutrientes para as plantas, a atividade biológica do solo e a qualidade da água na lagoa adjacente.

O pH em água (H<sub>2</sub>O) mede a acidez ou alcalinidade da solução aquosa em contato com o solo. Ele fornece informações sobre a disponibilidade de nutrientes para as plantas e a capacidade de reação ácida do solo.

Por outro lado, o pH em CaCl<sub>2</sub> mede a acidez ou alcalinidade da solução em cloreto de cálcio. Essa solução é utilizada para avaliar o pH em uma condição mais próxima do solo saturado, levando em consideração a interação dos íons cálcio e cloreto com o solo. O pH em CaCl<sub>2</sub> é especialmente útil para análises em solos salinos ou com alto teor de sais.

Geralmente, o pH em CaCl<sub>2</sub> tende a ser um pouco mais baixo (mais ácido) do que o pH em água, devido à interação dos íons cálcio com a matriz do solo. O resultado de pH está apresentado na Tabela 6.

Amostras	pH - H <sub>2</sub> O	pH - CaCl <sub>2</sub>
<b>P1A</b>	8,49	7,85
<b>P2A</b>	8,03	7,58
<b>P3A</b>	8,50	7,62
<b>P4A</b>	8,59	7,46
<b>P5A</b>	8,57	7,42
<b>P6A</b>	8,25	7,74

**Tabela 6: Resultados da determinação de pH. Elaboração própria, 2023.**

Esses valores indicam que o pH do seu solo está ligeiramente alcalino em ambas as soluções.

A média do pH de solos no Brasil pode variar dependendo da região geográfica, tipo de solo e uso da terra. No entanto, em termos gerais, o pH dos solos no Brasil tende a estar na faixa ligeiramente ácida a neutra.

Em algumas regiões do país, como a região amazônica, solos mais ácidos são comuns devido à presença de solos altamente intemperizados e a influência da vegetação de floresta tropical. Nessas áreas, os valores de pH podem variar entre 4,5 e 6,5.

Em outras regiões, como o Cerrado e a região Sul do Brasil, solos com pH próximo à neutralidade (pH 6,0 a 7,5) são mais comuns. Essas regiões apresentam solos mais minerais e menos intemperizados.

O pH comum de um solo Plintossolo Pétrico, encontrado na região, pode variar a partir de fatores como a localização

geográfica e o histórico de formação do solo. Porém, geralmente, estes solos tendem a apresentar pH ligeiramente ácido a neutro.

Os Plintossolos Pétricos são solos caracterizados por apresentarem camadas endurecidas, conhecidas como plintitas, que são formadas principalmente de óxidos de ferro e/ou alumínio. Essas camadas podem ter influência no pH do solo, geralmente contribuindo para um pH mais baixo, próximo à neutralidade (ANJOS *et al.*, 2007).

Na maioria dos casos, os Plintossolos Pétricos possuem pH na faixa entre 4,4 a 5,6, sendo considerados ácidos (ANJOS *et al.*, 2007).

A presença de resíduos de construção civil no local pode ter uma relação indireta com os resultados de pH em água e em CaCl<sub>2</sub> do seu solo. Alguns resíduos de construção civil, como concreto, argamassa, cimento e gesso, contêm substâncias alcalinas que podem elevar o pH do solo.

### Comentários finais

O artigo em questão proporcionou uma análise abrangente e esclarecedora sobre as condições do solo em uma lagoa historicamente afetada por ocupação irregular. Os resultados revelaram diferenças expressivas entre as áreas com e sem ocupação intensificada nos arredores da lagoa urbana.

As informações obtidas são valiosas para compreender a dinâmica do ambiente e podem ser utilizadas como base para futuras pesquisas e ações efetivas de recuperação da lagoa. Entre elas, estão sendo estudadas as possibilidades de desassoreamento da Lagoa do Jacaré, com reaproveitamento de parte do material removido na construção taludes. Isso é parte da tentativa de transformação dessa área, socioambientalmente degradada, em uma unidade de conservação municipal, com valorização do potencial de amortecimento de cheias urbanas e da riqueza natural para conversão em parque urbano (LAGOA DO JACARÉ, 2023). Os resultados enfatizam a necessidade de medidas de proteção ambiental, gestão adequada dos resíduos e planejamento urbano sustentável para preservar os ecossistemas aquáticos e garantir a qualidade de vida das comunidades humanas e não humanas que estão envolvidas.

### Agradecimentos

Agradecemos aos apoios do Projeto de Extensão: Conhecer para transformar da Universidade Federal do Mato Grosso e da Fundação Uniselva (Projeto 4.004.112) e agradecemos ao Ministério Público do Estado do Mato Grosso pelo auxílio financeiro no desenvolvimento deste trabalho.

### Referências Bibliográficas

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6502: Rochas e Solos**. Rio de Janeiro, 1995.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6457: Análise granulométrica dos solos**: Referências. Rio de Janeiro, p. 9. 1986.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 7181: Solo – Análise granulométrica**: Referências. Rio de Janeiro, p. 16. 2016.

ANJOS H. C. et al. **Caracterização e classificação de plintossolos no município de Pinheiro-MA** (Vol. 31), 2007.

AVANCI, L. F. **Caracterização da bacia e estimativa da capacidade de armazenamento da lagoa do Jacaré no município de Várzea Grande - MT**. TCC. Engenharia

Sanitária e Ambiental, UFMT. Disponível em: <<https://lagoadojacare.com.br/publicacoes/>>. Acesso em 24 jun 2023, 2023.

DE MELLO, K. et al. Multiscale land use impacts on water quality: Assessment, planning, and future perspectives in Brazil. **Journal of Environmental Management**, v. 270. 2020.

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. Brasília, DF: Embrapa, 2018.

GUERRA, A. J. T.; SILVA, A. A.; BOTELHO, R. G. M. **Erosão e conservação dos solos: conceitos, temas e aplicações**. 10ª Ed. – Rio de Janeiro: Editora Bertrand Brasil, 2017.

GOMES, E. P. et al. Uso e ocupação da terra em pequenas bacias e alterações no ciclo hidrológico local. In: **Geoinformação e análises socioambientais**, p. 71-97. GAPTA/UFPA. 2023.

LAGOA DO JACARE. **Lagoa do Jacaré: conhecer para transformar**. 2023. Disponível em: <[lagoadojacare.com.br](https://lagoadojacare.com.br)> Acesso em: 30 jun 2023.

MOTA, S. . **Gestão Ambiental de Recursos Hídricos**. 4. ed. Rio de Janeiro: Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental, 2008. v. 01. 343p.

MOTA, S. . **Urbanização e Meio Ambiental**. 4. ed. Rio de Janeiro: Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental, 2011. v. 1. 380p.

NUNES, S. S.; CAMARGO, J. C.; FIGUEIREDO, D. M. Aplicação de um método de pesquisa-ação em uma microbacia urbana como instrumento de Educação Ambiental. **Revista Brasileira de Educação Ambiental** (online), v. 13, p. 22-42, 2018.

PACKMAN, J.J.; COMINGS, K.J.; BOOTH, D.B. 1999. **Using turbidity to determine total suspended solids in urbanizing streams in the Puget Lowlands**. Water Resources Association. pp. 158–165.

PORT, R. **Impacto ambiental pela ocupação irregular da área de preservação permanente urbana: “lagoa do Jacaré” município de Várzea Grande, MT, um estudo de caso**. Monografia (Especialização em Direito Ambiental). Fundação Escola Superior do Ministério Público de Mato Grosso: Cuiabá, 2012.

REMONDI, F. et al. (2016). **Exploring the hydrological impact of increasing urbanisation on a tropical river catchment of the metropolitan Jakarta, Indonesia**. *Sustainable Cities and Society*, 20, 210–221. <https://doi.org/10.1016/j.scs.2015.10.001>

SANTANA, I. C.. **Análise dos impactos ambientais causados pelos resíduos sólidos de construção e demolição em Conceição do Almeida-BA**. Monografia (Graduação em Engenharia Civil) - Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Cruz das Almas-BA, 2016.

SOUSA, L. T. **Estudo da gênese e características de solos**



**hidromórficos com horizontes endurecidos em topos na Serra do Timbó, Bahia.** Dissertação (Mestrado em Geografia – Universidade Federal da Bahia. 2015.

TUCCI, C. E. M.; PORTO, R. L.; BARROS, M. T. **Drenagem Urbana.** Porto Alegre: Editora da Universidade (UFRGS) e ABRH Associação Brasileira de Recursos Hídricos, 1995. v. 1. 428p.

TUNDISI, J. G.; TUNDISI, T. M. **Recursos Hídricos no Século XXI.** São Paulo: Oficina de Texto, 2011. 328p.

VÁRZEA GRANDE. **Lei Municipal Complementar N.º 4.695/2021.** Institui o Plano Diretor do Município de Várzea Grande, Estado de Mato Grosso, dá outras providências. Disponível em: <https://leismunicipais.com.br/plano-diretor-varzea-grande-mt>. Acesso em: 16 de maio de 2023. 2021.

VÁRZEA GRANDE. (2007). **Plano Diretor Participativo.** Várzea Grande-MT: Prefeitura Municipal de Várzea Grande.

WENTWORTH, C. K. **A scale of grade and class terms for clastic sediments.** The Journal of Geology, Vol. 30, nº 5, 1922. 377-392p.