

## RISCOS GEODINÂMICOS E PLANEJAMENTO AMBIENTAL NA BACIA DO RIO GUADALQUIVIR, ESPANHA O meandro de Tocina

Ana Maria MURATORI<sup>1</sup>

### RESUMO

O enfoque desse estudo referiu-se a uma avaliação de processos geodinâmicos recentes, induzidos parcialmente pela ação antrópica, provocando sérios danos ao meio ambiente, destacando-se as enchentes que têm ocorrido periodicamente na bacia do rio Guadalquivir, no sul da Espanha. Visando minimizar esses efeitos, propõe-se neste trabalho uma forma alternativa de tratamento dessas questões ambientais através do manejo em microbacias hidrográficas.

*Palavras-chave:* riscos geodinâmicos; planejamento ambiental; manejo em microbacia.

### ABSTRACT

This study refers to the evaluation of recent geodynamic processes, partially induced by men's actions, with serious damage to the environment. As an alternative to reduce these problems, it is suggested that environmental issues need to be addressed at the level of micro-basin management.

*Key-words:* geodynamics risks; environmental planing; micro-basin management.

<sup>1</sup> Geógrafa, Doutora em Engenharia Florestal.  
Professora do Departamento de Geografia da Universidade Federal do Paraná.

## 1. INTRODUÇÃO

As questões ambientais têm merecido, na maior parte dos países, tratamentos inadequados, tendo em vista alguns aspectos de ordem conjuntural. Dentre estes, destaca-se um certo desconhecimento do ambiente físico pelos gestores da administração pública bem como pelos usuários do ambiente, aliado à prática de interesses econômicos imediatos.

Neste contexto, insere-se o estudo desenvolvido durante o inverno de 1997 na área de atuação do meandro de Tocina, no baixo curso do rio Guadalquivir, no trecho localizado na Província de Andaluzia, Espanha. Nesta área estão presentes fenômenos que induzem a riscos geodinâmicos como enchentes periódicas e toda a problemática abrangente. Os objetivos referiram-se à identificação e diagnóstico de parâmetros de ordem física e de ocupação, envolvendo a estrutura superficial da paisagem andaluza, propondo-se soluções de prevenção e planejamento em uma perspectiva de equilíbrio entre a dimensão social e as variáveis ambientais.

## 2. MATERIAIS E MÉTODOS

### 2.1. LOCALIZAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA

O meandro de Tocina, como parte do baixo curso do rio Guadalquivir, localiza-se entre as coordenadas de 37°36' e 37°38' de Latitude Norte e 5°42' e 5°45' de Longitude Oeste de Greenwich e está compreendido numa planície aluvial que apresenta uma largura aproximada de cerca de 5,5 km, com desenvolvimento preferencial na sua porção sul, em altitudes que variam entre 20 e 30m.

Geomorfologicamente, faz parte da Depressão Neógena do rio Guadalquivir, constituída por uma ampla plataforma continental, caracterizando-se por fácies estratigráficas terciárias e acumulações quaternárias (GARCIA, 1996). Estas acumulações constituem terraços aluviais, os quais se desenvolvem, preferencialmente, no sentido sul. Os terraços de níveis superiores estão entre 7 e 13 m ( $T_{10}$  e  $T_{11}$ ). Os terraços de níveis inferiores fazem parte da planície de inundação, estando a menos de 7 m em relação ao leito do rio Guadalquivir, correspondendo aos níveis  $T_{12}$ ,  $T_{11}$ ,  $T_{10}$  e  $T_{9}$ , integrando-se à dinâmica dos meandros (BAENA, 1993).

O clima dominante é o Mediterrâneo Continental, influenciado pelo relevo e pelo oceano, apresentando temperaturas médias entre 18/19°C e uma precipitação de 600 mm anuais, com um período úmido entre dezembro e março.

Quanto à cobertura vegetal, a mesma se encontra totalmente descaracterizada, com poucos bosques regenerados pontualmente junto às margens dos rios Guadalquivir e Rivera de Hueznar.

A utilização da área a partir do Neolítico e de forma contínua na Idade Média e início da Modernidade, refere-se, nos tempos atuais, a uma intensa ocupação agrícola onde se destaca a fruticultura, além de alguns núcleos populacionais como a cidade de Tocina, localizada à margem esquerda do rio Guadalquivir.

### 2.2. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Como orientação metodológica básica procurou-se investigar qualitativamente os principais condicionantes dos processos geomorfológicos recentes, dentre os quais destacam-se a mobilidade dos sedimentos junto ao meandro de Tocina, ora criando áreas logo invadidas pela vegetação ribeirinha ou pela agricultura, ora destruindo estes espaços ocupados.

Com o auxílio de carta topográfica (Servicio Geografico del Ejercito, 1981, E. 1:50.000) e carta geológica (Instituto Geológico y Minero de España, 1959, E. 1:50.000), fotografias aéreas de 1956 (U.S. Army, E. 1:25.000); de 1973 (CEFTA SA., E. 1:25.000); de 1981 (FOYCAR SA., E. 1:25.000) e de 1993 (Junta de Andalucía, E. 1:20.000), procedeu-se a um levantamento geomorfológico expedito. Este levantamento conduziu ao mapeamento das evidências de movimentação do material de origem aluvial, como demonstrativo da geodinâmica do meandro.

Complementando o conjunto deste levantamento fez-se a verificação das formas de ocupação, quantificando-se as áreas agrícolas junto ao meandro, na planície aluvial.

Estas informações foram analisadas isoladamente, sendo a seguir avaliadas no seu conjunto no sentido de verificar as causas e consequências dos processos geodinâmicos para a estrutura desta paisagem.

### 3. ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

#### 3.1. ASPECTOS EVOLUTIVOS NATURAIS E ANTRÓPICOS

Neste estudo não houve a pretensão de detalhar as características do meio, tendo em vista que existem trabalhos bastante consistentes e detalhados (BAENA, 1993; GARCIA, 1996). Procurou-se apenas focalizá-los como condicionantes naturais e antrópicos da dinâmica ambiental recente, nesta área. Desta forma, considerou-se as características intrínsecas ao meio, deflagradoras dos processos que conduzem à dinâmica evolutiva da paisagem em presença da ação antrópica.

##### 3.1.1. Parâmetros geológico-geomorfológicos e influência antrópica

Como características mais marcantes salientam-se o condicionamento de alguns segmentos da rede de drenagem a prováveis alinhamentos tectônico-estruturais. Neste particular, o rio Rivera de Hueznar, apresenta trechos retilíneos e conexões com pequenos afluentes em ângulos quase retos, características estas discutidas na literatura geomorfológica como adaptações a lineamentos.

Outro fato a destacar é o desenvolvimento do meandro no sentido NNE onde o padrão do canal passa a constituir um segmento retilíneo, indicio provável de influência tectônica.

Do ponto de vista geomorfológico verificaram-se registros de acumulação de sedimentos na área de atuação do meandro em si, assim como junto aos afluentes que chegam ao rio Guadalquivir.

Constatou-se que alguns baixos terraços próximos ao nível de base local, no meandro de Tocina, evidentes nos registros fotográficos de 1956, foram totalmente arrasados, não restando vestígios dos mesmos na tomada de fotografia de 1973.

Nas vertentes voltadas para a Depressão do rio Guadalquivir, marcadamente de Sierra Morena, os processos erosivos podem ser verificados através de canais secos que formam verdadeiras voçorocas que se ampliam conforme os diferentes registros desde 1956. São evidentes também depósitos junto à foz de pequenos afluentes da margem esquerda do rio Rivera de Hueznar, formando cones colúvio-aluviais.

Na planície aluvial, junto ao rio Guadalquivir, foram claramente identificadas áreas de acumulações e de erosão, modificando a morfologia do mesmo. Quantificando-se essas áreas de ampliações de terra, verificou-se que as mesmas foram ocupadas em sua maioria por culturas,

aumentando a possibilidade de utilização dos solos em cerca de 50.000 m<sup>2</sup>. Ao mesmo tempo, algumas propriedades perderam áreas em torno de 15.000 m<sup>2</sup>. Estas modificações de caráter físico estão determinando, por sua vez, problemas de ordem econômica, tendo em vista que alguns proprietários têm sua propriedade ampliada sem pagar mais impostos por isso, enquanto outros pagam tributos sobre uma área que já não existe mais.

Através de trabalho de campo verificou-se, como um dos efeitos da última enchente de dezembro de 1996, a rápida modificação da planície aluvial pelo acúmulo generalizado de sedimentos, tendo em vista que o nível das águas subiu mais de 7 m de altura.

Outros efeitos pontuais e de caráter predominantemente desastroso, relativos à última enchente de 1996, referiram-se à erosão de mais de 20 m na porção interna côncava do meandro, onde existia um depósito de lixo, provocando a disseminação de resíduos para toda a planície aluvial. Logo à jusante do meandro, impulsionada pela força das águas de enchente, houve ainda destruição de uma ponte.

##### 3.1.2. Parâmetros climático-hidroclimáticos e influência antrópica

De acordo com GARCIA (1996), o clima dominante apresenta manifestações de um ritmo estacional mediterrâneo com seca estival acentuada, ao qual se sucede um período úmido no inverno, durante o qual ocorrem, periodicamente, as enchentes. No período de chuvas ocorrido em dezembro de 1996, os valores alcançaram 4.500 m<sup>3</sup>, não estando, entretanto, entre os maiores valores históricos de enchentes, que já chegaram a atingir mais de 10.000 m<sup>3</sup>.

Estas condições alternadas de seca e de chuvas intensas atuam como fatores preparatórios desencadeantes dos processos geodinâmicos, em presença das modificações induzidas pelo homem, tais como edificações e desflorestamento intensivo, diminuindo os fatores de resistência do solo e induzindo-os ao movimento em épocas de enchente como a que ocorreu durante o inverno de 1996/97.

##### 3.1.3. Parâmetros florísticos e influência antrópica

Pelo exame das fotografias realizadas entre 1956 e 1993 constatou-se uma dinâmica de caráter destrutivo muito intensa relativa aos

bosques e pequenas florestas-galeria junto às margens do rio Guadalquivir e seus afluentes. Concretamente, embora a área já estivesse fracamente florestada, no conjunto houve uma perda sensível de massa arbórea durante os 37 anos de intervalo entre a primeira tomada de fotos e a última, em 1993.

### 3.1.4. Parâmetros antrópicos

Os acidentes relacionados ao ambiente, particularmente as enchentes que ocorrem periodicamente na bacia do rio Guadalquivir, afetando áreas como a do meandro de Tocina, têm-se sucedido numa progressão crescente, embora o fato em si, ou seja, a enchente, potencialmente não tenha atingido níveis alarmantes. Desta maneira é possível interpretar que as respostas do meio aos processos geodinâmicos recentes estão também diretamente relacionadas a fatores como velocidade de ocupação antrópica e complexidade de áreas potencialmente frágeis.

Pelo exame dos fotogramas verificou-se que, do ponto de vista agrícola, os olivais têm ocupado parcialmente a porção norte do meandro de Tocina, nas encostas, fora dos limites da planície aluvial, diminuindo a área de plantio entre 1956 e 1993.

Quanto à ocupação efetiva da planície aluvial, fez-se uma avaliação quantitativa através das fotografias aéreas, na área de influência direta do meandro, abrangendo cerca de 18km<sup>2</sup>, de acordo com o quadro demonstrativo, a seguir.

Quadro 1 - Aspectos evolutivos da ocupação (em %) na área de influência do meandro de Tocina (1956-1993).\*

TIPO DE OCUPAÇÃO/ANO	1956	1973	1981	1993
AGRICULTURA:				
Frutíferas	54,4	70,0	75,0	78,0
Outras Culturas	44,1	28,0	23,0	20,0
BOSQUES DE RIBEIRA	2,0	1,2	1,0	0,9
EDIFICAÇÕES	0,5	0,8	1,0	1,1
TOTAL	100,0	100,0	100,0	100,0

\*Nota: Dados obtidos através de fotointerpretação

Os resultados relativos ao intervalo de 37 anos, expressos através do quadro 1, demonstraram que as frutíferas ampliaram a sua área de domínio, assim como as edificações na forma de estradas, canais artificiais condutores de água e a malha urbana do centro de Tocina. Utilizando-se fotografias aéreas de 1993, construiu-se um mapa de uso do solo, onde ficam destacadas as linhas de divisão entre propriedades e culturas, como demonstrativo da ocupação intensa da planície aluvial, e área de domínio das águas nas épocas de enchentes.

Estes parâmetros, avaliados no seu conjunto, permitiram fazer algumas considerações, válidas para a bacia do rio Guadalquivir na área do meandro de Tocina, como se segue:

- os processos inerentes às características geológicas, geomorfológicas e climáticas, interagindo no meio ambiente modificado pela ação humana, têm induzido ao desencadeamento de situações de extrema fragilidade, propiciando situações de catástrofes eminentes como as enchentes;
- embora os resultados destas ações sejam visíveis em alguns pontos mais sensíveis como a planície aluvial, sabe-se que o seu desencadeamento pode estar à distância, em áreas à montante, devido aos processos erosivos acelerados pelo mau uso do solo.

Estas considerações conduziram a uma avaliação de que as ações institucionais precisam ser revistas, apresentando-se, na seqüência, uma proposta de manejo ambiental.

### 3.2. PLANEJAMENTO EM MICROBACIAS HIDROGRÁFICAS

O fato mais surpreendente, e que veio à tona neste estudo, é que a Espanha, como de resto a maior parte dos países europeus, é proprietária de um grande acervo tecnológico, contendo propostas sobre as questões ambientais que são copiadas e discutidas por outros países como os do Terceiro Mundo. No entanto, quando se trata da aplicação destes conhecimentos em seu próprio território, verifica-se que o tratamento do meio ambiente é feito de forma tão inadequada como naqueles países que carecem de recursos e tecnologias apropriadas.

Os conflitos ambientais no vale do rio Guadalquivir foram sendo construídos ao longo dos séculos e, por esta razão, menos percebidos. Foram culturalmente incorporados como parte das características inerentes ao meio ambiente, sendo discutidos predominantemente nos momentos considerados críticos, diante de catástrofes em que foram perdidas lavouras e estradas, além de outros danos.

No entanto, os problemas relativos a enchentes, à erosão acelerada, à forma provisória dos vales meandantes dos rios, são fatos previsíveis e parcialmente gerenciáveis (MURATORI, 1984; MURATORI e MURATORI, 1985). Assim, estudos de natureza ambiental, envolvendo os aspectos físicos e de ocupação de uma região em sua dinâmica permanente, tais como características geológico-geomorfológicas, da vegetação, do clima e uso do solo, podem determinar a maneira de tratá-los.

Desta forma e a partir deste diagnóstico na área do meandro de Tocina, o qual se soma a outros já existentes, propõe-se, como medida alternativa, o tratamento das questões ambientais sob a ótica das microbacias hidrográficas. Este tratamento é essencial porque a geodinâmica que ocorre em cada microbacia vai se refletir na dinâmica de toda a bacia do Guadalquivir.

O planejamento em nível de microbacia está embasado na proposta feita pelo Ministério da Agricultura brasileiro (MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, 1987), passando de início por um levantamento dos recursos existentes, destacando-se as condições de relevo, solo e uso.

Aliando-se a este levantamento é essencial a tomada de medidas corretivas, das quais aponta-se um elenco ilustrativo como se segue:

- nas encostas, independentemente dos graus de declividade, impõe-se uma nova forma de utilizar o maquinário. Ao invés de utilizá-la de cima para baixo, é essencial que o tratamento da terra seja transversal à pendente, segundo as curvas de nível;
- construção de terraços entre as árvores, impedindo que a água escorra vertente abaixo;
- uma medida de caráter obrigatório é o reflorestamento das nascentes dos rios, impedindo, dessa maneira, que os materiais sejam arrastados para a planície aluvial.

Para que estas medidas possam ser realizadas, é necessária uma total mudança nas relações entre os proprietários de uma mesma microbacia. É preciso que os mesmos entendam que algumas medidas tomadas em uma propriedade podem ter reflexos positivos ou negativos na propriedade vizinha. Desta maneira, é essencial que as ações executadas em cada microbacia sejam resultantes de decisões conjuntas dos proprietários, em benefício da conservação da terra.

Destaca-se aqui uma grande mudança em termos de planejamento. O trabalho em microbacias só é possível à medida em que os órgãos governamentais que gerenciam as ações de planejamento e a população estejam envolvidos.

Para essa situação as ações devem ser desenvolvidas, inicialmente, em uma área-piloto. É preciso levar em conta que uma nova proposta precisa também ter sua implantação feita de maneira progressiva e conduzida pelos órgãos competentes através da discussão coletiva e da reeducação ambiental da população para viabilizar as modificações de ordem técnica que conduzam ao bem-estar coletivo.

#### AGRADECIMENTOS

Ao Prof. Dr. FERNANDO DIAZ DEL OLMO, chefe do Departamento de Geografia Física e Análise Geográfica Regional e Prof. Dr. RAFAEL BAENA ESCUDERO, professor de Geografia Física deste departamento, na Universidade de Sevilha, Espanha, pela supervisão e acompanhamento, permitindo a elaboração deste estudo, pelo Programa Intercampus-97.

#### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BAENA ESCUDERO, R. *Evolución cuaternaria (3M. a) de la Depresión del medio-bajo Guadalquivir y sus márgenes (Córdoba Y Sevilla)*. 1993. Tese de doutorado, inédita, Universidade de Sevilha: 589 p.
- GARCIA MARTINEZ, B. *Los meandros del río Guadalquivir en su tramo bajo continental (Palma del Río - Brenes): Cambios recientes y evolución geomorfológica*. Trabalho de investigação. Inédito. Universidade de Sevilha, 1996.
- MINISTÉRIO DA AGRICULTURA. *Comissão Nacional de Coordenação do PNMH. Programa Nacional de Microbacias Hidrográficas. Manual Operativo*. Brasília, Ministério da Agricultura, 1987.
- MURATORI, A. M. *Erosão no noroeste do Paraná: uma proposta metodológica de estudo sistemático através de fotografias aéreas*. Curitiba, 1984. Dissertação (Mestrado em Ciências Geodésicas). Universidade Federal do Paraná.
- \_\_\_\_\_; MURATORI, M. Contribuição ao conhecimento dos fenômenos intervenientes no processo de erosão acelerada no noroeste do Paraná; propostas metodológicas de trabalho. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE CONTROLE DE EROSIÃO. (3.: 1985: Maringá) Atas... Maringá, ABGE, p.213-216.