



Periódico da Universidade Vale do Rio Verde

ISSN: 2526-690X

Edição especial | II SBHSF | 2018



Cleidinilson de Jesus Cunha

Doutor em Geografia. Professor Efetivo do Instituto Federal de Sergipe/Campus Itabaiana
cleidinilson.cunha@ifs.edu.br

José Wellington Carvalho Villar

Doutor em Análisis Geográfico en la Ordenación del Teritorio pela UNIVERSIDADE DE GRANADA (2000), Espanha.

Professor Efetivo do Instituto Federal de Sergipe e do NPGEO (Núcleo de pós-graduação em Geografia) da UFS (Universidade Federal de Sergipe)
wvillar@yahoo.com.br

Lidriana de Souza Pinheiro

Doutora em Oceanografia pela UFPE Professora do Programa de Pós-Graduação em Ciências Marinhas Tropicais (UFC) e do Programa de Pós-Graduação em Geografia (PROPGEO-UECE)
lidriana.lgco@gmail.com

A REGULARIZAÇÃO DA VAZÃO COMO INDICADOR DE PRESSÃO HIDROLÓGICO E GEOMORFOLÓGICO NO SISTEMA ESTUARINO DO RIO SÃO FRANCISCO

Resumo: A regularização da vazão tem implicação direta no sistema hidrológico e geomorfológico do Baixo São Francisco (BSF), com reflexos nos processos de erosão e sedimentação concebendo no contexto da relação homem-natureza novas referências com a dinâmica ambiental. O objetivo deste trabalho foi estudar as alterações geomorfológicas (erosão/sedimentação) e hidrológicas ocasionadas pela regularização da vazão das usinas hidrelétricas e suas implicações ao complexo socioambiental do estuário. A opção pela abordagem sistêmica privilegiou a percepção do todo e de suas conexões no âmbito da complexidade de interações da dinâmica ambiental do BSF. A análise integrada da paisagem proposta pelo estudo, representa arcabouço metodológico e teórico determinante para o planejamento e desenvolvimento de sistemas produtivos sustentáveis (agroecossistemas). A utilização de dados secundários, observação direta, análise cartográfica e roteiro de entrevistas constituíram-se em importante ferramenta para o presente estudo. Os processos de erosão e sedimentação foram alterados com a regularização de fluxos do canal fluvial, contribuindo para a aceleração da erosão marginal, assoreamento e formação de bancos de areia e transformações na foz e litoral adjacente, com implicações no complexo ambiental, representado pela base de recursos naturais e nas diversas atividades desenvolvidas em agroecossistemas familiares tradicionais e modernos.

Palavras-chave: Dinâmica ambiental. Geomorfologia Fluvial. Estuário São Francisco.

THE REGULATION OF THE FLOW AS INDICATOR OF HYDROLOGICAL AND GEOMORPHOLOGICAL PRESSURE IN THE ESTUARY SYSTEM OF RIO SÃO FRANCISCO

Abstract: The flow regularization has a direct implication in the hydrological and geomorphological system of the Baixo São Francisco (BSF), with erosion and sedimentation processes reflecting new references to the environmental dynamics in the context of the human-nature relationship. The objective of this work was to study the geomorphological (erosion / sedimentation) and hydrological changes caused by the regularization of the Xingó HPP flow and its implications to the socioenvironmental complex of the estuary. It is observed, therefore, that in the systemic approach the perception of the whole and its connections in the scope of complexity

are indispensable conditions, that is, as a complex and unstable whole. The integrated analysis of the landscape proposed by the study represents a methodological and theoretical framework determinant for the planning and development of sustainable productive systems (agroecosystems). The systemic approach based on the use of secondary data, direct observation, cartographic analysis and interview script was an important tool for the present study. The erosion and sedimentation processes were altered with the regularization of river channel flows, contributing to the acceleration of the marginal erosion, sedimentation and formation of sandbanks and transformations in the mouth and adjacent coast, with implications in the environmental complex, represented by the base of natural resources and in the diverse activities developed in traditional and modern family agroecosystems.

Keywords: Environmental Dynamics. Geomorphology River. Estuary San Francisco.

INTRODUÇÃO

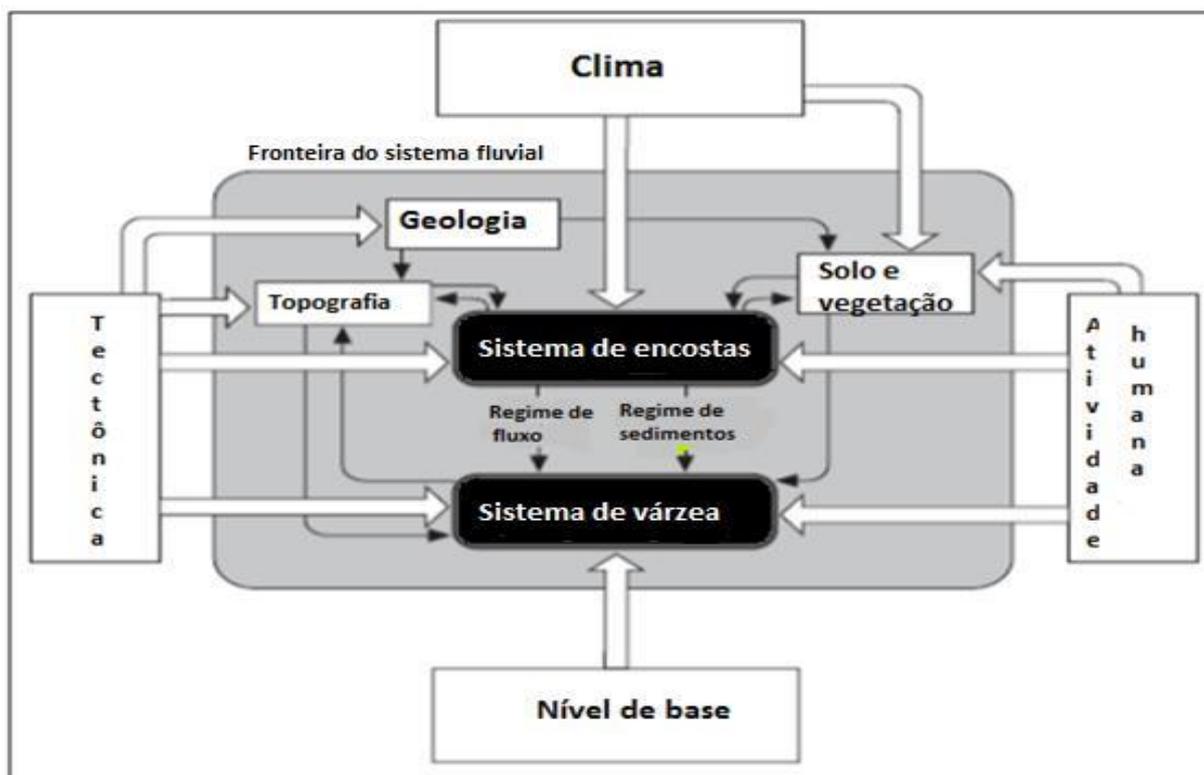
O estudo do regime de fluxos nos canais fluviais nos permite indagações acerca da importância da compreensão da força exercida no seu leito e margens, especialmente quando se trata de modificações quanto ao controle desses fluxos a partir da construção de barramentos em regiões estuarinas. O conhecimento da funcionalidade dos fluxos e sua sazonalidade natural permite estabelecer conjecturas sobre o sistema fluvial. Com base nessa premissa, é de interesse que as análises no âmbito dos fluxos de canais fluviais considerem o estudo totalizador e integrado da paisagem ao sistema fluvial.

Os sistemas fluviais são abertos com estrutura decorrente da bacia de

drenagem e podem ser divididos em subsistemas (CHARLTON, 2008) como os morfológicos (*Hillslopes/sistema de encostas e Channel floodplain system/sistema de várzea*), em cascata (refere-se ao fluxo de água e sedimentos do sistema morfológico) e processo de resposta (decorrente das características e modificações aos sistemas anteriores, ajustando-se as condições reais).

Ainda segundo o referido autor, as mudanças em variáveis externas e internas (Figura 1) podem interferir no padrão de drenagem, declividade dos *hillslope*, tipo de solo, descarga de fluxo, produção de sedimentos, padrão e profundidade dos canais. Isso se deve a interação existente no âmbito dos elementos que constituem o sistema fluvial.

FIGURA 1 - Representação simplificada de um sistema fluvial



Fonte: Adaptado de Charlton (2008)

Analogamente, verifica-se ao longo da bacia de drenagem do rio São Francisco, modificações ao seu sistema morfológico, como nos *hillslopes*, que devido à ação antrópica diante do uso e ocupação do solo, seja por atividades agropecuárias tradicionais ou ainda a partir de novas atividades decorrentes da penetração consistente do capitalismo diante da presença de cultivos comerciais em larga escala, interfere no processo erosivo e hidrossedimentológico, adicionando a esse fato o agravante de barragens em cascata no seu médio e baixo curso.

No tocante ao baixo curso do rio, fonte de estudo deste trabalho, as transformações ao sistema morfológico configuram-se no *floodplain system*, devido a redução de fluxos e de sedimentos decorrentes da construção de barragens, interferindo no equilíbrio e manutenção de ecossistemas locais e consequente impacto as comunidades locais. Nesse controle remete-se a necessária compreensão da integração entre os elementos que compõem a estrutura, bem como da complexidade inerente ao sistema em questão.

De acordo com Penteadó (1980), na abordagem dos sistemas de processos e

respostas, há uma combinação de sistemas em sequência e morfológicos. Os primeiros indicam os processos e os segundos a forma, sendo esta uma resposta a determinados estímulos (processos).

Facilmente se presume que nos sistemas fluviais, levando em conta a bacia de drenagem, há um processo natural entre os fatores ou elementos que promovem *inputs* e *outputs* ao sistema em questão. Os *inputs* de energia são oriundos da precipitação, e dos *outputs*, relacionados a água e sedimentos oriundos da erosão fluvial e encostas existentes no âmbito da bacia (GUERRA E MENDONÇA, 2011).

MATERIAL E MÉTODOS

O empírico do trabalho compreende o estuário do rio São Francisco e entorno, abrangendo os municípios de Piaçabuçu e Penedo no Estado de Alagoas, e os municípios de Brejo Grande, Ilha das Flores e Neópolis no Estado de Sergipe. Os municípios envolvidos na pesquisa estão diretamente associados à dinâmica e conflitos socioambientais estuarinos, pois no baixo curso é que são mais contundentes os impactos dos barramentos, já que os mesmos desenvolvem, historicamente, atividades que contemplam os elementos

da paisagem representada especialmente pelo rio São Francisco, inclusive compondo a foz e litoral adjacente.

Os dados hidrológicos foram obtidos na Companhia Hidroelétrica do São Francisco (CHESF) a partir do sistema de controle e gerenciamento de dados hidrológicos, bem como do Sistema de Informações Hidrológicas (SIH), da Agência Nacional das Águas (ANA). As estações fluviométricas (Traipu e Propriá) utilizadas para leitura e interpretação foram àquelas situadas a jusante da Usina Hidrelétrica de Xingó. A Secretaria de Recursos Hídricos e Meio Ambiente (SEMARH), Administração Estadual do Meio Ambiente (ADEMA), Secretaria de Estado do Planejamento, Orçamento e Gestão (SEPLAG), em especial a diretoria de cartografia desse órgão, foram importantes para a cessão de imagens da foz do rio São Francisco.

As séries históricas referiram-se ao período anterior e posterior a construção da UHE Xingó, com dados de vazões normais, restrição, médias diárias (07h e 17h) mensais e anuais máximas e mínimas. Também se coletou dados relativos ao comportamento dos reservatórios de Xingó e aqueles a montante, tendo em vista a capacidade de retenção de águas do canal fluvial das barragens de Sobradinho e Itaparica, e devido ao caráter sazonal de

descargas do rio São Francisco no seu baixo curso, e em especial, no estuário.

A observação direta e as anotações no diário de campo estiveram presentes em todas as campanhas de campo, bem como a conversa informal com os agricultores e pescadores. Estas técnicas permitiram uma melhor compreensão da realidade local.

As campanhas de campo ocorreram no primeiro semestre de 2014, tanto por via fluvial em embarcações de pequeno porte, quanto por via terrestre, a partir das rodovias estaduais (AL-225, SE-200 e SE-204) e vicinais que margeiam o baixo rio São Francisco, respeitando os limites dos municípios de Brejo Grande, Ilha das Flores e Neópolis, no Estado de Sergipe, e os municípios de Piaçabuçu e Penedo, no Estado de Alagoas.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

ALTERAÇÕES

GEOMORFOLÓGICAS NA ESTRUTURA E DINÂMICA ESTUARINA DO RIO SÃO FRANCISCO DECORRENTES DA REGULARIZAÇÃO DA VAZÃO.

Alguns trabalhos científicos procuraram identificar, quantificar e

cartografar os pontos de erosão marginal (CASADO *et al*, 2000; FONTES, 2002; CUNHA, 2011) no Baixo São Francisco. Na área de estudo, compreendida entre os municípios de Neópolis/SE e Penedo/AL local com campos de areia e remanescentes de dunas vegetadas até a foz (OLIVEIRA, 2003), o canal assume padrão anastomosado, como observado na figura 04, diferentemente do padrão geométrico entrelaçado do trecho anterior (Propriá até Penedo) (CUNHA, 2011). Os processos de erosão marginal bem como de assoreamento do canal estarão presentes até a foz.

Na concepção de Guerra e Cunha (2011), os canais anastomosados caracterizam-se por apresentar grande volume de carga de fundo que, conjugado com as flutuações de descargas, ocasionam sucessivas ramificações, ou múltiplos canais que se subdividem e se reencontram, separados por ilhas assimétricas e barras arenosas. Essas barras são bancos ou coroas de detritos móveis carregados pelos cursos de água e ficam submersas durante as cheias. As ilhas são mais fixas ao fundo do leito, apesar da ação erosiva e da sedimentação, podendo ficar parcialmente emersas no decorrer do período das cheias. Também as barras podem ser estabilizadas pela deposição de sedimentos mais finos e/ou

pela fixação da cobertura vegetal durante os intervalos de enchentes.

Nas campanhas de campo, foi possível observar vários pontos de erosão como os que estão representados na figura 2. No município de Brejo Grande, por exemplo, foram identificados vários trechos do rio onde a erosão pode ser identificada, como é o caso da erosão marginal no povoado Saramém, onde esse processo foi responsável pelo deslocamento do entreposto de pesca para outra localidade situada a cerca de 200 metros em direção à foz.

Eis a razão da reclamação latente dos pescadores com as modificações ocorridas com a construção de barragens a montante e seus impactos múltiplos na morfologia do canal, que nesse caso promoveu o deslocamento dos mesmos para área situada rio abaixo. Também é notória, na fala mínimas. Também se coletou dados relativos ao comportamento dos reservatórios de Xingó e aqueles a montante, tendo em vista a capacidade de retenção de águas do canal fluvial das barragens de Sobradinho e Itaparica, e devido ao caráter sazonal de descargas do rio São Francisco no seu baixo curso, e em especial, no estuário.

A observação direta e as anotações no diário de campo estiveram presentes em todas as campanhas de campo, bem

como a conversa informal com os agricultores e pescadores. Estas técnicas permitiram uma melhor compreensão da realidade local.

As campanhas de campo ocorreram no primeiro semestre de 2014, tanto por via fluvial em embarcações de pequeno porte, quanto por via terrestre, a partir das rodovias estaduais (AL-225, SE-200 e SE-204) e vicinais que margeiam o baixo rio São Francisco, respeitando os limites dos municípios de Brejo Grande, Ilha das Flores e Neópolis, no Estado de Sergipe, e os municípios de Piaçabuçu e Penedo, no Estado de Alagoas.

ALTERAÇÕES GEOMORFOLÓGICAS NA ESTRUTURA E DINÂMICA ESTUARINA DO RIO SÃO FRANCISCO DECORRENTES DA REGULARIZAÇÃO DA VAZÃO

Alguns trabalhos científicos procuraram identificar, quantificar e cartografar os pontos de erosão marginal (CASADO *et al*, 2000; FONTES, 2002; CUNHA, 2011) no Baixo São Francisco. Na área de estudo, compreendida entre os municípios de Neópolis/SE e Penedo/AL local com campos de areia e remanescentes de dunas vegetadas até a

foz (OLIVEIRA, 2003), o canal assume padrão anastomosado, como observado na figura 04, diferentemente do padrão geométrico entrelaçado do trecho anterior (Propriá até Penedo) (CUNHA, 2011). Os processos de erosão marginal bem como de assoreamento do canal estarão presentes até a foz.

Na concepção de Guerra e Cunha (2011), os canais anastomosados caracterizam-se por apresentar grande volume de carga de fundo que, conjugado com as flutuações de descargas, ocasionam sucessivas ramificações, ou múltiplos canais que se subdividem e se reencontram, separados por ilhas

assimétricas e barras arenosas. Essas barras são bancos ou coroas de detritos móveis carregados pelos cursos de água e ficam submersas durante as cheias. As ilhas são mais fixas ao fundo do leito, apesar da ação erosiva e da sedimentação, podendo ficar parcialmente emersas no decorrer do período das cheias. Também as barras podem ser estabilizadas pela deposição de sedimentos mais finos e/ou pela fixação da cobertura vegetal durante os intervalos de enchentes.

Nas campanhas de campo, foi possível observar vários pontos de erosão como os que estão representados na figura 2.

FIGURA 2 - No primeiro plano imagem do Google Earth, identificando a área de estudo. No plano inferior duas imagens representando a erosão marginal em Brejo Grande/SE



Organização: autor, 2014.

No município de Brejo Grande, por exemplo, foram identificados vários trechos do rio onde a erosão pode ser identificada, como é o caso da erosão marginal no povoado Saramém, onde esse processo foi responsável pelo deslocamento do entreposto de pesca para outra localidade situada a cerca de 200 metros em direção à foz.

Eis a razão da reclamação latente dos pescadores com as modificações ocorridas com a construção de barragens a montante e seus impactos múltiplos na morfologia do canal, que nesse caso promoveu o deslocamento dos mesmos para área situada rio abaixo. Também é notória, na fala dos mesmos, a insatisfação com o controle de vazão do rio e sua implicação na renovação e manutenção dos estoques de pesca, bem como da sua sobrevivência enquanto pescador artesanal ou familiar.

Em estudo realizado por Cunha (2011) sobre os impactos geomorfológicos decorrentes da barragem de Xingó ao BSF (Baixo São Francisco), as mudanças geomorfológicas foram agrupadas hierarquicamente em mudanças de primeira ordem (modificações ao regime hidrológico e sedimentológico); segunda ordem (aumento do poder erosivo do fluxo do canal ao entalhe do leito do rio); e terceira ordem (mudanças no perfil

longitudinal e no gradiente do rio, os processos de erosão nas margens e as mudanças no perfil transversal, e as modificações na dinâmica da foz).

A autora citada ainda menciona a identificação de 72 focos de erosão marginal ativos entre Pão de Açúcar/AL e a foz, sendo que no trecho entre Própria/SE e a foz é onde ocorre maior concentração desses focos (57), correspondendo a 29,9 km sob erosão na margem direita e 17,8 km na margem esquerda.

Fontes (2002), Guimarães (2004) e Casado *et al* (2000) concluíram que o principal trecho do rio onde ocorre o maior número de pontos de erosão marginal é entre o município de Propriá (SE) a Penedo (AL), mas esse problema pode ser observado em vários pontos até a foz entre os municípios de Piaçabuçu (AL) e Brejo Grande (SE).

Ainda conforme a visão dos atores sociais locais verificou-se nesse trecho, a partir de entrevistas com pescadores e ribeirinhos, a dificuldade apresentada pelas barras arenosas submersas e relativamente rasas para a navegabilidade daqueles que utilizam com determinada frequência o transporte fluvial, bem como foi constatado em entrevistas com técnicos de companhias de abastecimento de água em Alagoas (CASAL) e Sergipe (DESO)

quanto aos problemas de captação nas adutoras do BSF. Esse problema se acentua diante da aplicação da vazão de restrição temporária de 1100 m³/s em 2013 e 2014, como foi exposto no item anterior.

MUDANÇAS NA MORFOLOGIA E DINÂMICA DA FOZ E LITORAL ADJACENTE

Os reflexos mais significativos da regularização do fluxo de carga líquida e sólida ocorrem no baixo curso do rio (CHARLTON, 2008), especialmente quando tratamos de um canal fluvial com barragens em cascata como é o caso do rio São Francisco. A dinâmica estuarina (PINHEIRO e MORAIS, 2010; GENZ, 2006) e a foz são diretamente afetados pelo controle de fluxos e mudanças ao regime hidrossedimentológico (BRANDT, 2000, 2005) e morfologia do canal.

Na figura 3 observa-se a evolução da morfologia da foz em três momentos distintos: o primeiro correspondente as imagens 01 e 02, de 1971, onde fica evidente a elevada carga de sedimentos na foz, bem como sua turbidez e formação de esporão na margem direita (Sergipe). Nas imagens 03 e 04, de 1984, já se pode perceber mudanças na morfologia da foz com a formação de esporões

semisubmersos na margem alagoana e contínuo na margem sergipana.

Para Oliveira (2003), o controle da distribuição de sedimentos na foz do rio São Francisco é de uma forma geral controlado pela influência fluvial e pelos fenômenos marítimos. Esta influência atua na remoção e deposição de sedimentos ao longo desse sistema.

Vale ressaltar que a UHE Sobradinho já estava em pleno funcionamento. A Imagem 05 de 16/05/2010 mostra mudanças mais significativas na foz, pois a formação de um longo esporão na margem esquerda (AL) funciona como barreira ao fluxo do canal, promovendo um deslocamento desse fluxo para a margem direita (SE) e contribui para o maior processo erosivo. Convém, no entanto, evidenciar que nesse momento já estava em operação a UHE Xingó.

Pinheiro e Moraes (2010), em estudo realizado no rio Catu/CE, comprovou que os barramentos representavam fator de pressão, promovendo a degradação ambiental e comprometendo a capacidade de suporte do estuário, diante da diminuição da vazão de água doce.

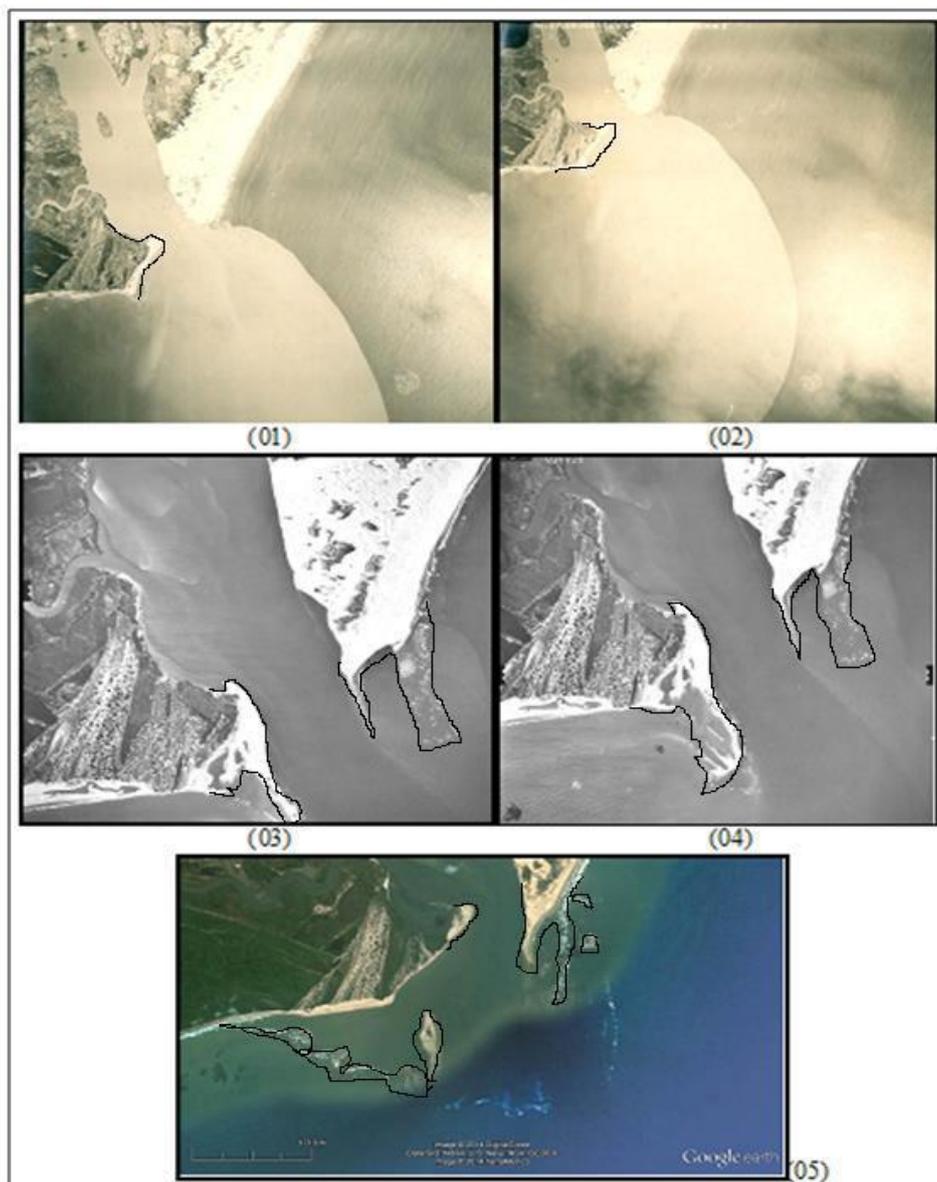
A dinâmica litorânea adjacente a foz é influenciada, como na maior parte do Nordeste brasileiro, pela corrente do

Brasil que se movimenta no sentido norte/sul. De acordo com OLIVEIRA *et al* (2008), no inverno, a direção de onde vem as ondas se desloca para S e SE, acelerando desta forma a erosão das praias da margem direita do rio São Francisco.

O mecanismo de bloqueio dos sedimentos, pelas correntes do rio, pode

acumular sedimentos ao norte da foz, em decorrência da exposição da linha de praia e das ondas eficazes virem do SE. O transporte de sedimentos de praia pela deriva litorânea para o Sudoeste, de Alagoas para Sergipe, forma bancos de sedimentos marinhos no rio (OLIVEIRA, 2003).

FIGURA 3 - Morfologia da foz do rio São Francisco em três momentos distintos: Imagens 01 e 02 de 1979; imagens 03 e 04 de 1984 e Imagem 05 do Google Earth (2014).
Imagens 01, 02, 03, e 04 cedidas pela SEPLAG/SE



Organização: autor, 2014.

Esse fato justifica maior processo erosivo ocorrido na margem direita, contribuindo com o recuo da praia do cabeço e provocando o deslocamento da população do povoado Cabeço para área mais segura no interior e com a berma de praia sendo mudada para a área de manguezais. A dinâmica fluvial colabora com esse processo, pois com a construção dos barramentos e a contenção dos fluxos líquidos e sólidos, ocorre o déficit de sedimentos na foz e área adjacente sergipana.

No Baixo São Francisco as principais modificações na dinâmica da foz relacionam-se a erosão acentuada na foz (litoral sul) e ao recuo da linha de costa adjacente, em especial no povoado Cabeço, pela ausência de aporte de sedimentos. (...) O equilíbrio entre os processos marinhos, costeiros e fluviais foi atingido pela mudança do regime de fluxo e de sedimentos do baixo rio São Francisco, gerado pelas grandes obras de usinas hidrelétricas que resultaram nos impactos da foz (CUNHA, 2011, p. 371).

Sobre as mudanças a morfologia da foz do rio São Francisco a partir de imagens no período de 1979 a 2008, se conclui que houve uma grande alteração na dinâmica de energia do rio nesse mesmo período, muito provavelmente relacionada à Usina de Xingó. Como

resultantes dessas modificações, pode-se verificar o estreitamento da foz – promovido pelo aumento da deposição no contato das margens com a costa; o aumento da área emersa das barras – diretamente relacionado ao aumento da carga fluvial; e turbilhonamento do fluxo – evidenciado na formação de uma língua na margem direita, mas que certamente também se relaciona à energia marinha (FELIPPE *et al*, 2008).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A compreensão das modificações geomorfológicas a jusante de Xingó, em especial, na região estuarina deve ser compreendida diante do regime de vazões do canal fluvial, não somente diante da regularização estabelecida a partir das barragens de Sobradinho e Itaparica, mas também a partir do sistema de gestão integrada da bacia, tendo em vista, nos últimos anos, a redução da vazão de restrição, para atender a demanda de produção energética e assegurar o controle do sistema.

Os processos de erosão e sedimentação foram alterados com a regularização de fluxos do canal fluvial, já que a erosão marginal pode ser facilmente observada em vários trechos do estuário que, consorciado ao assoreamento e

formação de bancos de areia, tem impactado o complexo ambiental e trazido consequências as diversas atividades desenvolvidas em agroecossistemas familiares tradicionais e modernos.

Além das transformações ao longo do canal fluvial decorrentes do controle de vazão, também podemos identificar transformações na foz e litoral adjacente, como o processo de erosão acelerada do litoral sergipano, no município de Brejo Grande, que devido à intensidade desse processo, o povoado Cabeço foi totalmente destruído, promovendo o êxodo da população para áreas mais ao interior.

A redução da vazão contribuiu para o aumento do percurso na travessia das balsas em vários trechos do BSF, bem como tem ocorrido dificuldades no abastecimento das captações de projetos agrícolas com o assoreamento próximo as estações de captação, além dos problemas na captação para o abastecimento urbano

realizado pela DESO em Sergipe e da CASAL em Alagoas.

A morfologia da foz do rio São Francisco tem sido modificada tendo em vista dois processos que atuam concomitantes: a deriva litorânea promovendo acumulação (espores arenosos) na margem alagoana e erosão na margem sergipana decorrente da não reposição de sedimentos de fluxo fluvial, bem como as mudanças ao canal fluvial a montante com a regularização da vazão do rio.

Os estudos que contemplam o gerenciamento e monitoramento de vazões em rios com grandes barragens são essenciais para a eficiência do sistema, pois há a necessidade de avaliação de impactos a montante e a jusante das usinas. No caso da bacia do rio São Francisco, as preocupações são exponenciais, tendo em vista a grande diversidade de regimes climáticos e o caráter de multiusos da mesma.

REFERÊNCIAS

ANA/GEF/PNUMA/OEA. Projeto de Gerenciamento Integrado das Atividades Desenvolvidas em Terra na Bacia do São Francisco, Subprojeto 4.5-C – Plano Decenal de Recursos Hídricos da Bacia do Rio São Francisco – PBHSF (2004-2013). **Diagnostico da Bacia e Cenários de desenvolvimento.** Módulo 2, Brasília: SPR/ANA, 2004a.

ANA/GEF/PNUMA/OEA. Projeto de Gerenciamento Integrado das Atividades Desenvolvidas em Terra na Bacia do São Francisco, Subprojeto 4.5-C – Plano Decenal de Recursos Hídricos da Bacia do Rio São Francisco – PBHSF (2004-2013). **Controle de cheias.** Estudo Técnico de Apoio nº 10. Brasília: SUM/ANA, 2004b.

BRANDT, S. A. Classification of geomorphological effects downstream of dams. **Catena**, v. 40, n. 4, p. 375-401; 2000.

_____. Conceptualization of hydraulic and sedimentary processes in downstream reaches during flushing of reservoirs. In: **XXXI International Association of Hydraulic Engineering and Research Congress, Water Engineering for the Future: Choices and Challenges**. Seoul, Korea. 2005.

CARVALHO, M. E. S. e A. L. FONTES. A carcinicultura no Espaço Litorâneo Sergipano. **Revista da FAPES de Pesquisa e Extensão**. v. 3, n. 1, p. 87-112. 2007.

CASADO, A. P. B; HOLANDA, F. S. R.; FONTES, L.C.S. *et al.* Análise do processo de erosão marginal no Baixo São Francisco sergipano. In: **Simpósio Nacional de Controle de Erosão**. Goiânia. 2000.

CHARLTON, R. **Fundamentals of fluvial geomorphology**. Published in the Taylor & Francis Library, New York. 2008.

CHESF. Companhia Hidroelétrica do São Francisco. **Dados dos principais reservatórios e geração das usinas. Sinopse da operação do dia 19/06/2014**. Centro de Operação do Sistema – COOS. 2014.

CUNHA, Sandra B. Impactos geomorfológicos da barragem de Xingó - baixo curso do São Francisco. In: SANTOS.

Milton e BECKER, Bertha(Org.). **Território, territórios: ensaios sobre o ordenamento territorial**. 3^a Ed.

Lamparina, Rio de Janeiro, 2011.

FELIPPE *et al.* Uso de técnicas de sensoriamento remoto na análise da dinâmica morfológica da foz do rio São

Francisco no período de 1979 a 2008. **Anais XIV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto**, Natal, Brasil, 2009, INPE, p. 3737-3744.

FONTES, L. C. S. **Erosão marginal no Baixo São Francisco: Um estudo de caso de impactos geomorfológicos a jusante de grandes barragens**. São Cristóvão, 2002. Dissertação de Mestrado.

GENZ, F. **Avaliação dos Efeitos da Barragem Pedra do Cavalo Sobre a Circulação Estuarina do Rio Paraguaçu e Baía de Iguape**. Tese de Doutorado. Universidade Federal da Bahia, Brasil, 2006. 245p.

GRAF W. L. Downstream hydrologic and geomorphic effects of large dams on American rivers. **Geomorphology** 79. 2006, p. 336-360.

GUERRA, Antônio José T. e CUNHA, Sandra B.(Orgs.). **Geomorfologia: Uma Atualização de Bases e Conceitos**. 10. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2011.

GUERRA, A. J. T.; MENDONÇA, J. K. S. Erosão dos solos e a questão ambiental. In: VITTE, A. C.; GUERRA, A. J. T. **Reflexões sobre a geografia física no Brasil**. 2. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2011, p. 225-256.

GUIMARÃES, Maria Francineide R. **Construção de indicadores ambientais para o estudo da erosão marginal do Baixo São Francisco**. Sergipe – Brasil. São Cristóvão: Universidade Federal de Sergipe/NESA, 2004, 163p. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente).

MEDEIROS, P. R. P. *et al.* Aporte fluvial e dispersão da matéria particulada em suspensão na zona costeira do estuário do

rio São Francisco (SE/AL). **Geochimica Brasiliensis** 21(2)209-228. 2007.

NETTO, Ana L. C. Hidrologia de Encosta na Interface com a Geomorfologia. *In*: CUNHA, Sandra B.; GUERRA, Antonio J. T. (Orgs.). **Geomorfologia: Uma Atualização de Bases e Conceitos**. 10. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2011.

OLIVEIRA, A. M. *et al.* Dinâmica da formação da cunha salina no estuário do rio São Francisco. *In*: **I Congresso Ibero-Americano de Oceanografia**, 2008, Anais III Congresso Ibero-Americano de Oceanografia, Fortaleza-CE. 2008.

OLIVEIRA, A. M. **Estudo Hidrodinâmico-Sedimentológico do Baixo São Francisco, Estuário e Zona Costeira Adjacente (AL/SE)**. Projeto GEF São Francisco (ANA/ GEF/

PNUMA /OEA). UFAL, 2003. 81 p. (Relatório Final).

PENTEADO, Margarida. **Fundamentos de Geomorfologia**. FIBGE. Rio de Janeiro, 1983.

PINHEIRO, Lidriana de Souza; MORAIS, J. O. . Interferências de barramentos no regime hidrológico do estuário do rio Catú-Ceará-Nordeste do Brasil. **Sociedade & natureza** (UFU. Online), v. 22, p. 237-250, 2010.

RAHMAN M. H. *et al.* Salinity impacts on agro-biodiversity in three coastal, rural villages of Bangladesh. **Ocean & Coastal Management**, v.54, p. 455 e 468, 2011.