

## **EROSÃO LAMINAR NA BACIA DO RIO ITIQUIRA, MT**

Chisato Oka-Fiori - Departamento de Geografia, UFPR [chisato@ufpr.br](mailto:chisato@ufpr.br)

Alberto Pio Fiori - Departamento de Geologia, UFPR [fiori@ufpr.br](mailto:fiori@ufpr.br)

Simone Kozciak - Bolsista CAPES, GEGEO, UFPR [simone@ufpr.br](mailto:simone@ufpr.br)

### **1 INTRODUÇÃO**

A principal meta do presente trabalho foi avaliar a evolução da dinâmica geoambiental no ecossistema da área, num período de 30 anos, especialmente do ponto de vista das modificações ocorridas no uso e ocupação do solo e suas consequências, em termos de erosão na área.

A área do presente estudo corresponde à bacia do alto curso do rio Itiquira, mais precisamente, dos afluentes da sua cabeceira no leste da chapada Correntes/Itiquira, nas proximidades de Alto Garças até a escarpa da serra de São Jerônimo, a oeste de Itiquira, situada no estado de Mato Grosso, totalizando 5.361 km<sup>2</sup> de área. Localiza-se entre os paralelos 16°48' e 17°32' Sul e os meridianos 53°15, e 55° 01 Oeste, na parte leste da bacia do Alto Paraguai, na porção ocidental do planalto da Bacia Sedimentar do Paraná.

A área da pesquisa está geologicamente inserida na bacia do Paraná, onde comparecem as rochas das formações Aquidauana, Corumbataí, Botucatu e do grupo Bauru. Quanto aos tipos de solos, ocorrem 6 classes, sendo os Latossolos, Areias Quartzosas e Podzólicos os mais importantes pelas respectivas áreas de abrangência, as quais mostram grande variação nas características físicas e morfológicas, principalmente em função dos diferentes tipos litológicos e formas de relevo. Geomorfologicamente, a área está inserida na região dos planaltos da Bacia do Alto Paraguai, na chapada Correntes/Itiquira, onde o relevo apresenta amplas formas tabulares estruturais e formas convexas, comportando altimetrias que vão de 500 a mais de 800 m.

### **2 METODOLOGIA**

Através de integração de uso de técnicas de Sensoriamento Remoto e de Sistemas de Informações Geográficas – SIG foi possível determinar as perdas totais de solo na bacia do rio Itiquira nos anos de 1966, 1985 e 1996, conforme considerada neste trabalho, ou seja, até a desembocadura do Itiquira na bacia do Pantanal, baseando-se na Equação Universal de Perdas de Solo.

Foram elaboradas as cartas de cobertura do solo. Para o ano de 1966, a carta foi elaborada com dados obtidos das cartas topográficas do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (Mineiros e Guiratinga) e da Diretoria do Serviço Geográfico do Exército (Itiquira e Rondonópolis). Já para os anos de 1985 e de 1996 foram feitas através da análise de imagens de satélite, utilizando-se técnicas de classificação multiespectral, com classificação supervisionada, levando-se em conta as chaves de interpretação e controles de campo.

Dessa forma foram reconhecidas 10 classes de cobertura do solo na área de estudo, ou seja: urbanizada, cultivo, irrigada, pastagem, reflorestada, matas, cerrado, área úmida, lagoas e recentemente queimada.

Os valores do fator erosividade das chuvas (R) foram obtidos do PCBAP (1997), que determinou a erosividade das chuvas no Pantanal Matogrossense, com base em dados de 140 estações pluviométricas distribuídas na região da Bacia do Alto Paraguai - BAP. A

partir destes dados gerou-se o mapa de isoerodentes da região estudada, obtido por interpolação de curvas com intervalos de 200 Mj.mm/ha.h.ano.

Os valores da erodibilidade dos solos (K), foram também obtidos do PCBAP (1997), que efetuou a avaliação dos parâmetros de erodibilidade dos solos da BAP a partir do levantamento de solos de RADAMBRASIL (1982). Foi definido para cada tipo de solo um grau de erodibilidade a partir das classificações feitas por WISHMEIER & SMITH (1958) e BERTONI & LOMBARDI NETO (1985). Os valores da erodibilidade dos solos são expressos em t.ha.h/ha.Mj.mm.

O fator topográfico é constituído por duas variáveis do relevo que modificam a ação exercida pela água pluvial: o comprimento das encostas e o declive. Para tanto, para obtenção do fator topográfico (LS) da área de estudo, foi gerado o Modelo Digital do Terreno – MDT, a partir dos dados de altimetria (curvas de nível e pontos cotados) e utilizando o comando *Topogrid* do *Arc/info*, que utiliza um método de interpolação especificamente projetado para criar modelos digitais do terreno hidrologicamente corretos.

A partir do MDT obteve-se o mapa de declividade com classes de declividade de 0-5%, 5-15%, >15%, que indica o valor percentual da inclinação da vertente. Este mapa é calculado automaticamente pelo sistema. O mapa de declividade através de reclassificação, gerou um mapa poligonal de declividade onde para cada polígono classificado foi atribuído o fator LS correspondente.

Para os valores do fator uso e manejo do solo (c) e práticas conservacionistas (P), foram adotadas as categorias de ocupação e valores correspondentes de CP atual estabelecidos por STEIN et al (1987). Para cada polígono foi atribuído o valor de CP correspondente.

A determinação das perdas totais de solo da bacia foi feita pela multiplicação do valor de A (t/ha.ano) de cada polígono, pela área correspondente do polígono, e em seguida, somando-se todos os resultados obtidos.

### 3 RESULTADOS

Os mapas de cobertura do solo para os anos de 1966, 1985 e 1996, colocam em evidência as mudanças relativamente rápidas experimentadas na área em questão.

Em 1966, as áreas de vegetação naturais, compostas por matas e cerrados, ocupavam 90,64% do total da área, correspondendo a 485.928 ha. Em 1985 estas áreas diminuíram para 60,57%, passando a ocupar 324.733 ha e em 1996 reduziram-se para 36,66% da área total, passando a ocupar 196.546 ha, com um decréscimo de 289.382 ha nos últimos 30 anos, correspondendo a uma diminuição de cerca 40% da cobertura vegetal natural. Ao mesmo tempo, as áreas de atividades agrárias, englobando cultivo e pastagem plantada, que ocupavam apenas 2.798 ha em 1966, ou 0,52% do total da área, passaram a ocupar 34,89% do total da área em 1985, ou 187.061 ha. Em 1996 passaram a ocupar 59,04% da área, envolvendo 316.523 ha de terra. Nesses últimos 30 anos houve, portanto, um aumento de 313.725 ha de terras cultivadas, correspondendo a um incremento de ocupação de cerca de 113,1 vezes em 1996 em relação à ocupação que era feita no ano de 1966. Em 1966 as superfícies agrícolas eram representadas exclusivamente por áreas agrícolas, num total 2798 ha, equivalente a 0,52% do total da área. Nesse ano não foram observadas áreas de pastagem. Já no ano de 1985 as áreas agrícolas passaram a ocupar um

total de 60.455 ha (11,28% da área) enquanto as pastagens passaram a ocupar 126.606 ha (23,62% da área). Em 1996, observa-se uma diminuição das áreas agrícolas, passando a 45.435 ha (8,48% da área) e um aumento considerável das áreas de pastagens que passaram a ocupar 271.088 ha (50,57% da área). Fica evidente que muitas áreas agrícolas em 1985 foram transformadas em áreas de pastagem no ano de 1996. Observa-se ainda um grande aumento das áreas de pastagem à custa de áreas de vegetação natural, especialmente do cerrado. As demais classes de uso e ocupação do solo, somadas, não passam de 4,3%. Talvez o aspecto mais interessante a ressaltar seja a classe de áreas descobertas ou sem vegetação, que em 1985 ocupava um percentual de 4,24%, equivalente a 22.705 ha. e em 1996, reduziu-se a apenas 1,15% do total da área, passando a ocupar 6.144 ha; em 1966 essa classe de uso e ocupação do solo não foi caracterizada. As áreas classificadas como urbanas (URB), demonstram um gradual aumento desde 1966, passando de 39 ha em 1966 para 58 ha em 1985 e para 178 ha em 1996.

As classes de perdas de solo, ou valores de A (t/ha.ano) da EUPS, foram divididos em classes que variam de 0-1 t/ha.ano até mais de 50 t/ha.ano. Uma rápida análise mostra de forma clara o expressivo alastramento do processo erosivo na área de estudo.

Assim, em 1966 a bacia perdeu 201.546,94 t de solo, com uma perda média de 0,37 t/ha.ano, considerando-se que a área total da bacia do Itiquira é de 536.100 ha, enquanto em 1985 as perdas de solo passaram para 1.760.833,40 t, com um aumento de aproximadamente 8,5 vezes. A média de perdas de solo nesse ano foi de 3,28 t/ha.ano. Em 1996 a bacia perdeu 1.662.043,24 t, com uma diminuição de apenas 9,4% em relação a 1985 mas, em relação a 1966, o aumento continuou na ordem de 8 vezes. As perdas médias por hectare da bacia do rio Itiquira, nesse ano, foram da ordem de 3,10 t/ha.ano.

Objetivando verificar ao menos a ordem de grandeza dos valores obtidos para as perdas de solo por unidade de área, buscaram-se dados hidrossedimentológicos em postos de coleta de dados no rio Itiquira. A avaliação hidrossedimentológica da bacia do rio Itiquira foi realizada pela Usina Hidrelétrica Itiquira S.A. – ITISA (1999), em três postos diferentes, sendo dois a montante da usina (Casalheira e Itiquira) e um a jusante da mesma (Pesqueiro Barrancão).

A produção de sedimentos foi calculada através do método de COLBY, apud CARVALHO (1984), sendo dado pela razão da descarga sólida total pela área de drenagem, obtendo-se o valor em t/ha.ano. Por outro lado, degradação do solo é obtida através da razão de produção de sedimentos pelo peso específico do sedimento transportado, obtendo-se o resultado em mm/ano. Par o ano de 1998, a produção de sedimentos variou de um mínimo de 1,398, na estação do Pesqueiro Barrancão a um máximo de 2,04 t/ha.ano, na estação Itiquira. Deve-se ressaltar, entretanto, que as coletas foram feitas em apenas dois dias, 28 e 29 de março daquele ano.

Os resultados acima, apesar de escassos, mostram uma boa concordância com os valores de A obtidos pela EUPS na área de estudo, com média de 3,28 e 3,10 t/ha.ano, para os anos de 1985 e 1996, respectivamente. Como as estações de medição situam-se próximo ao ponto final da bacia considerada, podem ser considerados como representando os valores acumulados de erosão por toda a bacia do rio Itiquira desse ponto para montante.

Na análise dos resultados, deve-se considerar que a EUPS fornece uma estimativa da erosão mas não da quantidade de sedimentação, e nesse caso, a produção de sedimentos

representa a quantidade de sedimentos que é transportada para fora de uma bacia de drenagem, sendo igual à quantidade de solo erodido, menos a quantidade de solo depositado ou retido dentro da bacia de drenagem.

Em um processo de erosão surgem muitas oportunidades para o material erodido ser depositado e com isso retido na bacia, reduzindo com isso a quantidade total de sedimentos fornecidos ou cedidos pela bacia de drenagem. Em geral, a taxa com que os sedimentos são descarregados na saída de uma bacia de drenagem é de cerca  $\frac{1}{4}$  da taxa de erosão laminar fornecida pela EUPS, nos locais onde o escoamento superficial não é suficientemente grande para o seu transporte (VANONI, 1970). A taxa de erosão e deposição depende do tamanho da bacia de drenagem e de suas características geométricas, como o comprimento da bacia, o tamanho da área de contribuição, a declividade média, a densidade de drenagem, a razão relevo-comprimento e a relação de bifurcação (ROEHL, 1962). Muito exagerado, por outro lado, foi o valor obtido por GALDINO et al. (2000) na avaliação das perdas de solo na bacia hidrográfica do alto Taquari, no ano de 1994, pela aplicação da EUPS, quando alcançaram um valor médio de 1839,6 t/ha.ano para solos litólicos. Para se ter uma idéia, considerando-se o peso específico do solo de  $1,4 \text{ t/m}^3$ , essa perda equivale a uma degradação do solo de cerca 13 centímetros ao ano!

O ano de 1966 deve ser considerado atípico, com valor de 0,37 t/ha.ano fornecido pela EUPS, pois nesse período a bacia do rio Itiquira não havia sofrido ainda grande influência antrópica, estando recoberta principalmente por vegetação natural e, portanto, mais protegida contra os processos de erosão. Esse valor, entretanto, é comparável aos valores de descargas nas secções fluviométricas, com valores em torno de 0,1359 a 0,4141 t/ha.ano para ano de 1999 (ITISA, 1999), um ano considerado atípico, quando se verificaram poucas chuvas na bacia do Itiquira.

Comparando-se as cartas de potencial à erosão dos anos de 1966 e 1996 com o mapa pedológico da área, fica evidente que a expansão do processo erosivo se deu principalmente em função do Latossolo Vermelho, mais adequado às práticas de agricultura na área.

A carta de potencial à erosão laminar para 1966 mostra os valores mais altos concentrados em pequenas áreas esparsas, situadas na parte nordeste da área, na altura de Alto Garças, com valores de A entre 10 a 20 t/ha.ano e algumas manchas nas cabeceiras dos rios Itiquira e Ariranha, com valores entre 1 a 5 t/ha.ano. De um modo geral, no entanto, a área apresenta uma baixa perda de solos por erosão laminar nesse ano, com valores inferiores a 1 t/ha.ano. As classes de erosão mais elevadas, acima de 10 t/ha.ano ocupavam 2.947 ha em 1966. No ano de 1985, o processo erosivo alastra-se pela inteira área estudada, e as classes de erosão acima de 10 t/ha.ano já passavam a ocupar 78.437 ha, implicando num aumento de aproximadamente 27 vezes em 19 anos. Um forte incremento no processo erosivo foi verificado na parte oeste da área, ao longo da BR-163, justamente onde grandes áreas de vegetação natural (cerrado) foram transformadas em áreas de pastagem e de cultivo.

Na parte nordeste da área verifica-se, igualmente, um incremento no processo erosivo, em concordância com o aumento de áreas de cultivo e diminuição das áreas naturais, mas não de forma tão intensa como na porção oeste da área. No ano de 1996, as classes de erosão acima de 10 t/ha.ano diminuíram para um total de 53.499 ha notando-se

uma retração do processo erosivo na parte oeste da área, ao longo da BR-163 mas, em contrapartida, ocorreu um forte incremento na parte norte da área, nas proximidades da cidade de Alto Garças, ao longo da BR-364 e parte da MT-040. De um modo geral, nos arredores da cidade de Itiquira, na parte central da área, verificou-se um aumento da quantidade de zonas com erosão entre 0-1 t/ha.ano, passando para a classe imediatamente superior, de 1-3 t/ha.ano. O mapa da cobertura de solo mostra que ao longo da BR-364 e MT-040, até a localidade de Alto Garças, houve ali um grande incremento nas áreas de agricultura a partir de 1985, enquanto nas proximidades da cidade de Itiquira, grandes áreas de cerrado foram transformadas em áreas de pastagem.

Áreas com grau de erosão alto (>50) na área analisada são muito restritas, ocupando 493 ha em 1985 e 332 ha em 1996. Em 1996 apareciam como manchas isoladas a norte de Itiquira e de Alto Garças, porém fora dos limites da bacia do rio Itiquira. Essas áreas requerem cuidados especiais na sua utilização como áreas agrícolas.

Visando identificar e indicar as áreas de risco potencial de erosão e que necessitam de implementação de práticas conservacionistas foi elaborado o mapa de limite de tolerância às perdas de solo. As cartas de perdas efetivas de solo levam em conta o limite de tolerância às perdas de solo e evidenciam as áreas que requerem um controle e monitoramento mais rigorosos.

Em 1966, áreas com perdas de solo acima do tolerável eram restritas a pequenas manchas situadas na parte leste da área, ocupando 0,43% do total da área. Já em 1985 esse percentual passou para 5,86%, espalhando-se por toda a área. Em 1996 observa-se uma ligeira diminuição das áreas com perdas de solo acima do limite de tolerância, passando a 5,43% do total da área. Nas proximidades de Alto Garças, entretanto, observa-se um aumento considerável dessas áreas.

Todas as áreas com perdas acima do valor tolerável devem ser consideradas como áreas de risco e nessas áreas, devem ser feitos estudos para implementação de práticas conservacionistas.

#### **4 CONCLUSÕES**

A análise da dinâmica ambiental envolveu o estudo das modificações no uso e ocupação do solo e do processo erosivo num período de 30 anos, tendo-se por base os anos de 1966, 1985 e 1996.

A erosão laminar do solo foi avaliada pelo emprego da Equação Universal de Perdas de Solo, que leva em consideração, além de outros fatores, o uso e ocupação de solo nos anos de 1966, 1985 e 1996. Verificou-se que com o rápido processo de ocupação antrópica, acelerou-se o processo de erosão do solo. Em 1966 havia uma perda média de 0,37 t/ha.ano, totalizando 201.546,94 toneladas de solo perdidas em toda a bacia do rio Itiquira. Esse valor passou a 3,28 t/ha.ano em 1985, implicando numa perda de 1.760.833,40 toneladas e para 3,10 t/ha.ano em 1996, com uma perda de 1.662.043,24 toneladas de solo em toda a bacia. No período de 1985 a 1996 houve pequena diminuição da intensidade do processo erosivo ao mesmo tempo em que se verifica um aumento nas áreas de pastagem, que protegem mais o solo da erosão que as áreas de agricultura.

As áreas com perdas de solo acima do tolerável ocupavam 0,43% do total da área em 1966. Já em 1985, esse percentual passou para 5,86%, evidenciando uma ligeira

diminuição em 1996, passando a 5,43% do total da área. As áreas com perdas acima do valor tolerável devem ser consideradas como de risco à erosão, carecendo de estudos mais detalhados para implementação de práticas conservacionistas.

## REFERÊNCIAS

- BERTONI, J. & LOMBARDI NETO, F. - **Conservação do solo**. Piraciaba: Livroceres, 1985, p. 369.
- CARVALHO, N. O. - **Estudo do transporte sólido nos cursos d'água e assoreamento de reservatórios de uso múltiplo**. Apostila ... Ilha Solteira, DNAEE/CESP, Ilha Solteira, SP, 1984.
- GALDINO, S. et al. – Perdas de solo na bacia hidrográfica do Alto Taquari em 1994. **In Resumo do III Simpósio sobre Recursos Naturais e Sócio-econômicos do Pantanal**, Corumbá, MS, 2000, p. 67.
- INTERTECHNE: AH ITIQUIRA. - **Relatório técnico**. Anexo 1, p. 19 e anexo 4, p. 10, 1999.
- PLANO DE CONSERVAÇÃO DA BACIA DO ALTO PARAGUAI (PCBAP) - (Pantanal) **Diagnóstico dos Meios Físico e Biótico**. Meio Físico. Volume II, Tomo I. Ministério do Meio Ambiente, dos Recursos Hídricos e da Amazônia Legal. 1997, p. 334.
- RADAMBRASIL Ministério das Minas e Energia. Secretaria Geral. - Folha SE 21 **Corumbá: geologia, geomorfologia, pedologia, vegetação e uso potencial da terra**. Levantamento de Recursos Naturais, vol. 27. Rio de Janeiro, 1982. 451 p. il.6 mapas.
- ROEHL, J. W. **Sediment Source Areas, Delivery Ratios and Influencing Morphological Factors**. Internation Association for Scientific Hydrology Commission of Land Erosion, Publication 1962, 59: 202-203.
- STEIN, D. P.; DONZELLI, P. L.; GIMENEZ, F. A. ; PONÇANO, E. L. & LOMBARDI NETO, F. - Potencial de Erosão Laminar, Natural e Antrópica na Bacia do Peixe-Parapanema. **Anais de Simpósio Nac. de controle de Erosão**, 4, Marília, São Paulo, ABGE/DAEE, p. 105-135, 1987.
- VANONI, V. A. - **Task Committee on Preparation of Manual on Sedimentation**, Vito A. Vanoni, Chmn., Sedimentation Engineering, Chapter IV: Sediment Sources and Sediment Yelds. Journal of the Hydraulics Division, American Society of Civil Engineering, 96 (HY6). p. 1283-1329, 1970.
- WISCHMEIER, W. H. & SMITH, D. D. - Rainfall Energy and its Relationships to Soil Loss. **Amer. Geoph. Union, Transactions**, Washington, v. 2, n. 39, p. 285-291, 1958.