

# FLUXO DE SEDIMENTOS EM SUSPENSÃO NO EXUTÓRIO DE GRANDES BACIAS HIDROGRÁFICAS EM TERRITÓRIO BRASILEIRO

*Jorge Enoch Furquim Werneck Lima<sup>1</sup>; Walszon Terllizzie Araújo Lopes<sup>2</sup>; Newton de Oliveira Carvalho<sup>3</sup>; Euzebio Medrado da Silva<sup>1</sup> & Maurrem Ramon Vieira<sup>4</sup>*

**RESUMO** --- O conhecimento do comportamento hidrossedimentológico de uma bacia hidrográfica é fundamental para a adequada gestão de seus recursos hídricos, bem como para o suporte à decisão sobre o desenvolvimento de atividades antrópicas. Lima *et al.* (2005) efetuaram a estimativa da produção de sedimentos em suspensão de grandes bacias hidrográficas brasileiras com base nas informações disponíveis na base de dados Hidro, atualmente sob gestão da Agência Nacional de Águas. Os autores constataram a falta de dados para a estimativa do fluxo de sedimentos no exutório brasileiro do rio Paraguai, assim como a existência de dúvidas quanto à qualidade dos dados na estação de jusante da bacia Amazônica. Diante desses problemas, este trabalho objetivou a revisão e a complementação do estudo de Lima *et al.* (2005) sobre o fluxo de sedimentos em suspensão no exutório de grandes rios brasileiros. Para alcançar o objetivo proposto, outros trabalhos e bases de dados existentes foram analisados. Com base nas informações obtidas, efetuou-se nova estimativa do fluxo de sedimentos em suspensão que sai do território brasileiro para o oceano ou outros países como sendo igual a  $857,95 \times 10^6$  t.ano<sup>-1</sup>. O rio Amazonas é responsável por quase 95% desse valor estimado.

**ABSTRACT** --- Knowledge of the sediment load of a river basin is of fundamental importance for devising appropriate water resource management strategies and developing economic activities. Lima *et al.* (2005) estimated the suspended sediment fluxes in large river basins of Brazil, using the available information of Hidro database, supported by the Brazilian Water Agency. The authors verified a lack of data to estimate the sediment flow in the Brazilian mouth of the Paraguay River, as well as doubts on the available data of the Óbidos gaging station, which better represents the sediment flux from the Amazon River to the sea. Due to these problems, this work aims to present a review and a complementation of the study of Lima *et al.* (2005) about the suspended sediment flow in the mouth of large Brazilian rivers. In order to accomplish the objectives proposed, other studies and databases were analyzed. Based on the obtained information, a new estimative of the suspended sediment budget that leaves the Brazilian territory, going to the ocean or other countries, resulting in a amount of  $857.95 \times 10^6$  ton.year<sup>-1</sup>. The Amazon River is responsible for almost 95% of this estimated value.

**Palavras-chave:** descarga sólida; Amazonas; Brasil.

---

1. Pesquisador da Embrapa Cerrados; BR 020, km 18, Planaltina, DF. E-mail: [jorge@cpac.embrapa.br](mailto:jorge@cpac.embrapa.br); [euzebio@cpac.embrapa.br](mailto:euzebio@cpac.embrapa.br)

2. Especialista em Recursos Hídricos da Agência Nacional de Águas - ANA e Professor do Instituto de Ensino Superior Planalto - IESPlan/DF, Departamento de Engenharia Civil. Brasília, DF. E-mail: [walszon@ana.gov.br](mailto:walszon@ana.gov.br)

3. Consultor Independente; R. Conde de Baependi, 112, ap.904, 22231-140. Rio de Janeiro, RJ. E-mail: [newtonoc@openlink.com.br](mailto:newtonoc@openlink.com.br)

4. Especialista em Recursos Hídricos da Agência Nacional de Águas - ANA. E-mail: [maurrem@ana.gov.br](mailto:maurrem@ana.gov.br)

## INTRODUÇÃO

O Brasil é um país de dimensões continentais, o que lhe confere grande variabilidade geofísica, biológica e climática. Essa diversidade de ambientes faz com que o comportamento hidrológico e hidrossedimentológico das bacias hidrográficas brasileiras também apresentem diferenças relevantes.

Na medida em que as bases de dados hidrossedimentométricos do país são ampliadas e disponibilizadas, novos estudos são confeccionados, aumentando o conhecimento sobre o fluxo de sedimentos nos principais rios do país.

O banco de dados “Hidro”, gerado a partir da operação da Rede Hidrométrica Básica Brasileira, constitui a maior fonte de dados hidrossedimentométricos do Brasil. Porém, há outras bases de dados geradas para estudos específicos, seja para fins científicos ou para a implementação de grandes empreendimentos dependentes dos recursos hídricos.

Utilizando a base de dados “Hidro”, sob gestão da Agência Nacional de Águas - ANA, Lima *et al.* (2005) avaliaram o comportamento hidrossedimentológico de algumas das grandes bacias hidrográficas do país, estimando a produção de sedimentos em suspensão de grande parte do território brasileiro. No referido estudo, os autores identificaram que os dados disponíveis no “Hidro” não permitiam a estimativa do fluxo de sedimentos em suspensão proveniente da fração brasileira do rio Paraguai e, além disso, que os dados da bacia Amazônica contidos nessa base são duvidosos, afirmação baseada em planilhas originais de campo demonstrando que amostras para análise hidrossedimentométrica foram coletadas apenas a cinquenta centímetros da superfície da água.

Diante dos problemas relatados, o presente trabalho objetivou a revisão e a complementação do estudo de Lima *et al.* (2005) sobre o fluxo de sedimentos em suspensão no exutório de grandes bacias hidrográficas brasileiras.

## MATERIAL E MÉTODOS

Para a revisão e a complementação do estudo realizado por Lima *et al.* (2005), buscaram-se outras bases de dados e trabalhos que pudessem suprir as limitações detectadas quando da análise dos dados do Hidro referentes às estações de jusante dos rios Amazonas e Paraguai.

Com base nas informações levantadas e na análise dos dados, definiu-se quanto à necessidade de uma nova avaliação dos dados utilizados na elaboração das estimativas já publicadas.

Quando necessária a análise dos dados hidrossedimentométricos, utilizou-se o mesmo método adotado por Lima *et al.* (2005), ou seja, a partir dos dados de vazão e concentração de sedimentos em

suspensão foram obtidos os valores de descarga sólida em suspensão de cada medição com o uso da equação 1.

$$Q_{ss} = 0,0864 Q \cdot C_{ss} \quad (1)$$

em que:

$Q_{ss}$  = descarga sólida ou fluxo de sedimentos em suspensão (t/dia);

$Q$  = descarga líquida ou vazão (m<sup>3</sup>/s);

$C_{ss}$  = concentração de sedimentos em suspensão (mg/L).

Uma vez determinados os valores de descarga sólida em suspensão de cada medição, foram traçadas as curvas-chave de sedimentos das estações segundo método descrito por Carvalho *et al.* (2000). As curvas-chave têm, geralmente, a forma de potência, como apresentado na Equação 2.

$$Q_{ss} = a \cdot Q^b \quad (2)$$

em que:

a e b = constantes de ajuste.

Há casos em que são necessárias diversas curvas para representar adequadamente a correlação entre os dados de vazão e descarga sólida de uma estação. Normalmente, as curvas-chave podem variar de acordo com o período ou com a vazão. Quando há variações em função do período, pode-se obter, por exemplo, uma curva-chave de sedimentos até um determinado ano e, a partir desse, uma segunda correlação. O mesmo vale para a diferenciação das curvas em função da vazão.

Para avaliar a necessidade de gerar mais de uma curva-chave de sedimentos para uma dada estação, foram utilizados dois critérios: o primeiro foi valor do R-quadrado, que, de forma arbitrária, teve o seu limite mínimo aceitável igual a 60%; e o segundo consistiu da análise visual da curva gerada em relação aos pontos medidos.

Com base nas curvas-chave de sedimentos em suspensão, as séries de vazões médias diárias de cada estação foram transformadas em séries de fluxo de sedimentos em suspensão e, a partir dessa série, foram obtidos os valores médios mensais e anuais do fluxo de sedimentos em suspensão em cada uma das estações hidrossedimentométricas da bacia. As curvas-chave obtidas foram aplicadas a toda a série de dados de vazão e não apenas à série correspondente ao período de realização das medições hidrossedimentométricas.

Nos casos em que havia dados porém não foi possível obter curvas-chave adequadas para a análise, utilizou-se a média dos valores medidos em cada mês e posterior estimativa da média anual do fluxo de sedimentos em suspensão.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Alguns trabalhos elaborados com base nos dados do Hidro indicam que o aporte de sedimentos da bacia Amazônica no oceano seria de cerca de  $600 \times 10^6 \text{ t.ano}^{-1}$  (Bordas *et al.* 1988; Filizola, 1999), informação corroborada por Lima *et al.* (2005). Conforme relatado por Lima *et al.* (2005), há fortes indícios de que os dados hidrossedimentométricos do Hidro correspondentes às medições efetuadas na estação Óbidos, que fica mais a jusante do rio Amazonas, apresentam valores de concentrações de sedimentos em suspensão subestimadas.

Meade *et al.* (1985), utilizando apenas dez medições, porém, supostamente obtidas de forma adequada, estimaram o fluxo de sedimentos na estação mais a jusante da bacia Amazônica como sendo entre  $1100$  e  $1300 \times 10^6 \text{ t.ano}^{-1}$ .

As incertezas nos estudos hidrossedimentológicos na Amazônia, conforme ressaltado por Lima *et al.* (2005), indicam a importância do levantamento correto de mais dados ao longo da bacia, o que vem sendo efetuado no escopo do Projeto HiBAm – Hidrologia e geoquímica da Bacia Amazônica, projeto de cooperação internacional Brasil-França.

Com base em dezoito campanhas de amostragem hidrossedimentométrica efetuadas no âmbito do Projeto HiBAm, Guyot *et al.* (2005) apresentaram uma nova estimativa do fluxo de sedimentos em suspensão na estação mais a jusante da bacia Amazônica (Óbidos). Segundo os autores, o fluxo médio de sedimentos em suspensão na estação Óbidos, entre 1995 e 2003, é de  $810 \times 10^6 \text{ t.ano}^{-1}$ . Em função da quantidade e da conhecida qualidade dos dados utilizados, o resultado de Guyot *et al.* (2005) será considerado, neste trabalho, como sendo a melhor aproximação realizada até o momento do aporte de sedimentos em suspensão da bacia Amazônica no oceano Atlântico.

Com relação à fração brasileira da bacia do rio Paraguai, conforme identificado por Lima *et al.* (2005), a base de dados “Hidro” não possuía informações suficientes que permitissem a confecção da estimativa do fluxo de sedimentos em suspensão em sua região de jusante. Entretanto, no período entre 1977 e 1981 o DNOS foi responsável por campanhas mensais de medição ao longo da bacia do rio Paraguai, gerando uma base de dados hidrossedimentométricos da região. A partir da análise desses dados, Carvalho *et al.* (2005) estimaram a produção de sedimentos em suspensão no local da estação Porto Esperança, no rio Paraguai, como sendo de aproximadamente  $7,33 \times 10^6 \text{ t.ano}^{-1}$ .

A porção brasileira da bacia do rio Paraguai apresenta uma característica bastante peculiar quando analisada sob o ponto de vista do hidrossedimentológico, uma vez que parte da produção de sedimentos de suas áreas mais altas se deposita ao longo das planícies do Pantanal. Este fenômeno é comprovado por meio da determinação da produção de sedimentos das regiões do alto e médio Paraguai, que é estimada em  $17,36 \times 10^6 \text{ t.ano}^{-1}$  (Carvalho *et al.*, 2005). Com base nesses dados, pode-se concluir que cerca de  $10 \times 10^6 \text{ t.ano}^{-1}$  de sedimentos em suspensão são depositados, em média, na planície pantaneira.

De acordo com o balanço de sedimentos elaborado por Borges *et al.* (1997), o fluxo médio de sedimentos em suspensão na estação Porto Esperança é de  $13,65 \times 10^6 \text{ t.ano}^{-1}$ . Estes autores concluíram que cerca de 36% dos sedimentos produzidos nas partes mais altas da bacia são depositados a montante da estação Porto Esperança no rio Paraguai, percentual próximo ao obtido por Carvalho *et al.* (2005), de aproximadamente 42%. Como se pode observar, os resultados de Carvalho *et al.* (2005) e Borges *et al.* (1997) divergem substancialmente em termos quantitativos, porém, ambos indicam a ocorrência de intensa deposição de sedimentos na parte mais baixa e plana da bacia.

Diante da divergência dos resultados apresentados quanto à quantidade de sedimentos que atravessa a fronteira do Brasil pelo rio Paraguai, realizou-se uma análise crítica dos referidos estudos hidrossedimentológicos, bem como se buscou uma nova avaliação dos dados existentes.

Na Figura 01 são apresentados os dados hidrossedimentométricos utilizados por Borges *et al.* (1997) e Carvalho *et al.* (2005) na elaboração da estimativa do fluxo de sedimentos em suspensão na estação Porto Esperança, localizada no rio Paraguai. Cabe destacar que esses dados foram obtidos com frequência mensal durante o período de coleta, entre abril de 1977 e novembro de 1981.

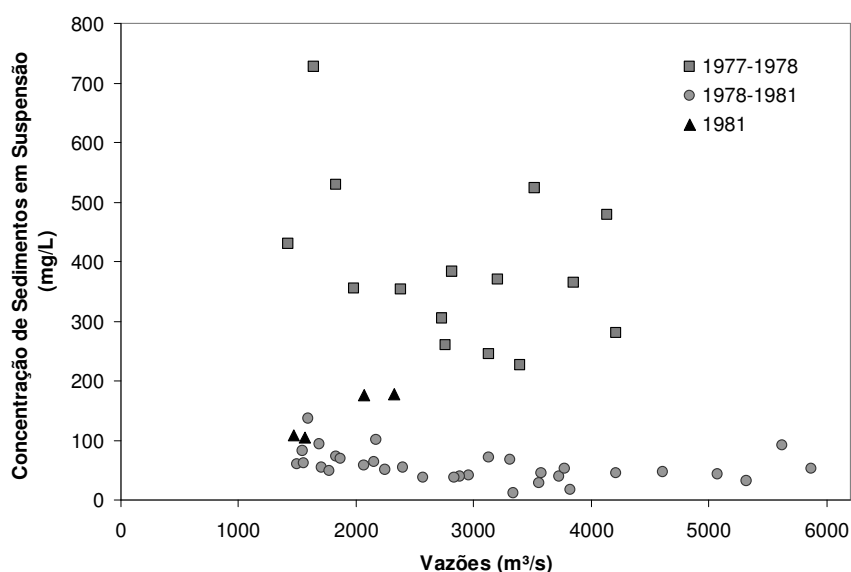


Figura 01. Dados brutos da estação Porto Esperança no rio Paraguai (DNOS) utilizados nos trabalhos de Borges *et al.* (1997) e de Carvalho *et al.* (2005).

Como se pode observar na Figura 01, mesmo com a existência de 51 medições hidrossedimentométricas, a análise dos mesmos não é tarefa simples. Os levantamentos efetuados entre 1977 e parte de 1978 apresentaram concentrações sempre acima de 200 mg/L, o que representa valores elevados. De 1978 a 1981, as concentrações de sedimentos em suspensão poucas vezes foram superiores a 100 mg/L, verificando-se, inclusive, uma tendência de redução das concentrações com o aumento das vazões. Nas 4 últimas medições, efetuadas em 1981, os valores de concentração ficaram entre 100 e 200 mg/L. Algumas hipóteses que podem ser levantadas para tentar explicar dados tão discrepantes ao longo de um período de menos de 5 anos: erro nas medições; modificações bruscas na bacia; comportamento hidrossedimentológico do rio totalmente peculiar; ou a combinação das hipóteses. Sem querer especular sobre essas hipóteses, o que é realmente relevante para este trabalho é o fato de os estudos apresentados por Borges *et al.* (1997) e Carvalho *et al.* (2005) terem sido efetuados utilizando uma base com muito dados, porém, duvidosos quanto à consistência.

No estudo de Borges *et al.* (1997), a determinação dos valores médios de fluxo e concentração de sedimentos foi efetuada por meio da média das medições realizadas em cada mês, enquanto no trabalho de Carvalho *et al.* (2005) utilizou-se o método da curva-chave de sedimentos, que é considerado o mais preciso dos dois para a maioria dos casos. A utilização de medições instantâneas para a obtenção de valores médios mensais do fluxo de sedimentos, conforme relatado pelos próprios autores, representa uma primeira tentativa de aproximação da realidade (Borges *et al.*, 1997).

Apesar de o método da curva-chave ser o mais aceito, conforme relatado anteriormente, os dados hidrossedimentométricos da estação Porto Esperança utilizados não permitem a obtenção de resultados muito confiáveis, ressaltando a necessidade de mais medições na região.

A partir da análise dos dados apresentados na Figura 01, foram geradas e testadas diferentes combinações de curvas-chave para a descrição da relação entre a vazão e o fluxo de sedimentos em suspensão na estação Porto Esperança, entretanto, nenhuma demonstrou ser muito confiável. Contudo, na maior parte das tentativas os resultados médios obtidos se aproximaram mais dos resultados apresentados por Carvalho *et al.* (2005) do que aqueles estimados por Borges *et al.* (1997).

Analisando a base de dados “Hidro”, confirma-se o fato relatado por Lima *et al.* (2005), de que não há dados suficientes que permitam uma análise consistente do fluxo de sedimentos em suspensão que deixa o Brasil pelo rio Paraguai. Até mesmo a série de vazões da estação Porto Esperança disponível no Hidro não inspira muita confiança. A série de vazões abrange o período de janeiro de 1964 a dezembro de 1981. Até novembro de 1973, além da menor variação nos dados de vazão, esses resultaram numa média de  $1332,4 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ . De novembro de 1973 a dezembro de 1981, a vazão média do rio Paraguai na estação Porto Esperança foi de  $2559,0 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ . No período em que foram realizadas as medições hidrossedimentométricas, de 1977 a 1981, a vazão média foi igual  $2819,6 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ . No trabalho de Carvalho *et al.* (2005), utilizou-se uma série de vazões de 1964 a 1995, extensão maior que aquela existente no Hidro, tendo encontrado uma vazão média de  $2150,0 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ . Até 1981 as séries de vazão do Hidro e a utilizada por Carvalho *et al.* (2005) são iguais. Assim sendo, os dados de vazão da estação Porto Esperança também representam um possível problema tanto para as análises de Borges *et al.* (1997) quanto para as de Carvalho *et al.* (2005).

É importante destacar que a estação Porto Murtinho, no rio Paraguai, a jusante da estação Porto Esperança e ainda em território brasileiro, encontra-se em operação, entretanto, atualmente, possui apenas três medições registradas no Hidro.

Conforme apresentado e discutido, ainda faltam dados hidrossedimentométricos que permitam um estudo mais confiável sobre a descarga sólida em suspensão que deixa o Brasil por meio do rio Paraguai. Para o momento, segundo as análises efetuadas, o resultado de Carvalho *et al.* (2005) é o mais indicado para o suprimento da informação desejada, apesar de suas limitações.

Diante do exposto, combinando-se os resultados de Lima *et al.* (2005), Guyot *et al.* (2005) e Carvalho *et al.* (2005), tem-se a estimativa da produção de sedimentos em suspensão em grandes bacias hidrográficas brasileiras, conforme apresentado na Tabela 01.

Tabela 01. Resumo dos dados hidrológicos e hidrossedimentológicos das estações de jusante de grandes rios brasileiros (adaptado de Lima *et al.*, 2005).

Estação	Código	Rio	A.Dren. (km <sup>2</sup> )	Q (m <sup>3</sup> /s)	Q.esp. (L.s <sup>-1</sup> .km <sup>-2</sup> )	Qss (t.ano <sup>-1</sup> )	Qss.esp. (t.km <sup>-2</sup> .ano <sup>-1</sup> )	Css (mg.L <sup>-1</sup> )
Óbidos*	11400000	Amazonas	4.800.000	172.000,0	35,8	810,00 x 10 <sup>6</sup>	168,8	149,33
Luzilândia	34879500	Parnaíba	300.000	694,8	2,3	6,06 x 10 <sup>6</sup>	20,2	276,59
Porto Guaíra	64843000	Paraná	802.150	9.381,2	11,7	8,28 x 10 <sup>6</sup>	10,3	27,97
Estreito do Iguazu - novo Porto	65986000	Iguaçu	63.236	1.767,9	28,0	2,23 x 10 <sup>6</sup>	35,3	40,00
Esperança**	66960008	Paraguai	363.500	2.150,0	5,9	7,33 x 10 <sup>6</sup>	20,2	108,11
Uruguaiana	77150000	Uruguai	163.547	4.687,8	28,7	3,59 x 10 <sup>6</sup>	22,0	24,31
Colatina	56994500	Doce	75.800	921,0	12,2	11,22 x 10 <sup>6</sup>	148,0	386,25
Campos – Ponte Municipal	58974000	Paraíba do Sul	55.500	791,4	14,3	4,35 x 10 <sup>6</sup>	78,8	174,47
Própria***	49705000	São Francisco	623.500	2.119,5	3,4	1,83 x 10 <sup>6</sup>	2,9	27,38
Tucuruí****	29700000	Tocantins	742.300	10.981,0	14,8	3,06 x 10 <sup>6</sup>	4,1	8,84
TOTAL			7.989.533	205.494,6	25,7	857,95 x 10 <sup>6</sup>	101,1	124,67

A.Dren.: área de drenagem; Q: vazão média; Q.esp.: vazão específica média; Qss: descarga sólida em suspensão média; Qss.esp.: descarga sólida em suspensão específica média; Css: concentração média de sedimentos em suspensão.

\* Guyot *et al.* (2005); \*\* Carvalho *et al.* (2005); \*\*\* Lima *et al.* (2001); \*\*\*\* Lima *et al.* (2003).

Analisando-se os resultados apresentados na Tabela 01, pode-se observar a grande variabilidade de índices e de montantes obtidos nas diferentes bacias ao longo do Brasil.

A estação Colatina, no rio Doce, foi aquela de maior concentração média de sedimentos em suspensão (Css). Conseqüência disto é que, apesar da área de drenagem desta estação ser menor do que a maioria das outras analisadas, o fluxo de sedimentos em suspensão que deixa o território brasileiro por meio do rio Doce só foi menor que aquele detectado no rio Amazonas.

Com relação aos dados da bacia Amazônica, cabe destacar que grande parte dos sedimentos que fluem na porção brasileira da mesma é proveniente de regiões andinas, conforme relatado por Guyot *et al.* (2005).

Merece destaque o fato de rios como o Paraná, o Iguazu, o Uruguai, o Paraíba do Sul, o Doce, o São Francisco e o Tocantins terem seus fluxos de sedimentos alterados pela presença de reservatórios de acumulação de água para fins de geração de energia hidrelétrica a montante dos postos de medição analisados.

Cabe também ressaltar que o somatório das vazões das estações analisadas, igual a 205.494,6 m<sup>3</sup>.s<sup>-1</sup> (Tabela 01), corresponde a cerca de 80% de toda a água que flui nos rios brasileiros, que é estimada em 257.790,0 m<sup>3</sup>.s<sup>-1</sup>.

Para uma melhor visualização dos resultados, é mostrado, na Figura 02, um mapa do Brasil com o resumo dos dados hidrossedimentológicos apresentados na Tabela 01, bem como outros dados de interesse obtidos por Lima *et al.* (2005).

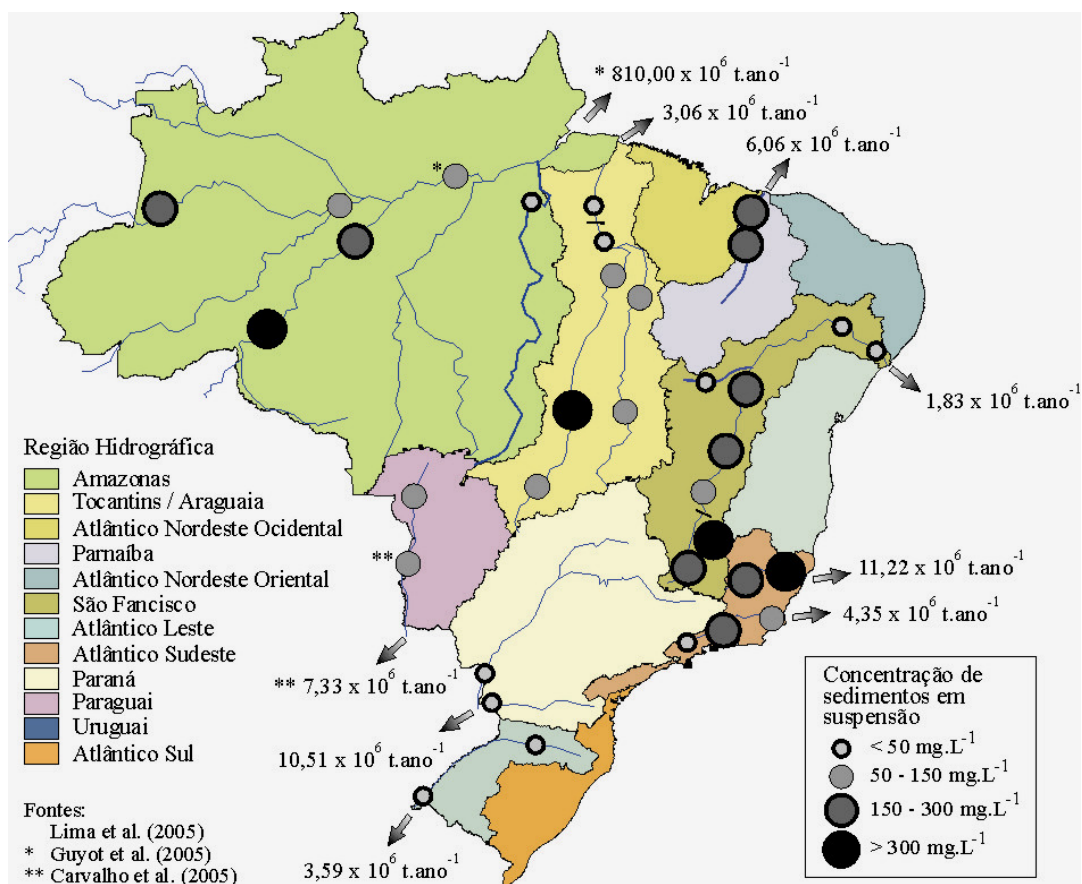


Figura 02. Produção de sedimentos em suspensão em grandes bacias hidrográficas brasileiras (adaptado de Lima *et al.*, 2005).

## CONCLUSÕES

1. Com relação ao fluxo de sedimentos em suspensão na estação de jusante do rio Amazonas, decidiu-se pela alteração do resultado obtido por Lima *et al.* (2005) com base nos dados do Hidro, de  $567,40 \times 10^6 \text{ t.ano}^{-1}$ , pela estimativa apresentada por Guyot *et al.* (2005), de  $810,00 \times 10^6 \text{ t.ano}^{-1}$ . Destaca-se que grande parte desses sedimentos vem de fora do Brasil, dos Andes.
2. Apesar das dúvidas observadas quanto à base de dados utilizada, considerou-se a estimativa de Carvalho *et al.* (2005) como a mais adequada para representar o fluxo de sedimentos em suspensão que deixa o Brasil por meio do rio Paraguai, ou seja,  $7,33 \times 10^6 \text{ t.ano}^{-1}$ .
3. As estações analisadas englobam uma área de drenagem total de  $7.989.533 \text{ km}^2$  e o somatório de suas vazões representam cerca de 80% de toda a vazão que flui nos rios brasileiros. Com base nesses dados, efetuou-se nova estimativa do fluxo de sedimentos em suspensão que sai do território brasileiro para o oceano ou outros países como sendo igual a  $857,95 \times 10^6 \text{ t.ano}^{-1}$ .

## BIBLIOGRAFIA

- BORDAS, M.P.; LANNA, A.E.; SEMMELMANN, F.R. (1988) Evaluation des risques d'érosion et de sédimentation au Brésil à partir de bilans sédimentologiques rusimentaires. In: Sediment budgets. BORDAS, M.P.; WALLING, D.E. (Ed.) Wallingford: IAHS. p.359-368, (IAHS Publication 174).
- BORGES, A.L.O.; SEMMELMAN, F.R.; BORDAS, M.P.; LOPES, M.S. (1997). Fluviomorfologia. In: Hidrossedimentologia do alto Paraguai. *Plano de conservação da bacia do alto Paraguai – PCBAT/Projeto Pantanal*. Brasília: MMA, 394p.
- CARVALHO, N.O.; FILIZOLA, N.P.; SANTOS, P.M.C.; LIMA, J.E.F.W. (2000). *Guia de práticas sedimentométricas*. Brasília: ANEEL. 154 p.
- HIDROWEB. (2006). *Dados hidrológicos*. Disponível em <<http://hidroweb.ana.gov.br>>. Acesso em 25 jun. 2006.
- CARVALHO, N.O.; IDE, C.N.; VAL, L.A.A.; RONDON, M.A.C.; BARBEDO, A.G.A.; CYBIS, L.F.A. (2005). Riscos devido à degradação e agradação de solos na bacia do alto Paraguai. In: *Anais do XVI Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos*. João Pessoa: ABRH. (Cd-Rom).
- FILIZOLA, N.P.; GUYOT, J.L.; BOAVENTURA, G. (1999). Fluxo de sedimentos em suspensão na Amazônia – uma análise a partir da base de dados da ANEEL. In: *Proceedings of the Hydrological and geochemical process in large-scale river basins*. Manaus: HyBAm Publ. (Cd-Rom).
- GUYOT, J.L.; FILIZOLA, N.P.; LARAQUE, A. (2005). Régime et bilan du flux sédimentaire de l'Amazone à Óbidos (Pará, Brésil) de 1995 à 2003. In: Sediment budgets 1. WALLING, D.E.; HOROWITZ, A.J. (Ed.) Oxfordshire: IAHS. p.347-354. (IAHS Publication 291).
- LIMA, J.E.F.W.; SANTOS, P.M.C.; CHAVES, A.M.G.; SCILEWSKI, L.R. (2001). *Diagnóstico do fluxo de sedimentos em suspensão na Bacia do Rio São Francisco*. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados; Brasília, DF: ANA; ANEEL. 108 p.
- LIMA, J.E.F.W.; SANTOS, P.M.C.; CARVALHO, N.O.; SILVA, E.M.da (2003). *Diagnóstico do fluxo de sedimentos em suspensão na Bacia Araguaia-Tocantins*. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados; Brasília, DF: ANA; ANEEL. 116 p.
- LIMA, J.E.F.W.; LOPES, W.T.A.; CARVALHO, N.O.; VIEIRA, M.R.; SILVA, E.M. (2005). Suspended sediment fluxes in the large river basins of Brazil. In: Sediment budgets 1. WALLING, D.E.; HOROWITZ, A.J. (Ed.) Oxfordshire: IAHS. p.355-363. (IAHS Publication 291).
- MEADE, R.H.; DUNNE, T.; RICHEY, J.E.; SANTOS, U.M.; SALATI, E. (1985). Storage and remobilization of suspended sediment in the lower Amazon River of Brazil. *Science* 228. p.488-490.