

MONITORAMENTO E CARACTERIZAÇÃO DO ASSOREAMENTO NO RIO SÃO FRANCISCO NAS ORLAS URBANAS DE PETROLINA-PE E JUAZEIRO-BA

MÁRCIA EVANGELISTA SOUSA¹

NILSON EVANGELISTA DA SILVA SANTOS FILHO¹

LÚCIO ALBERTO PEREIRA²

LUIZ HENRIQUE DE BARROS LYRA³

Resumo: Este estudo foi desenvolvido no rio São Francisco, nos trechos urbanos das orlas de Petrolina-PE e Juazeiro-Ba, locais que apresentam grandes problemas ambientais decorrentes do uso inadequado do solo. Sendo assim, objetivou-se avaliar e monitorar as principais áreas de ocorrência do assoreamento, visto que o mesmo intensifica-se através da exposição do solo, em decorrência da retirada da cobertura vegetal. Neste sentido, adotou-se o método ecodinâmico para avaliar a dinâmica fluvial, com base em dados obtidos através de levantamentos bibliográficos, cartográficos e imagens de satélites. Realizou-se a demarcação dos pontos considerados críticos, e, assim, fez-se a avaliação e o monitoramento destes pontos. Durante os trabalhos de campo, realizaram-se coletas de água e de sedimentos para verificar os principais materiais encontrados, e, concomitantemente, o tipo de transporte destes sedimentos. Também se avaliou o nível de instabilidade do ambiente fluvial, tendo como parâmetro a dinâmica ecológica dos sistemas. Dessa forma, diagnosticou-se que o assoreamento do rio estudado provém tanto de suas margens desmatadas, como do aporte de sedimentos removidos pela erosão em seus principais afluentes e ilhas. Constatou-se também que, com o passar do tempo, esses sedimentos estão aumentando consideravelmente, contribuindo com a diminuição da profundidade do leito fluvial.

Palavras-chave: *Assoreamento. Rio São Francisco. Degradação ambiental.*

INTRODUÇÃO

O rio São Francisco, conhecido como rio da Integração Nacional, margeia, dentre outras, as cidades de Petrolina-PE e Juazeiro-BA, e, consigo, traz um volume imensurável de água para a região semiárida, transformando-a em um oásis em pleno sertão nordestino. No entanto, essa grande fonte de água doce se encontra em condições lamentáveis de degradação ambiental: seu leito fluvial está assoreado e suas margens, com solo bastante erodido pela devastação da mata ciliar.

1 Graduandos do Curso de Geografia, UPE, Campus Petrolina. E-mail: marah-sousa@hotmail.com; sin.ho18@hotmail.com

2 Pesquisador da EMBRAPA Semiárido. E-mail: luciobr2@yahoo.com.br

3 Prof. Orientador do Curso de Geografia, UPE, Campus Petrolina, Doutorando do Núcleo de Pós-Graduação em Geografia da UFS. E-mail: barroslyra@bol.com.br

Com isso, torna-se fundamental o estudo geomorfológico dos canais fluviais para a compreensão do aumento da degradação ambiental nas encostas fluviais. Pois se sabe que a degradação das margens está associada ao desmatamento ciliar para ocupação irregular, ou seja, os problemas ambientais estão relacionados ao mau uso do solo e à exploração dos recursos naturais.

Nesse sentido, procuram-se analisar as causas e consequências originadas pela retirada da cobertura vegetal nas margens, visto que a falta dela intensifica a erosão do solo, contribuindo com o assoreamento dos rios. Diante disso, procurou-se diagnosticar e avaliar o assoreamento no rio São Francisco, entre as orlas urbanas de Petrolina-PE e Juazeiro-BA, o qual se encontra bastante degradado devido à falta de práticas sustentáveis, desencadeando a instabilidade ecológica e hidrológica; além de comprovar a forte degradação ambiental e a predominância da instabilidade morfodinâmica.

Este trabalho é fruto de uma vivência prática de Iniciação Científica oferecida pelo Sistema de Informações Sobre Pós-Graduação e Pesquisa (SISPG) da *Universidade de Pernambuco* (UPE), que teve como objetivo proporcionar a avaliação e o monitoramento dos trechos assoreados do rio estudado. Deste modo, a pesquisa buscou avaliar e monitorar as principais áreas de ocorrência do assoreamento no rio São Francisco, destacando o aumento da erosão associada à retirada da cobertura vegetal, verificando o grau de assoreamento presente no leito fluvial e os possíveis impactos ambientais.

PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

A pesquisa iniciou-se com um levantamento bibliográfico e das bases cartográficas da área de estudo, como também de dados sobre os impactos da erosão e do assoreamento fluvial relacionando-os com as formas de uso e a ocupação no espaço local. Também foram adotados procedimentos baseados no método ecodinâmico de Tricart (1977), no intuito de verificar a instabilidade da área.

Utilizaram-se também imagens de satélites (*Google Earth*) para verificar e delimitar os pontos mais assoreados no trecho estudado, além de comparar imagens atuais com anteriores para verificar a intensificação do assoreamento nos pontos delimitados.

Nesses pontos, foram realizadas visitas com uso de GPS (Sistema Global de Posicionamento) de navegação, e draga tipo *Peterssen* para coletar material de fundo. Também realizaram-se coletas de água para análise dos sedimentos encontrados, aferimento da profundidade e do nível de oxigenação com uso de uma Ecossonda e sonda Multiparâmetro, com o apoio da EMBRAPA/Semiárido, a qual forneceu embarcação e instrumentos apropriados, além da realização de análises laboratoriais.

Para a coleta de água utilizou-se de frasco de polietileno opaco de 1 litro, sendo que as amostras foram coletadas em sub superfície (aproximadamente a 10 cm de profundidade) e armazenadas em caixas térmicas em campo, e após as coletas, estas foram guardadas em refrigerador até a execução das análises. Depois, foram realizadas as análises no Laboratório de Solo e Água da EMBRAPA/ Semiárido.

Durante esses levantamentos de campo, realizaram-se também alguns registros com anotações e fotografias da paisagem local e dos processos erosivos associados ao uso inadequado do solo, como construções nas margens e desmatamentos, os quais intensificam a degradação do ambiente local.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Rio São Francisco

O rio São Francisco é de fundamental importância para o abastecimento de água no Semiárido nordestino. Diante da escassez de chuvas, ele representa para população local um excepcional manancial de águas doces. Porém, essa fonte natural encontra-se com grandes danos ambientais, causados, principalmente, pela ocupação agrícola e pelo desmatamento das margens para construções.

A importância atual desse grande rio fica evidente quando se considera, entre outros aspectos, sua extensão – 2.700 quilômetros, a área da bacia – 639 mil quilômetros quadrados (ocupando 40% do território mineiro e 54% do território baiano) – o número de cidades situadas em suas margens – 97, a quantidade de municípios abrangido por sua bacia – 503, a população que aí reside – 14 milhões (30% da população dos estados abrangidos pela bacia) e a geração de energia – 10.400 Mw – em 20 usinas hidrelétricas (Comissão de

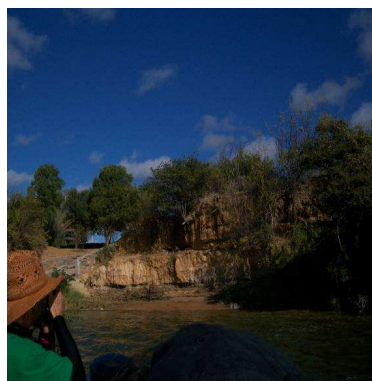
acompanhamento do projeto de revitalização do Rio São Francisco, 2002, p. 15).

Nesse sentido, a região do Vale do São Francisco é beneficiada pela abundância das águas de seu rio, contribuindo para a criação de projetos de irrigação e, conseqüentemente, com avanços na economia local. No Submédio não é diferente, pois foram criados diversos projetos visando o agronegócio da região, e, com isso, transformaram a cidade de Petrolina e Juazeiro em um pólo, graças ao sucesso da fruticultura irrigada. Entretanto, essa modernização da produção agrícola desencadeou vários problemas ambientais.

Dentre os principais fatores que contribuem para a degradação ambiental do rio São Francisco está o desmatamento ciliar e o solapamento fluvial (*Fotos 1 e 2*), que ocorrem devido à exposição dos solos causada pela retirada da cobertura vegetal, deixando-os suscetíveis aos processos erosivos, contribuindo consideravelmente para a elevação do assoreamento no leito fluvial. Também é visível a introdução de esgotos domésticos e industriais, além de construções nas margens dentro do leito maior, intensificando a erosão local. Por isso,

ao longo do trajeto, de cerca de 2.700 km, há muitos trechos do Velho Chico que necessitam de profunda recuperação ambiental, em especial no tocante à reconstituição da cobertura vegetal nas áreas de nascentes e à correção dos problemas de assoreamento (Comissão de acompanhamento do projeto de revitalização do Rio São Francisco, 2002, p. 104- 105).

Diante disto, percebe-se que o rio necessita de programas de revitalização, visto que ele apresenta vários danos ambientais em toda sua bacia. Nesse sentido, a Comissão de acompanhamento do projeto de revitalização para este rio (2002) afirma que um programa de revitalização de bacias hidrográficas deverá ser acompanhado por uma grande mobilização social, por meio de um programa de educação ambiental voltado para os produtores rurais e com participação ativa da população.



Fotos 1 e 2: Desmatamento ciliar e solapamento das margens.

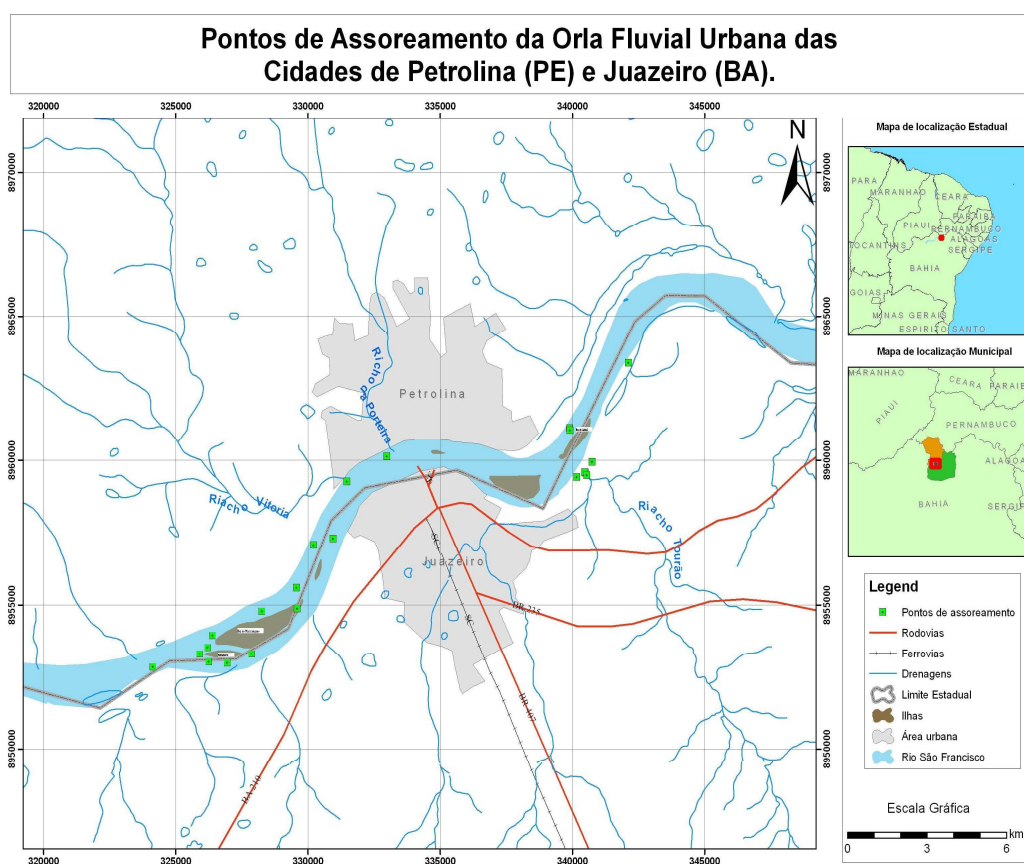
Fonte: Márcia E. Sousa, 2012. Disponível em <http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/74489/1/Lucio-2012.pdf>

Área Estudada

A área estudada compreende o trecho no Submédio São Francisco em seu curso principal, que se estende da ilha do Rodeadouro a Ilha do Jatobá. Neste trecho, o canal se apresenta meandrante, e em alguns casos anastomosado, com várias ilhas e formações de ilhotas, comprovando o grande acúmulo de material no leito.

A delimitação desta área se deu através da observação de imagens de satélite, e, a partir destas, delimitaram-se os pontos assoreados (*Figura 1*). Nestes pontos, realizaram-se visitas de campo com embarcação e uso de GPS de navegação. Desta forma, a averiguação destes pontos demarcados ocorreu de forma concomitante à avaliação e ao monitoramento da área estudada, comprovando o aumento do assoreamento do rio, e quanto o mesmo tem como principal agente as atividades humanas.

Figura 1: Pontos assoreados na Área de Estudo.



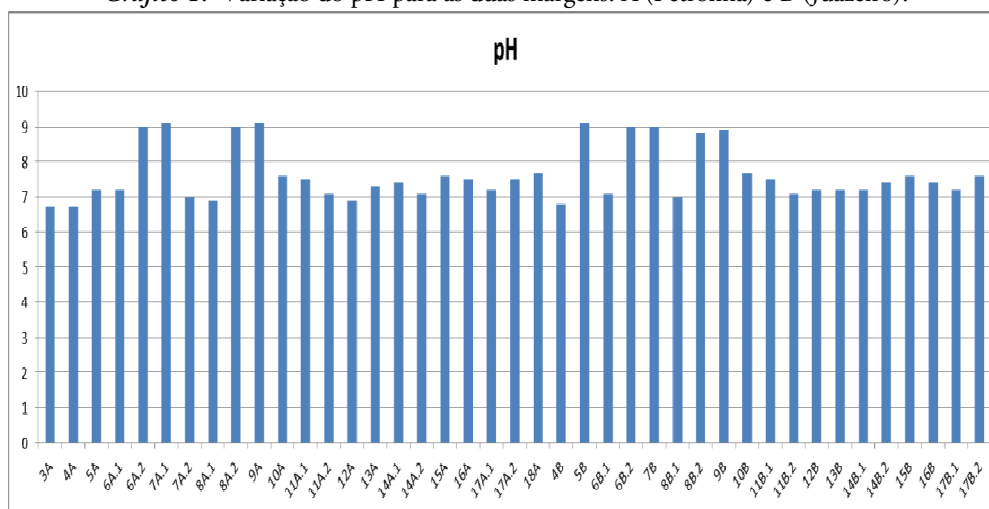
Fonte: Luiz Henrique de B. Lyra, 2012. Disponível em: <http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/74489/1/Lucio-2012.pdf>

A profundidade do canal nos pontos observados variava entre 1,3m na ponta da ilha do Rodeadouro e 5,1m próximo à desembocadura do riacho do Tourão. Porém, no trecho antes do atracadouro do Rodeadouro, verificou-se a profundidade de 10m, devido o processo de dragagem neste local.

Durante os trabalhos de campo, fizeram-se coletas de água para verificar e analisar os sedimentos transportados por suspensão e solução, e do material de fundo com uso de uma draga, para os sedimentos carregados por saltação. Dentre os materiais encontrados, siltes, argilas e areias, esta última predominava, ou seja, sedimentos de granulometria média a maior, e que forma a carga do leito do rio. Segundo Chistofolleti (1980, p. 73), “a carga do leito move-se mais lentamente que o fluxo da água, porque os grãos deslocam-se de modo intermitente”, provavelmente acumulando-se e formando bancos de areia, ou seja, desencadeando o assoreamento fluvial.

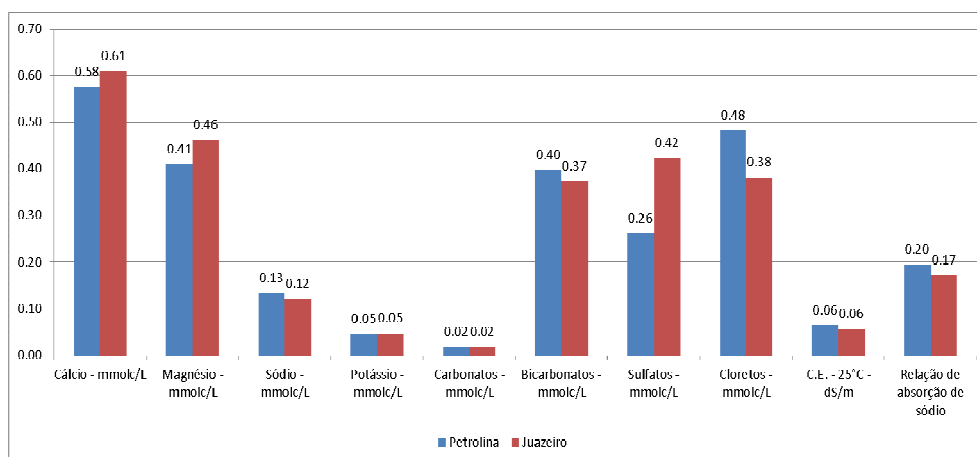
Em relação à análise sedimentológica da água, constatou-se, de modo geral, que os dados limnológicos avaliados indicam que a água apresenta-se de boa qualidade em todos os pontos amostrados. Indicam também que não há diferença significativa entre os pontos e entre as duas margens (A Petrolina e B Juazeiro), sendo que a média de todas as variáveis estudadas ficaram próximas, como o pH que foi de 7,56 e 7,73, respectivamente (*gráfico 1*). Com relação à soma de bases de cátions e ânions, condutividade elétrica e Relação de Absorção de Sódio RAS que estão relacionadas à salinidade, houve pequena variação entre os pontos e entre as margens de Petrolina e Juazeiro (*Gráfico 2*), indicando baixa sodicidade na água e baixa salinidade.

Gráfico 1: Variação do pH para as duas margens: A (Petrolina) e B (Juazeiro).



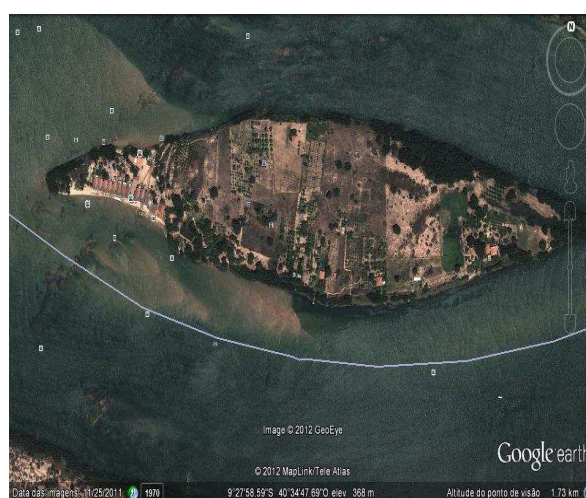
Fonte: Embrapa (Laboratório de Solo e água da Embrapa Semiárido), 2012.

Gráfico 2: Média das variáveis entre as duas margens - Petrolina e Juazeiro.



Fonte: Embrapa /Semiárido, 2012.

No entanto, percebe-se que o rio vem sofrendo alterações no seu percurso, visto que, em alguns locais, sua vazão se apresenta bastante reduzida, devido ao grande acúmulo de sedimentos, a exemplo dos bancos de areia e do surgimento de pequenas ilhas ao longo do canal. Neste caso, pode-se afirmar que a retirada da mata ciliar contribui consideravelmente para o carreamento dos sedimentos para o leito fluvial, desencadeando o assoreamento, e, conseqüentemente, a diminuição da profundidade, gerando o desequilíbrio ambiental. Dessa forma, averiguou-se que, com o passar do tempo, o nível do assoreamento vem aumentando (*figuras 2 e 3*), comprovando que a ação humana é a principal causa da degradação ambiental.



Figuras 2 e 3: Aumento do assoreamento na Ilha do Rodeadouro.

Fonte: Google Earth, 2003 e 2011.

Neste sentido, pode-se constatar que o homem desencadeia uma série de desequilíbrios ao meio ambiente, e, por isso, alguns autores afirmam que o homem do período quaternário, período que vivenciamos, é um agente geológico- geomorfológico. Assim, “o quaternário seria o período do aparecimento do homem e o quaternário, o homem sobrepondo-se ativamente em relação à natureza” (RODHE, 1996 *apud* SUERTEGARAY, 2002, p. 49). Diante disso, percebe-se o aumento da degradação ambiental transformando o meio natural em natureza humanizada, contribuindo seriamente com o desequilíbrio ecológico.

Análise Morfodinâmica dos Pontos Assoreados Segundo Parâmetros Ecodinâmicos

A avaliação e o monitoramento dos pontos assoreados no trecho do rio São Francisco constatou a forte degradação ambiental que o rio se encontra. Dentre os principais fatores está a erosão fluvial e pluvial, as quais são decorrentes da exposição do solo. Assim, durante as chuvas, ocorre o carreamento do regolito para o leito fluvial, formando bancos de areia e, conseqüentemente, tornando-o mais largo e raso. Neste caso, “a deposição da carga detrítica carregada pelos rios ocorre quando há diminuição da competência ou da capacidade fluvial” (CHISTOFOLLETI, 1980, p. 75), ou seja, o acúmulo de materiais no São Francisco ocorre devido o comprometimento de sua bacia.

Todos os acontecimentos que ocorrem na bacia de drenagem repercutem, direta ou indiretamente, nos rios. As condições climáticas, a cobertura vegetal e a litologia são fatores que controlam a morfogênese das vertentes e, por sua vez, o tipo de carga detrítica a ser fornecida aos rios (CHISTOFOLLETI, 1980, p. 65).

Desta forma, verifica-se que o assoreamento do rio São Francisco provém também de seus afluentes, como o riacho Vitória, da Porteira e do Tourão, e das principais ilhas, Rodeadouro, Massangano e Jatobá, já que as mesmas são utilizadas para habitações e lazer, caracterizando o mau uso do solo, e, com o passar do tempo, o maior acúmulo de sedimentos.

O riacho do Tourão, afluente direito do São Francisco situado na sua porção submédica, fazendo parte do município de Juazeiro-BA, tem suas águas bastante poluídas, e contribui com um número considerável de sedimentos que desembocam no canal principal, ou seja, no próprio São Francisco. Esse curso de água intermitente tem seu regime fluvial modificado após penetrar os

perímetros irrigados da empresa Agrovale, tornando-se perenizado, devido às modificações antrópicas.

No trecho do riacho que passa pela BR que liga o centro da cidade de Juazeiro ao bairro Jardim Vitória, verificou-se que a água é bastante escura e com vários sedimentos (*Foto 5*), além da presença de macrófitas aquáticas, confirmando a poluição do ambiente local. Neste ponto, também se observou a degradação da paisagem, visto que o desmatamento ciliar se faz bastante presente. Já na desembocadura, constatou-se grande quantidade de macrófitas, principalmente da baronesa (*eichornia crassipes*) (*Foto 6*), demonstrando que os afluentes também são responsáveis pela deposição de sedimentos no rio principal.



Foto 5: Aspecto do canal e da paisagem.
Fonte: Nilson E. S. S. Filho, 2012.

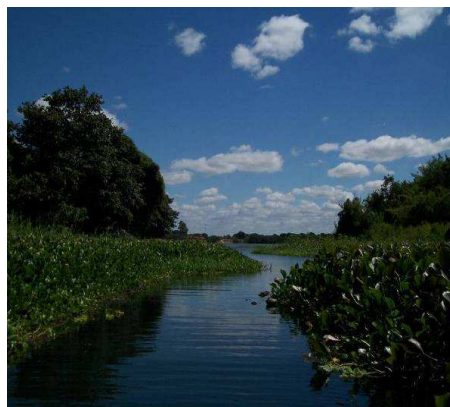


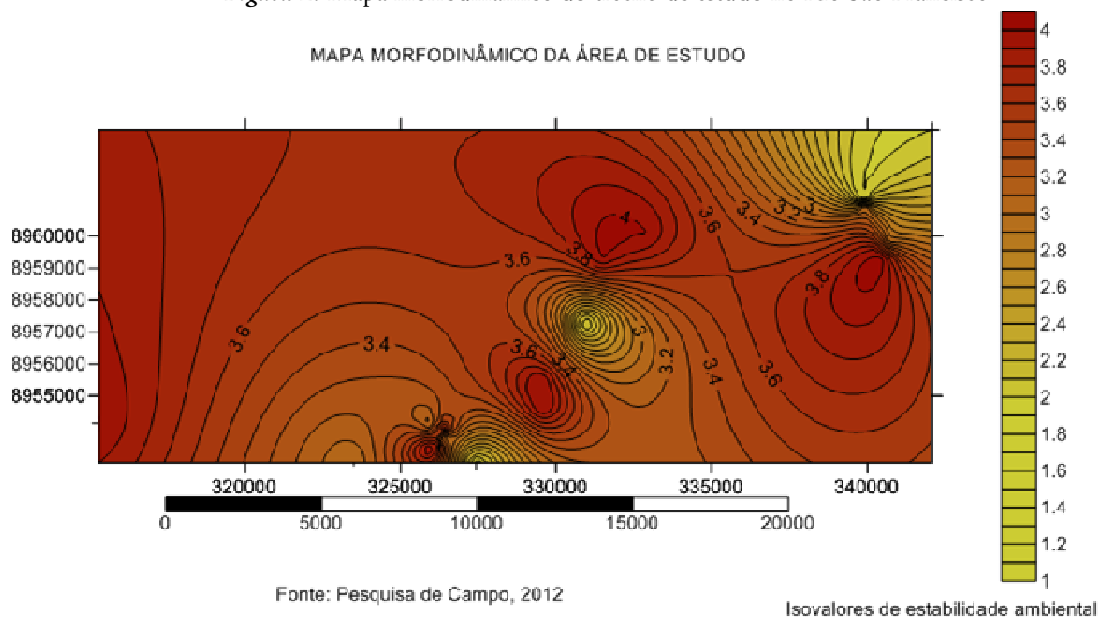
Foto 6: Desembocadura do riacho do Tourão.
Fonte: Márcia E. Sousa, 2012.

O acúmulo de sedimentos nos leitos fluviais os torna largos e rasos, devido ao aumento da carga de leito, a qual é formada por materiais de granulometria grossa. “A carga grosseira torna os leitos instáveis, dificultando as operações de captação de águas para irrigação ou para outros usos. Enfim, a degradação do meio faz crescer a torrencialidade” (TRICART, 1977, p. 65), contribuindo para a diminuição da profundidade do canal, e, conseqüentemente, alterando o seu estado de equilíbrio. Segundo Chistofolletti (1980), o rio equilibrado não entalha nem deposita, sendo um mero agente transportador, em decorrência da ajustagem entre o débito, a velocidade e a carga detrítica.

Durante a avaliação e o monitoramento dos pontos assoreados no trecho do rio estudado, constatou-se a forte degradação do leito fluvial e de suas margens, e a morfodinâmica predominante com locais de instabilidade ambiental grave (*Figura 2*) atrelado, sobretudo, à

retirada da cobertura vegetal e ao uso inadequado do solo, que intensifica a erosão e o consequente assoreamento.

Figura 2: Mapa morfodinâmico do trecho de estudo no Rio São Francisco

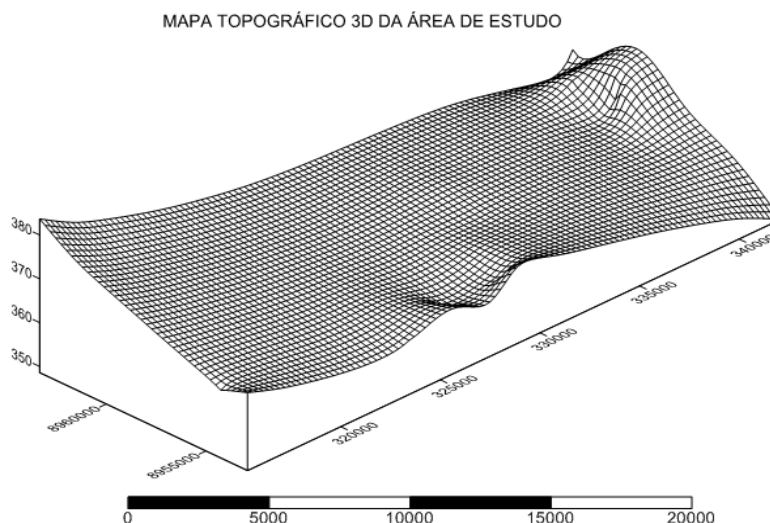


Fonte: Luiz Henrique de B. Lyra, 2012.

Portanto, trata-se de uma área bastante instável, devido ao desequilíbrio dos processos geomorfológicos associados às intervenções antrópicas, como a degradação da mata ciliar, que proporciona a compactação do solo e o solapamento das margens, além do surgimento de sulcos e ravinas. Assim, o uso e ocupação do solo de forma inadequada acarretam vários danos ao meio ambiente.

Em decorrência do nível de instabilidade na área, realizou-se o perfil topográfico (*Figura 3*), no sentido de montante a jusante, no intuito de demonstrar a interferência da topografia na hidrodinâmica do canal, sobretudo na morfologia e no fluxo de carga (água e detritos), e, como consequência, no elevado nível de assoreamento.

Figura 3: Topografia da área de estudo



Fonte: surf 9.0 e pesquisa de campo, 2012

Fonte: Luiz Henrique de B. Lyra, 2012.

Segundo Tricart (1977), a cobertura vegetal intervém de duas maneiras: a primeira, em relação à erosão pluvial (pelo fornecimento à superfície do solo de detritos vegetais, que desempenham papel amortecedor); e segundo, no regime hídrico do ecossistema (pela interceptação das precipitações). Nesse sentido, um solo com sua vegetação rarefeita torna-se suscetível aos processos erosivos, como é o caso das margens fluviais do São Francisco.

O trecho estudado encontra-se bastante degradado, comprometendo toda sua bacia de drenagem, já que ela “tem papel fundamental na evolução do relevo uma vez que os cursos de água constituem importantes modeladores da paisagem” (GUERRA e CUNHA, 2010, p. 354).

Portanto, o diagnóstico e o monitoramento das áreas degradadas são de vital importância, pois, de acordo com Guerra e Marçal (2010), o diagnóstico de uma área degradada é o primeiro passo para iniciar sua recuperação de maneira efetiva, como também disponibilizar informações aos técnicos e à sociedade como um todo, a fim de prognosticar a ocorrência dos danos e, conseqüentemente, evitá-los.

CONCLUSÕES

Dado o exposto, pode-se afirmar que o assoreamento do rio São Francisco ocorre devido à retirada da cobertura vegetal para ocupação irregular, a qual deixa o solo exposto aos processos

erosivos. Assim, durante as chuvas, ocorre o carreamento do regolito para o leito fluvial, intensificando o assoreamento. Constatou-se também que seus principais afluentes e ilhas contribuem com uma quantidade considerável de sedimentos.

Após a conclusão do mapeamento e monitoramento dos pontos assoreados, e da avaliação ecodinâmica da área estudada, pode-se inferir a predominância da instabilidade ambiental, já que a paisagem local encontra-se muito degradada. Dessa forma, o reflorestamento das margens ciliares seria um método eficaz para amenizar os problemas relacionados ao assoreamento do rio, como também, a realização do processo de dragagem para a retirada dos sedimentos no leito fluvial.

MONITORING AND CHARACTERIZATION OF THE SÃO FRANCISCO RIVER SEDIMENTATION IN URBAN EDGES OF PETROLINA JUAZEIRO E-PE-BA

Abstract: This investigation was developed at São Francisco river, between the urban edges of Petrolina-PE and Juazeiro-BA, places that have significant environmental impact resulting from inappropriate land use. Therefore, this study aimed to assess and monitor the main areas of occurrence of siltation on these rivers, since it intensifies due to removal of vegetation and exposure of the soil. Therefore, we adopted the method ecodinâmico to assess the fluvial dynamics, based on data obtained from literature surveys, mapping and satellite imagery. We held the demarcation points considered critical, and so did the evaluation at these monitoring points. During the field work water sampling was conducted and sediment was measured to verify the main materials found, and concomitantly the type of transport of these sediments. Also, we evaluated the level of instability of the fluvial environment, having as parameter the dynamics of ecological systems. Thus, we diagnosed that the silting of the river origins and studied both its banks that have been cleared, as the supply of sediment removed by erosion in its main tributaries and islands. It was also found that over time these sediments are increasing considerably, contributing to the decreased depth of the riverbed.

Key-words: *Siltation. São Francisco river. Environmental impact.*

REFERÊNCIAS

BRASIL. Comissão de acompanhamento do projeto de revitalização do rio São Francisco: Relatório final. Brasília: Senado Federal, 2002.

CHRISTOFOLLETI, Antônio. **Geomorfologia**. São Paulo: Edgard Blucher, 1980, p. 65 - 101.

GUERRA, Antônio José Teixeira; CUNHA, Sandra Baptista da (Org.). **Geomorfologia e Meio Ambiente**. 9ª ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2010, p. 337 - 376.

Revista da Casa da Geografia de Sobral (RCGS), Sobral - CE, V. 15, n. 1, p. 68 - 80, 2013.

www.uvanet.br/rcgs

GUERRA, Antônio José Teixeira; MARÇAL, Mônica dos Santos. **Geomorfologia Ambiental**. 3ª ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2010, p. 93 - 149.

JATOBÁ, Lucivânio; LINS, Rachel Caldas. **Introdução a Geomorfologia**. 2ª ed. Revista e ampliada. Recife: Bagaço, 1998.

PORTAL São Francisco. **Assoreamento**. Disponível em: <<http://www.portalsaofrancisco.com.br/alfa/meio-ambiente-assoreamento/>> Acesso em 05/11/2012.

RICCOMINI, Cláudio; GIANNINI, Paulo César F.; MANCINI, Fernando. “Rios e processos aluviais”. In: TEXEIRA, Wilson *et. al.* **Decifrando a Terra**. São Paulo: Companhia Editora Nacional, 2008, p. 192 - 214.

ROSSATO, Maira Suertegaray; BASSO, Luis Alberto; SUERTEGARAY, Dirce Maria Antunes. “A formação de depósitos tecnogênicos em barragens. O caso da Lomba do Sabão, Rio Grande do Sul, Brasil”. In: REVISTA BIBLIOGRÁFICA DE GEOGRAFIA Y CIENCIAS SOCIALES, Universidade de Barcelona, Vol. VII, nº 407, 30 de octubre de 2002. Disponível em: <<http://www.ub.edu/geocrit/b3w407.htm>>. Acesso em 13/05/2012.

SOUSA, Márcia E. *et. al.* **Diagnóstico e monitoramento do assoreamento no rio São Francisco entre Petrolina-PE e Juazeiro-BA**. Disponível em: <<http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/74489/1/Lucio-2012.pdf>>. Acesso em 10/01/2012.

SUERTEGARAY, Dirce Maria Antunes. **Geografia física e geomorfologia: uma leitura e (re) leitura**. Ijuí: Ed. Unijuí, 2002, p. 43 -55.

TRICART, Jean. **Ecodinâmica**. Rio de Janeiro, IBGE, Diretoria Técnica, SUPREN, 1977.