

## ANÁLISE AMBIENTAL ATRAVÉS DE AVALIAÇÃO SEDIMENTOLÓGICA NO DISTRITO INDUSTRIAL I E II, MANAUS-AM

Guilherme Tunes Villani MENDES<sup>1</sup>

Sávio José Filgueiras FERREIRA<sup>2</sup>

Márcio Luiz da SILVA<sup>3</sup>

Felipe Matheus Ribeiro Machado COSTA<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Bolsista IC INPA-PIBIC/CNPq; <sup>2</sup>Orientador CDAM/INPA; Colaborador CDAM/INPA<sup>3</sup>; Colaborador PIBIC-CNPq<sup>4</sup>

### INTRODUÇÃO

O Distrito Industrial de Manaus inicia sua história com a Lei nº 3.173, de 06 de Junho de 1957, sob o governo de Danilo Duarte de Matos Areosa. O projeto visava integrar a Amazônia à economia nacional. Mais tarde, através do Decreto Lei nº 288, de 28 de fevereiro de 1967, houve um impulso de desenvolvimento da região, baseada na criação de uma área de livre comércio de importação, exportação e de incentivos fiscais especiais. O Distrito Industrial vai se concretizar com a implantação da Zona Franca de Manaus (ZFM), compreendida pelos pólos econômicos agropecuário, comercial e industrial. O pólo industrial, considerado a sua maior sustentação, foi estrategicamente instalado na periferia da cidade, longe dos “possíveis riscos ambientais” que as indústrias poderiam causar a população (SUFRAMA 2014). Hoje, as áreas ocupadas pelo Distrito Industrial de Manaus apresentam intensos impactos antrópicos ao meio ambiente hídrico urbano, como exemplos, assoreamento e contaminações por metais pesados.

Quanto à geologia, o Distrito Industrial de Manaus está posicionado sobre o substrato da Formação Alter do Chão, de idade cretácea, constituída por argilas, siltes e areias interdigitadas, predominantemente vermelhas, mal selecionadas, feldspáticas e com conteúdo variável de micas e se distribui por toda a Amazônia Ocidental (Amaral 1974).

A análise ambiental é a parte técnica dos estudos ambientais e fornece suporte para entendimento dos processos que acontecem no meio físico, biótico e antrópico, diagnosticando, monitorando e avaliando os impactos na água, no ar e solo. Ou seja, fornece o diagnóstico da situação atual. Antes de gerir é preciso conhecer possíveis evoluções dos cenários, além de definir medidas possíveis para prevenção, mitigação ou remediação dos impactos ambientais. A Análise Ambiental é, portanto, a principal ferramenta para Gestão. Análise ambiental constitui-se de um exame detalhado de um sistema ambiental, por meio do estudo da qualidade de seus fatores, componentes ou elementos, assim como dos processos e interações que nele possam ocorrer, com a finalidade de entender sua natureza e determinar suas características essenciais (Oliveira 2014). Entretanto, a sedimentologia é o ramo da geologia que se ocupa com os estudos de proveniência, transporte, sedimentação e processos diagenéticos envolvidos na formação dos sedimentos ou rochas sedimentares (Suguio 1998).

A análise sedimentológica dos solos, por meio da granulometria, é de suma importância na determinação de áreas vulneráveis, ou seja, suscetíveis à infiltração de poluentes, uma vez que determina o percentual do tamanho dos grãos, bem como a porosidade de sua compactação, capacidade de absorção de água e impurezas. Essas áreas são determinadas pela percentagem elevada de grãos maiores, como grânulos, areias (grossa, média e fina) que fragilizam o solo permitindo que haja maior percolação de água, bem como poluentes e metais pesados. As áreas caracterizadas pela presença de argila e silte, por apresentarem menor granulometria e conseqüentemente maior superfície de contato, tendem a formar empacotamentos onde os poros são menores e conseqüentemente capazes de reter impurezas, além do fato da fração argilosa apresentar argilominerais em sua composição. Os argilominerais

(silicatos hidratados de alumínio) encontrados nas frações argilosas (granulometria  $< 4 \mu\text{m}$ ) são minerais secundários, isto é, formados a partir de outros minerais. Os argilominerais constituem um grupo dos filosilicatos, tratam-se de colóides eletronegativos com capacidades adsorptivas, tal propriedade permite que haja troca catiônica entre os argilominerais e o ambiente, de forma que estes minerais possam reter cátions e até impurezas maiores, como metais pesados nas vacâncias das lamelas presentes em seu sistema cristalino, o tamanho das partículas que podem ser alojadas no interior de seu sistema cristalino depende da distância basal do argilomineal, ou seja, a distância entre suas lamelas.

## MATERIAL E MÉTODOS

De início, foi feito o trabalho de reconhecimento de áreas propícias às amostragens (acesso e área intacta). Em seguida, a amostragem de solo foi feita a uma profundidade de 20 centímetros através de pá manual. Foram coletadas um total de 11 amostras, em ambientes que não tenham sido submetidos a transportes antrópicos, ou seja, amostras autóctones. Para cada ponto amostrado, são coletadas quatro amostras de solo (formato cruz), misturadas (homogeneizado), acondicionadas em sacos de polietileno (1 kg) e etiquetadas. Todas as amostragens são georreferenciadas por GPS marca GARMIN 60SC para posterior mapeamento da área, através de software apropriado.

No laboratório de Química Ambiental do INPA, as amostras foram secas a temperatura ambiente por uma semana e, posteriormente, em estufas a temperatura de 40 graus Celsius, por 24h. Logo após, é feito o quarteamento da amostra, ou seja, dividir a amostra em porção (1/4) para melhor representação granulométrica e diminuído o volume.

Com o quarteamento o volume das amostras é reduzido para aproximadamente 100 gramas e posteriormente é efetuado seu destorroamento em porcelana, o destorroamento é feito de maneira cuidadosa e com movimentos circulares de modo a desagregar as partículas, evitando a quebra dos grãos. Para realização das análises granulométricas nas amostras de solo foram usadas peneiras de malha de 0,5mm, peneiras de malha de 0,25 mm e peneiras de malha 63  $\mu\text{m}$ . Para realização das análises granulométricas nas frações de silte e argila, cada amostra foi tratada com o dispersante químico hexametnofosfato de sódio, que permite desagregar o restante das partículas que não puderam ser desagregadas pelo destorroamento. Na separação dessas frações a princípio se usaria o método da pipeta, porém posteriormente foi concedida à realização do projeto uma peneira de malha 4  $\mu\text{m}$ , que permite a separação silte/argila com mais rapidez e praticidade

No laboratório de sedimentologia da UFAM, foram realizadas as separações granulométricas das amostras. Após o destorroamento, as amostras são levadas a peneiras de malhas 0,5mm, 0,25mm e 63  $\mu\text{m}$ , respectivamente, e agitadas no agitador elétrico por 10 minutos. As peneiras são posicionadas de tal forma que a primeira peneira retém grânulos e grãos de areia grossa ( $> 0,5 \text{ mm}$ ); a segunda peneira retém as frações de areia média ( $> 0,25 \text{ mm}$ ) e a terceira peneira retém as frações de areia fina ( $> 63 \mu\text{m}$ ) de modo que no coletor abaixo de todas as peneiras encontram-se frações de granulometria inferior a 63  $\mu\text{m}$  (silte + argila). Para a realização do trabalho utilizou-se como areia grossa todos os grãos de granulometria superior a 0,5 mm pela ausência de grãos de tamanho muito superior.

Após agitadas cada fração é retirada da peneira, separada e identificada em sacos de polietileno devidamente pesados, são utilizados pincéis para limpar o máximo possível das peneiras para não haver perda das amostras. Cada peneira é então posta no lavador por 10 minutos e depois secas em estufa a 200 graus por 10 minutos até que possa ser utilizada novamente.

Após a separação granulométrica até a fração de areia fina, as amostras foram pesadas e os valores anotados. No laboratório de geoquímica da UFAM, as amostras de fração  $< 63 \mu\text{m}$  (silte + argila) foram tratadas com o

dispersante químico hexametáfosfato de sódio, o procedimento foi efetuado de acordo com o previsto na 2ª edição revisada Manual de Métodos de Análise de Solo, e permite desagregar o restante das partículas que não puderam ser desagregadas pelo destorroamento. As 11 amostras foram colocadas em copos de plástico de 250 ml onde foram adicionados 100 ml de água e 10 ml do dispersante hexametáfosfato de sódio, foram agitadas com um bastão de vidro e deixadas em repouso durante uma noite, cobertas para que não haja contato com o ambiente. Transferiu-se o material para um copo de alumínio, agitando-o por 15 minutos em um dispersor mecânico. Teve-se o cuidado, durante todo o processo, de não se perder nenhum material. Após ser desagregado, o material foi lavado com água destilada em uma peneira de malha 0,053mm sobre um funil e um becker de 1000ml. O Becker é levado à estufa até a completa secagem do material, juntamente com parte da amostra retida na peneira (silte grosso).

No laboratório de sedimentologia foram realizadas as separações granulométricas das amostras em peneira de malha de 4 µm, onde se deu a separação de silte e argila, as amostras foram identificadas em sacos de polietileno para sua posterior pesagem. Após a pesagem foi feita a análise estatística das percentagens das diversas frações granulométricas das amostras.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com as porcentagens das frações granulométricas de areia total, silte e argila (Tabela 1), foi feito a plotagem dos pontos no diagrama de Shepard (1954) (Figura 1) e determinado o tipo de solo da área de estudo, sendo a classificação: argila, argila siltosa, argila arenosa, areia argilosa, areia siltosa, silte arenoso, silte argiloso, puramente silte, argila e silte ou uma mistura homogênea entre os 3.

Tabela 1. Peso das frações granulométricas em gramas e percentagem das frações de areia total, silte e argila para plotagem no diagrama de Shepard (1954).

Amostras	Fração areia grossa (g)	Fração areia média (g)	Fração areia fina (g)	Fração silte (g)	Fração argila (g)	Fração areia total %	Fração silte %	Fração argila%
P1	24,07	39,33	13,5	0,43	0,29	99,07	0,55	0,37
P2	23,64	39,27	28,27	2,24	2,02	95,53	2,34	2,11
P3	27,5	15,71	13,57	4,3	0,94	91,55	6,93	1,51
P4	68,97	25	15,6	0,91	0,76	98,48	0,82	0,68
P5	38,02	25,8	18,63	0,55	0,55	98,68	0,65	0,65
P6	50,78	21,44	18,44	0,66	0,99	98,21	0,71	1,07
P7	21,55	60,47	26,55	1,18	2,3	96,89	1,05	2,05
P8	39,66	17,31	17,6	2,74	0,49	95,84	3,52	0,62
P9	37,92	50,39	29,6	1,4	1,7	97,43	1,15	1,40
P10	65,56	42,87	31,89	3,84	3,25	95,39	2,61	2,2
P11	48,16	44,57	24,91	0,58	0,92	98,74	0,48	0,77

De acordo com as plotagens no diagrama de Shepard observou-se que a areia total das amostras corresponde a mais de 90% de sua granulometria total. A presença de areias em alta concentração indica que as áreas em estudo podem ser suscetíveis à infiltração de poluentes e contaminantes, visto a menor superfície de contato dos grãos, a compactação dos grãos de maior granulometria (areias) implica na presença de poros maiores por onde há maior percolação de água, podendo atingir mais facilmente as águas subterrâneas.

A baixa concentração de argilas implica também na baixa concentração de argilominerais. A ausência desses filossilicatos argilosos fragiliza o solo diminuindo a adsorção de metais pesados pelas peneiras moleculares de argilominerais. Peneiras moleculares são trocadores iônicos, catalisadores e adsorventes (Moraes *et al.* 2003). Além do mais as argilas cretáceas do substrato da Formação Alter do Chão, de clima tropical úmido, são argilas de alto grau de intemperismo como, por exemplo, caolinitas dentre outros argilominerais 1:1, ou seja, são formados pela ligação de uma lamela octaédrica e uma lamela tetraédrica, de distância basal reduzida em relação à argilas com alta capacidade adsorviva, como a montimorilonita, que apresenta grande distância basal e alta capacidade de troca catiônica.

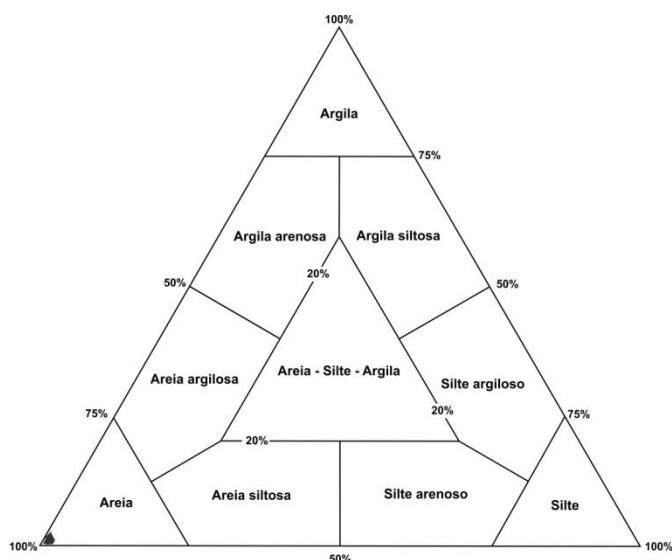


Figura 1. Diagrama de Shepard com a classificação geral das análises granulométricas dos solos amostrados.

## CONCLUSÃO

O estudo granulométrico da área do Distrito Industrial I e II mostrou que essas áreas são vulneráveis aos impactos antrópicos devido a baixas percentagens das frações de silte e argilas, pois essa granulometria de pouca superfície de contato resulta em empacotamento poroso que vulnerabiliza a área pondo em risco de contaminação e poluição os aquíferos locais.

## REFERÊNCIAS

- Amaral, G. 1974. *Geologia pré-cambriana da região Amazônica*. São Paulo: USP. Tese (Livre Docência), Instituto de Geociências da Universidade de São Paulo, 212p.
- Moraes, E.P.; Machado, N.R.C.F; Pergher, SBC. 2003. Síntese da zeólita a partir de um caulim brasileiro termicamente ativado. *Acta Scientiarum. Technology*, 25(1): 63-69.
- Oliveira, M. 2014. <http://www.ufjf.br/analiseambiental>. Acessado em 15/04/2014.
- Shepard, F.P. 1954. Nomenclature based on sand-silt-clay ratios. *Journal sedimentary petrology*, 24: 151-158.
- SUFRAMA, 2014. História ([http://www.suframa.gov.br/zfm\\_historia.cfm](http://www.suframa.gov.br/zfm_historia.cfm)). Acesso em 15/04/2014.
- Suguio, K. 1998. *Dicionário de geologia sedimentar e áreas afins*. Bertrand Brasil, Rio de Janeiro, 1222p.