

MONITORAMENTO COM SEÇÕES TRANSVERSAIS AO RIO SÃO JOÃO (RJ) EM ÁREA DE MINERAÇÃO DE AREIA

OLIVEIRA, F.L.¹

¹UFRJ - Dept^o. Geologia, IGEO, CCMN, Av. Brigadeiro Trompowski, s/n, Cidade Universitária, Ilha do Fundão, RJ, CEP.: 21.949-900 e-mail: flavialopes@oi.com.br

MELLO, E.F.²

²UFRJ - Dept^o. Geologia, IGEO, CCMN, Av. Brigadeiro Trompowski, s/n, Cidade Universitária, Ilha do Fundão, RJ, CEP.: 21.949-900 e-mail: mello@geologia.ufrj.br

RESUMO

Localizada ao sudeste do estado Rio de Janeiro, com uma área em torno de 2.190km², a bacia do rio São João vem sofrendo diversas intervenções antrópicas ao longo dos anos. Entre as décadas de 50 e 80, o rio e alguns dos seus afluentes foram submetidos a obras de retificação, que intensificou a sua vazão, proporcionando o aumento da produção de areia e favorecendo a instalação dos areais, que funcionaram até 2002, época em que foram impedidos de prosseguir por órgãos ambientais devido a sua localização a montante da represa de abastecimento de água Juturnaíba, sob alegação de estar provocando o desequilíbrio fluvial e, principalmente, estar contribuindo para o assoreamento da represa. Diante disso, foi realizado um estudo, com o objetivo de avaliar a interferência da atividade de mineração na dinâmica fluvial do rio São João, através do monitoramento da calha fluvial nas áreas de extração, durante o funcionamento dos areais e após o fechamento. Tendo como base a metodologia de Oson-Rutz e Marlow (1992), foram implantadas nove seções transversais ao rio em cinco areais, uma no local da lavra e outra 100 metros a montante desta. O monitoramento ocorreu sistematicamente entre julho/2002 e setembro/2004, com medidas realizadas em curtos períodos de paralisação das dragas e após a interrupção da atividade mineira. Com o intuito de subsidiar a análise dos dados dos perfis transversais, foram obtidos e trabalhados dados da estação pluviométrica Gaviões da ANA/CPRM, localizada próximo à nascente do rio São João. Os resultados mostraram uma grande disponibilidade de areia, com rápidas reposições das áreas lavradas, e contínua sedimentação após o fechamento dos areais, principalmente para as empresas localizadas mais a montante, mesmo fora do período de maiores índices pluviométricos, o que confirma a predominância dos processos erosivos, indicando que a extração da areia, desde que devidamente monitorada, poderá promover a manutenção do perfil do fundo do rio.

Palavras-chave: seções transversais, dinâmica fluvial, mineração de areia

INTRODUÇÃO

A geometria e a dinâmica sedimentar de canais fluviais vêm sendo bastante estudadas, através de seções transversais ao rio, com a finalidade de identificar as suas variações morfológicas, os processos sedimentares predominantes e as influências de eventos naturais e antrópicos sobre a forma dos canais. Dentre as ações antrópicas nos canais fluviais está a dragagem de areia que pode acelerar o fluxo d'água, como também aumentar a erosão a montante.

À medida que o leito do rio é aprofundado há um incremento da ação erosiva nas partes altas da bacia, caracterizando a compensação flúvio-erosiva (Christofolletti, 1981). A carga de fundo de um sistema fluvial tem relação direta com a geometria hidráulica do

canal e quaisquer alterações envolvendo essa variável pode acarretar no desequilíbrio do perfil longitudinal do rio (Leopold *et al.*, 1964).

O rio São João, RJ e alguns de seus tributários, a partir da década de 50, foram submetidos a várias obras de retificação, sendo mais recorrentes durante a construção da represa Juturnaíba (décadas de 70 e 80). Tais intervenções desencadearam a aceleração da vazão do rio e os processos erosivos nas suas margens, proporcionando o aumento da produção de areia e conseqüentemente promovendo a instalação de portos de areia no curso médio-superior do rio (Cunha, 1995). A atividade mineira teve início na década de 70 e estendeu-se até o ano de 2002, quando foi impedida de prosseguir por órgãos ambientais, sob alegação de estar provocando o desequilíbrio fluvial e, principalmente, estar contribuindo para o assoreamento da represa. Diante disso, foi realizado um estudo, com o objetivo de avaliar a interferência da atividade de mineração na dinâmica fluvial do rio São João, através do monitoramento da calha fluvial nas áreas de extração, durante o funcionamento dos areais e após o fechamento.

ÁREA DE ESTUDO

Localizada ao sudeste do estado do Rio de Janeiro, a bacia do rio São João (Figura 1) integra parcialmente sete municípios e totalmente o município de Silva Jardim, onde funcionava o “Distrito Areeiro”. Tal município está representado pela folha SF-23-Z-B-VI (Silva Jardim) do IBGE, 1974, escala 1:50.000, e localizado entre as latitudes 7502 a 7506 e longitudes 760 a 772 em UTM.

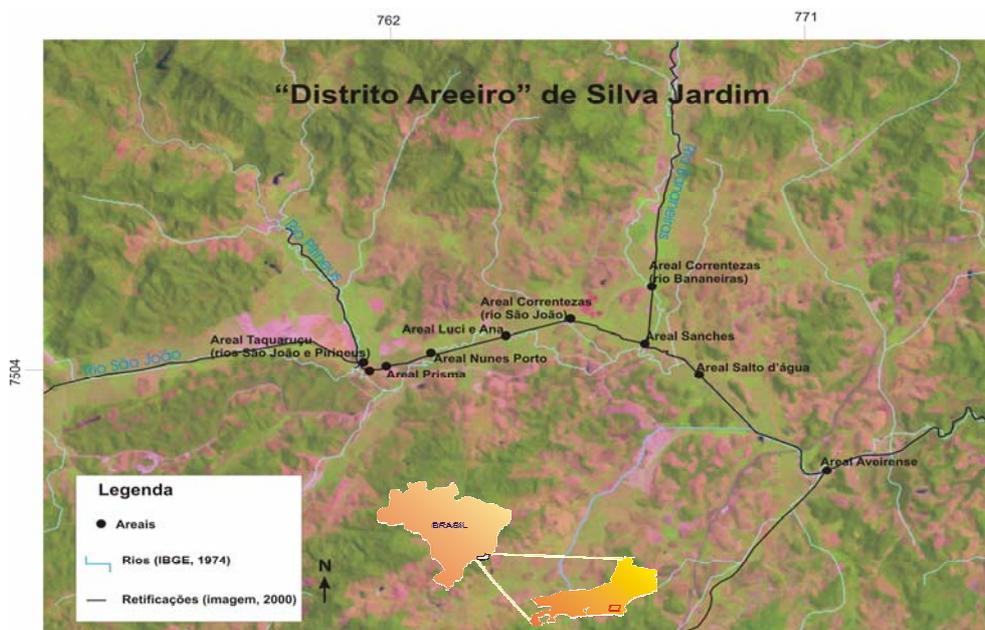


Figura 1 –Localização da área de estudo (imagem de satélite Landsat, 2000 /drenagem, 1994 – cedidas pelo CARTOGEO/NCE/UFRJ).

Com uma área em torno de 2.190km², a bacia do rio São João abrange sete unidades geológicas (DNPM, 1998): sedimentos fluviais e flúvio-marinhos (Quaternário), rochas alcalinas (Mesozóico), corpos sintectônicos (Granitóides Porfiroblásticos Angelin / Neoproterozóico), complexo São Fidélis - Pão de Açúcar (Neoproterozóico), unidade Tingui (Paleoproterozóico) e complexo Região dos Lagos (Paleoproterozóico). Os sedimentos fluviais referem-se aos depósitos das várzeas dos rios, onde ocorria a mineração de areia, e das planícies de inundação antigas e atuais. De acordo com Amador (1980), os depósitos de várzea são de areia quartzosa de granulometria média a grossa, angulosa e pouco selecionada. Já as planícies são constituídas por material argilo-arenoso com ou sem matéria orgânica.

Sob o ponto de vista geomorfológico, a bacia apresenta quatro unidades morfoesculturais: escarpas serranas; maciços alcalinos intrusivos; planícies flúvio-marinhas (baixadas); e superfícies aplainadas das baixadas litorâneas, CPRM (2001 *apud* Dantas, 2001). Entre 20 a 40m de altitude encontra-se a unidade geomorfológica “baixada do rio São João”, trata-se de planícies flúvio-marinhas, compreendendo os vales dos rios São João, Una e das Ostras, todos preenchidos por sedimentos de origem fluvial e flúvio-lagunar. Esses fundos de vales são delimitados pelas colinas baixas da superfície aplainada da Região dos Lagos ou por colinas isoladas e as vertentes íngremes situadas no sopé da escarpa da serra do Taquaruçu.

O rio São João nasce na serra do Sambê, complexo da serra do mar, a 700m de altitude e percorre uma distância de 150km até desaguar no oceano Atlântico, junto à cidade de Barra de São João. No curso superior do rio, os vales são muito encaixados até alcançar a larga planície aluvial, onde se encontravam os areais. Os afluentes da margem esquerda são mais acidentados, pois nascem na área montanhosa (Figura 2), sendo eles os que mais contribuem para o abastecimento hidráulico e sedimentar; já os afluentes da margem direita são em menor número e porte (Figura 3).

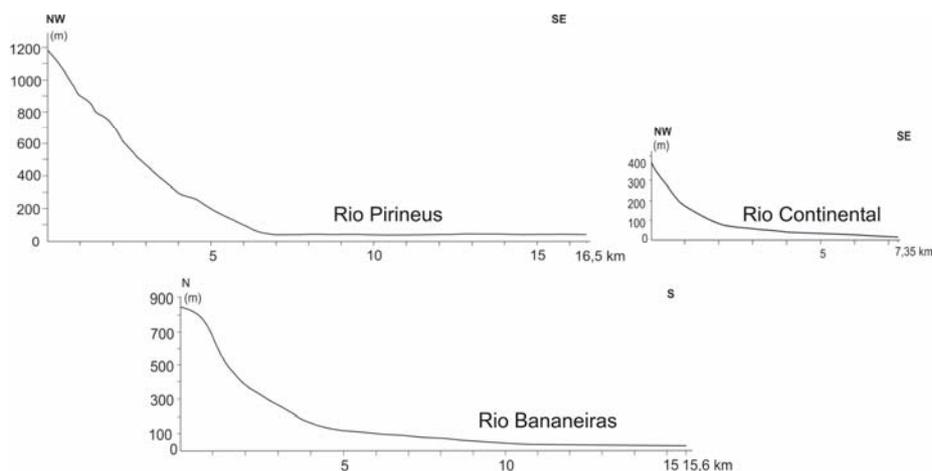


Figura 2 – Afluentes da margem esquerda do alto São João (Mello *et al.*, 2003).

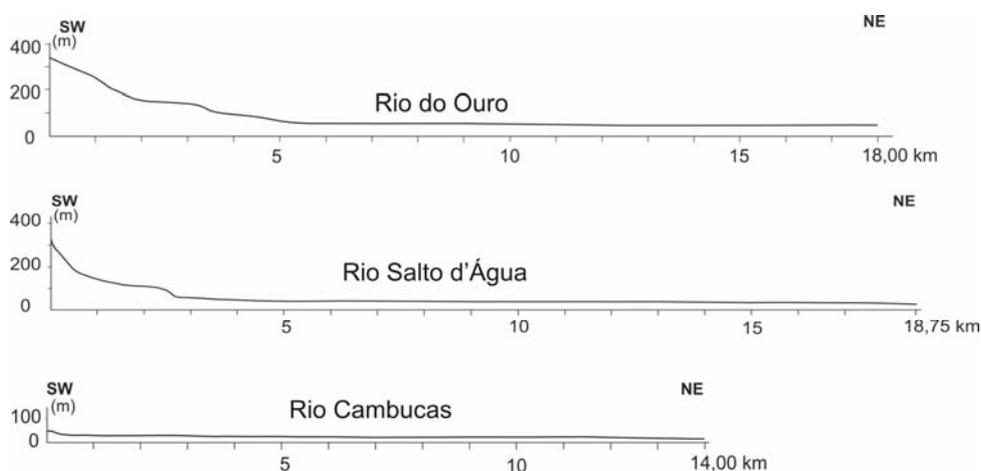


Figura 3 – Afluentes da margem direita do alto São João (Mello *et al.*, 2003).

No que concerne às características climáticas, na bacia do rio São João predomina o clima tropical quente úmido, com temperaturas médias variando de 18 a 24°C. Há uma influência, quase todo ano, da Massa Tropical Atlântica o que mantém a estabilidade do tempo, esta, entretanto, sofre frequentemente a interferência das frentes ou discontinuidades polares e linhas de instabilidade tropical, que promovem instabilidade. Os totais pluviométricos anuais são em torno de 2.000mm, com concentração nos meses de outubro a março (75% do total anual), sendo junho e julho os meses mais secos (Quintela e Cunha, 1990).

Em relação à cobertura vegetal observa-se, na bacia, dois tipos principais: na planície, vastas extensões colonizadas basicamente por gramíneas, formando pastagens e nas encostas das serras, assim como no trecho médio inferior do rio São João onde se localiza a Reserva Biológica de Poço das Antas, são encontrados remanescentes da Mata Atlântica. A devastação da cobertura vegetal da bacia do rio São João foi intensificada

após a implantação do cultivo irrigado (IBDF, 1981). O uso do solo é intenso, principalmente na parte sul, com presença de terrenos descobertos e já esgotados para o cultivo, que em grande parte são de cítricos, há a presença, também, de capoeira (mata secundária), principalmente próxima às margens dos rios; de brejos, periodicamente inundados e de mata ciliar em vários locais, sendo que, na porção do rio onde se localizavam os areais, a mata ciliar é praticamente inexistente.

A exploração vegetal acarretou fortes alterações que se refletiram diretamente sobre a fauna local. Hoje, a fauna nativa da região restringe-se, praticamente, às espécies encontradas na reserva biológica, porém tal encontra-se ameaçada pela fragmentação florestal (IBAMA, 2002). É constatada também a redução da fauna original de peixes devido às obras de engenharia sofridas pelos rios e pela lagoa na construção da represa (Mendonça, 2004).

METODOLOGIA

Foram selecionados cinco areais para monitoramento, sendo implantadas nove seções transversais ao rio. Com exceção do areal Sanches, em todos os demais foram instaladas duas seções, uma no local da lavra e outra 100 metros a montante desta. As medidas ocorreram no rio São João (areais Taquaruçu, Sanches e Aveirense), nos afluentes Pirineus (areal Taquaruçu) e Bananeiras (areal Correnteças), (Figura 01).

Tendo como base a metodologia de Oson-Rutz e Marlow (1992), em cada ponto de monitoramento foram colocadas estacas nas margens do rio e instrumentadas com tubos de aço galvanizado fincados, nivelados com nível de bolha e cimentados. A partir das extremidades dos tubos de aço foram tensionados cabos de aço, por onde foram tomadas as medidas da calha fluvial até a lâmina d'água, em intervalos de 50 em 50cm. As medidas da profundidade do canal foram tomadas com trena de aço, apropriada para este fim, igualmente em intervalos de 50cm, a bordo de um barco (Figuras 4 e 5).



Figura 4 – Técnica de monitoramento da calha fluvial.



Figura 5 - Levantamento de seção transversal, areal Taquaruçu - rio São João (Foto: Edson F. Mello - outubro/2002).

O monitoramento ocorreu sistematicamente entre julho/2002 e setembro/2004, com medidas realizadas em curtos períodos de paralisação das dragas e após a interrupção da atividade mineira. Com o encerramento das atividades o monitoramento prosseguiu, para uma avaliação do comportamento da calha fluvial sem o funcionamento das dragas. Para melhor comparação dos resultados, foram plotados os perfis transversais e calculadas as áreas dos perfis correspondentes à reposição, sedimentação e erosão.

Em todas as seções transversais foram tomadas medidas de cotas altimétricas, através do Altimetro Escape 203. Para tal, foram reconhecidas as Referências de Nível (RN's) topográficas mais próximas da área de estudo através do banco de dados geodésicos do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Posteriormente, foram localizadas e coletadas as altitudes de seis RN's, sendo registradas a hora e temperatura da tomada da medida, e considerado um erro em torno de 3m.

Com o intuito de subsidiar a análise dos dados dos perfis transversais, foram obtidos dados da estação pluviométrica Gaviões da ANA/CPRM, localizada próximo à nascente do rio São João, a 1.620m de altitude.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os dados obtidos nos perfis transversais ao rio referentes ao período de mineração indicaram uma rápida reposição de areia nos areais localizados mais a montante do rio, como foi o caso do areal Taquaruçu (rio São João), onde foi registrada uma total reposição na área dragada em apenas quatro dias, no mês de outubro de 2002 (Figuras 6; 7, Rep. 1). A área no perfil correspondente a esta reposição foi em torno de $16,8\text{m}^2$ no perfil, isto deve ter ocorrido, pelo motivo destes areais encontrarem-se mais próximos da área fonte, onde as declividades dos rios são bastante íngremes, o que leva o rio a ter um elevado poder erosivo e alta capacidade de aporte sedimentar (Figura 2). Esta capacidade aumenta, ainda mais, com as retificações de seus canais (Figura 1), pois a ausência de meandros acelera o fluxo do rio, aumentando a erosão no canal, e conseqüentemente o transporte e deposição de sedimentos, nas áreas mais a jusante.

Os areais localizados nos afluentes do rio São João também apresentaram rápida reposição de areia. No areal Taquaruçu (rio Pirineus), foi registrada uma reposição total após um mês e 19 dias da paralisação da draga (Figura 6), correspondendo a uma área de 20m^2 no perfil, entre os meses de julho a setembro de 2002 (Figura 7, Rep. 2). Posteriormente, o rio foi novamente dragado e feita uma nova medida da cava no dia 24 de setembro de 2002, onde foi observada, após um mês, uma total reposição de areia, correspondendo a uma área de 22m^2 no perfil (Figura 6).

No areal Correntezas (rio Bananeiras), foi verificada uma área de $14,4\text{m}^2$ no perfil (Figura 6), referente à completa reposição entre os meses de agosto e setembro de 2002 (Figuras 6; 7, Rep. 3). Após este período, o rio foi dragado novamente e houve uma reposição correspondendo a uma área de $25,5\text{m}^2$ no perfil, em três meses, de outubro de 2002 a janeiro de 2003 (Figuras 6; 7, Rep. 4).

A análise dos gráficos de pluviosidade junto com os perfis transversais indica uma relação direta entre a acelerada reposição de areia nas áreas lavradas e as chuvas registradas nos meses de agosto e setembro de 2002. Embora este período não corresponda ao período chuvoso, foram constadas quatro concentrações pluviométricas nesses dois meses (Figura 7).

Cerca de 5km abaixo do areal Taquaruçu (rio São João), está localizado o areal Sanches, onde foi observada uma reposição menos acelerada do que as anteriores, demorando quatro meses e meio para total recomposição da área lavrada (Figuras 6; 7, Rep. 5).

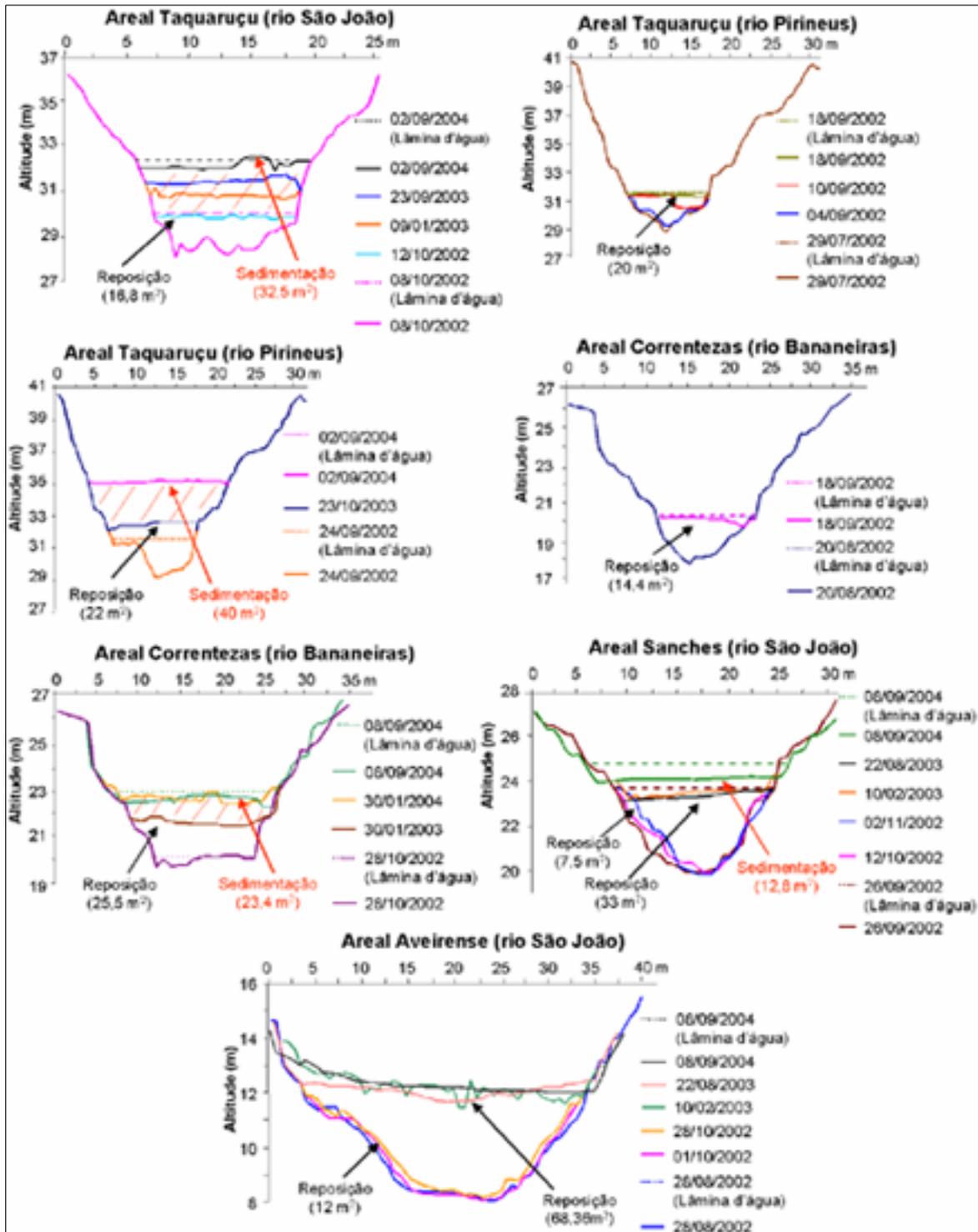


Figura 6 – Perfis transversais ao rio, seções nos portos de areia.

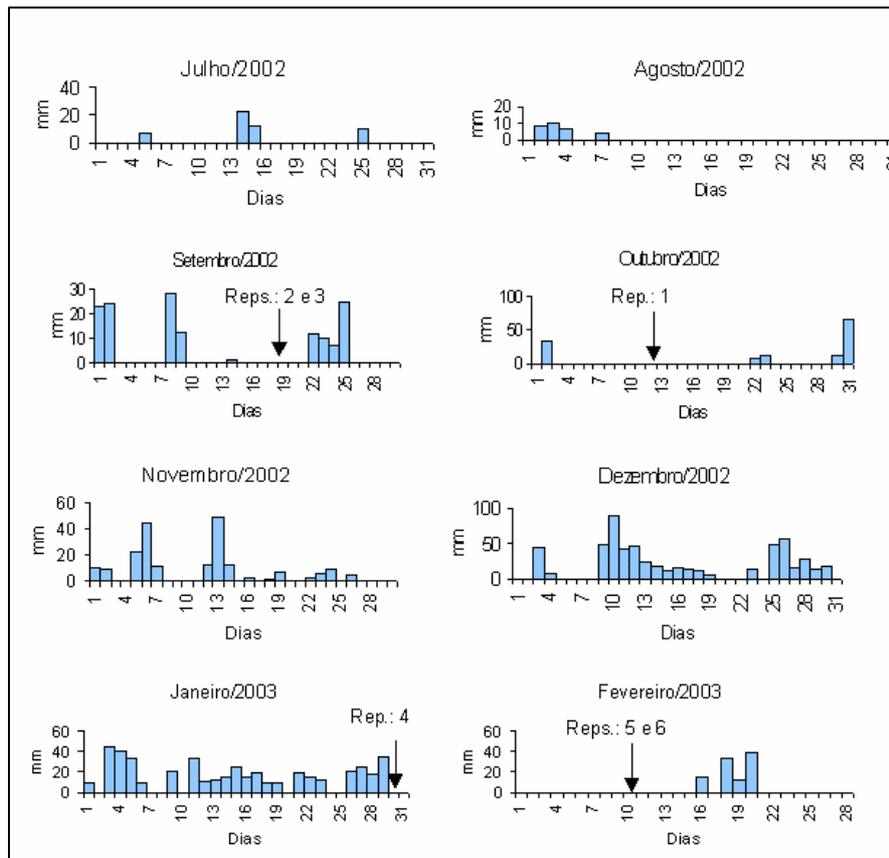


Figura 7 – Gráficos de distribuição pluviométrica diária, estação Gaviões (ANA/CPRM).

Cerca de 5km abaixo do areal Taquaruçu (rio São João), está localizado o areal Sanches, onde foi observada uma reposição menos acelerada do que as anteriores, demorando quatro meses e meio para total recomposição da área lavrada (Figuras 6; 7, Rep. 5).

No areal Aveirense, localizado mais a jusante, a reposição de sedimentos foi a menos acelerada, indicada pelo acréscimo de apenas 12m² no perfil, em dois meses (de agosto a outubro de 2002). A total reposição ocorreu somente após iniciar o período chuvoso, sendo registrada em fevereiro de 2003, correspondendo a uma área de 68,36m² no perfil (Figuras 6; 7, Rep. 6).

Com exceção da seção transversal 100m acima da área dragada do areal Taquaruçu (rio São João), em todas as demais, na mesma situação, foi constatada a predominância dos processos de sedimentação. Somente na seção do areal Taquaruçu foi observada erosão da calha fluvial durante o período de extração de areia (Figura 8).

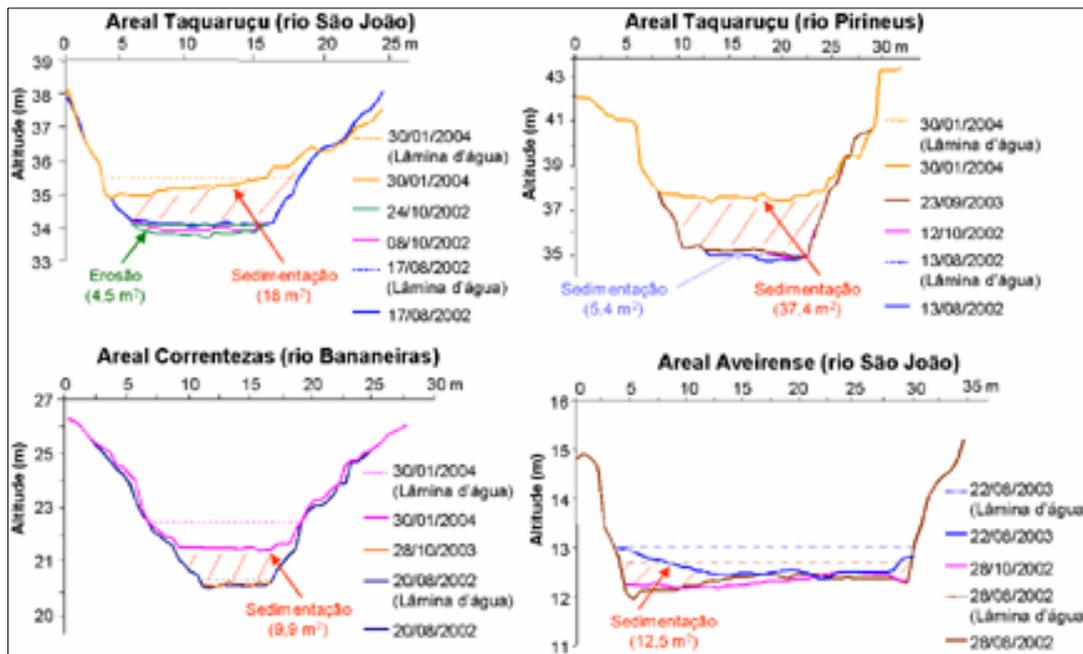


Figura 8 – Perfis transversais ao rio, seções a 100m dos portos de areia.

Os dados levantados nas áreas dragadas de todos os areais, após a paralisação destes, indicaram um aumento da pilha de sedimentos na calha fluvial, com exceção do areal Aveirense, onde este aumento não foi observado. Os areais em que ocorreram maior sedimentação foram o areal Taquaruçu, no rio São João e Pirineus, com respectivamente $32,5$ e 40m^2 em áreas nos perfis e o areal Correnteças, no rio Bananeiras, com $23,4\text{m}^2$ no perfil (Figura 6).

Após a paralisação dos areais, as medidas feitas 100m acima das dragas indicaram uma sedimentação mais acelerada em todos os pontos monitorados, e principalmente no areal Taquaruçu (rio Pirineus), onde a sedimentação chegou a ocupar uma área de $37,4\text{m}^2$ no perfil (Figura 8).

CONCLUSÕES

O monitoramento com seções transversais permitiu identificar uma acelerada reposição de areia nas áreas dragadas durante o período de atividade de mineração e um progressivo acúmulo de sedimentos arenosos após sua paralisação, resultando no assoreamento dos canais fluviais. Esta constatação sugere que o maior dano ao rio é atribuído a perda de seus meandros. A retificação dos canais fluviais tem proporcionado um substancial aumento da energia fluvial e, por conseguinte, deve estar aumentando a

carga de sedimento transportado por arrasto. Assim a extração da areia, desde que devidamente monitorada, poderá promover a manutenção do perfil do fundo do rio.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMADOR, E. S. Traços gerais da evolução quaternária da bacia do rio São João, RJ. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 31. 1980, Balneário de Camboriú. **Anais...** Balneário de Camboriú: SBG, 1980. v. 1, p. 542-556.

CHRISTOFOLETTI, A. O canal fluvial. In: **Geomorfologia fluvial**. São Paulo: Edgard Blücher, v. 1, 1981. 313 p.

CUNHA, S. B. **Impactos ambientais das obras de engenharia sobre o ambiente biofísico da bacia do rio São João (Rio de Janeiro – Brasil)**. Rio de Janeiro: edição do autor, 1995. 378 p.

DANTAS M. E., **Geomorfologia do Estado do Rio de Janeiro**: texto explicativo do mapa geomorfológico do estado do Rio de Janeiro. Brasília: Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais-CPRM, 2001. CD-ROM.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE PRODUÇÃO MINERAL. Texto explicativo do Mapa Geológico do Estado do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro: Departamento Nacional de Produção Mineral - DNPM, 1998. Escala 1:400.000.

INSTITUTO BRASILEIRO DE DESENVOLVIMENTO FLORESTAL. **Reserva Biológica de Poço das Antas, Plano de Manejo**. Ministério da Agricultura. Rio de Janeiro: IBDF, 1981. 95 p.

INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS. **Unidades de Conservação, Reservas Biológicas, Reserva Biológica de Poço das Antas**. 2002. Disponível em: <<http://www.ibama.gov.br>>. Acesso em: 15/jan. 2005.

LEOPOLD, L.B.; WOLMAN, M.G.; MILLER, J.P., **Fluvial Processes in Geomorphology**. San Francisco, CA: W. H. Freeman and Co, 1964. 522 p.

MELLO, E. F. et al. A mineração de areia no curso médio-superior do rio São João, município de Silva Jardim, RJ: conflitos ambientais e desenvolvimento sustentável. In: SEMINÁRIO RECURSOS GEOLÓGICOS, AMBIENTE E ORDENAMENTO DO TERRITÓRIO, 3., 2003, Vila Real, Portugal. **Anais...** Vila Real, Portugal: Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro, 2003. p. 71-79.

MENDONÇA, H. S. **Caracterização e afinidades da ictiofauna do Reservatório de Juturnaíba, em Silva Jardim, Estado do Rio de Janeiro**. 2004. 99 f. Dissertação (Mestrado em Zoologia) - Museu Nacional/Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2004.

OLSON-RUTZ, K. L.; MARLOW, C. B. Analysis and interpretation of stream channel cross-sectional data. **North American Journal of Fisheries Management**, United States, v.1, n. 12, p. 55-61, 1992.

QUINTELA, M. A. e CUNHA, S. B. O Regime Pluviométrico e o diagnóstico ambiental na área de influencia do reservatório de Juturnaíba, RJ. **Anuário do instituto de Geociências**. Universidade Federal do Rio de Janeiro, 1990. p. 167-182.