



## XII SIMPÓSIO DE RECURSOS HÍDRICOS DO NORDESTE

### **REFLEXOS DA GOVERNANÇA NA QUALIDADE DA ÁGUA E SEDIMENTO: CASO DA BACIA DO RIO PITIMBU, NATAL**

*Lúcio Flávio Ferreira Moreira<sup>1</sup>; Jan Adamowski<sup>2</sup>; Susan Gaskin<sup>3</sup> & Andrea de Oliveira Saraiva<sup>4</sup>*

**RESUMO** – Um modelo de gestão dos recursos hídricos que combine participação, representatividade política e sustentabilidade ambiental, normalmente exige mudança de paradigmas e reformas institucionais. No Brasil, a maioria das bacia urbanas sofrem os impactos da rápida urbanização. Apesar disso, ainda falta a necessária capacidade institucional para atender as necessidades associadas aos recursos hídricos. As águas captadas no rio Pitimbu abastecem aproximadamente 280.000 habitantes da região metropolitana de Natal. Este trabalho analisou como o modelo institucional na região é ineficaz para impedir a contaminação da água e sedimento fluvial por metais pesados. Amostras de sedimento do leito coletadas em oito seções transversais ao longo da calha revelaram altos níveis de contaminação por Pb, Fe, Al, Ni e Zn, cujas fontes estão associadas a indústrias, resíduos automotores e de construção e da agricultura. O aumento na concentração do Al na água está principalmente associado à ausência de infraestrutura de esgotamento sanitário na bacia. Nesse contexto, a ineficácia da capacidade institucional na região aponta para a necessidade de reforma institucional e um modelo de gestão participativo. A política de recursos hídricos deve considerar a relevância da capacidade institucional como elemento fundamental na reforma institucional.

Palavras-chave: governança da água; rio Pitimbu; urbanização; capacidade institucional.

**ABSTRACT**– Sustainable water resources management often requires a collaborative approach and a power-sharing institutional structure as well as a political-institutional reform to achieve its goals. Most of Brazil's river basins are subject to rapid urbanization; however, basin stakeholders generally lack sufficient institutional capacity to address the attending water resource issues. Subject to urbanisation, the Pitimbu River basin supplies potable water to approximately 280,000

---

<sup>1</sup> Professor Associado do PPgES/UFRN, E-mail: lucio@ct.ufrn.br

<sup>2</sup> Department of Bioresource Engineering, McGill University, Montreal, Canada

<sup>3</sup> Department of Civil Engineering, McGill University, Montreal, Canada

<sup>4</sup> Mestre em Engenharia Sanitária – PpgES/UFRN

people in Natal. This study investigated how current institutional models influence both water management and fluvial contamination by metals. Sediment samples collected at eight sites along the river revealed elevated levels of Pb, Fe, Al, Ni and Zn, whose sources were linked to industries, vehicles, as well as agricultural and construction wastes. Aluminium enrichment of surface waters was mainly linked to inadequate sanitation infrastructure. In light of this, local poor institutional capacity must be addressed through institutional reform, including a new management structure open to public collective water management planning. In so doing, Brazilian water policies should acknowledge capacity building as a critical element of institutional reform.

**Key words:** water governance; Pitimbu River; urbanization; land use management; institutional capacity.

## INTRODUÇÃO

A gestão dos recursos hídricos de forma sustentável reconhece a importância da participação dos usuários associado a um modelo institucional politicamente equilibrado. O aumento das exigências com relação à qualidade da água de abastecimento desafia as instituições do setor a reavaliar os modelos administrativos vigentes na busca de uma estrutura mais funcional e eficiente do ponto de vista político-administrativo, capaz de permitir efetiva participação e engajamento da população com vistas aos objetivos sociais (Huitema et al., 2009).

Ao longo dos anos, as instituições do setor têm mantido estruturas rígidas e centralizadoras, com forte influência da política local, demonstrando ineficácia em contemplar questões sociais e ambientais (Hajer e Wagenaar, 2003). Por outro lado, uma reforma no setor da água pode ensejar o surgimento de arranjos multi-institucionais capazes de reduzir a distância entre gestores e a população, promovendo colaboração e legitimidade nas decisões (Karkkainen, 2004; Ostrom, 2005). Além disso, a participação pública na gestão da água torna o processo mais democrático e gera engajamento e responsabilidade dos tomadores de decisão (Van der Kerkhof e Huitema, 2004; Pahl-Wostl, 2002; Beierle e Cayford, 2002). A participação pública na gestão dos recursos hídricos ainda não é efetiva no País, e a sua implementação exige a revisão das práticas administrativas vigentes. Além disso, deveria levar-se em conta a necessidade de uma visão integrada da água e da gestão do uso e ocupação do solo na bacia.

A urbanização modifica as variáveis ecológicas e o regime fluvial de tal forma que transforma a dinâmica de sedimentos na bacia (Taylor e Owens, 2009). Nas bacias urbanizadas, os sedimentos estão associados a fontes industriais, rede viária, ou ter origem nos resíduos sólidos produzidos na construção e automóveis. Os sedimentos são transferidos para a calha fluvial e contaminam o ecossistema aquático e a água com metais pesados, nutrientes e poluentes orgânicos (Owens et al.,

2005; Owens, 2008; Viers et al., 2009). Neste trabalho, o sedimento fluvial foi usado para avaliar o nível de contaminação por metais pesados gerados na bacia.

No Brasil, a degradação da água e do sedimento nas regiões metropolitanas estão associados à ineficácia do Plano Diretor e dos instrumentos de regulação, além de uma infraestrutura de esgotamento sanitário inadequada. O objetivo de estudo é analisar de que forma o arranjo institucional na bacia do rio Pitimbu influencia o uso e ocupação do solo e a contaminação do sistema fluvial por metais pesados.

## **METODOLOGIA**

A bacia hidrográfica do rio Pitimbu está assentada na região leste do Rio Grande do Norte e drena uma área de aproximadamente 107 km<sup>2</sup>, abrangendo três municípios da região (Macaíba, Parnamirim e Natal). As suas águas abastecem aproximadamente 280.000 habitantes da Zona Sul de Natal. A referida bacia é formada por rochas sedimentares e dunas móveis, paleo-dunas e depósitos Quaternários. A descarga líquida na seção 2, distante 6,49 km a montante da ETA, variou entre 0,62 m<sup>3</sup>/s (Dez/2007) e 10,6 m<sup>3</sup>/s (Jun/2008). A urbanização tem tido um efeito negativo no sistema fluvial. Ao longo dos anos, a expansão do uso do solo não tem considerado fatores ecológicos nem as restrições com vistas à proteção do sistema fluvial – isso tem gerado degradação do ambiente aquático e contaminação por substâncias tóxicas. A degradação da água e do sedimento é proveniente de fontes difusas e pontuais: esgotos domésticos, pecuária, resíduos de construção, resíduos automotores e pesticidas. A análise da ocupação na bacia por imagens de satélite (Figura 1) demonstrou que o baixo curso do sistema fluvial tem apresentado maior índice de ocupação (residencial, 17,6%; desenvolvimento urbano inicial, 12,9%).

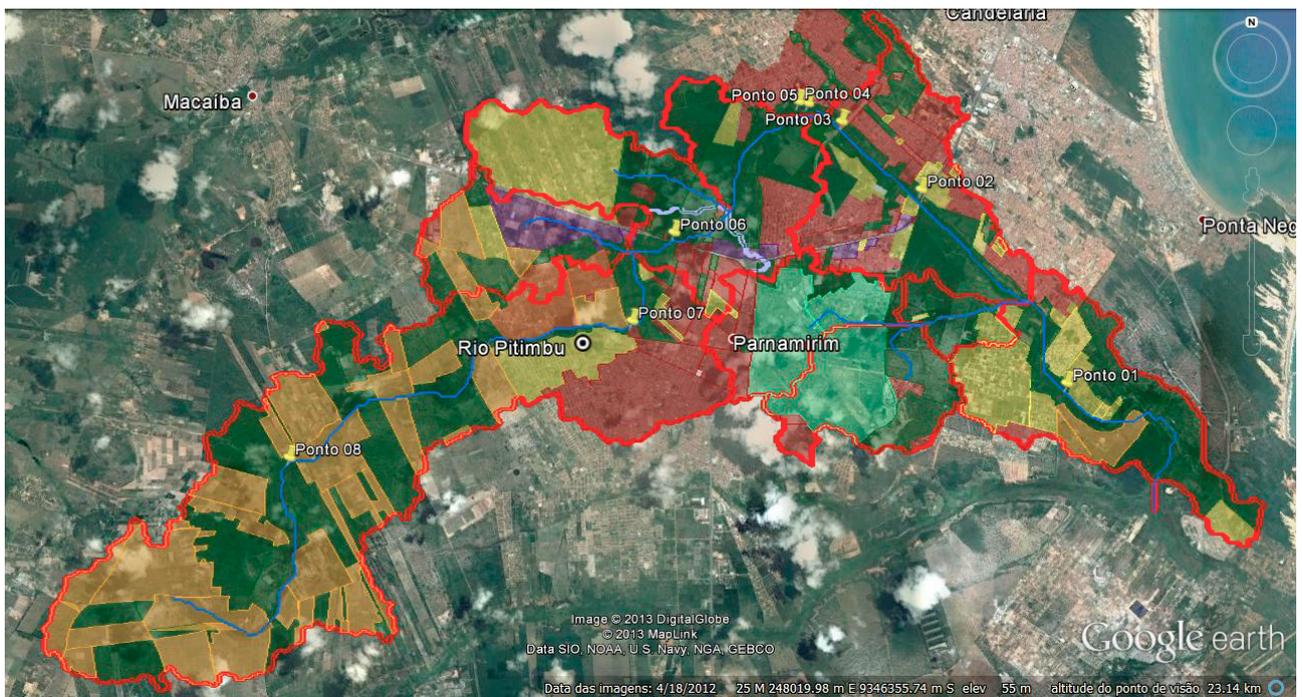


Figura 1 – Uso e ocupação do solo na Bacia Hidrográfica do rio Pitimbu, Natal.

A amostragem do sedimento e da água obedeceu a uma metodologia pré-estabelecida. Foram realizadas coletas em oito pontos ao longo da calha fluvial entre setembro/2011 e fevereiro/2012, durante a estação seca. O sedimento de fundo foi coletado usando uma draga tipo Van Veen. As amostras foram acondicionadas em recipientes PE 500g e congeladas a  $-5^{\circ}\text{C}$ . A seguir foram aquecidas em chapa a  $80^{\circ}\text{C}$  durante 24 horas, quando foram desagregadas e peneiradas (#63). Foi utilizada uma amostra de sedimento para o processo de digestão ácida (método 3050B). A solução obtida foi filtrada e diluída em água destilada. A solução obtida foi analisada em espectrofotômetro de absorção atômica (AA240 VARIAN). Foram analisados Pb, Ni, Cu, Cd, Fe, Al e Zn.

## GESTÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS NA BACIA

O Comitê da Bacia Hidrográfica do rio Pitimbu foi criado por lei Estadual com o objetivo de deliberar a política de gestão da água na bacia. O Comitê é um organismo colegiado composto de representantes de órgãos públicos e privados, ONGs e Universidades. No entanto, a história tem demonstrado que o impacto do Comitê na tomada de decisões na bacia é praticamente irrelevante. Isso se deve aos seguintes fatores: a. estrutura administrativa burocrática e centralizadora; b. arranjos administrativos sem organização estabelecida; c. gestão fragmentada, sem considerar os vínculos entre a água e o uso do solo; d. baixa capacidade técnica.

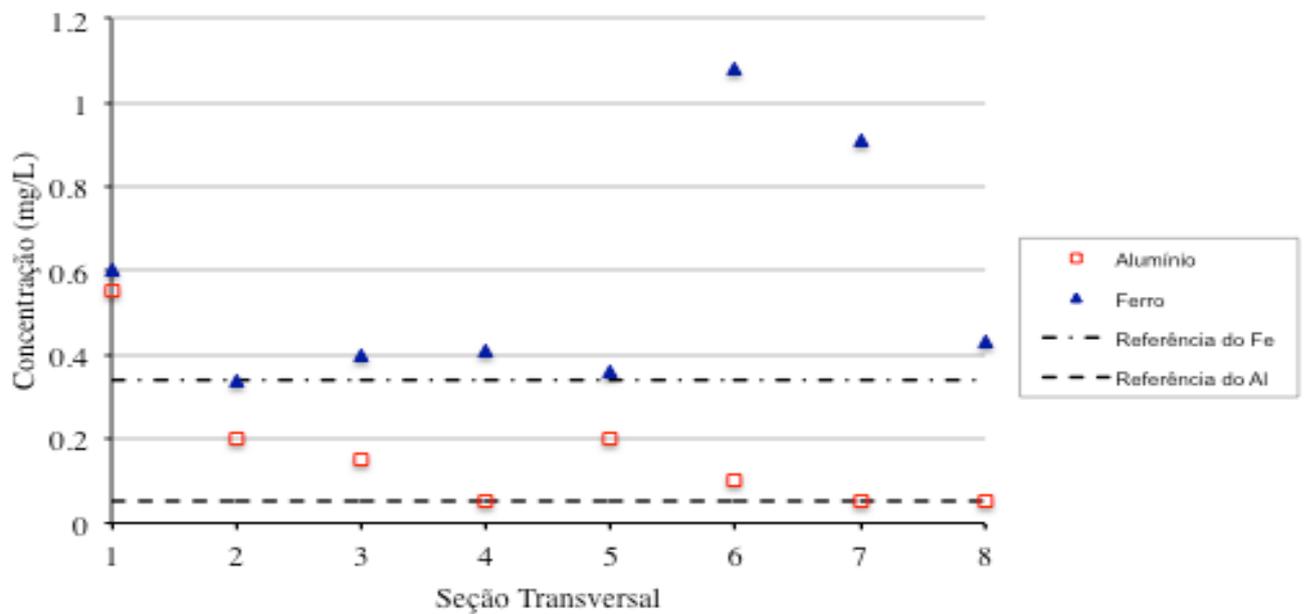
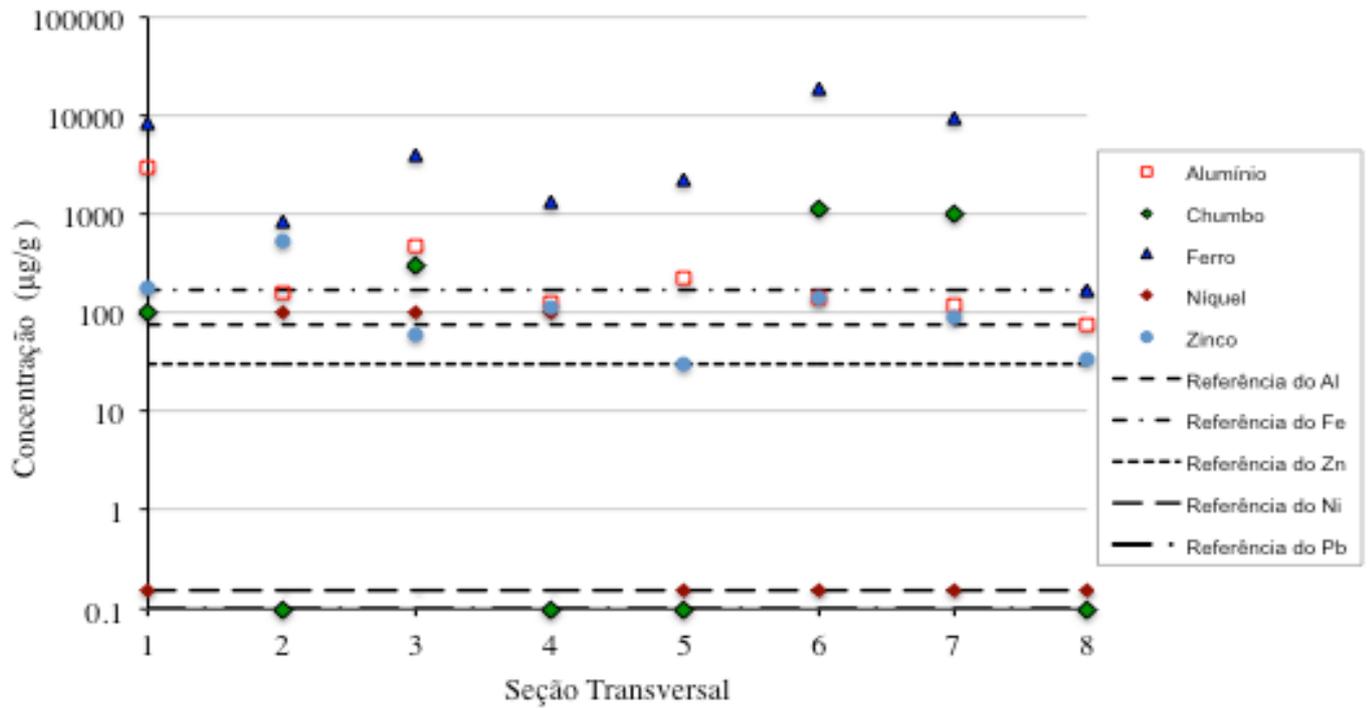
No contexto nacional, a experiência em atividades de gestão da água é relativamente recente. Apesar do esforço em implementar uma política de gestão a nível federal, a diversidade regional e os contrastes, com baixa capacidade institucional a nível local têm impedido a obtenção de resultados satisfatórios. Nesse contexto, a administração central deveria considerar as especificidades regionais e apoiar um processo de construção de capacidades institucionais. Nas regiões mais desenvolvidas, a capacidade institucional e o engajamento dos usuários produzem um modelo de gestão sustentável, os recursos são aplicados na infraestrutura e treinamento. Nas regiões menos desenvolvidas, por sua vez, a capacidade institucional tende a ser ineficaz e a gestão da água centralizada. Nessas regiões, a maioria dos usuários são resistentes a mudanças na estrutura de governança. No contexto da bacia do rio Pitimbu, uma política de uso e ocupação do solo institucionalmente desorganizada falha em não priorizar a proteção ambiental, o que produz impactos negativos na água e no ecossistema aquático. De fato, essa estrutura reflete um contexto de desequilíbrio do poder político com prejuízo da participação pública. Além disso, observa-se pouca relevância nos fatores ecológicos.

## **RESULTADOS**

A distribuição das concentrações de metais pesados no sedimento e na água ao longo da calha do rio Pitimbu estão apresentados nas Figuras 2(a) e 2(b), respectivamente, onde as linhas horizontais representam os níveis de referência. Esses níveis foram observados nas amostras coletadas nos pontos situados nas áreas de nascente da bacia. Cádmio e Cobre não foram observados no sedimento. Cádmio, Cobre, Chumbo, Níquel e Zinco não foram observados na água. Os níveis de metais obtidos representam valores médios na seção transversal. Foi observado um aumento dos níveis de metais pesados a medida que o rio drena áreas residenciais, agrícolas, pecuária, industriais e cruzamento de rodovias. Esse aumento não ocorreu de maneira uniforme, mas variou espacialmente como resultado da contaminação por fontes pontuais e difusas. Observou-se a presença de pontos de transferência de sedimentos de origem rodoviária ao longo da calha. Uma análise comparativa dos dados demonstrou que o enriquecimento por metais coincide com pontos ou trechos influenciados pela atividade humana.

Os níveis máximos de enriquecimento no sedimento demonstraram altos níveis de contaminação por Chumbo, Ferro, Alumínio, Níquel e Zinco (1100x, 110x, 40x, 100x, e 15x, respectivamente). Ferro e Chumbo foram especialmente altos nos pontos 6 (110x e 1100x) e 7 (55x e 1000x). O ponto 6 parece refletir o efeito da contaminação de origem rodoviária, uma vez que a calha fluvial é cortada por rodovia (BR 304) sujeita a intenso tráfego rodoviário. O enriquecimento do Ferro no

sedimento foi observado em todos os pontos e é provavelmente resultado de diferentes tipos de fontes.



Figuras 2(a) e 2(b) - Concentrações de metais pesados no sedimento e na água – sistema fluvial do rio Pitumbu, Natal.

As concentrações de Ferro observadas nas amostras de água foram especialmente altas nos pontos 6 e 7 (2,4x e 2,7x mais altas que os valores de referência) e parecem refletir o efeito da hidrologia fluvial durante o período de recessão do rio. As concentrações de alumínio demonstraram uma tendência de aumento para jusante, o que reflete o efeito da poluição difusa pelo escoamento subterrâneo.

Os resultados obtidos revelam que a contaminação da água e do sedimento fluvial do rio Pitimbu está relacionada com a ineficácia na política de governança na região. A estrutura de governança vigente não tem sido capaz de produzir água de abastecimento de forma sustentável, uma vez que a tomada de decisões no uso e ocupação do solo é centralizada e sem engajamento da população. Além disso, a perspectiva política de coletividade é pequena. Os resultados obtidos neste estudo podem ser úteis no enfrentamento dos seguintes temas:

- Um plano de gestão integrada da água que considere as características dos sistemas social e ambiental.
- A implementação de uma política de gestão da água deve estar fundamentada num processo de participação colaborativa (Molle et al., 2010).
- É fundamental buscar uma perspectiva coletiva da água, onde os indivíduos se esforcem para superar as suas diferenças.
- As relações entre os sistemas institucionais e ecológicas devem ser modeladas e analisadas.
- A compreensão da estrutura institucional e das interações é fundamental para construção da capacidade institucional (Kuhl, 2004).

## **AGRADECIMENTOS**

Este estudo foi desenvolvido com o apoio do CNPq/MCT/Governo Federal do Brasil, pelo que os autores agradecem.

## **REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

BEIERLE, T.C. & Cayford, J. (2002). *Democracy in practice: public participation in environmental decisions*. Resources for the Future Press.

- HAJER, M.A. & Wagenaar, H. (eds.) (2003). *Deliberative Policy Analysis – Understanding Governance in the Network Society*. Cambridge University Press.
- HUITEMA, D., Mostert, E., Egas, W., Moellenkamp, S. & Pahl-Wostl, C. (2009). *Adaptive water governance: assessing the institutional prescriptions of adaptive (Co-) management from a governance perspective and defining a research agenda*. *Ecology and Society* 14(1), 26, Available from <http://www.ecologyandsociety.org/vol14/iss1/art26/> (23 October 2013)
- KARKKAINEN, B.C. (2004). *Post-sovereign environmental governance*. *Global Environmental Politics* 4(1), 72-96, doi:10.1162/152638004773730220
- KÜHL, S. (2004). *Fashions in development cooperation. Capacity building and capacity development as new models for development aid organizations*. Available from [http://www.cgiar-ilac.org/files/Kuhl\\_Fashions\\_Development\\_Cooperation.doc](http://www.cgiar-ilac.org/files/Kuhl_Fashions_Development_Cooperation.doc) (23 October 2013)
- MOLLE, F., Wester, P. & Hirsch, P. (2010). *River basin closure: processes, implications and responses*. *Agricultural Water Management* 97 (4), 569-577, doi: 10.1016/j.agwat.2009.01.004
- OSTROM, E. (2005). *Understanding Institutional Diversity*. Princeton University Press.
- OWENS, P.N. (2008). *Sediment behaviour, functions and management in river basins*. *Sustainable Management of Sediment Resources*, 4: 1-29, doi:10.1016/S1872-1990(08)80003-7
- OWENS, P.N., Batalla, R.J., Collins, A.J., Gomez, B., Hicks, D.M., Horowitz, A.J., Kondolf, G.M., Marden, M., Oage, M.J., Peacock, D.H., Petticrew, E.L., Salomons, W. & Trustrum, N.A. (2005). *Fine-grained sediment in river systems: environmental significance and management issues*. *River Resources Applications* 21(7), 693-717, doi: 10.1002/rra.878
- PAHL-WOSTL, C. (2002). *Towards sustainability in the water. The importance of human actors and processes of social learning*. *Aquatic Sciences*, 64(4), 394-411. doi: 10.1007/PL00012594
- SRH (2006). *Plano Nacional de Recursos Hídricos: síntese executiva*, Secretaria de Recursos Hídricos, Ministério do Meio Ambiente, Brasília, Brasil. Available from [http://www.integracao.gov.br/c/document\\_library/get\\_file?uuid=c37feae3-8169-4049-900b-e8160661f541&groupId=66920](http://www.integracao.gov.br/c/document_library/get_file?uuid=c37feae3-8169-4049-900b-e8160661f541&groupId=66920) (23 October 2013)
- TAYLOR, K.G. & Owens, P.N. (2009). *Sediments in urban river basins: a review of sediment-contaminant dynamics in an environmental system conditioned by human activities*. *J. Soils Sediments* 9(4), 281-303, doi: 10.1007/s11368-009-0103-z
- VAN DER KERKHOF, M. & Huitema, D. (2004). *Public Participation in river basin management. A methodological perspective*. In: Information to support sustainable water management. From local to global levels, 141-148, Lelystad, RIZA.
- VIERS, J., Dupre, B. & Gaillardet, J. (2009). *Chemical composition of suspended sediments in world rivers: new insights from a new database*. *Science Total Environment* 407(2), 853-868, doi: 10.1016/j.scitotenv.2008.09.053