

**AVALIAÇÃO DA INFLUÊNCIA DE EMBARCAÇÕES MOTORIZADAS NO PROCESSO DE EROÇÃO DAS MARGENS DO RIO AQUIDAUANA, LOCALIZADO NO MUNICÍPIO DE ANASTÁCIO - MS****EVALUATION OF THE INFLUENCE OF MOTORIZED VESSELS IN THE EROSION PROCESS OF THE MARGINS OF THE AQUIDAUANA RIVER, LOCATED IN THE MUNICIPALITY OF ANASTÁCIO – MS**

Luiz Clemente de Souza<sup>1</sup>  
Luiz Augusto Araújo do Val<sup>1</sup>  
Roberto Macedo Gamarra<sup>1</sup>  
Fabrício Bau Dalmas<sup>2</sup>  
Antonio Conceição Paranhos Filho<sup>1</sup>

**RESUMO**

O presente trabalho tem como objetivo avaliar a influência das ondas formadas por embarcações a motor de popa no processo de erosão das margens dos rios. A área de estudo compreende uma seção da margem esquerda do rio Aquidauana no Município de Anastácio - MS. Foi realizado um levantamento topográfico do perfil da margem do rio e a evolução do processo erosivo, onde foi simulado um intenso tráfego de embarcação em alta velocidade, utilizando um barco borda alta de seis metros de comprimento e motor de popa 15 HP. Com um nível topográfico instalado na margem do rio, foi possível mensurar as alterações ocorridas. Com o recurso dos gráficos calculou-se as áreas de solo que foram erodidas, acima da linha d'água. Foi ainda coletada amostra do solo da margem que foi analisada no laboratório de solos da UFMS em Campo Grande – MS. Dessa forma, buscou-se a confirmação da influência do tráfego de embarcações motorizadas no processo erosivo das margens do Rio Aquidauana. Foram observadas as alterações no perfil, o impacto das ondas das embarcações e formas de proteção. Diante das atividades desenvolvidas e considerando os dados obtidos, concluiu-se que houve a influência da embarcação na erosão da margem do rio, pois os dados apresentados nos estudos foram satisfatórios para o tipo de pesquisa proposta, válidos àquela área pesquisada ou a outras de características semelhantes.

**Palavras-chave:** Rio Aquidauana. Erosão das margens. Impacto ambiental de embarcações.

**ABSTRACT**

*The present work had as objective the evaluation of the influence of waves, formed by motor-driven boats, on the process of riverbank erosion. The study area encompassed a section of the left margin of the River Aquidauana in the municipality of Anastácio - MS. A topographic survey of the riverbank profile was made and the evolution of the erosive process followed, using a high-sided boat of six meters in length, with a 15 HP outboard motor, to simulate intense boating activity. With a precision marker installed on the river's edge, it was possible to measure the changes that occurred. With the use of graphs, the area of soil eroded above the water level was calculated. In addition, soil from the area was collected, for analysis in the Soil Laboratory of UFMS – MS. In this way, confirmation was sought of the influence of motorized boat traffic on the erosive processes of the River Aquidauana. The alterations in the profile, and the impact of the boat-generated waves were observed, and forms of protection considered. Based on the research results, it was concluded that there was an influence of boating on the erosion of the riverbank. The data presented were satisfactory for the type of study proposed, valid for the area researched, as well as other areas of similar characteristics.*

**Keywords:** Aquidauana River. Riverbank erosion. Environmental impact of boats.

<sup>1</sup> Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Programa de Pós-Graduação em Tecnologias Ambientais, Avenida Costa e Silva, s/n, 79070-900, Cidade Universitária, Campo Grande, MS, Brasil. E-mail: pmaportomurtinho@yahoo.com.br, luizaugustodoval@hotmail.com, rmgamarra@gmail.com, antonio.paranhos@pq.cnpq.br.

<sup>2</sup> Universidade Universus Veritas Guarulhos. Programa de Mestrado em Análise Geoambiental, Praça Tereza Cristina, 239, 07023-070, Guarulhos, SP, Brasil. E-mail: fdalmas@prof.ung.br.

<sup>3</sup> Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Programa de Pós-Graduação em Tecnologias Ambientais, Avenida Costa e Silva, s/n, 79070-900, Cidade Universitária, Campo Grande, MS, Brasil. E-mail: antonio.paranhos@pq.cnpq.br.

## INTRODUÇÃO

A partir da década de 60, com a industrialização, a população mundial começou a sentir uma aceleração da alteração ambiental no planeta ocasionada dentre outras, pelas máquinas pesadas, indústrias diversas e produtos comerciais como os herbicidas e outros produtos como os agrotóxicos que foram utilizados em grande escala. No Brasil, a partir do ano de 1981 é que houve uma mobilização e preocupação dos Órgãos normativos no tocante a questão ambiental, adotando-se a Política Nacional do Meio Ambiente (Lei 6938/81). Este diploma legal instituiu o Sistema de Licenciamento das Atividades Potencialmente Poluidoras e Avaliação de Impactos Ambientais.

Conforme o Boletim de Pesquisa número 22, SCPESCA/MS, o número de pescadores esportivos dos estados de São Paulo (67%), Paraná (13%), Minas Gerais (8,8%), e outros, aumentou até 1997, quando atingiu a marca de 57.000 (cinquenta e sete mil pescadores), mantendo-se em 56.700 (cinquenta e seis mil e setecentos) pescadores visitantes em nosso Estado, sobretudo na Bacia do Rio Paraguai. Registrou ainda o aludido documento que no ano de 1997, exerceram a pesca no Rio Paraguai, cerca de 1000 (mil) pescadores por dia (CATTELA, 2001). Considerando que a pesca no Rio Paraguai é praticada em 90% na modalidade pesca embarcada e que em média 02 a 05 pessoas ocupam uma embarcação para esta atividade, podemos estimar que circulam diariamente neste rio, cerca de 300 (trezentas) embarcações.

Toda atividade antrópica é considerada impactante e merece ser investigada e estudada minuciosamente, formou-se uma inquietude em pesquisar sobre a influência de embarcações motorizadas no processo de erosão das margens dos rios. Portanto, o maior interesse em diagnosticar e avaliar as alterações causadas por embarcações foi de atribuir uma resposta a respeito do assunto em pauta. Assim o presente trabalho tem como objetivo avaliar a influência das ondas, formada por embarcações a motor de popa, no processo de erosão das margens dos rios.

## MATERIAL E MÉTODOS

A área de estudo compreende uma seção da margem esquerda do rio Aquidauana, situada a 380 (trezentos e oitenta) metros à jusante da Ponte Férrea, de coordenadas geográficas (20027'35"S e 55049'43"W). A referida seção foi locada sob as coordenadas UTM (622178) (7737248), datum córrego alegre, fuso 21, projeção UTM (Universal Transversa de Mercator) e geograficamente faz parte de uma "curva à direita", margem côncava do rio Aquidauana no município de Anastácio - MS.

A área de preservação permanente e mata ciliar daquele local já foram alteradas e se constituem de vegetação secundária, um cerrado com grande

predominância da palmeira acuri (*Scheelea phale-rata*), foram ainda catalogadas em pequena escala próximo da margem do rio, as seguintes espécies: aroeira (*Astronium urundeuva*); assa peixe (*Vernonia*); chico magro (*Guozuma tamentosa*); jenipapo (*Genipa americana*); embauva (*Cecropia pachystachya*); ingazeiro (*Inga vera ssp*); ipê roxo (*Tabebuia heptaphulla*); pau-leiteira (*Himatanthus aboratus*) e marmelo (*Alibertia edulis*). Visualmente, ao chegar no ponto da pesquisa, pode-se observar o impacto ambiental ocorrido em menos de dois anos. "O ser humano ao provocar a erosão, interfere na duração geomorfológica, encurtando-a e acelerando em muito o processo natural" (CUNHA, 2000).

O solo daquela área foi classificado como planosolo, com textura média, o horizonte A, medindo aproximadamente 1,20 m, muito arenoso, seguido do horizonte B com predominância de solo argiloso, aparecendo logo próximo à lâmina d'água (SEPLAN, 1982). No ponto de estudo a altitude é de 126 (cento e vinte e seis) metros em relação ao nível do mar, conforme dados coletados do GPS (*Global Positioning System*).

Foi montado um cenário simulando um intenso tráfego de embarcação em alta rotação, utilizando-se um barco borda alta de seis metros de comprimento e motor de popa 15 HP. Utilizou-se ainda uma máquina fotográfica e uma filmadora para registrar com detalhes todas as etapas do trabalho de campo. Foram levantados ainda dados preliminares sobre a vegetação ali existente. Já com o GPS (*Global Positioning System*), foram levantadas as coordenadas geográficas daquele ponto.

Com o auxílio de uma trena foi realizada a medida (margem a margem) da largura do leito do rio (leito maior sazonal). Com um nível de precisão instalado na margem do rio, foi possível mensurar as alterações ocorridas no trabalho de campo do dia 09 e 10 de março de 2002. Foi ainda coletada amostra do solo, do local em posição bem próxima à lâmina d'água, acondicionada em saco plástico e encaminhada ao laboratório de solos da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, em Campo Grande – MS. Dessa forma, depois de realizadas todas as atividades já relacionadas, procederam-se à mensuração e buscou-se a confirmação da influência do tráfego de embarcações motorizadas no processo erosivo das margens do rio, naquela seção, objetivo único e apresentado neste trabalho.

## RESULTADOS E DISCUSSÕES

A pesquisa científica foi realizada no rio Aquidauana em apenas um ponto. Neste ponto foi medido margem a margem e constatou possuir 72 (setenta e dois) metros de largura e passa, quase que todo ano, pelo processo natural de erosão com as enchentes "cheias anormais", pois geomorfológicamente é uma área suscetível a erosão por situar-se

no lado côncavo da “curva do rio”, assim, o fluxo da água naturalmente vai desgastando esta margem e ao longo do curso vai depositando os sedimentos à jusante, grande parte na margem convexa imediata, formando bancos de areia.

Nos deslocamentos do Porto do 4º Pelotão de Polícia Militar Ambiental até o local da pesquisa, foi observado:

- Que as ondas, em um curso d’água de aproximadamente 80 (oitenta) metros de largura, formam-se como um leque e se espalham desde o ponto inicial (hélice do motor de popa) até a barranca em uma distância aproximada de 200 (duzentos) metros de extensão;
- O motor de popa 15 HP com um barco de alumínio borda alta, com 6 (seis) metros de comprimento, produz em uma única passada, em média, 5 (cinco) a 8 (oito) ondas que se chocam contra a barranca do rio com uma intensidade crescente a partir da segunda onda e intensidade decrescente nas duas ou três últimas;
- Que a forma ou altura da onda na superfície do curso d’água é proporcional ao impacto dela sobre a barranca;
- Quanto mais íngreme for a barranca, maior será o impacto das ondas sobre ela e quanto menos inclinada for a barranca de um rio, mais suave será o impacto das ondas sobre elas.

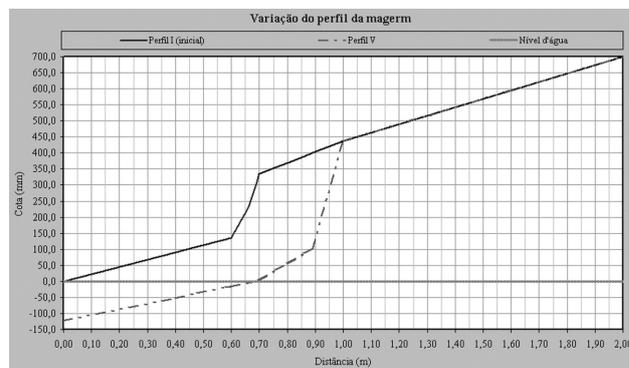
Dentre as espécies vegetais da mata ciliar da margem direita, oposta ao local da pesquisa, destaca-se o saranzeiro (*Alchornea castaneaefolia*) que é uma árvore dióica, pequena, bem ramosa desde a sua base; folha coriácea lanceolada, com margem serrilhada e fruto pequeno. Esta planta é conhecida por “saran”, frequente em áreas inundadas em especial às margens dos rios. Os peixes se alimentam de suas folhas, na estação de cheia, quando ficam submersas. Constitui em proteção natural das margens, impossibilitando o trânsito de pessoas e, ao passar qualquer embarcação no rio, o conjunto galhas e folhas funcionam como amortecedores dos impactos das ondas.

Por outro lado, com a prática da navegação no mencionado rio, procurou-se mensurar a influência dessas embarcações motorizadas no contexto geral da erosão da sua margem e constatou-se que o perfil da margem do rio Aquidauana, no ponto determinado pelo pesquisador, encontrava-se naquele dado momento conforme ilustrado na Figura 1.

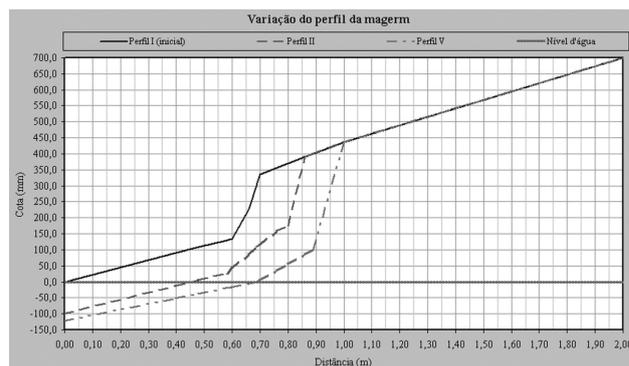
Registraram-se cinquenta passagens com o motor de popa 15 HP, sendo 25 à jusante e mesma quantidade à montante, todas no mesmo ritmo, com o equipamento em alta rotação. Completadas as perturbações, procedeu-se às medidas e foi observado o efeito de borda, uma alteração considerada, como mostra o gráfico apresentado na Figura 2.

Dando continuidade ao trabalho, obedecendo

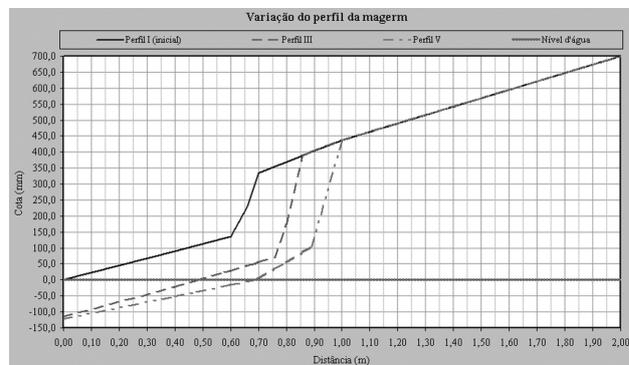
aos mesmos critérios anteriores e após 100 (cem) passagens, contando da inicial, foi mensurada a nova alteração da margem (Figura 3). Observou-se a formação de “buracos” ou sulcos subsuperficiais, chamados pelos geógrafos de alcova de regressão e em processo contínuo apareceram pequenas rachaduras progressivas na superfície do solo. Estas alterações foram aos poucos aumentando até desbarrancar e alcançar a lâmina d’água.



**Figura 1:** Margem esquerda do rio Aquidauana - Perfil I.  
**Figure 1:** Left bank of the Aquidauana River - Profile I.



**Figura 2:** Margem esquerda do rio Aquidauana - Perfil II (50 passagens do barco)..  
**Figure 2:** Left bank of the Aquidauana river - Profile II (50 boat passages).



**Figura 3:** Margem esquerda do rio Aquidauana - Perfil III (100 passagens de barco).  
**Figure 3:** Left bank of the river Aquidauana - Profile III (100 boat passages).

Prosseguindo a atividade de campo foi desenvolvida a última etapa, registrada após 150 (cento e cinquenta) passagens (Figura 4). Houve nesse ínterim pouca alteração. Foi observado que a alteração provocada pelas ondas da embarcação, deparou com um solo firme e mais argiloso. O perfil configurou conforme Figura 4.

Após esta última fase do experimento, deu-se por satisfatório os resultados obtidos no dia 09 de março de 2002, e para registrar as alterações normais do período noturno no dia seguinte, às 06:00 horas da manhã, retornou-se para mensurar àquelas alterações ocorridas, observou-se um equilíbrio das margens, ou seja, uma semelhança com o perfil I (inicial), conforme pode ser observado na Figura 5.

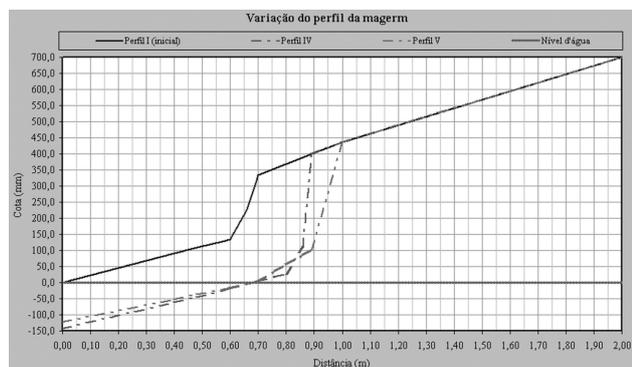
Após analisados todos os perfis, estes foram sobrepostos para ilustrar melhor a situação geral da influência de embarcação motorizada no processo erosivo da margem do rio, conforme o gráfico da Figura 6.

Com o recurso dos gráficos calculou-se as áreas de solo que foram erodidas, acima da linha d'água, conforme Quadro 1.

**Quadro 1:** Áreas do solo erodido em metros quadrados.

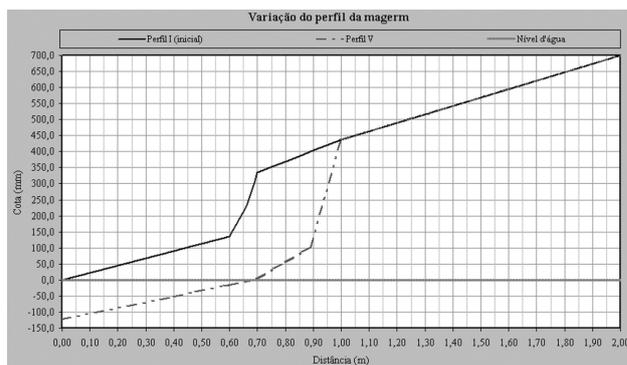
**Quadro 1:** Area of soil eroded in square meters.

Identificação	Nº de furos	Área erodida (m2)
Perfil I	0	-
Perfil II	50	0,107
Perfil III	100	0,227
Perfil IV	150	0,364
Perfil V	não registradas	0,519



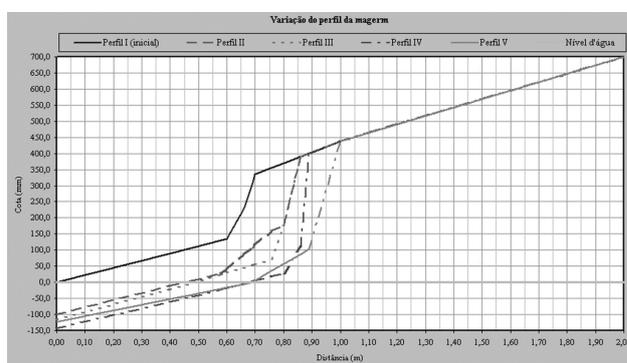
**Figura 4:** Margem esquerda do rio Aquidauana - Perfil IV (150 passagens de barco).

**Figure 4:** Left bank of the river Aquidauana - Profile IV (150 boat passages).



**Figura 5:** Margem esquerda do rio Aquidauana-Perfil V (Após 12 horas).

**Figure 5:** Left bank of the river Aquidauana-Profile V (After 12 hours).



**Figura 6:** Margem esquerda do rio Aquidauana - Perfil (geral).

**Figure 6:** Left bank of the river Aquidauana - Profile (general).

Conforme GUERRA (1999), “De um modo geral, os solos que apresentam consistência quando secos, solta e macia, quando úmidos, solta e friável, e quando molhados não plástica e não pegajosa, vão resultar em uma maior suscetibilidade a erosão. Isto resulta diretamente de menor quantidade de partículas ligantes (matéria orgânica e argila)”. Assim, após a secagem do material coletado, ainda no laboratório foi submetido ao processo de peneiramento e ao final da análise classificou-se como sendo solo do tipo areia fina silto-sa, conforme dados apresentado no Quadro 2.

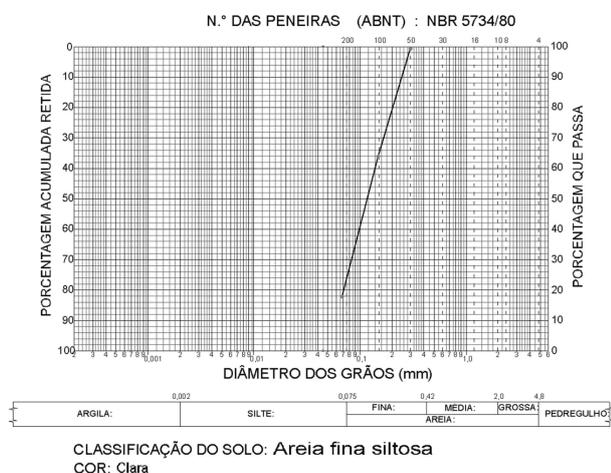
**Quadro 2:** Ilustração dos dados obtidos em laboratório.

**Table 2:** Illustration of data obtained in laboratory.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO DO SUL			
LABORATÓRIO DE MECÂNICA DOS SOLOS – CCET			
ENSAIO DE PENEIRAMENTO			
Local: Rio Aquidauana			
Amostra (n°): 01 (380 m após a ponte férrea)			
Profundidade: Superfície da margem esquerda, próximo da lâmina d'água do ponto de pesquisa.			
Peneirador: Manoel B. Carvalho			
Tempo: 15 minutos			
Operador: Manoel B. Carvalho			
Data: 18 de março de 2002			
M st = 200    M si = 200    ΔM=200			
OBSERVAÇÕES: Areia Fina Siltosa			
PENEIRA NÚMERO	MASSA RETIDA (G)	% RETIDA	% RETIDA-ACUMULADA
50	1,51	0,75	0,75
100	70,46	35,23	35,98
200	91,77	45,89	81,87
Prato	36,26	18.13	100

A análise granulométrica (Figura 7) confirmou o resultado alcançado nas mensurações dos perfis. Ressalta-se que estes resultados apenas poderão ser aplicados a margens de outros rios com as mesmas características de solo, gradiente, vegetação e condições pré-estabelecidas (motor de popa 15 HP, largura aproximada de 80 metros e navegação a três metros da margem estudada).

ANÁLISE GRANULOMÉTRICA CONJUNTA



**Figura 7:** Resultado da análise granulométrica do solo obtido no Laboratório da UFMS.

**Figure 7:** Result of the soil granulometric analysis obtained at the UFMS Laboratory.

**CONCLUSÕES**

Diante das atividades desenvolvidas e considerando o exposto, conclui-se que houve a influência da embarcação na erosão da margem do rio, pois os dados apresentado neste estudo, foram satisfatórios para o tipo de pesquisa proposta neste documento, válidos àquela área pesquisada ou outra de características semelhantes. Por ser um trabalho pioneiro e de interesse da comunidade e de autoridades municipais, recomenda-se uma profunda análise da problemática, dotada de especial atenção, e em período de tempo maior (dois anos).

Que sejam analisados nos períodos chuvosos, nos períodos de seca, nas temporadas de pesca, onde o fluxo de embarcações é maior e nos períodos desfechos de pesca (piracema). Que sejam utilizados experimentos com motores de popa e motores de centro, com diferentes potências e embarcações de diversos portes.

Com movimentação das embarcações sob diferentes tamanhos, cargas, velocidades, profundidades das margens e nos dois sentidos – contrário e concordante. Que sejam realizados experimentos em diversos cursos d'água de características distintas quanto ao escoamento das águas (largura do rio, velocidade, nível d'água) e de margens (diferentes condições de “barranco”, quanto ao material que é constituído e coberturas vegetais). Enfim, concluímos que quanto maior a potência do motor, carga e a velocidade de uma embarcação, maior é sua capacidade em erodir a margem de um rio.

**REFERÊNCIAS**

CATELLA, A. C.; ALBUQUERQUE, F. F. de; CAMPOS, F. L. de R. **Sistema de controle de pesca de Mato Grosso do Sul.** (SC PESCA/MS-5-1998, Boletim de pesquisa nº 22). Corumbá: Embrapa Pantanal/Semact Femap, 2001. 72 p.

CUNHA, S. B. da; GUERRA, A. J. T. (org). **Avaliação e perícia ambiental.** 2. ed. Rio de Janeiro, RJ: Bertrand Brasil, 2000. 294 p.

CURI, N. **Vocabulário de ciências do solo.** Campinas: Sociedade Brasileira de Ciências de Solo, 1993. 90 p.

GUERRA, A. T.; GUERRA, A. J. T. **Novo dicionário geológico.** Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1997. 652 p.

GUERRA, A. T.; SILVA, A. S.; BOTELHO, R. G. M. **Erosão e conservação de solos.** Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1999. 339 p.

OLMOS, J. I. L. **Bases para leitura de mapas de solos.** Rio de Janeiro: Embrapa/SNLCS. Série Miscelânea, 4, 1983. 91 p.