

SENSITIVIDADE DA PAISAGEM NA BACIA DO RIACHO DO MULUNGU, BELÉM DE SÃO FRANCISCO, PERNAMBUCO.

Ana Clara Magalhães de Barros¹
Jonas Otaviano Praça de Souza²
Antonio Carlos de Barros Corrêa³

RESUMO

A ocupação baseada na pecuária extensiva provavelmente conduziu à destruição da vegetação e ao empobrecimento da biodiversidade hoje observados na bacia do riacho Mulungu, localizado no município de Belém do São Francisco, semi-árido pernambucano. A ausência de vegetação ripariana possivelmente tem contribuído para o incremento da erosão linear ao longo do canal, chegando a atingir o estágio de voçorocas, responsável por uma significativa perda de solo, sobretudo sobre as planícies de inundação e margens fluviais, o que denota um acelerado processo de degradação das terras. A partir da análise do mapa geomorfológico de detalhe e do mapa de uso do solo, confeccionados em pesquisa anterior, foi confeccionado um mapa de barreiras de transmissão na bacia do riacho Mulungu, que aponta possíveis pontos que limitam a transmissão de energia e matéria no sistema fluvial em questão. Para tanto, usou-se o conceito de sensibilidade da paisagem, mais especificamente o de resistência estrutural, que aponta relações de ligação entre duas partes de um mesmo sistema. Pela análise desse mapa, pode-se verificar a relação de desligamento de partes desse sistema pelas estradas, barragens e planícies de inundação.

Palavras-chave: barreiras de transmissão; resistência estrutural; sensibilidade

ABSTRACT

The occupation based on extensive cattle probably led to the destruction of vegetation and loss of biodiversity observed today in the basin of the creek Mulungu, located in the city of Belem do Sao Francisco, semi-arid region of Pernambuco. The lack of riparian vegetation has possibly contributed to increasing the linear erosion along the canal, reaching the stage of gullies, which accounts for a significant loss of soil, particularly on the floodplains and riverbanks, which shows an accelerated process of land degradation. From the analysis of the geomorphological map detail and map land use, made in previous research, it was made a map of transmission barriers in the basin of the creek Mulungu, which points to possible points, limiting the transfer of energy and matter in the system waterway in question. To do so, he used the concept of sensitivity of the landscape, specifically the structural strength, which indicates relations linking two parts of a system. For the analysis of this map, you can check the list of shutdown of parts of that system roads, dams and flood plains.

Keywords: transmission barriers, structural resistance, sensitivity

INTRODUÇÃO

A presente pesquisa dá continuidade a uma pesquisa anterior (Mapeamento geomorfológico de detalhe da bacia do riacho do Salgado – PIBIC/UFPE 2007/2008, o riacho

¹Estudante do curso de Geografia-Bacharelado – CFCH – UFPE; E-mail: anaclarambarros@hotmail.com. Bolsista PIBIC CNPQ.

² Mestrando em Geografia – PPGEO – UFPE; E-mail: jonasgeoufpe@yahoo.com.br. Bolsista FACEPE.

³ Docente/Pesquisador do Depto de Ciências Geográficas – CFCH – UFPE; E-mail: dbiase2001@terra.com.br

é também conhecido pelo nome de riacho Salgado, contudo irá se usar a nomenclatura de riacho Mulungu), realizada no mesmo local, porém com ênfase no zoneamento de sensibilidade da paisagem e, para tanto, usou informações obtidas anteriormente. Aqui se procurou fazer uma análise do sistema fluvial em questão e suas características físicas, com foco nos processos atuantes e nas formas resultantes, como também em suas relações com as atividades antrópicas. Para tanto, usou-se a cartografia temática como ferramenta. Na fase anterior do estudo, foram confeccionados mapeamentos base, um mapeamento geomorfológico de detalhe e um mapeamento de uso do solo na escala 1:25.000, para avaliar a situação local em diferentes níveis de detalhe. Na atual fase foi confeccionado um mapeamento de sensibilidade da paisagem, tendo como base estes mapeamentos confeccionados anteriormente. Eles permitiram a análise dos principais impactos antrópicos na bacia de drenagem e a identificação das principais zonas de maior ou menor sensibilidade.

A pesquisa foi realizada na área rural do município de Belém de São Francisco - PE, na comunidade Sítio dos Montes, na micro-bacia do riacho Mulungu. A área está situada na meso-região do Sertão do São Francisco, na microrregião de Itaparica, localizada entre as coordenadas geográficas 8° 32'00''S e 8° 35'00''S e 38° 48'00''W e 38° 52'00''W (figura 01).

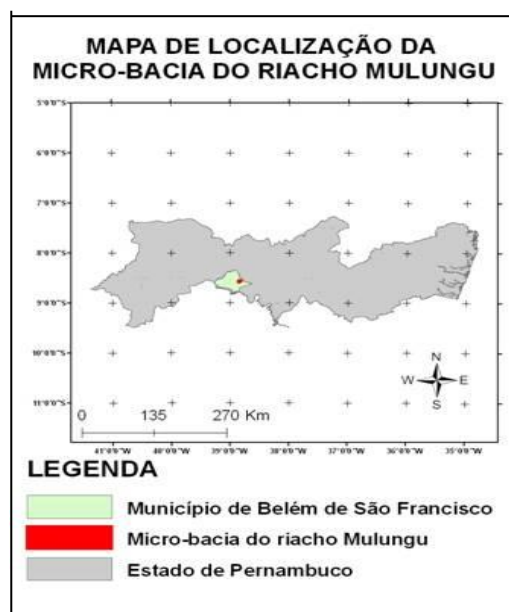


Figura 01 - Mapa de localização da bacia do riacho Mulungu, no município de Belém de São

A bacia faz parte da bacia do Pajeú, que é tributário da margem esquerda do rio São Francisco. O padrão de drenagem da micro-bacia é dendrítico e todos os cursos são

intermitentes (CORREA *et al*, 2009). O riacho também é chamado localmente de riacho dos Montes e riacho Salgado.

O clima regional é semi-árido, com temperatura média anual de 26⁰C e precipitação anual média de 470 mm, tendo as chuvas concentradas em fevereiro e março. As chuvas, que são fortes e concentradas, em combinação com a vegetação de caatinga aberta arbustiva, decídua (figura 02 e 03), facilitam os processos erosivos. Dentro deste contexto, clima/vegetação há um forte carreamento de sedimentos das encostas e pedimentos em direção aos cursos de água, provocando um assoreamento rápido dos reservatórios, constituindo assim um grave problema à gestão dos recursos hídricos na região (SAMPAIO *et al*, 2003).



Figura 02 – Caatinga aberta arbustiva (2008)



Figura 03 – Caatinga aberta arbustiva (2008)

Regionalmente a bacia está situada na Depressão Sertaneja, em torno da calha do rio São Francisco, com pequena variação altimétrica, entre 300m e 500m. A geologia predominante é composta por rochas mesoproterozóicas da Província da Borborema, localmente representadas pelos litotipos metamorfizados dos complexos Belém do São Francisco, Cabrobó, Floresta e Sertânia, além de metagranitóides (CPRM, 2005).

A cobertura pedológica é marcada por associações de Luvisolos, com a presença, também de Neossolos litólicos, Neossolos flúvicos, planossolo, (ZAPE, 2001), como também afloramentos rochosos. Sendo os Luvisolos presentes nas rampas de pedimentos, os Planossolos nas baixadas pertos dos riachos, os Neossolos litólicos e afloramentos de rocha nos topos dos interflúvios (CORREA, *et al*, 2009).

A ocupação humana na área da bacia é representada, basicamente, pela comunidade Sítio dos Montes, que apresenta cerca de cinquenta famílias, habitando em sua predominância

as proximidades das margens do riacho. A principal atividade é a agricultura, com cultivos predominantemente de feijão e milho, que justifica a concentração humana próxima aos cursos d'água; além da pecuária extensiva, predominantemente a caprinocultura (figura 04). As duas atividades são executadas com baixo aporte tecnológico, de maneira rudimentar, e deste modo exercem forte pressão sobre o suporte físico da micro-bacia. A comunidade não dispõe de saneamento básico e água encanada e a eletrificação é recente, do período de 2005/2006. Também recente é a colocação das cisternas de telhado (figura 05), para captação da água da chuva, que não são encontradas em todas as residências. As mesmas foram utilizadas pela primeira vez a partir do período chuvoso de 2007/2008.



Figura 04 – Pecuária extensiva, caprinocultura. (2008)



Figura 05 – Cisterna de telhado, para captação da água da chuva (2008)

A revisão da literatura foi realizada com ênfase na caracterização dos conceitos mais utilizados dentro da perspectiva ambiental, principalmente aqueles relacionados com mapeamentos ou zoneamentos.

Dentre os conceitos importantes para o estudo, destaca-se o de sistema fluvial, que é entendido como o comportamento dos rios, a rede de canais, os interflúvios e características associadas aos depósitos sedimentares. Esses depósitos podem ser divididos em três zonas, onde predominam um tipo de relação com os sedimentos: zona de produção, zona de transferência, e zona de deposição (SCHUMM, 1977).

Sobre a importância da sedimentação fluvial para o planejamento, e do impacto humano nos sistemas fluviais Chistofolletti (1981) coloca:

“... qualquer programa de planejamento regional, urbano ou agrícola, envolve aspectos ligados com a sedimentação fluvial. Muitas atividades humanas podem aumentar ou diminuir a quantidade de água escoada superficialmente, tendo conseqüências no regime fluvial e na intensidade das cheias. (pág. 20)”

Para se entender o conceito de sensibilidade da paisagem, é importante entender a proposição de estabilidade da paisagem, como uma função de distribuição temporal e espacial de forças de resistência e distúrbio e, portanto, complexa (BRUNSDEN, 1996). Ou seja, a estabilidade é a relação entre resistências e distúrbios nas paisagens, com as devidas diferenças espaciais e temporais. Ela pode ser medida pela proporção da magnitude das forças de distúrbio e da magnitude e eficiência do limiar de estabilidade, a partir do qual o sistema passa a ter respostas perceptíveis a mudança.

Brunsdén (1996, 2001), traz a idéia de sensibilidade da paisagem como a probabilidade que uma mudança nos controles do sistema ou nas forças aplicadas sobre ele, poderá produzir respostas sensíveis, reconhecíveis, sustentáveis, contudo complexas.

Já o conceito de sensibilidade ambiental, está relacionado com a sensibilidade das áreas em relação a derramamentos de óleo, normalmente petróleo, tanto nos ambientes marinhos quanto na costa. Sendo levados em consideração tanto os riscos biológicos quanto os riscos sócio-ambientais (MICHEL *et al*, 1978). Tornou-se uma prática comum a partir da década de 70, e por vezes obrigatória, a realização de mapeamentos de sensibilidade ambiental ao derrame de óleo. Um problema observado é o termo em inglês ser usado como *sensibility* ou *sensitivity*, o que pode causar confusão entre conceitos diferentes, que são o de sensibilidade ambiental e de sensibilidade ambiental.

A aplicação do conceito de fragilidade ambiental advém do conceito de Unidade Ecodinâmica de Tricart (1977), e é definido sob a ótica da Teoria Geral dos Sistemas (BERTALANFFY, 1975), surgida na década de 50, sendo a fragilidade que os sistemas ambientais apresentam perante as intervenções antrópicas. Vários modelos de mapeamentos de fragilidade ambiental foram elaborados, sendo os modelos de Ross (1994) e Crepani (1996) são os mais conhecidos nacionalmente e aplicados em várias áreas das ciências ambientais (DONHA *et al*, 2006; LUIZ, 2007; BASTOS, 2006; SPÖRL & ROSS, 2004; SPÖRL, 2001). Por ter seu conceito bem definido não foi notado o uso em outro sentido do termo fragilidade ambiental.

A sensibilidade de um sistema é definida pelas suas especificações, que caracterizarão sua propensão para a mudança e sua habilidade para absorver forças desestabilizadoras

(BRUNSDEN 2001). Outro ponto a ser levado em consideração é a temporalidade da sensibilidade, que pode variar pelo tempo, assim como pelo espaço (THOMAS, 2004). Idéia de temporalidade representa-se anualmente na área de estudo, por causa de seu regime de chuvas mal distribuído que altera periodicamente suas forças de resistência, que são um dos principais controles do limiar de estabilidade do sistema. As principais forças de resistência são: resistência de materiais (*Strength resistance*) é a barreira à mudança das propriedades e disposições dos materiais constituintes do sistema; resistência morfológica (*Morphological resistance*) é a variação da distribuição, pelo sistema, da energia potencial; resistência estrutural (*Structural resistance*) é a resistência ligada com a organização do sistema, diz respeito à localização dos componentes/forças e da transmissão de energia e matéria entre os componentes; resistência de filtro (*Filter resistance*) é o mecanismo de controle e remoção de energia do sistema. Envolve o uso e absorção de energia, e também os ajustes de energia (difusão, armazenamento); e a resistência do estado do sistema (*System state resistance*) é a capacidade do sistema resistir a mudanças pelo seu histórico. Representa as heranças herdadas por cada sistema, como também o estado atual do sistema.

Para o mapeamento da sensibilidade da paisagem da área, seguindo a proposta de Brunsden (2001) é necessário: definir as características do sistema (buscando definir áreas homogêneas); sugerir valores prováveis dos limiares de mudança ambientais; elaborar mapas de stress de agressão; mapear as variáveis resistências para as mudanças. Dada a complexidade do assunto para o curto tempo de estudo e pela importância dada ao transporte de água e sedimento dentro do sistema fluvial escolheu-se trabalhar com a resistência estrutural, procurando estabelecer correlações entre os parâmetros obtidos e sintetizá-los para então fazer o zoneamento da sensibilidade da paisagem.

Resistência estrutural é o desenho atual de um sistema, seus componentes, topologia, ligações, limiares e controles e um dos fatores que envolve é a resistência de transmissão, que é a capacidade do sistema de transmitir impulsos de mudança (BRUNSDEN, 2001). A partir das barreiras de transmissão identificadas no mapa, podemos avaliar as ligações do sistema, que expressam uma relação entre dois locais e podem ser: *Coupled*, onde os elementos estão ligados pela livre transmissão de energia e matéria; *Decoupled*, onde a transmissão de energia e matéria foi temporariamente interrompida; e *Not coupled*, onde não há nenhuma ligação entre as partes do sistema (BRUNSDEN, 2001), por não haver mudanças radicais no compartimento geomorfológico não há este tipo. Os pontos onde a estrada intercepta os canais, onde há barragens e nos trechos semi-confinado e não confinado, o tipo de ligação

observada é o *decoupled*, o que implica dizer que nesses locais a transmissão foi interrompida, desconectando duas partes do sistema.

Nacionalmente essa idéia de sensibilidade da paisagem é pouco difundida e trabalhada, sendo escassos os trabalhos com essa temática (SOUZA, 2008; SOUZA *et al*, 2008; CORRÊA *et al*, 2009; CORRÊA & AZAMBUJA, 2005)

OBJETIVOS

Esta pesquisa procurou fazer uma análise do sistema físico da bacia de drenagem do riacho do Mulungu, localizado no município de Belém de São Francisco, semi-árido pernambucano, dando ênfase ao sistema fluvial. Procurou-se avaliar, também, o impacto antropogênico sobre a bacia, visando criar dados necessários para que se possa fazer um posterior planejamento local na área.

A partir do quadro acima descrito, esta pesquisa deu continuidade a pesquisa iniciada no subprojeto: “Mapeamento geomorfológico de detalhe da bacia do riacho Salgado, Belém do São Francisco, Pernambuco”, aprovado na seleção do PIBIC 2007/2008, que produziu uma base de dados geomorfológicos de detalhe sobre a área. A partir destes dados e da definição e diferenciação do conceito de sensibilidade da paisagem e outros conceitos afins, buscou-se realizar um zoneamento da sensibilidade da bacia de drenagem. Através dele será possível definir as áreas mais ou menos sensíveis às forças de distúrbio, bem como qual combinação de parâmetros ambientais e uso da terra estão mais diretamente envolvidos na ruptura do equilíbrio morfodinâmico das unidades de paisagem em um contexto de semi-aridez severa.

METODOLOGIA

A área de estudo foi delimitada a partir dos limites da bacia de drenagem do riacho Mulungu, que abrange uma área de aproximadamente de 16 km². No trabalho anterior, foram utilizados informações de gabinete obtidas através do processamento de dados do Projeto SRTM (*Shuttle Radar Topography Mission*) e a partir delas, juntamente com dados obtidos em campo, foram realizados mapeamentos base e um mapa geomorfológico de detalhe a 1:25.000 (figura 06). Para este, tentou-se obter a morfologia, morfometria, gênese e cronologia, (RODRIGUES & BRITO, 2000). Levando em consideração, também os fatos sociais que modificam formas e processos vigentes (MARTINELLI & PEDROTTI, 2001).

Os dados usados para o mapeamento (figura 07) e análise do uso do solo foram obtidos durante visitas a campo com a utilização de GPS e através de imagens obtidas do software Google Earth trabalhadas no Arcgis 9.1. A partir desses mapeamentos e das considerações sobre o uso do solo buscou-se compreender o comportamento do sistema fluvial, para que fosse avaliado o impacto antrópico na bacia e suas eventuais interferências nos processos e nas formas do sistema fluvial.

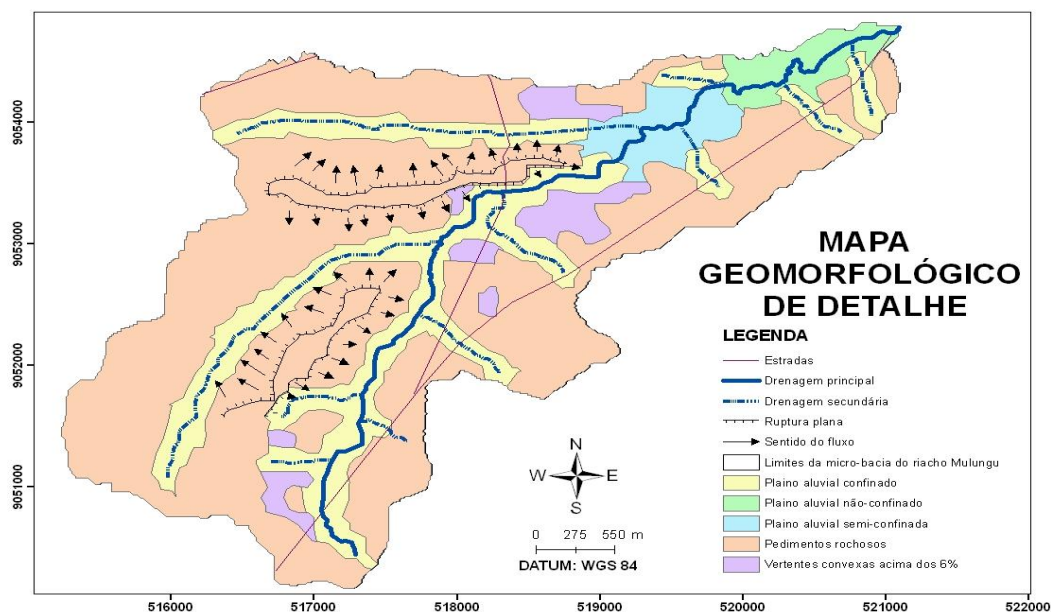


Figura 06 – Mapa geomorfológico de detalhe da bacia do riacho Mulungu. Fonte: SOUZA, 2008

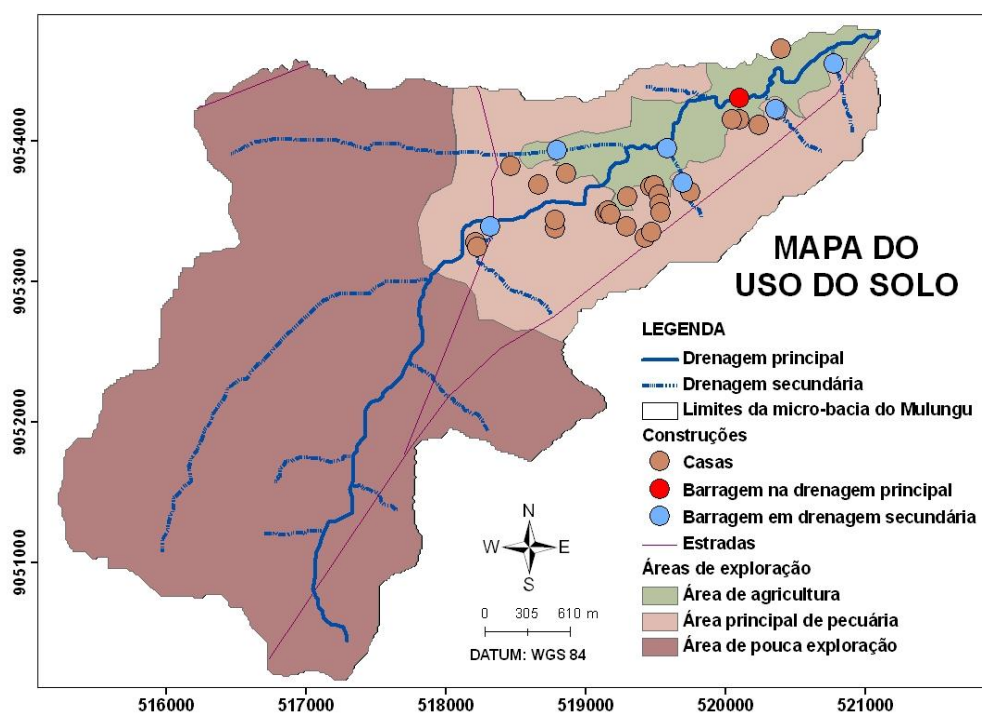


Figura 07 – Mapa do uso do solo da bacia do riacho do Salgado. Fonte: SOUZA, 2008.

Para o mapeamento de sensibilidade da bacia do riacho Mulungu, foram utilizados como base os mapeamentos feitos na primeira etapa do trabalho, principalmente o geomorfológico e o de uso do solo. A partir desses mapeamentos foram obtidas informações necessárias sobre as características naturais e antrópicas da bacia, para a realização do mapeamento de sensibilidade, que teve como foco a resistência estrutural do sistema.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Avaliando o mapa geomorfológico de detalhe, mencionado anteriormente, observaram-se duas características desencadeadoras de forças de distúrbios, sendo elas as estradas e as planícies de inundação (figura 08). Foi considerada apenas a estrada principal como fator relevante, por ela ter uma pequena elevação em relação com a região ao redor. Deste modo capturando o fluxo de água e sedimento à montante dela, inclusive algumas cabeceiras de drenagem. Já as planícies de inundação encontram-se nas áreas identificadas como semi-confinadas e não confinadas (SOUZA *et al*, 2008). Essas planícies são formadas entre o canal e as encostas e impedem a passagem de parte dos sedimentos dessas encostas para dentro do canal, diferentemente do que ocorre no trecho confinado, onde o contato entre eles é direto.

Já no mapa de uso do solo identificaram-se, como fator desencadeador de distúrbios, barragens limitando a transmissão dentro dos canais fluviais. Esses três fatores, possíveis desencadeadores de forças de distúrbio, atuam desconectando o sistema; deste modo causando desconectividade longitudinal, relacionada à transmissão de energia e matéria ao longo do canal, e desconectividade lateral, que está relacionado a entrada de energia e matéria das encostas para os canais (BRIERLEY & FRYIRS, 2005; BRIERLEY *et al*, 2006). As barragens e a estrada são causadoras de desconectividade longitudinal; as planícies de inundação e, novamente, as estradas de desconectividade lateral.

A partir das características levantadas na análise dos dois mapas anteriores foi confeccionado um mapa de barreiras de transmissão (figura 08), que identifica as características limitantes para a transmissão de energia e matéria dentro do sistema, deste modo sendo de vital importância para a análise da resistência estrutural de cada área da bacia.

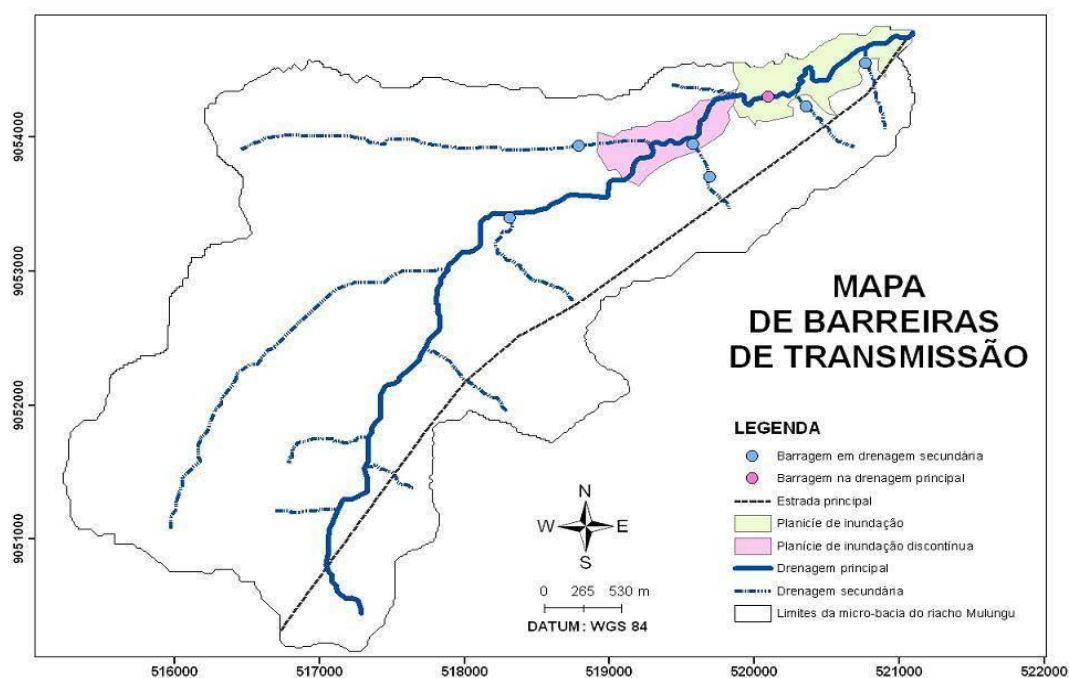


Figura 08 – Mapa de barreiras de transmissão da bacia do riacho do Salgado.

Dentro de um mesmo sistema, a sensibilidade se comporta de forma diferente de acordo com sua localização. As partes iniciais dos sistemas sofrem menos influência das modificações das partes posteriores, enquanto que no inverso a proporção de alteração é mais significativa. Devendo-se também levar em consideração as questões relacionadas a transmissão do sistema, que ao apresentar áreas *decoupled* ou *not coupled*, de certa forma isola áreas do sistema, produzindo, assim, compartimentos distintos, que podem ser entendidos como “sub-sistemas”, alterando assim as áreas iniciais e finais do sistema.

Deste modo, as principais alterações no sistema dá-se à leste a estrada principal, área que se encontra, teoricamente, desligada da bacia. Em relação ao desligamento das encostas em relação ao canal, causada pela presença de planícies de inundação, no baixo curso do riacho Mulungu, ele se apresenta de forma parcial, limitando apenas uma parte do fluxo encosta-canal. Já as barragens antrópicas dos canais fluviais impedem a transmissão de modo absoluto, com exceções para os eventos de grande magnitude e para os momentos que as barragens estão rompidas (SOUZA, 2008; SOUZA *et al*, 2008).

CONCLUSÕES

A área em questão encontra-se muito afetada pela intervenção antrópica, principalmente pela construção das barragens, que limitam a transmissão de energia e matéria no sistema fluvial. Essas intervenções agem como forças de distúrbio que atuam sobre esse

sistema e desencadeiam respostas sensíveis à essas forças, como por exemplo processos de erosão linear. A estrada corta a cabeceira de drenagem do canal principal, o que modifica severamente a drenagem local e também causa graves transtornos para o transporte nas épocas de chuva. Essas modificações alteram a manutenção e evolução das planícies de inundação dos trechos não confinado e semi-confinado (SOUZA, 2008), o que pode vir a alterar as condições das práticas agrícolas no local.

Deste modo é notória a necessidade de estudos sobre as características e comportamento do sistema fluvial para que se possa fazer um planejamento local eficaz e para que se evite o avanço da degradação deste ambiente fluvial semi-árido.

REFERÊNCIAS

BASTOS, R. A. B. **Áreas de fragilidade ambiental: uma abordagem metodológica para áreas de expansão urbana com risco potencial á erosão. Estudo de caso: Bairro Urbanova – São José dos Campos/SP.** Pós-Graduação em Planejamento Urbano e Regional. Universidade do Vale do Paraíba. 2006. (Dissertação de mestrado).

BERTALANFFY, V. L.. **Teoria geral dos Sistemas.** Editora Vozes, Petrópolis. 1975.

BRIERLEY, G. J.; FRYIRS, K. A. **Geomorphology and River Management: Applications of the River Styles Framework.** Blackwell Publications. 398p. 2005.

BRIERLEY, G; FRYIRS, K. A.; JAIN, V. **Landscape connectivity: the geographic basis of geomorphic applications.** Area, 38 (2). 165–174. 2006.

BRUNSDEN, D. **Geomorphological events and landform change.** Zeitschrift für Geomorphologie , v. 40, p. 273-288, 1996.

BRUNSDEN, D. **A critical assessment of the sensitivity concept in geomorphology.** Catena, v. 42, n. 2-4: 99-123. 2001

CHRISTOFOLETTI, A. **Geomorfologia Fluvial.** Editora Edgard Blucher, 313p. 1981.

CORRÊA, A.C.B.; SILVA, F. L. M.; SOUZA, J. O. P.; AZAMBUJA, R. N.; ARAÚJO, S.B. **Estilos fluviais de uma bacia de drenagem no submédio São Francisco.** Revista de Geografia, Recife v. 26 n 1, p. 181-215. 2009.

CORRÊA, A. C. B. ; AZAMBUJA, R. N. . **Avaliação qualitativa em micro-escala da estabilidade da paisagem em áreas sujeitas a desertificação no ambiente semi-árido do Nordeste do Brasil.** In: XI Simpnósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada: Geografia, Tecnociência, Sociedade e Natureza, São Paulo. Anais do XI Simpnósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada. São Paulo. 2005.

CPRM - **Serviço Geológico do Brasil Projeto cadastro de fontes de abastecimento por água subterrânea. Diagnóstico do município de Belém de São Francisco, estado de Pernambuco** / Organizado [por] João de Castro Mascarenhas, Breno Augusto Beltrão, Luiz Carlos de Souza Junior, Manoel Julio da Trindade G. Galvão, Simeones Neri Pereira, Jorge Luiz Fortunato de Miranda. Recife: CPRM/PRODEEM. 2005.

CREPANI, E.; MEDEIROS, J.S.; AZEVEDO, L.G.; DUARTE, V.; HERNANDEZ, P.; FLOREZANO, T. **Curso de Sensoriamento Remoto Aplicado ao Zoneamento Ecológico-Econômico**. INPE - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos 124 p. (INPE-8454-RPQ/722). 1996.

DONHA, A.; SOUZA, L. C. P.; SUGAMOSTO, L. **Determinação da fragilidade ambiental utilizando técnicas de suporte à decisão e SIG**. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v. 10, n. 1, p. 175-181, 2006.

LUIZ J. C., **As unidades de paisagem na bacia do rio guabiroba, Guarapuava-PR, e a fragilidade ambiental**. Maringá. Centro de Ciências Humanas, Letras e Artes de Maringá-PR. 2007. (Dissertação de mestrado em análise ambiental).

MARTINELLI, M. E; PEDROTTI, F. **A cartografia das unidades de paisagem: questões metodológicas**. Revista do Departamento de Geografia, 14: 39-46. 2001.

MICHEL, J.; HAYES, M.O.; BROWN, P.J. 1978. **Application of an oil spill vulnerability index to the shoreline of lower Cook Inlet**, Alaska, Environmental Geology, v.2, p. 107-117. 1978.

RODRIGUES, S. C. E.; BRITO J. L. S. **Mapeamento geomorfológico de detalhe - uma proposta de associação entre o mapeamento tradicional e as novas técnicas em geoprocessamento**. Caminhos de Geografia 1(1): 1-6. 2000.

ROSS, J. L. S. **Análise empírica da fragilidade dos ambientes naturais e antropizados**. Revista do Departamento de Geografia. n.8, p.63-74. 1994.

SAMPAIO, E.V.S.B.; SAMPAIO, Y.; VITAL, T.; ARAÚJO, M.S.B.; SAMPAIO, G.V. **Desertificação no Brasil – Conceitos, núcleos e tecnologias de recuperação e convivência**. Recife: Editora Universitária da UFPE, 202p. 2003.

SCHUMM, S. A. **The fluvial system**. The Blackburn Press. USA, 338p. 1977.

SOUZA, J. O. P. **Sistema fluvial e planejamento local: um caso semi-árido – micro-bacia do riacho Mulungu, Belém de São Francisco – PE**. Departamento de Ciências Geográficas, UFPE, Recife: 2008. (monografia de graduação).

SOUZA, J. O. P; CORRÊA, A.C.B.; BARROS, A. C. M. **Mapeamento Geomorfológico e caracterização física de uma micro-bacia semi-árida: riacho Mulungu – Belém de São Francisco – PE**. In: VII Simpósio Nacional de Geomorfologia. II Encontro latino-Americano de Geomorfologia. Brasil : Belo Horizonte - 01 a 08 de ago. Anais do VII Simpósio Nacional de Geomorfologia. Belo Horizonte. v. único. 2008

SPÖRL, C. **Análise da Fragilidade Ambiental Relevo-Solo com Aplicação de Três Modelos Alternativos nas Altas Bacias do Rio Jaguari-Mirim, Ribeirão do Quartel e Ribeirão da Prata.** São Paulo: FFLCH – USP, 2001. (Dissertação de Mestrado).

SPÖRL C.; ROSS J. L. S. **Análise comparativa da fragilidade ambiental com aplicação de três modelos.** GEOUSP. Espaço e Tempo, São Paulo, n. 15. p. 39-49, 2004.

THOMAS, M. F. **Landscape sensitivity to rapid environmental change—a Quaternary perspective with examples from tropical areas.** CATENA Volume 55, Issue 2, 20 January 2004 Pages 107-124

TRICART, J. **Ecodinâmica.** Rio de Janeiro: IBGE, SUPREN, 1977

ZAPE. **Zoneamento Agroecológico do Estado de Pernambuco**/Fernando Barreto Rodrigues e Silva.[et al.]. Recife: Embrapa Solos - Unidade de Execução de Pesquisa e Desenvolvimento - UEP Recife; Governo do Estado de Pernambuco (Secretaria de Produção Rural e Reforma Agrária), 2001. CD-ROM.- (Embrapa Solos. Documentos; no. 35).ZAPE Digital.