

# Distribuição do sedimento do leito do rio Amazonas - nenhuma mudança apreciável rio abaixo

Carl F. Nordin, Jr. (1), Robert H. Meade (1), William F. Curtis (1), Nivaldo J. Bósio (2)  
e Paulo M. B. Landim (2)

## Resumo

Neste trabalho é estudada a distribuição de tamanho das partículas do leito do rio Amazonas, que não mostrou variação apreciável desde Iquitos, no Peru, até Macapá, no Brasil, numa distância de 3.200 km.

As primeiras observações registradas do sedimento do leito do rio Amazonas foram feitas em 1843 pelo Tenente William Lewis Herndon, da Marinha dos Estados Unidos, quando navegou o rio de suas cabeceiras até sua boca, sondando suas profundidades e anotando a natureza das partículas coletadas em um peso de sondagem com muita graxa no fundo (Herndon, 1853). Ele registrou que o material do leito do rio era na maioria areia e finos cascalhos. Oltman e Ames coletaram em umas poucas localidades em 1963 e 1964, e registraram que o material do leito em Óbidos, Brasil, eram pequenas areias, com diâmetro médio variando de 0,15 até 0,25 mm (Oltman, 1968). Neste trabalho apresentamos um sumário da análise de tamanho de partículas de amostras de material do leito do rio coletado do rio Amazonas e de seus principais tributários ao longo de uma extensão do rio de Iquitos, no Peru, cerca de 3.500 km acima de Macapá, Brasil, até um ponto 220 km acima de Macapá (Nordin *et al.*, 1977, 1979).

O trabalho de campo foi feito a bordo do Navio de Pesquisa "Alpha Helix". As amostras eram coletadas com dragas de tubo (Nordin *et al.*, 1977), ou com um coletor de material do leito U.S. BM-54 (Inter-Agency Committee, 1963), secado a bordo do navio, e transportado para os laboratórios da U.S. Geological Survey em Denver, Colorado, para análise do tamanho

da partícula por peneiramento, ou por métodos do tubo de acumulação pipeta-visual (Guy, 1969).

As observações do Tenente Herndon foram notavelmente corretas; o leito do Amazonas é principalmente areia fina. Muitas de nossas amostras continham pequenas percentagens de pequenos cascalhos; estes eram especialmente dominantes em lugares onde havia afloramentos locais nos terraços adjacentes, ou onde as condições favoreciam seleção hidráulica por completo no lado externo das curvas, abaixo das confluências com alguns dos principais tributários, onde existem zonas de alta "shearing" tanto no fluxo como no leito com turbulência excepcionalmente alta, ou em seções muito estreitas com altas velocidades. A Fig. 1 mostra uma comparação de distribuições do tamanho da partícula do material coletado em um profundo buraco logo abaixo da confluência do rio Negro e rio Solimões, e de material coletado 131 km acima e 74 km abaixo da confluência. As impressionantes diferenças na distribuição por tamanho aparentemente são devidas à seleção hidráulica na confluência em combinação com afloramentos de pequenos cascalhos na formação de Alter do Chão.

Na maioria dos cursos d'água aluvianos, o material do leito torna-se mais fino e mais uniforme, rio abaixo. A Fig. 2a, por exemplo, mostra a tendência de diminuição do tamanho da partícula para o material do leito do rio Mississippi ao longo de uma distância de 1.600 km abaixo de Cairo, Illinois (U.S. Waterways Experiment Station, 1935). O diâmetro médio da partícula ao longo da extensão é reduzido de cerca de 0,7 para 0,2mm.

(1) — U.S. Geological Survey — Denver, Colorado 80225.  
(2) — Universidade Estadual Paulista — Rio Claro, São Paulo

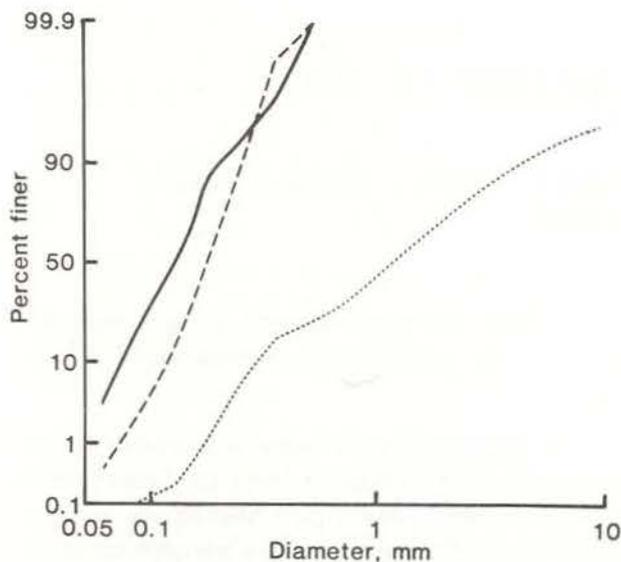


Fig. 1 — Seleção hidráulica na confluência dos rios Negro e Solimões resulta nos depósitos locais de cascalho. A profundidade da água era 54 m. As curvas estão codificadas como se segue: ..... , confluência do rio Negro e rio Solimões; - - - - , rio Amazonas, 74 km abaixo da confluência; ———— , rio Solimões, 131 km acima da confluência.

Uma redução tão notável, no tamanho da partícula, não foi encontrada para o rio Amazonas entre Iquitos e Belém. Uma plotagem dos diâmetros médios do material do leito de nossas 1977 amostras contra a distância rio abaixo de Iquitos (Fig. 2b) não mostra tendência significativas. Para eliminar os efeitos de seleção hidráulica local, sistematicamente, coletamos algumas de nossas amostras em passagens entre curvas. Quando estes dados são plotados (Fig. 2b), uma leve tendência na direção da diminuição do tamanho da partícula aparente.

Em várias secções transversais onde medimos a descarga de sedimento em suspensão (Meade *et al.*, 1979a, b), coletamos cinco ou mais amostras do leito em intervalos igualmente espaçados através das secções. As curvas médias (Fig. 3) não mostram diferenças apreciáveis nas distribuições do tamanho da partícula. Variação através do canal no tamanho da partícula em várias secções transversais foi pelo menos tão grande como variações, rio abaixo encontradas ao longo da extensão total de 3.300 km.

Um coeficiente de seleção,  $\sigma$ , foi encontrado para cada amostra:

$$\sigma = 1/2 \left( \frac{d_{50}}{d_{16}} + \frac{d_{84}}{d_{50}} \right), \quad (1)$$

onde o subscrito representa a porcentagem menor. Por exemplo,  $d_{50}$  é o tamanho da partícula para o qual 50% por peso é menor. Valores de  $\sigma$  variaram de 1,18 até 2,59, com 70% dos valores caindo entre 1,20 e 1,40; o valor mais alto, 2,59, foi para a amostra coletada na confluência do rio Negro e rio Solimões, cuja distribuição de tamanho está mostrada na Fig. 1. Quando os valores de  $\sigma$  foram plotados contra distância, nenhuma tendência significa-

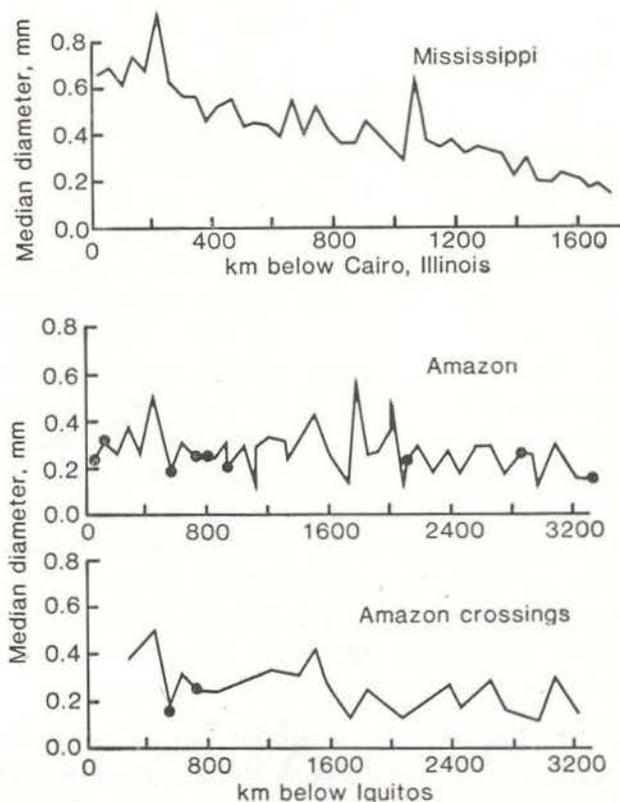


Fig. 2 — Variação com a distância do tamanho médio das partículas (a) para o rio Mississippi; (b) para o rio Amazonas. Os tamanhos médios apresentados para o Mississippi são médios de areias (diâmetro médio 0,06 até 2,00 mm) para extensões de 40 km do rio. Tamanhos médios apresentados para o Amazonas são principalmente amostras individuais; os círculos escuros são valores médios onde duas ou mais amostras foram coletadas em uma secção transversal.

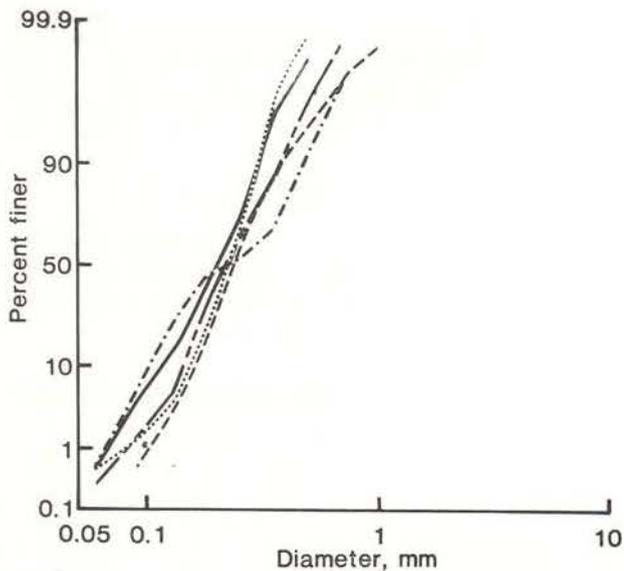


Fig. 3 — Curva de distribuição do tamanho médio das partículas para seções transversais onde 5 ou mais amostras foram coletadas. As curvas estão codificadas como se sugere: ———, rio Maranhão, 25 km abaixo de Iquitos; - - - - -, rio Solimões em São Paulo de Olivença, 757 km abaixo de Iquitos; ..... , rio Solimões próximo de Santo Antônio do Içá, 909 km abaixo de Iquitos; - . - . - . , rio Solimões em Manacapuru, 2.827 km abaixo de Iquitos.

tiva foi encontrada. O material do leito não tende a ficar mais uniforme rio abaixo, como ocorre na maioria dos outros cursos d'água aluvianos.

Embora o tamanho médio e o tipo das areias no leito do Amazonas sejam essencialmente constantes na extensão de 3.300 km que amostramos, a composição das areias na mesma extensão muda significativamente. Para um olho nu, as areias coletadas próximo a Iquitos mostram-se mais escuras que as coletadas mais abaixo no rio, face a uma maior proporção de grãos minerais escuros e fragmentos de rochas. Os conjuntos de minerais pesados também diferem.

Landim *et al.* (1978) registram que as areias nos primeiros 1.300 km ou, aproximadamente, abaixo de Iquitos, são ricas em minerais instáveis, tais como "hypersthene", augite e anfibólio; estes indicam uma fonte predominantemente andina. As areias nos 2.000 km inferiores contêm menos minerais instáveis e maiores proporções de zircão e turmalina. Se

esta mudança na composição mineral representa a decomposição progressiva de minerais instáveis dos Andes, durante o transporte ou durante a estocagem temporária nos depósitos aluvianos, ou se representa diluição de material andino até areia das áreas do escudo Precambriano ao norte e sul do Amazonas, permanece para ser determinada. Em qualquer caso, mudanças na composição mineral não são acompanhadas por qualquer mudança perceptível no tamanho da partícula, rio abaixo.

#### SUMMARY

Samples of bed material from the Amazon River along a 3200 km reach between in Peru and Macapá in Brazil show no appreciable change in particle size distribution.

#### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

GUY, H.P.

- 1969 — **Laboratory theory and methods for sediment analysis: Techniques of water-resources investigations of the United States Geological Survey.** Book 5, Chapter C1, 58p.

HERNDON, L.T.W.L.

- 1853 — **Exploration of the valley of the Amazon made under direction of the Navy Department, Part 1: U.S. Senate Executive Document No. 36, 32nd Congress, 2nd Session.**

INTER-AGENCY COMMITTEE ON WATER RESOURCES

- 1963 — **Determination of fluvial sediment discharge: Report No. 14, U.S. Government Printing Office, 151p.**

LANDIM, P.M.B.; BOSIO, N.J.; WV, F.T.; MEYER, A.E. Jr.; CASTRO, P.R.M.

- 1978 — **Heavy minerals from Amazon River bed: ES, 59 (4), 227.**

MEADE, R.H.; NORDIN, C.F., Jr.; CURTIS, W.F.; MAHONEY, H.A.; DELANEY, B.M.

- 1979a — **Suspended-sediment and velocity data, Amazon River and its tributaries, June-July 1976 and May-June 1977: U.S. Geological Survey Open-File Report 79-515, 42p.**

MEADE, R.H.; NORDIN, C.F. Jr.; CURTIS, W.F.; RODRIGUEZ, F.M.; DO VALE, C.M.

- 1979b — **Sediment loads in the Amazon River: Nature, 278 (5700) 161-163.**

NORDIN, C.F. Jr.; MEADE, R.H.; MAHONEY, H.A.;  
DELANEY, B.M.

1977 — Particle size of sediments collected from the bed of the Amazon River and its tributaries in June and July 1976. U.S. Geological Survey Open-File Report 77-400, 18p.

NORDIN, C.F. Jr.; MEADE, R.H.; CURTIS, W.F.; BOSIO, N.J.; DELANEY, B.M.

1979 — Particle sizes of sediments collected from the bed of the Amazon River and its tributaries in May and June 1977. U.S. Geological Survey Open-File Report 79-329, 23p.

OLTMAN, R.E.

1968 — Reconnaissance investigations of the discharge and water quality of the Amazon River. U.S. Geological Survey Circular 522, 16p.

U.S. WATERWAYS EXPERIMENT STATION

1935 — Studies of river bed materials and their movement with special reference to the lower Mississippi River. U.S. Army Corps of Engineers, Paper 17, 161p.

(Aceito para publicação em 17/07/80)