

Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento 44

ISSN 1517-1981
Dezembro, 2003

Perdas de Solo na Bacia do Alto Taquari



República Federativa do Brasil

Luiz Inácio Lula da Silva
Presidente

Ministério da Agricultura e do Abastecimento

Roberto Rodrigues
Ministro

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Embrapa

Conselho de Administração

José Amauri Dimázio
Presidente

Clayton Campanhola
Vice-Presidente

Alexandre Kalil Pires
Dietrich Gerhard Quast
Sergio Fausto
Urbano Campos Ribeiral
Membros

Diretoria-Executiva da Embrapa

Clayton Campanhola
Diretor-Presidente

Gustavo Kauark Chianca
Herbert Cavalcante de Lima
Mariza Marilena T. Luz Barbosa
Diretores-Executivos

Embrapa Pantanal

Emiko Kawakami de Resende
Chefe-Geral

José Anibal Comastri Filho
Chefe-Adjunto de Administração

Aiesca Oliveira Pellegrin
Chefe-Adjunto de Pesquisa e Desenvolvimento

José Robson Bezerra Sereno
Gerente da Área de Comunicação e Negócios



ISSN 1517-1981
Dezembro, 2003

*Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Centro de Pesquisa Agropecuária do Pantanal
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento*

Perdas de Solo na Bacia do Alto Taquari

Sérgio Galdino
Alfonso Risso
Balbina Maria Araújo Soriano
Luiz Marques Vieira
Carlos Roberto Padovani
Arnildo Pott
Edileuza Carlos Melo
Nelson de Almeida Júnior

Corumbá - MS
2003

Exemplares desta publicação podem ser adquiridos na:

Embrapa Pantanal

Rua 21 de Setembro, 1880, CEP 79320-900, Corumbá, MS

Caixa Postal 109

Fone: (67) 233-2430

Fax: (67) 233-1011

Home page: www.cpap.embrapa.br

Email: sac@cpap.embrapa.br

Comitê de Publicações:

Presidente: Aiesca Oliveira Pellegrin

Secretário Executivo: Marco Aurélio Rotta

Membros: Balbina Maria Araújo Soriano

Evaldo Luis Cardoso

José Robson Bezerra Sereno

Secretária: Regina Célia Rachel dos Santos

Supervisor editorial: Marco Aurélio Rotta

Revisora de texto: Mirane Santos da Costa

Normalização Bibliográfica: Romero de Amorim

Tratamento de ilustrações: Regina Célia R. dos Santos

Foto(s) da capa: Sérgio Galdino

Editoração eletrônica: Regina Célia R. dos Santos

1ª edição

1ª impressão (2003): formato digital

Todos os direitos reservados.

A reprodução não-autorizada desta publicação, no todo ou em parte, constitui violação dos direitos autorais (Lei nº 9.610).

Perdas de solo na Bacia do Alto Taquari / Sergio Galdino ... [et al.].

– Corumbá: Embrapa Pantanal, 2003.

40 p.; 21 cm. (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento / Embrapa Pantanal, ISSN 1517-1981; 44)

1. Solo - Impacto ambiental - Erosão. 2. Impacto ambiental - Erosão - Bacia do Alto Taquari. 3. Pantanal - Impacto ambiental - Impacto sócio-econômico. I. Galdino, Sergio. II. Risso, Alfonso. III. Soriano, Balbina Maria Araújo. IV. Vieira, Luiz Marques. V. Padovani, Carlos Roberto. VI. Pott, A. VII. Melo, Edileuza Carlos. VIII. Almeida Júnior, Nelson de. IX. Embrapa Pantanal (Corumbá, MS). X. Série.

CDD: 631.45098171 (21 ed.)

© Embrapa 2003

Sumário

Resumo	6
Abstract.....	8
Introdução.....	9
Metodologia	13
Resultados e Discussão	15
Erosividade das Chuvas	15
Erodibilidade dos Solos	18
Fator Topográfico LS da USLE	24
Fator CP da USLE.....	27
Perdas de Solo em 1994.....	34
Conclusões	38
Referências Bibliográficas	39

Perdas de Solo na Bacia do Alto Taquari

Sérgio Galdino¹

Alfonso Risso²

Balbina Maria Araújo Soriano³

Luiz Marques Vieira⁴

Carlos Roberto Padovani⁵

Arnildo Pott⁶

Edileuza Carlos Melo⁷

Nelson de Almeida Júnior⁸

Resumo

A bacia do alto Taquari – BAT, com 28.452 km², apresenta sérios problemas de erosão hídrica de solos. A avaliação dos processos erosivos na BAT possibilitara orientar futuras intervenções visando minimizar a erosão nessa região e conseqüentemente os seus graves reflexos sobre o Pantanal. A perda de solo na BAT em 1994 foi avaliada utilizando-se a

¹ Eng. Agrônomo, M.Sc., Embrapa Pantanal, Cx. Postal 109, CEP 79320-900 - Corumbá, MS, galdino@cpap.embrapa.br

² Eng. Civil, M.Sc., Instituto de Pesquisas Hidráulicas (IPH/UFRGS), Cx. Postal 15029 CEP 90650-001 – Porto Alegre, RS, risso@iph.ufrgs.br

³ Meteorologista, M.Sc., Embrapa Pantanal, Cx. Postal 109 CEP 79320-900 - Corumbá, MS, balbina@cpap.embrapa.br

⁴ Eng. Agrônomo, Ph.D., Embrapa Pantanal, Cx. Postal 109 CEP 79320-900 - Corumbá, MS, lvieira@cpap.embrapa.br

⁵ Biólogo, M.Sc., Embrapa Pantanal, Cx. Postal 109 CEP 79320-900 - Corumbá, MS, guara@cpap.embrapa.br

⁶ Eng. Agrônomo, Ph.D., Embrapa Gado de Corte, Cx. Postal 154 CEP 79002-970 – Campo Grande, MS, apott@cnpqg.embrapa.br

⁷ Geóloga, Bolsista RHAÉ (DTI), Cx. Postal 109 CEP 79320-900 - Corumbá, MS, webmaster@cpap.embrapa.br

⁸ Geógrafo, Bolsista RHAÉ (DTI), Cx. Postal 109 CEP 79320-900 - Corumbá, MS, webmaster@cpap.embrapa.br

Universal Soil Loss Equation - USLE. A erosividade anual das chuvas média foi de $7.914,3 \text{ Mj mm ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$. A erodibilidade média dos solos foi de $0,0356 \text{ t h Mj}^{-1} \text{ mm}^{-1}$. O fator topográfico (LS) foi o que apresentou maiores variações. O potencial de perda de solo médio foi de $555,6 \text{ t ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$. Em 1994, 41,97% da BAT estava recoberta por vegetação nativa, as pastagens cobriam 51,85% e a soja era cultivada em 5,89% da superfície da bacia. A perda média de solo, em 1994, foi estimada em $70,39 \text{ t ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$, que corresponde a um grau de erosão alto. Grau de erosão ligeiro ocorreu em 41,62% da BAT. Em 28,84% da bacia o grau de erosão foi moderado, em 21,75% foi alto e em 7,79% foi muito alto.

Termos de indexação: Impacto ambiental e sócio-econômico;
Pantanal; Erosão

Soil Loss at the Upper Taquari River Basin

Abstract

The upper Taquari River basin (BAT) has an area of 28.452 km² and presents serious problems of soil hydrological erosion. The evaluation of the erosion processes will drive future actions to minimize the soil erosion in the BAT and the consequences to the Pantanal. The average annual precipitation erosivity was of 7.914,3 Mj mm ha⁻¹ year⁻¹. The average soil erodibility was 0,0356 t h Mj⁻¹ mm⁻¹. The topographic factor "LS" presented the higher range. The average soil loss potential was 555,6 t ha⁻¹ year⁻¹. In 1994, 41,97% (1.194.130 ha) of the BAT was covered by native vegetation, the cultivated pastures covered 51,85% of the basin surface (1.475.290 ha) and the soybean plantation areas was 167.650 ha (5,89% of the BAT). The average soil loss for the whole upper Taquari basin from 1994, was estimated as 70,39 t ha⁻¹ year⁻¹, classified as high erosion level. The light erosion level occurred in 41,62% of the BAT. In 28,84% of the basin the erosion level was moderated, in 21,75% was high and in 7,79% was very high.

Index terms: Environmental and socioeconomic impacts; Pantanal; Erosion

Introdução

A bacia do alto Taquari (BAT) compreende a área do planalto drenada pelo rio Taquari e seus afluentes, até a planície pantaneira, próximo à cidade de Coxim-MS (Fig. 1).

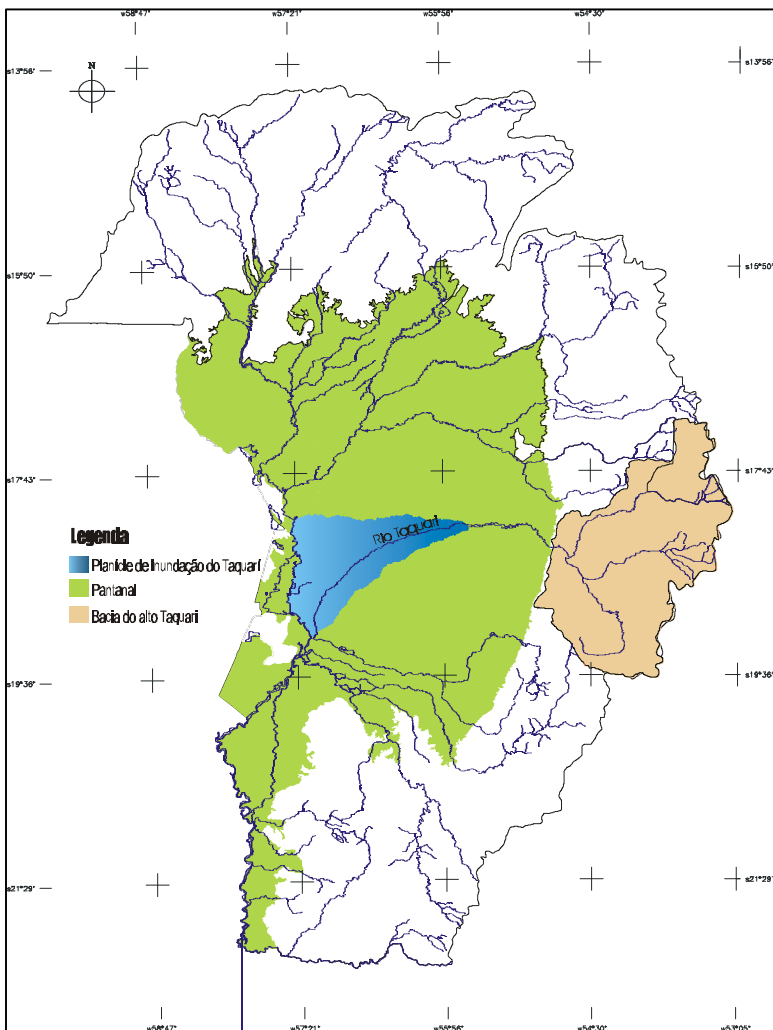


Fig. 1. Localização da bacia do alto Taquari e da planície de inundação do baixo curso do rio Taquari no Pantanal.

10 Perdas de Solo na Bacia do Alto Taquari

A superfície da BAT é de 28.450,6 km², sendo que a maioria dessa área está localizada no Estado de Mato Grosso do Sul (86,52%) e o restante em Mato Grosso (13,48%). Os municípios que integram a BAT são: Alcinoópolis, Camapuã, Costa Rica, Coxim, Pedro Gomes, Ribas do Rio Pardo, Rio Verde, São Gabriel d'Oeste e Sonora, localizados no Estado de Mato Grosso do Sul, e Alto Garças, Alto Araguaia e Alto Taquari, no Estado de Mato Grosso (Fig. 2).

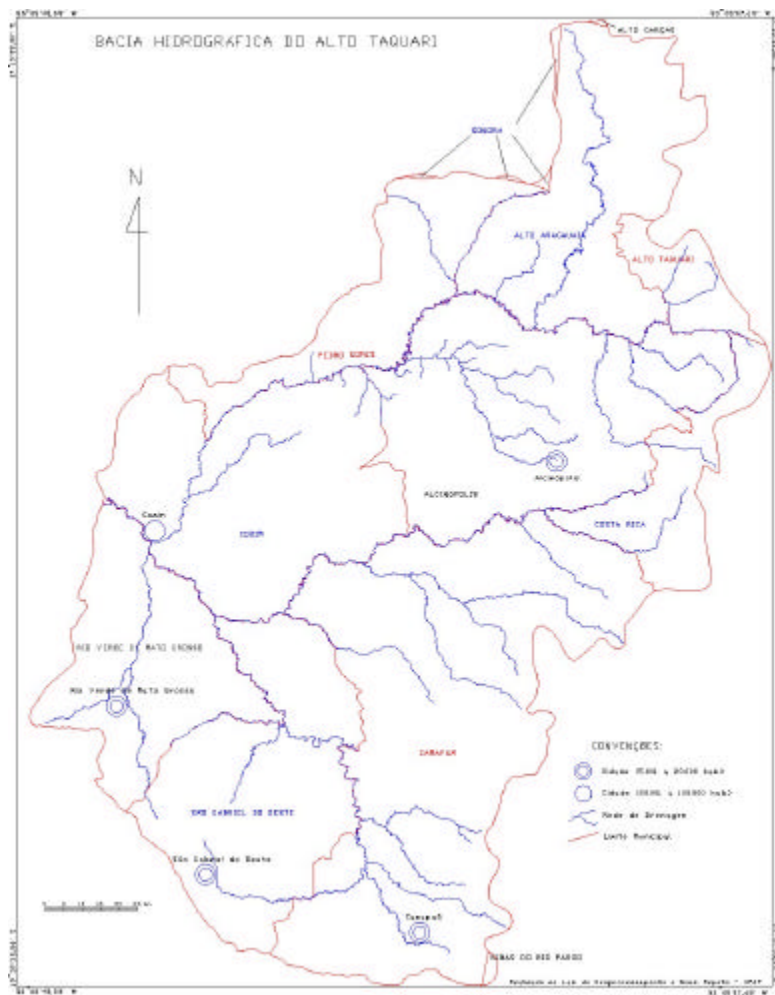


Fig. 2. Bacia do alto Taquari com limites dos municípios.

A BAT pode ser dividida em quatro sub-bacias (Fig. 3). A sub-bacia do rio Taquari (12.055,2 km²) compreende a área de drenagem do rio Taquari a montante da confluência com o seu principal afluente, o rio Coxim. A sub-bacia do rio Coxim (7.442,3 km²), com seção de controle a montante do seu mais importante tributário, o rio Jaurú. Outras sub-bacias são as do rio Jaurú (6.393,9 km²) e do Taquari-Mirim (1.475,9 km²).

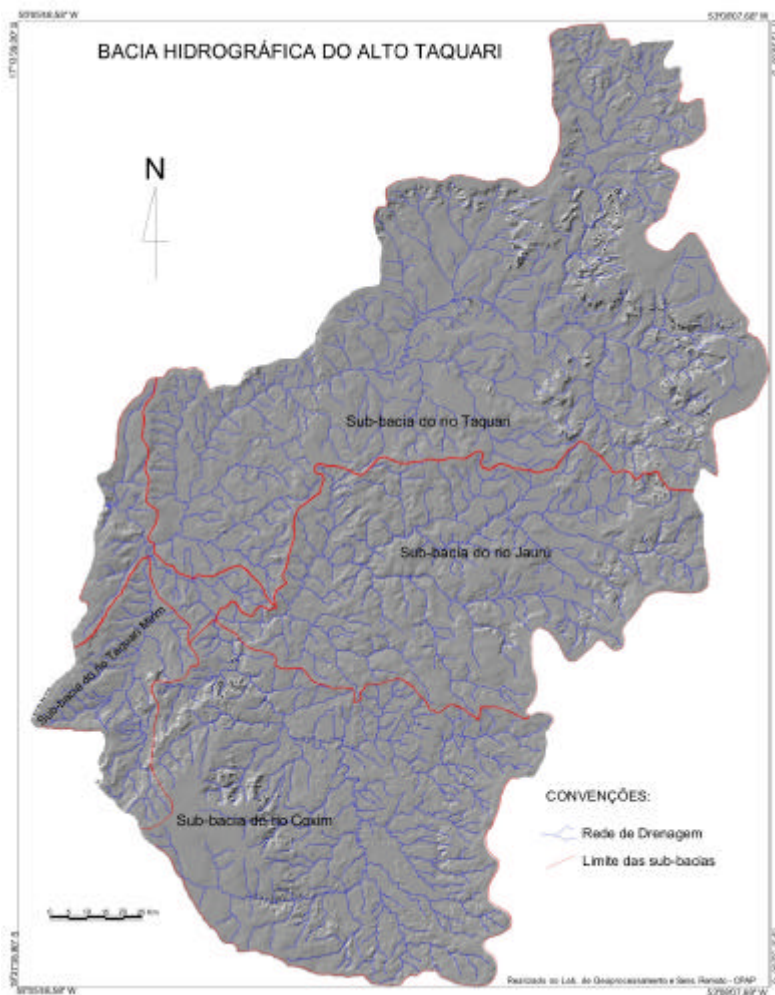


Fig.3. Localização das principais sub-bacias do alto Taquari.

12 *Perdas de Solo na Bacia do Alto Taquari*

A BAT é uma das regiões que apresentam os maiores potenciais erosivos da bacia do alto Paraguai. O Plano de Conservação da Bacia do Alto Paraguai – PCBAP (Risso et al., 1997) estimou em $315,6 \text{ t ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ a perda de solo potencial média na BAT, ou seja, em condições da superfície do terreno descontinuamente destituída de cobertura vegetal (solo em pousio descoberto) e sem nenhuma prática conservacionista de solo (terraços, plantio em nível, etc.). De acordo com a classificação do grau de erosão hídrica proposta pela FAO, PNUMA e UNESCO (1980), perdas de solo superiores a $200 \text{ t ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ são muito altas.

A predisposição natural da BAT às perdas de solo, associada com o incremento da remoção da vegetação nativa para utilização pela atividade agropecuária, sem respeitar a aptidão agrícola das terras, sem a adoção de manejos adequados aos cultivos e sem o uso de práticas conservacionistas de solo, fez com que os processos erosivos na BAT intensificassem a partir de meados da década de 70. Esse fato, além de prejudicar a agropecuária da BAT, vêm causando sérios problemas sócio-econômicos e ambientais para o Pantanal. Em decorrência do aumento do aporte de sedimentos provenientes da alta bacia, o rio Taquari, principalmente no seu baixo curso, encontra-se bastante assoreado, causando com isso a inundação de uma vasta área durante a maior parte do ano (Fig. 1). Essa inundação vem alterando a sucessão vegetal e acarretando sérios prejuízos sociais e econômicos para os colonos e pecuaristas dessa região.

Um importante instrumento de apoio para adoção de ações integradas dos órgãos públicos e da iniciativa privada, visando minimizar os processos erosivos, é o mapeamento da perda de solo da BAT, pois possibilita identificar as áreas mais críticas em termos de erosão hídrica laminar na região.

O objetivo do estudo é identificar as áreas da bacia do alto Taquari de maior índice de erosão hídrica laminar, através do mapeamento da perda de solo em 1994.

Metodologia

Para estimar a perda de solo em 1994 na BAT foi empregada a Equação Universal de Perda de Solo (Universal Soil Loss Equation-USLE) (Wischmeier & Smith, 1978):

$$A = R \times K \times LS \times C \times P$$

Em que,

A = Perda de solo, em $t \text{ ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$;

R = Erosividade das chuvas, em $Mj \text{ mm ha}^{-1} \text{ h}^{-1} \text{ ano}^{-1}$;

K = Erodibilidade do solo, em $t \text{ h MJ}^{-1} \text{ mm}^{-1}$;

LS = Fator topográfico da USLE, adimensional;

C = Fator de uso/manejo de solo, adimensional;

P = Fator de práticas conservacionistas de solo, adimensional.

Foram utilizadas, também, técnicas de geoprocessamento e rotinas computacionais desenvolvidas por Rizzo (1993), que possibilitaram a visualização da distribuição espacial dos fatores integrantes da USLE e da perda de solo na BAT.

Devido à ausência de pluviógrafos na bacia do alto Taquari e adjacências, foi empregada a metodologia de Lombardi Neto (1977) para determinar a erosividade anual das chuvas (Fator R) nas estações pluviométricas localizadas nessa região. O período considerado foi de 1969 a 1989 e as estações selecionadas apresentavam pelo menos 20 anos de registros anuais completos.

Utilizando aplicativo de interpolação, foi realizada a representação da variação espacial da erosividade da chuva na região. Com base nas coordenadas dos postos e dos valores de erosividade e com o auxílio de métodos de interpolação (método de Kriging) foi gerada a matriz regular de erosividade da BAT.

A avaliação da erodibilidade dos solos (fator K) foi realizada a partir do levantamento de solos, na escala de 1:250.000, feito pelo PCBAP (Santos et al., 1997). Partindo dos mapas digitais de solo do PCBAP, foi gerado um novo mapa de solo para a BAT, com menor número de classes. Não foi realizada diferenciação quanto aos

14 *Perdas de Solo na Bacia do Alto Taquari*

aspectos associados à fertilidade desses solos, ou seja, entre solos álicos, distróficos e eutróficos.

Para cada classe de solo, foi definido um valor de K a partir de valores de erodibilidade determinados experimentalmente para vários solos brasileiros, encontrados nos trabalhos de: Bertoni e Lombardi Neto (1985), Resende e Almeida (1985) e Denardin (1990).

O potencial topográfico (fator LS) de erosão hídrica laminar na BAT foi obtido utilizando-se o modelo numérico de terreno (MNT) e o conjunto de rotinas desenvolvidas pelo IPH-UFRGS (Risso, 1993). O MNT da BAT foi gerado a partir da digitalização e da interpolação numérica de dados altimétricos de cartas do Serviço de Cartografia do Exército, na escala de 1:100.000, realizada pelo PCBAP (Risso et al, 1997). No PCBAP cada célula do MNT possuía uma resolução de 1.500 x 1.500 m, enquanto que neste estudo a resolução foi de 100 x 100 m.

No cálculo do fator de uso e manejo do solo (Fator "C") foram utilizados; o mapeamento de uso e cobertura do solo da BAT em 1994, e a classificação proposta por Wischmeier & Smith (1978).

O fator de práticas conservacionistas de solo (Fator "P") foi considerado como sendo 0,50 para as áreas de cultivo de soja, nas demais áreas 1,0.

Nas operações de visualização, armazenamento, cruzamento e sobreposição de planos de informações geográficas, foi utilizado o sistema de análise de dados georeferenciados SPRING.

Foram gerados mapas da BAT, na escala de 1:250.000, relativos a:

- i) base cartográfica (cidades, rede de drenagem principal e limite de municípios);
- ii) modelo numérico de terreno (MNT), com a rede de drenagem completa e o limite das principais sub-bacias;
- iii) erosividade das chuvas;
- iv) solos;
- v) erodibilidade dos solos;
- vi) fator topográfico LS da USLE ;
- vii) uso/cobertura vegetal em 1994;
- viii) fator CP da USLE;
- ix) perdas de solo em 1994.

A análise dos dados foi feita por municípios e sub-bacias integrantes da BAT.

Resultado e Discussão

Os valores quantitativos de perda de solo gerados pela USLE ou outros modelos de simulação, devem ser considerados como estimativas para fins comparativos, principalmente como uma análise qualitativa da distribuição espacial da erosão hídrica laminar de uma região. O ideal é que esses valores sejam obtidos a partir de experimentos de campo.

- Erosividade das Chuvas

Para as estações pluviométricas avaliadas são apresentados os valores de erosividade anual das chuvas (Tabela 1). A partir destes dados foi gerado o mapa da erosividade das chuvas na BAT (Fig. 4). A erosividade média anual das chuvas na BAT, no período de 1969 a 1989, foi de 7.914,3 $\text{Mj mm ha}^{-1} \text{ h}^{-1} \text{ ano}^{-1}$, variando entre 7.000 a 9.000 $\text{Mj mm ha}^{-1} \text{ h}^{-1} \text{ ano}^{-1}$. De acordo com estudo realizado no Estado do Paraná (Rufino, 1975), os valores de erosividade das chuvas na BAT podem ser considerados elevados, pois estão acima de 7.000 $\text{Mj mm ha}^{-1} \text{ h}^{-1} \text{ ano}^{-1}$. Observou-se também aumento da erosividade das chuvas no sentido oeste-leste, possivelmente relacionado com a altimetria da bacia.

Tabela 1. Valores médios anuais de erosividade das chuvas (fator R) de estações pluviométricas da bacia do alto Taquari e proximidades.

<i>Código da estação (ANEEL)</i>	<i>Nome da Estação</i>	<i>R (Mj mm ha⁻¹ h⁻¹ ano⁻¹)</i>
01753000	Alto Araguaia	8.682,8
01754000	Itiquira	8.439,6
01853000	Fazenda Taquari	8.560,2
01853001	Fiqueirão	8.677,9
01854001	Pedro Gomes	7.402,1
01854002	Rio Verde de Mato Grosso	7.448,1
01854005	Coxim	7.140,2
01954002	Rochedo	6.586,1
01954003	Rio Negro	6.622,4
01954004	Camapuã	7.072,6
01954005	Bandeirantes	7.772,7

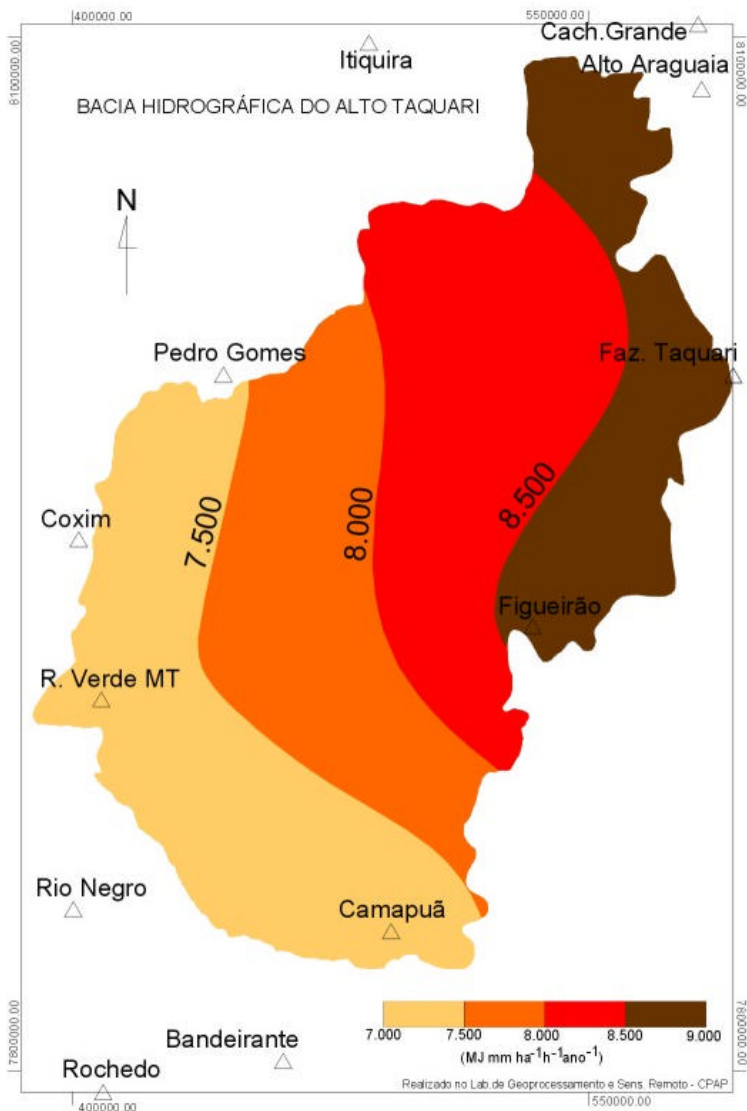


Fig. 4. Distribuição da erosividade anual das chuvas na bacia do alto Taquari.

18 *Perdas de Solo na Bacia do Alto Taquari*

As áreas dos municípios e das sub-bacias na BAT, bem como os valores médios anuais da erosividade das chuvas, discriminados por municípios e sub-bacias, encontram-se na Tabela 2.

O principal município da BAT é Camapuã, pois aproximadamente um quarto (25,35%) da área da bacia está localizada nesse município. Outros municípios de destaque da BAT são Alcinópolis, Coxim, São Gabriel d'Oeste e Alto Araguaia.

Os municípios que apresentaram erosividade média anual das chuvas mais elevados na BAT foram: Alto Garças, Costa Rica, Alto Taquari, Alto Araguaia, Sonora e Alcinópolis. A erosividade média anual das chuvas foi maior nas sub-bacias do rio Jaurú e Taquari.

- Erodibilidade dos solos

A partir da distribuição das classes de solos (Fig. 5) e dos valores de erosividade dessas classes de solos (Tabela 3), foi mapeado a distribuição da erodibilidade dos solos da BAT (Fig. 6). Foram também, determinadas a ocorrência destas classes de solo na BAT (Tabela 3), nos municípios e nas sub-bacias que a integram (Tabela 4).

As Areias Quartzosas, os Solos Litólicos e os Podzólicos Vermelho-Amarelos, que são solos de alta erodibilidade, recobrem 79,19% da superfície da BAT. As Areias Quartzosas ocupam quase a metade (46,09%) de toda a superfície da BAT.

O município de Camapuã é o que possui a maior área de Areia Quartzosa da bacia, correspondendo a 13,03% da superfície da BAT e 51,38% da área do município na bacia. Esse tipo de solo também ocorre com grande frequência nos municípios de Coxim, Alcinópolis, Alto Araguaia, São Gabriel d'Oeste, Rio Verde e Pedro Gomes. As sub-bacias do Taquari e Jaurú são as que apresentam as maiores superfícies recobertas de Areia Quartzosa na BAT.

Na sub-bacia do Taquari, as Areias Quartzosas recobrem 40,37% da sua área e 17,11% da superfície da BAT. Já na sub-bacia do Jaurú, as Areias Quartzosas representam 71,25% da sua superfície e a 16,01% da área da BAT.

Tabela 2. Área e valor médio anual da erosividade das chuvas (fator R) relativos aos municípios e sub-bacias do alto Taquari.

<i>Município/Estado</i>	<i>Área</i>		<i>R</i> <i>(Mj mm ha⁻¹ h⁻¹ ano⁻¹)</i>
	<i>Km²</i>	<i>%</i>	
• Alcinópolis - MS	4.370,4	15,36	8.317,4
• Alto Araguaia – MT	3.199,9	11,25	8.495,0
• Alto Garças – MT	5,0	0,02	8.752,7
• Alto Taquari – MT	629,4	2,21	8.520,9
• Camapuã – MS	7.213,4	25,35	7.852,7
• Costa Rica – MS	1.243,0	4,37	8.588,9
• Coxim – MS	3.928,8	13,81	7.580,6
• Pedro Gomes – MS	1.821,2	6,40	7.955,8
• Ribas do Rio Pardo - MS	24,3	0,09	7.425,9
• Rio Verde - MS	2.522,7	8,87	7.377,8
• São Gabriel d'Oeste - MS	3.438,3	12,09	7.381,6
• Sonora - MS	54,5	0,19	8.486,5
<i>Sub-bacia</i>			
• Coxim	7.442,3	26,16	7.444,1
• Jaurú	6.393,9	22,47	8.218,0
• Taquari	12.055,2	42,37	8.139,0
• Taquari-Mirim	1.475,9	5,19	7.348,4

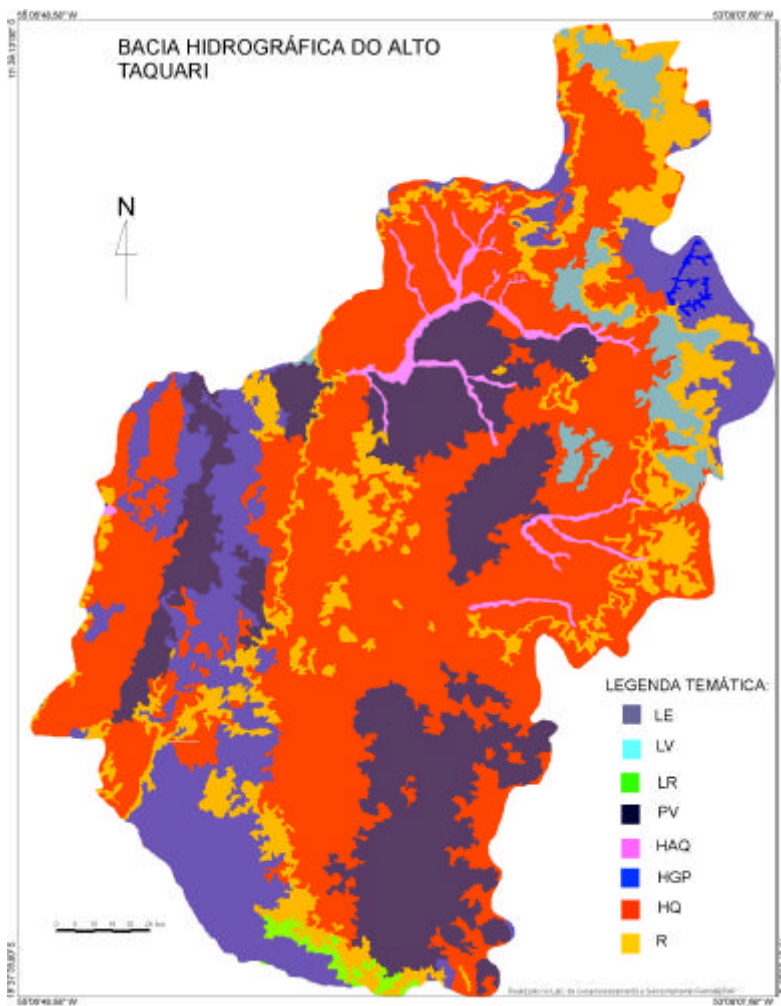


Fig. 5. Distribuição das classes de solos da bacia do alto Taquari

Tabela 3. Valores das classes de erodibilidade do solo e sua ocorrência na bacia do alto Taquari.

Classe de solo	K ($t\ h\ Mj^{-1}\ mm^{-1}$)	Área	
		km ²	%
Areias Quartzosas (AQ)	0,046	13.113,7	46,09
Areias Quartzosas Hidromórficas (HAQ)	0,048	524,4	1,84
Glei Pouco Húmico (HGP)	0,004	56,6	0,20
Latossolo Roxo (LR)	0,019	154,5	0,54
Latossolo Vermelho-Escuro (LE)	0,015	4.204,3	14,78
Latossolo Vermelho-Amarelo (LV)	0,016	973,3	3,42
Litólico (R)	0,037	3.793,7	13,33
Podzólico Vermelho-Amarelo (PV)	0,029	5.624,0	19,77

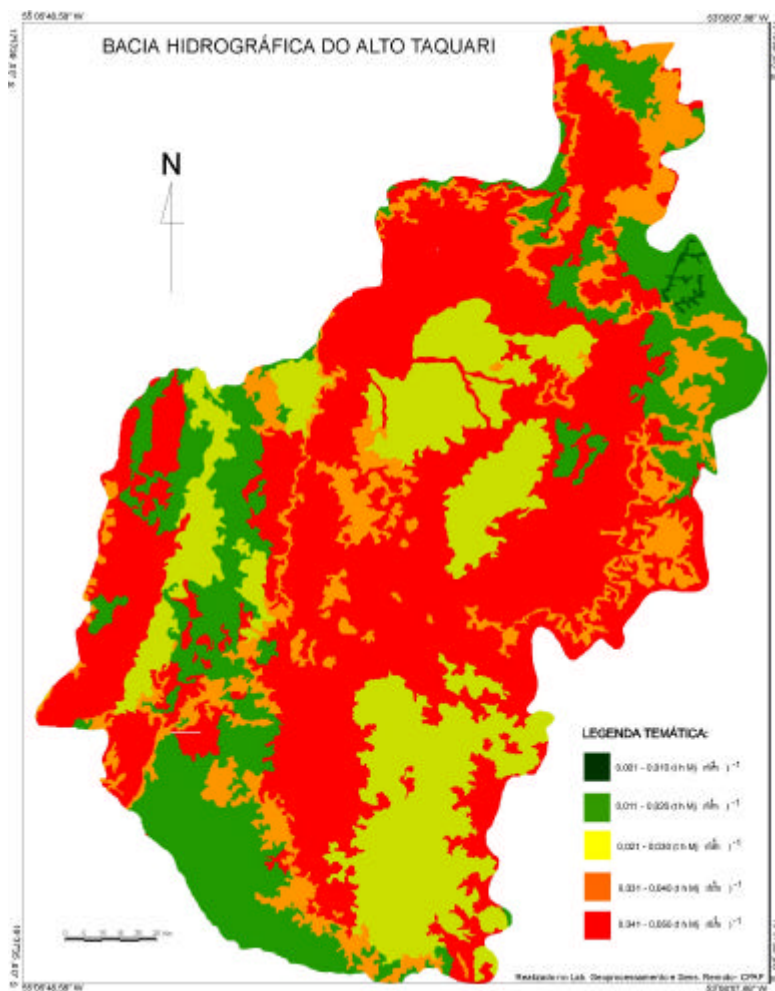


Fig. 6. Distribuição da erodibilidade dos solos na bacia do alto Taquari

Tabela 4. Área (km²) das classes de solos e valores médios de erodibilidade dos solos (fator K) nos municípios e sub-bacias do alto Taquari.

Município/Estado	Classe de Solo								K (t h Mj ⁻¹ mm ⁻¹)
	AQ	HAQ	HGP	LR	LE	LV	R	PV	
• Alcinópolis - MS	1.609,1	175,5	0,0	0,0	105,6	330,1	365,0	1.784,9	0,035
• Alto Araguaia - MT	1.544,2	92,3	0,0	0,0	165,1	457,1	940,6	0,2	0,038
• Alto Garças - MT	2,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,2	0,0	0,042
• Alto Taquari - MT	8,4	0,0	56,6	0,0	455,3	27,5	81,5	0,0	0,017
• Camapuã - MS	3.706,6	78,4	0,0	124,8	176,9	0,0	484,0	2.639,5	0,038
• Costa Rica - MS	466,6	35,1	0,0	0,0	208,5	144,0	387,4	0,0	0,035
• Coxim - MS	1.738,5	11,8	0,0	0,0	962,0	0,0	518,9	697,6	0,034
• Pedro Gomes - MS	1.182,8	127,16	0,0	0,0	136,9	12,0	180,2	182,0	0,041
• Ribas do Rio Pardo - MS	11,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	13,1	0,037
• Rio Verde - MS	1.406,7	3,8	0,0	0,0	488,2	0,0	367,4	255,4	0,037
• São Gabriel d'Oeste - MS	1.414,3	0,0	0,0	29,8	1.487,4	0,0	455,1	51,1	0,031
• Sonora - MS	22,3	0,4	0,0	0,0	18,3	2,5	11,1	0,0	0,032
Sub-bacia									
• Coxim	2.247,3	0,0	0,0	154,3	1.797,4	0,0	778,9	2.461,0	0,032
• Jaurú	4.555,8	132,5	0,0	0,0	52,8	62,8	947,8	640,5	0,043
• Taquari	4.867,1	383,6	56,6	0,0	1.785,4	910,5	1.865,7	2.185,2	0,035
• Taquari-Mirim	907,7	0,0	0,0	0,0	214,4	0,0	133,8	219,9	0,038

Os Solos Litólicos e Podzólicos Vermelho-Amarelos, que também apresentam elevada erodibilidade, perfazem aproximadamente um terço (33,1%) da área da BAT. O município com a maior área de Solo Litólico é Alto Araguaia, correspondendo a aproximadamente um quarto (24,78%) da superfície recoberta por Solo Litólico na BAT. Cerca da metade (49,18%) do Solo Litólico da BAT está localizada na sub-bacia do Taquari. Os solos Podzólicos Vermelho-Amarelos ocorrem com maior frequência nos municípios de Camapuã e Alcinópolis, correspondendo, respectivamente, a 46,92% e 31,73% da área recoberta por esse solo na BAT. Esse tipo de solo representa 36,59% do município de Camapuã na BAT e 40,84% do município de Alcinópolis. Os Podzólicos Vermelho-Amarelos estão concentrados nas sub-bacias do Coxim e Taquari. Na sub-bacia do Coxim correspondem a 43,76% da área total de Podzólico Vermelho-Amarelos na BAT e a 33,07% da superfície dessa sub-bacia. Os solos Podzólicos Vermelho-Amarelos na sub-bacia do Taquari representam 18,13% da superfície da sub-bacia e 38,85% da área total dessa classe de solo na BAT.

- Fator topográfico LS da USLE

Através da Fig. 7, pode-se visualizar a distribuição do fator topográfico LS na BAT. Na Tabela 5, encontram-se os valores médios do fator LS, discriminados por município, por sub-bacia e por classe de solo. O LS foi o que apresentou as maiores variações dentre os fatores da USLE.

A área do município de Alto Araguaia localizada na BAT apresentou o maior valor de LS, aproximadamente o dobro do LS médio da BAT (1,58). Os municípios de Rio Verde, Costa Rica, Alto Taquari e Alcinópolis também possuem relevo que favorece a ocorrência de erosão hídrica na BAT.

As sub-bacias do Taquari e Taquari-Mirim tem uma topografia mais acidentada do que as de Coxim e Jaurú.

Os Solos Litólicos da BAT por localizarem-se normalmente nas escarpas de morros foram os que apresentaram os maiores valores de LS, seguidos dos Latossolos Vermelho-Amarelos.

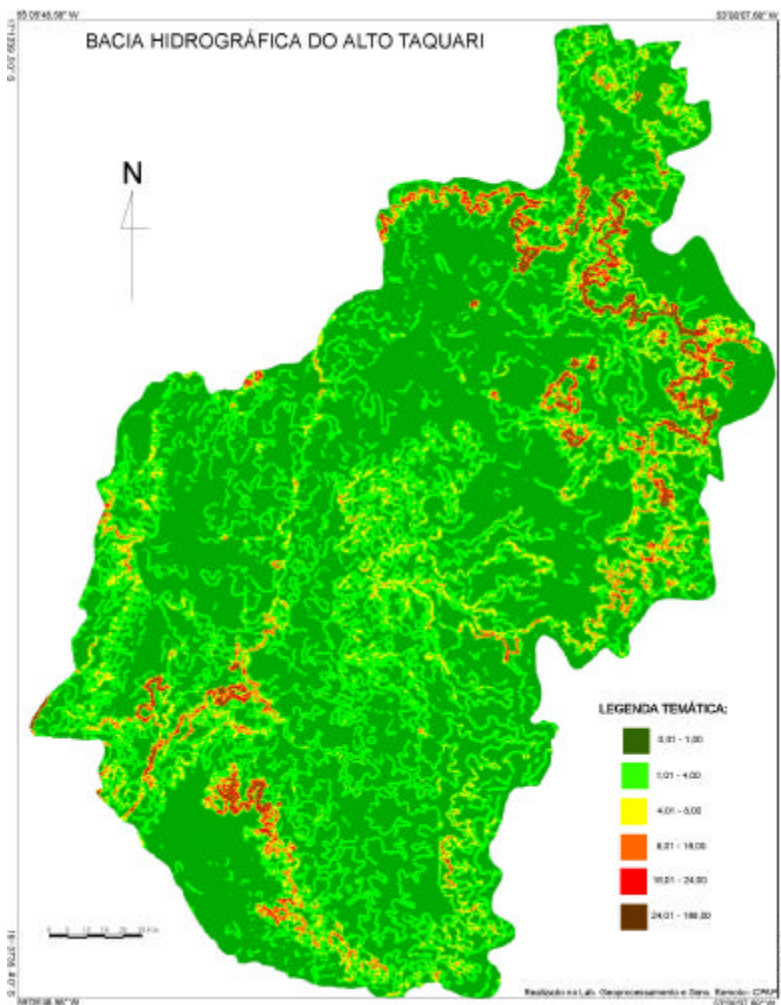


Fig. 7. Distribuição do fator topográfico (LS) da USLE na bacia do alto Taquari

Tabela 5. Valores médios do fator topográfico (LS) nos municípios, nas sub-bacias e nas diferentes classes de solos da BAT.

<i>Município/Estado</i>	<i>LS</i>
• Alcinópolis - MS	2,07
• Alto Araguaia – MT	3,22
• Alto Garças - MT	0,32
• Alto Taquari – MT	2,61
• Camapuã – MS	1,41
• Costa Rica – MS	2,50
• Coxim – MS	1,04
• Pedro Gomes – MS	1,61
• Ribas do Rio Pardo - MS	0,72
• Rio Verde - MS	2,68
• São Gabriel d'Oeste - MS	1,86
• Sonora - MS	0,89
<i>Sub-bacia</i>	
• Coxim	1,81
• Jaurú	1,60
• Taquari	2,15
• Taquari-Mirim	2,24
<i>Classe de solo</i>	
• Areias Quartzosas (AQ)	1,36
• Areias Quartzosas Hidromórficas (HAQ)	0,66
• Gleis Pouco Húmicos (HGP)	0,72
• Latossolo Roxo (LR)	1,96
• Latossolo Vermelho-Escuro (LE)	0,96
• Latossolo Vermelho-Amarelo (LV)	3,28
• Litólico (R)	6,12
• Podzólico Vermelho-Amarelo (PV)	0,98

- Fator CP da USLE

A partir da distribuição das classes de uso/cobertura vegetal da BAT em 1994 (Fig. 8) e dos valores do fator "C" (Tabela 6), foi mapeado o produto dos fatores "C" e "P" ("CP") da USLE para a BAT (Fig. 9). Foram também determinadas as ocorrências de "CP" em 1994 por municípios, sub-bacias e classes de solos integrantes da BAT (Tabela 7).

Considerando que o valor máximo de "CP" é unitário (solo nu sem práticas conservacionistas) pode-se concluir que em 1994, havia pouca variação de "CP" entre os municípios, as sub-bacias e as classes de solo que integram a BAT.

O menor valor de "CP" ocorreu na classe de solo Glei Pouco Húmico, devido a presença de uma cobertura vegetal mais densa (mata).

Análise da ocorrência das principais classes de uso/cobertura vegetal (Tabela 8), evidenciou que em 1994, 41,97% da BAT (1.194.130 ha) estava recoberta com vegetação nativa. As pastagens cultivadas cobriam 51,85% da superfície da bacia (1.475.290 ha). A soja era cultivada em 167.650 ha (5,89% da BAT).

Comparação entre os municípios da BAT (Tabela 9), evidenciou que em 1994, Camapuã era o município que apresentava a maior área de vegetação nativa (303.322 ha), seguido dos municípios de Alto Araguaia (205.530 ha) e Alcinópolis (196.230 ha). A maior área com pastagem cultivada, na BAT, também encontrava-se em Camapuã (414.567 ha), seguida de Coxim (247.382 ha) e Alcinópolis (233.677 ha). No cultivo da soja, destacaram-se, os municípios de São Gabriel do Oeste (72.981 ha) e Alto Taquari (44.644 ha).

Entre as sub-bacia (Tabela 9), a do Taquari foi a que apresentou as maiores áreas recobertas, tanto por vegetação nativa (551.352 ha), como também com pastagem cultivada (561.920 ha) e com soja (87.690 ha).

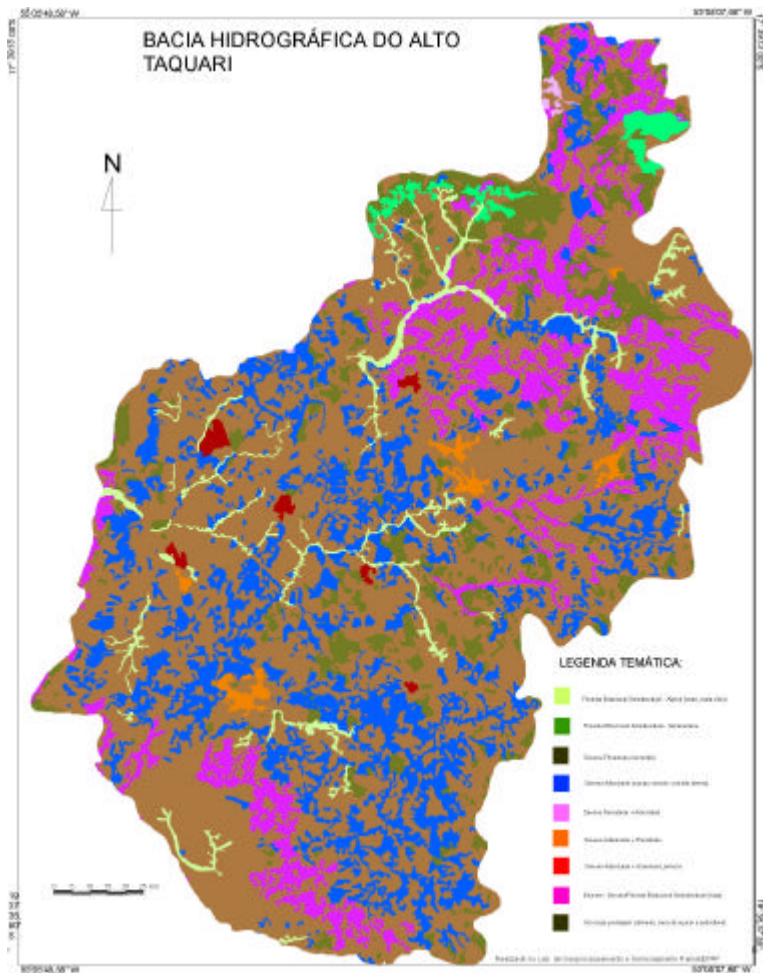


Fig.8. Distribuição das classes de cobertura vegetal/uso do solo na bacia do alto Taquari, em 1994

Tabela 6. Valores do fator "C" da USLE para as classes de vegetação nativa da bacia do alto Taquari.

<i>Classe de vegetação nativa</i>	<i>Fator "C"</i>
• Floresta estacional semidecidual – Aluvial (Mata, mata ciliar)	0,034
• Floresta estacional semidecidual - Submontana	0,062
• Savana florestada (Cerradão)	0,213
• Savana – Arborizada (Campo cerrado, cerrado aberto)	0,140
• Savana florestada + arborizada	0,189
• Savana arborizada + florestada	0,164
• Savana – Arborizada + gramíneo lenhosa	0,129
• Enclave – Savana/Floresta estacional semidecidual (Mata)	0,124

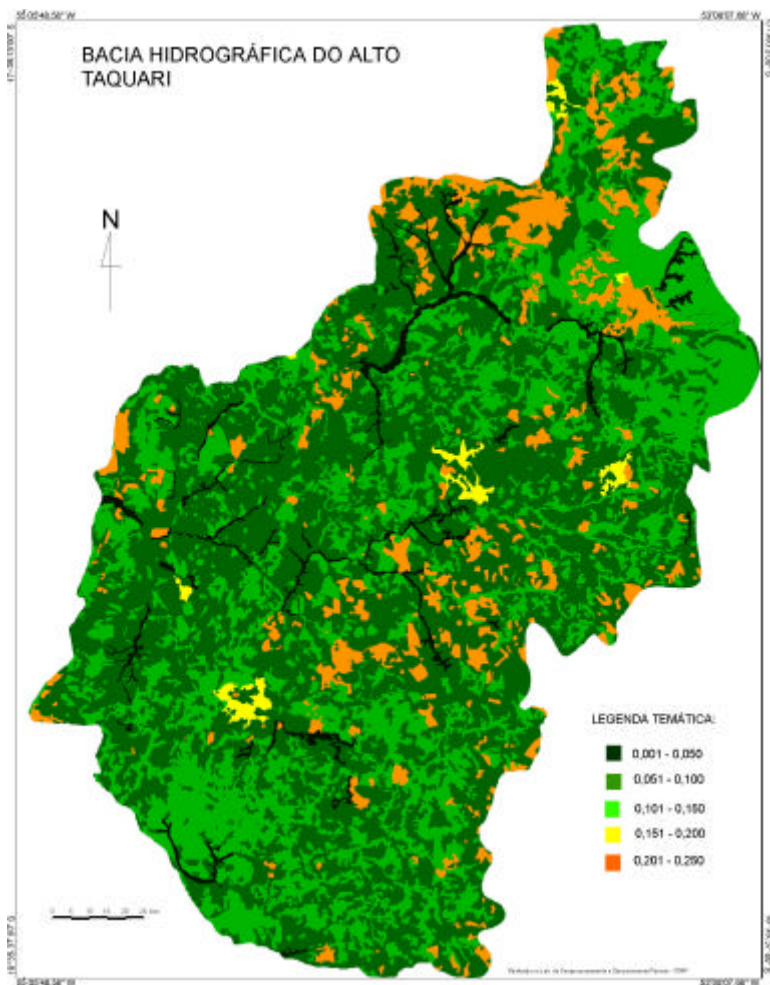


Fig. 9. Distribuição dos fatores CP da USLE na bacia do alto Taquari, em 1994.

Tabela 7. Valores médios do produto dos fatores C e P da USLE, em 1994, para os municípios, as sub-bacias e as diferentes classes de solos da BAT.

<i>Município/Estado</i>	<i>CP</i>
• Alcinópolis - MS	0,114
• Alto Araguaia – MT	0,133
• Alto Garças - MT	0,119
• Alto Taquari – MT	0,106
• Camapuã – MS	0,123
• Costa Rica – MS	0,115
• Coxim – MS	0,113
• Pedro Gomes – MS	0,116
• Ribas do Rio Pardo - MS	0,147
• Rio Verde - MS	0,114
• São Gabriel d'Oeste - MS	0,112
• Sonora - MS	0,158
<i>Sub-bacia</i>	
• Coxim	0,117
• Jaurú	0,122
• Taquari	0,118
• Taquari-Mirim	0,110
<i>Classe de solo</i>	
• Areias Quartzosas (AQ)	0,120
• Areias Quartzosas Hidromórficas (HAQ)	0,091
• Gleis Pouco Húmicos (HGP)	0,068
• Latossolo Roxo (LR)	0,112
• Latossolo Vermelho-Escuro (LE)	0,110
• Latossolo Vermelho-Amarelo (LV)	0,124
• Litólico (R)	0,126
• Podzólico Vermelho-Amarelo (PV)	0,116

Tabela 8. Área das principais classes de uso/cobertura vegetal na bacia do alto Taquari em 1994.

<i>Classe de Uso/Cobertura Vegetal</i>	<i>Área</i>	
	<i>Km²</i>	<i>%</i>
Cana de açúcar	29,1	0,10
Pastagem	14.752,9	51,85
Policultura	50,8	0,18
Soja	1.676,5	5,89
Vegetação nativa	11.941,3	41,97

Tabela 9. Área (km²) das classes de uso/cobertura vegetal em 1994, nos municípios do alto Taquari.

<i>Município/Estado</i>	<i>Classe de uso/Cobertura vegetal</i>				
	<i>Cana de açúcar</i>	<i>Pastagem</i>	<i>Policultura</i>	<i>Soja</i>	<i>Vegetação nativa</i>
• Alcinópolis - MS	0,0	2.336,7	3,7	67,6	1.962,3
• Alto Araguaia – MT	0,0	1.055,5	0,0	89,1	2.055,3
• Alto Garças - MT	0,0	2,3	0,0	0,0	2,7
• Alto Taquari – MT	0,0	43,4	0,0	446,4	139,6
• Camapuã – MS	5,7	4.145,7	0,3	28,2	3.033,2
• Costa Rica – MS	14,7	595,8	0,0	177,6	454,8
• Coxim – MS	8,7	2.473,8	24,8	123,0	1.298,5
• Pedro Gomes – MS	0,0	996,0	1,2	1,1	822,9
• Ribas do Rio Pardo - MS	0,0	14,2	0,0	0,0	10,1
• Rio Verde - MS	0,0	1.524,3	8,4	13,6	976,4
• São Gabriel d'Oeste - MS	0,0	1.544,8	12,4	729,8	1.151,3
• Sonora - MS	0,0	20,3	0,0	0,0	34,2
<i>Sub-bacia</i>					
• Coxim	0,0	3.699,5	12,7	718,2	3.011,9
• Jaurú	7,7	3.876,6	2,0	2,6	2.505,1
• Taquari	20,2	5.619,2	25,4	876,9	5.513,5
• Taquari-Mirim	0,0	961,3	4,9	37,2	472,4

- Perda de solo em 1994

A partir do mapeamento das perdas de solo na BAT em 1994 (Fig.10) foi determinada a ocorrência de diferentes graus de perda de solo na bacia (Tabela 10), conforme classificação do grau de erosão hídrica proposta pela FAO, UNEP e UNESCO (1980).

A perda média de solo na BAT em 1994, foi estimada em 70,39 t ha⁻¹ ano⁻¹, que corresponde a um grau de erosão alto (50 a 200 t ha⁻¹ ano⁻¹).

Grau de erosão ligeiro (< 10 t ha⁻¹ ano⁻¹) ocorreu em 41,62% da BAT. Em 28,84% da bacia o grau de erosão foi moderado (10 – 50 t ha⁻¹ ano⁻¹), em 21,75% foi alto e em 7,79% foi muito alto (> 200 t ha⁻¹ ano⁻¹).

Análise das perdas de solo na BAT em 1994, discriminadas por municípios, sub-bacias, classes de solo e por classes de uso/cobertura vegetal (Tabela 11), evidenciaram que:

- Alto Araguaia foi o município com maior perda de solo (144,81 t ha⁻¹ ano⁻¹), seguido do Alto Taquari (104,3 t ha⁻¹ ano⁻¹), Costa Rica (98,31 t ha⁻¹ ano⁻¹) e Rio Verde de Mato Grosso (92,86 t ha⁻¹ ano⁻¹);
- A sub-bacia do Taquari foi a que mais perdeu solo (83,41 t ha⁻¹ ano⁻¹);
- As Areias Quartzosas e o Latossolo Vermelho-Amarelo destacaram-se entre as classes de solos com maior índice de perda de solo, ficando apenas abaixo dos Litólicos. O elevado índice de perda de solo dos Litólicos está associado a sua localização em encostas declivosas;
- A perda de solo nas áreas ocupadas por pastagens foi superior ao dobro das ocorridas em áreas cultivadas com soja;
- O elevado índice de perda de solo em áreas ocupadas com vegetação nativa, foi decorrente principalmente ao relevo mais íngreme. A incorporação dessas áreas ao sistema agropecuário representa grande risco de intensificação dos processos erosivos na BAT.

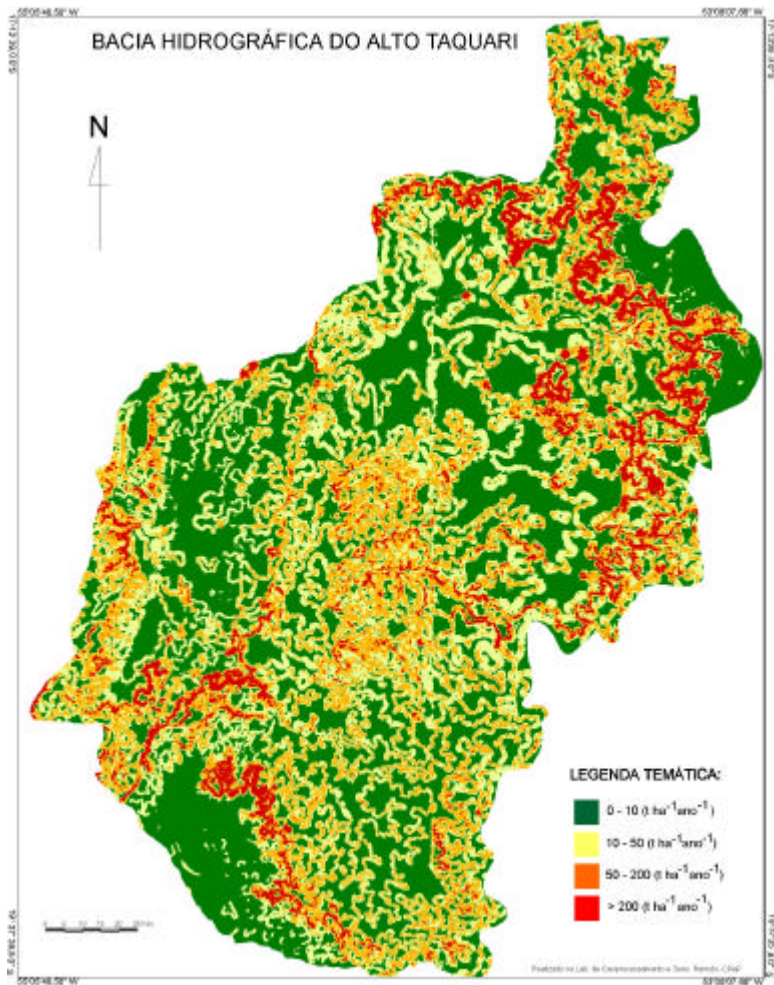


Fig.10. Distribuição das perdas de solos na bacia do alto Taquari, em 1994.

Tabela 10. Ocorrência de graus de erosão hídrica laminar na bacia do alto Taquari em 1994.

<i>Perda de solo</i> (<i>t ha⁻¹ ano⁻¹</i>)	<i>Grau de erosão</i>	<i>Área da bacia do alto Taquari</i>	
		<i>km²</i>	<i>%</i>
< 10	Nenhuma ou ligeira	11.184	41,62
10 – 50	Moderada	8.206	28,84
50 – 200	Alta	6.188	21,75
> 200	Muito alta	2.216	7,79

Tabela 11. Perda de solo na BAT em 1994, discriminada por município, sub-bacia, classe de solo e classe de uso/cobertura vegetal.

<i>Município/Estado</i>	<i>Perda de solo (t ha⁻¹ ano⁻¹)</i>
• Alcinópolis - MS	72,4
• Alto Garças - MT	14,0
• Alto Araguaia – MT	144,8
• Alto Taquari – MT	104,3
• Camapuã – MS	52,3
• Costa Rica – MS	98,3
• Coxim – MS	34,6
• Pedro Gomes – MS	59,0
• Ribas do Rio Pardo - MS	25,1
• Rio Verde - MS	92,9
• São Gabriel d'Oeste - MS	56,1
• Sonora - MS	44,5
<i>Sub-bacia</i>	
• Coxim	54,6
• Jaurú	67,8
• Taquari	83,4
• Taquari-Mirim	77,4
<i>Classe de solo</i>	
• Areias Quartzosas (AQ)	61,0
• Areias Quartzosas Hidromórficas (HAQ)	23,8
• Glei Pouco Húmico (HGP)	2,0
• Latossolo Roxo (LR)	30,2
• Latossolo Vermelho-Escuro (LE)	13,0
• Latossolo Vermelho-Amarelo (LV)	56,8
• Litólico (R)	248,4
• Podzólico Vermelho-Amarelo (PV)	26,4
<i>Classe de uso/Cobertura vegetal</i>	
• Cana de açúcar	9,1
• Pastagem	37,4
• Policultura	14,3
• Soja	16,5
• Vegetação nativa	120,4

Agradecimentos

Ao CNPq pelo fornecimento das bolsas RHAÉ (DTI), e aos colegas do CPAP/Embrapa, Luiz Alberto Pellegrin e Rosilene Gutierrez, pelo auxílio na elaboração das figuras.

Conclusões

- A erosividade anual das chuvas média na BAT foi de 7.914,3 Mj mm ha⁻¹, considerada elevada;
- Solos de alta erodibilidade recobrem 79,19% da superfície da BAT;
- O fator topográfico LS da USLE é o que mais influencia na perda de solo na BAT;
- Em 1994, 41,97% da BAT estava recoberta com vegetação nativa, e as pastagens cultivadas cobriam 51,85% da superfície da bacia;
- A perda média de solo na BAT em 1994, estimada em 70,39 ton ha⁻¹ ano⁻¹, é considerada como grau de erosão alto;
- Em 1994, graus de erosão, ligeiro, moderado, alto e muito alto, ocorreram, respectivamente, em 41,62%, 28,84%, 21,75 e em 7,79% da BAT;
- Entre os municípios que integram a BAT, o que apresentou a maior perda de solo em 1994 foi Alto Araguaia-MT;
- A sub-bacia do Taquari, foi a que apresentou a maior perda de solo em 1994;
- As Areias Quartzosas e o Latossolo Vermelho-Amarelo foram as classes de solos com maior índice de perda de solo, inferior apenas aos Litólicos;
- A perda de solo nas áreas ocupadas por pastagens foi superior ao dobro das ocorridas em áreas cultivadas com soja;
- A incorporação de novas áreas ao sistema agropecuário representa um grande risco de intensificação dos processos erosivos na BAT.

Referências Bibliográficas

BERTONI, J.; LOMBARDI NETO, F. **Conservação do solo**. São Paulo: Ícone, 1990. 355 p.

DENARDIN, J. E. **Erodibilidade do solo estimada por meio de parâmetros físicos e químicos**. 1990. 144 p. Tese (Doutorado) -- ESALQ-USP, Piracicaba.

FAO. **Metodologia provisional para evaluation de la degradacion de los suelos**. Roma: FAO/PNUMA: UNEP: UNESCO. 1980. 86 p.il.

LOMBARDI NETO, F. **Rainfall erosivity – its distribution and relationship, with soil loss at Campinas, Brazil**. 1992. 53 p. Thesis (Master of Science) – Purdue University, Lafayette, Indiana.

MATO GROSSO DO SUL. Secretaria de Estado de Planejamento e de Ciência e Tecnologia. **Susceptibilidade à erosão da macrorregião da Bacia do Paraná**. Campo Grande: SEPLAN; Brasília: IBGE, 1992. 277 p.il., anexo 1 mapa.

RESENDE, M.; ALMEIDA, J. A. Modelos de predição de perda de solo: uma ferramenta para manejo e conservação do solo. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.11, n.128, p.38-54, 1985.

RISSO, A.; BORDAS, M. P.; BORGES, A. L. Produção de sedimentos. In: BRASIL. Ministério do Meio Ambiente, dos Recursos Hídricos e da Amazônia Legal. Plano de Conservação da Bacia do Alto Paraguai (Pantanal) - PCBAP. **Hidrossedimentologia do Alto Paraguai**. Brasília, 1997. v.2, t.2-A, p 271-307.

RISSO, A. **Obtenção e manipulação dos parâmetros da equação universal de perda de solos através de técnicas de geoprocessamento**. 1993. 162 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia) - Instituto de Pesquisas Hidráulicas da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

RUFINO, R. L. Avaliação do potencial erosivo da chuva para o Estado do Paraná: segunda aproximação. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, Campinas, v.10, n.3, p.279-281, 1975.

SANTOS, R. D. dos; CARVALHO FILHO, A.; NAIME, U. J.; OLIVEIRA, H. de; MOTTA, P. E. F.; BARUQUI, A. M.; BARRETO,

W. O.; MELO, M. E. C. C. M.; PAULA, J. L.; SANTOS, E. M. R.; DUARTE, M. N. Pedologia. In: BRASIL. Ministério do Meio Ambiente, dos Recursos Hídricos e da Amazônia Legal. Plano de Conservação da Bacia do Alto Paraguai (Pantanal) - PCBAP. **Diagnóstico dos meios físico e biótico**: meio físico. Brasília, 1997. v.2, t.1, p 120-293.

WISCHMEIER, W. H.; SMITH, D. D. **Predicting rainfall erosion losses**: a guide to conservation planning. Washington, DC: USDA, 1978. 58 p. (Agriculture Handbook, 537).