



# **Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento** 25

ISSN 1517-1981  
Novembro, 2001

## **Evolução da erosividade das chuvas na bacia do alto Taquari**



## **República Federativa do Brasil**

Fernando Henrique Cardoso

**Presidente**

*Ministério da Agricultura e do Abastecimento*

Marcus Vinicius Pratini de Moraes

Ministro

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Embrapa

### **Conselho de Administração**

*Marcio Fortes de Almeida*

Presidente

*Alberto Duque Portugal*

Vice-Presidente

*José Honório Accarini*

*Sergio Fausto*

*Dietrich Gerhard Quast*

Urbano Campos Ribeiral

Membros

### **Diretoria-Executiva da Embrapa**

Alberto Duque Portugal

Diretor-Presidente

*Bonifácio Hideyuki Nakasu*

*Dante Daniel Giacomelli Scolari*

*José Roberto Rodrigues Peres*

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



ISSN 1517-1981  
Novembro, 2001

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

## **Evolução da erosividade das chuvas na bacia do alto Taquari**

Balbina Maria Araújo Soriano  
Robin T. Clarke  
Sérgio Galdino

**Corumbá - MS  
2001**

Exemplares desta publicação podem ser adquiridos na:

**Embrapa Pantanal**

Rua 21 de Setembro, 1880

Caixa Postal 109

Fone: (67) 233-2430

Fax: (67) 233-1011

79320-900 Corumbá, MS

Email: [postmaster@cpap.embrapa.br](mailto:postmaster@cpap.embrapa.br)

[www.cpap.embrapa.br](http://www.cpap.embrapa.br)

**Comitê de Publicações:**

Presidente: Aiesca Oliveira Pellegrin

Secretária Executiva: Vânia da Silva Nunes

Membros: Balbina Maria Araújo Soriano

Cristina Aparecida Gonçalves Rodrigues

André Steffens Moraes

Secretária: Regina Célia Rachel dos Santos

Revisora de texto: Mirane Santos da Costa

Normalização Bibliográfica: Romero de Amorim

**1ª edição:**

1ª impressão (2001): 250 exemplares

**2ª edição (2002):** 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).

SORIANO, B.M.A.; CLARKE, R.T.; CATELLA, A.C. Evolução da erosividade das chuvas na bacia do alto Taquari. Corumbá: Embrapa Pantanal, 2001. 18p. (Embrapa Pantanal. Boletim de Pesquisa, 25).

ISSN 1517-1981

1. Assoreamento - desmatamento - Pantanal. I. Embrapa Pantanal (Corumbá, MS). II. Título. III. Série.

CDD 551.509817

## Sumário

	Pág.
Resumo.....	05
Abstract.....	06
Introdução.....	07
Material e Métodos .....	10
Resultados e Discussão .....	12
Conclusão.....	17
Referências Bibliográficas .....	17

# **Evolução da erosividade das chuvas na bacia do alto Taquari**

*Balbina M. A. Soriano<sup>1</sup>*

*Robin T. Clarke<sup>2</sup>*

*Sérgio Galdino<sup>1</sup>*

## **Resumo**

O assoreamento do rio Taquari constitui hoje um dos mais graves e discutidos problemas de impacto ambiental e sócio econômicos do Pantanal. Apesar do rio Taquari, historicamente, transportar grande quantidade de sedimento, a partir do final da década de 70 esse processo foi intensificado com a expansão da atividade agropecuária na bacia do alto Taquari (BAT). Outro fator importante no aumento do aporte de sedimento para o Pantanal pode estar relacionado á mudança no regime pluviométrico na BAT. O cálculo do índice mensal de erosividade da chuva foi efetuado para dois períodos: de 1969/70 a 1972/73 (período 1) e de 1973/74 a 1987/88 (período 2), utilizando o método de Lombardi Neto. Foram selecionadas cinco estações pluviométricas localizadas na BAT que tinham pelo menos cinco anos de registro de dados de chuva no período 1. Analisou-se, também, as médias mensais de precipitação para os mesmos períodos. Os resultados das análises estatísticas evidenciaram um aumento significativo no regime pluviométrico e conseqüentemente na erosividade das chuvas na BAT, entre o período de 1969-70/1973-74 para o período de 1974-75/1987-88.

Temos de indexação: mudança no regime pluviométrico, assoreamento, desmatamento, rio Taquari - Pantanal.

---

<sup>1</sup> Meteorologista, Msc. Agrometeorologia, Embrapa Pantanal, rua 21 de setembro 1880, Caixa Postal 109, CEP 79320-900, Corumbá-MS, Fone (55)(067) 231-1430, Fax (55)(067) 231-1011, e-mail:balbina@cpap.embrapa.br.

<sup>2</sup> Matemático, Msc. Ciências, Phd. Matemática, Instituto de Pesquisas Hidráulicas da UFRGS, Caixa Postal 15029, CEP 91501-970, Porto Alegre, RS, Fax (55)(051) 336-9072, e-mail:clarke@if.ufrgs.br.

<sup>2</sup> Agrônomo, Msc. Irrigação e Drenagem, Embrapa Pantanal, rua 21 de setembro 1880, Caixa Postal 109, CEP 79320-900, Corumbá-MS, Fone (55)(067) 231-1430, Fax (55)(067) 231-1011, e-mail:galdino@cpap.embrapa.br.

# Evolution of rain erosion in the Upper Taquari River Basin

## Abstract

Currently, the sedimentation of the Taquari River is the most serious discussed environmental and socio-economic impact in the Pantanal wetland of Brazil. Despite the fact that, historically, the Taquari River transported great amount of sediments, by the end of the seventies this process has been intensified by an increase of cattle ranching and agricultural activities on the Upper Taquari River Basin (BAT). Other important fact on the increase of sediment transport to the Pantanal is that this may be related to changes in the BAT rain regime. The calculation of monthly rain erosion index was made for two periods: from 1969/1970 to 1972/1973 (first period) and from 1973/1974 to 1987/1988 (second period), using the Lombardi Neto method. Five rain stations located on the BAT that had at least five years of registered data for rain in the first period were selected. The mean monthly precipitations for the same periods were also analyzed. The results of the statistical analysis showed that there is a significant increase in the rain regime and consequently of the rain erosion in the BAT between 1969-70/1973-74 and 1974-75/1987-88 periods.

Index terms: changes in the rain regime, sedimentation, deforestation, Taquari River - Pantanal

## **Introdução**

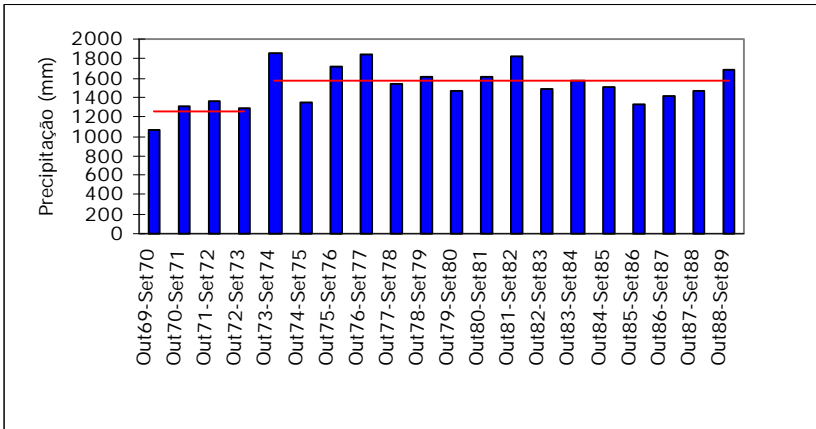
O assoreamento do rio Taquari constitui hoje um dos mais graves e discutidos problemas de impacto ambiental e sócio econômicos do Pantanal e particularmente do Estado do Mato Grosso do Sul. Apesar do rio Taquari, historicamente, transportar grande quantidade de sedimento, esse processo foi intensificado nos últimos 25 anos. A expansão da atividade agropecuária na bacia do alto Taquari (BAT), a partir do final da década de 70, tem sido apontada como a responsável pela intensificação do assoreamento do rio Taquari no Pantanal.

Entretanto, outro fator importante no aumento do aporte de sedimento para o Pantanal, a partir de meados da década de 70, pode estar relacionado à mudança no regime pluviométrico na BAT.

O Pantanal tem alternado períodos plurianuais de seca e cheia, conforme pode ser verificado no hidrograma do rio Paraguai em Ladário, observando-se aumento na duração desses ciclos a partir do princípio da década de 60 (Galdino e Clarke, 1995).

Na Fig. 1, pode-se observar o comportamento da precipitação pluvial em estações localizadas na BAT para o período de 1969 a 1989. Verificou-se a ocorrência de dois períodos bem distintos, o primeiro considerado seco, a partir da década de 60 até meados da década de 70, e outro chuvoso após 1974, com precipitação anual média de 1.254mm e 1.581mm, respectivamente.

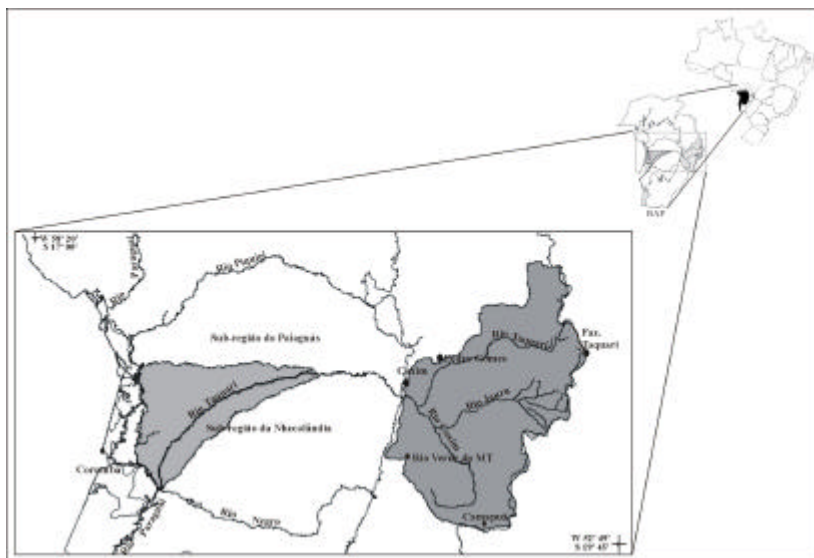




**Fig. 1.** Precipitação total anual média na bacia do alto Taquari para o período de 1969-70 a 1988-89 (Ano Hidrológico).

Analisando-se dados de estações pluviométricas localizadas na planície, foi também constatada mudança do regime hidrológico na planície do baixo curso do rio Taquari, obtendo-se o mesmo comportamento das chuvas verificado na Fig. 1 (Galdino et al, 1997).

A bacia do alto Taquari (Fig. 2), com aproximadamente 28.000 km<sup>2</sup>, é caracterizada por uma rede de drenagem com alto poder de erosão e transporte de sedimentos (Mato Grosso do Sul, 1992; Santos e Crepani, 1993).



**Fig. 2.** Bacia do rio Taquari, com delimitação da alta bacia e localização das estações pluviométricas.

A potencialidade das chuvas em provocar erosão constitui, entre outros fatores, um parâmetro de identificação imprescindível, pois, do seu conhecimento, dependem o planejamento e a execução de um adequado programa de conservação (Oliveira Jr. e Medina, 1990).

A erosividade da chuva usualmente é estimada pelo produto da energia cinética total pela intensidade da chuva máxima em trinta minutos (Wischmeier e Smith, 1958). Entretanto, devido a inexistência de registros de intensidade máxima de chuva, obtidos através de pluviógrafos, não foi possível empregar a metodologia acima citada na BAT. Por este motivo, vários autores procuraram estabelecer o índice de erosividade de uma chuva através de correlações entre características totais da precipitação com a perda de solo (Lombardi Neto, 1977; Lombardi Neto et al, 1980; Pereira, 1983; Mato Grosso do Sul, 1992; Brasil, 1997).

Lombardi Neto (1977), utilizando 22 anos de dados mensais de chuva de Campinas-SP, ajustou uma regressão linear simples entre índice médio mensal de erosão (EI) e um índice pluviométrico chamado coeficiente de precipitação ( $p/P^2$ ), com coeficiente de correlação de 0,991, sendo para um determinado local, o fator de erosividade (R) a soma dos valores mensais do índice de erosão.

Assim, o objetivo desse trabalho é verificar se ocorreram mudanças na erosividade das chuvas no planalto da bacia do rio Taquari (BAT), entre os períodos de 1969/70 a 1972/73 (período considerado seco) e depois de 1972/73.

## **Material e Métodos**

Para o cálculo da erosividade das chuvas foram selecionadas cinco estações pluviométricas com pelo menos cinco anos de registro de precipitação pluvial anteriores a 1973/74 (Tabela 1), localizadas BAT.

**Tabela 1.** Estações pluviométricas localizadas na bacia do alto Taquari, código do Departamento de Água e Energia Elétrica-DNAEE e períodos de dados disponíveis.

<b>Código</b>	<b>Estações</b>	<b>Período</b>
01854001	Pedro Gomes	1969/70 à 1987/88
01853000	Faz. Taquari	1969/70 à 1988/88
01854005	Coxim	1969/70 à 1982/88
01854002	Rio Verde do MT	1969/70 à 1988/89
01954004	Camapuã	1969/70 à 1989/88

A despeito do calendário convencional (janeiro à dezembro), os dados de chuva foram analisados por ano hidrológico (outubro a setembro), visto que este compreende o início do período chuvoso de um determinado ano até o final do período de estiagem do ano seguinte, abrangendo períodos chuvosos contínuos (outubro à março).

O cálculo dos índices mensais de erosividade foi efetuado para dois períodos específicos, de 1969/70 à 1972/73 (período 1) e de 1973/74 à 1987/88 (período 2), utilizando o método de Lombardi Neto (1977), através da fórmula:

$$EI = 6,872 (p^2/P)^{0,85}$$

onde:

**EI** = média mensal do índice de erosão (Ton mm/ha.h);

**p** = precipitação média mensal (mm);

**P** = precipitação média anual (mm).

O autor desse método recomenda que as médias mensais **p**, e a média anual **P**, sejam calculadas para 20 ou mais anos de registros de chuva. Neste estudo, as médias **p** e **P** para o período 1 (até 1972/73) foram calculadas para quatro anos apenas (Tabela 2). Portanto, as estimativas do índice mensal de erosividade devem ser consideradas com cautela. Na tabela 2 estão apresentados o número de anos analisados em cada períodos.

**Tabela 2.** Número de anos analisados nos dois períodos, para as estações pluviométricas selecionadas.

<b>Código</b>	<b>Estações (dentro da BAT)</b>	<b>Período 1 (Até 1972/73)</b>	<b>Período 2 (Após 1973/74)</b>
01854001	Pedro Gomes	4	15
01853000	Faz. Taquari	4	15
01854005	Coxim	4	10
01854002	Rio Verde do MT	4	15
01954004	Camapuã	4	15

Devido ao número de dados reduzido, principalmente no período 1, utilizou-se o teste não paramétrico de Wilcoxon (Hollander e Wolfe, 1973), para testar a hipótese de que não houve aumento da erosividade das chuvas na BAT.

## **Resultados e Discussão**

Os índices de erosividade da chuva (EI), relativos aos períodos estudados encontram-se na Tabela 3.

**Tabela 3.** Índices de erosividade da chuva (EI) em dois períodos , para as estações localizadas dentro da bacia do alto Taquari.

Estações	Período	Mês											
		Out.	Nov.	Dez.	Jan.	Fev.	Mar.	Abr.	Maio	Jun.	Jul.	Ago.	Set.
Pedro Gomes	10/1969 a 09/1973	58,7	120,0	53,0	167,6	91,7	63,2	18,1	17,0	0,6	3,2	0,6	36,0
	10/1973 a 09/1988	35,2	89,4	185,5	201,5	124,5	102,4	26,9	19,0	2,3	1,3	4,3	16,4
Faz. Taquari	10/1969 a 09/1973	83,1	68,2	88,4	107,0	110,1	116,7	67,4	25,9	0,7	3,2	0,0	12,4
	10/1973 a 09/1988	41,8	136,7	194,6	187,0	135,0	139,5	41,4	10,,1	1,1	0,4	3,5	24,1
Coxim	10/1969 a 09/1973	57,1	90,5	81,6	110,9	138,4	48,2	14,0	16,1	1,4	6,7	1,5	17,9
	10/1973 a 09/1983	61,9	95,9	203,7	193,7	100,2	52,0	30,3	18,0	4,6	3,3	3,3	21,7
Rio Verde do MT	10/1969 a 09/1973	38,9	176,0	122,0	96,3	108,6	52,1	28,7	28,7	4,8	10,6	1,2	19,8
	10/1973 a 09/1988	44,1	103,7	162,1	220,7	83,9	94,4	20,6	17,7	3,0	3,3	4,7	20,5
Camapuã	10/1969 a 09/1973	66,6	121,4	87,1	142,4	94,5	48,0	24,9	16,5	10,6	12,3	1,8	14,1
	10/1973 a 09/1988	53,8	105,6	171,0	138,6	132,1	79,8	26,6	18,8	4,2	4,4	6,0,	20,0

Os resultados do teste de Wilcoxon para a erosividade da chuva nas estações localizadas na BAT, encontram-se na Tabela 4.

**Tabela 4.** Resultados do teste de Wilcoxon para a erosividade da chuva nas estações localizadas na bacia do alto Taquari.

Estação	T <sup>+</sup>	Nível de significância (%)
Pedro Gomes	54	13,3
Faz. Taquari	54	13,3
Rio Verde do MT	39	51,5
Coxim	64	2,6
Camapuã	45	33,9

O teste de Wilcoxon aplicado aos valores de erosividade da chuva não foi discriminatório. Das cinco estações analisadas, apenas na de Coxim verificou-se um aumento da erosividade ( $p < 5\%$ ). Esse resultado porém, não é conclusivo pois:

1) O método de cálculo da erosividade foi desenvolvido para 20 ou mais anos de registros de chuva. Para a estimativa da erosividade no período 1 foram considerados apenas dados de 5 anos.

2) Os índices de erosividade são calculados usando os totais médios anuais de precipitação. Isso resulta numa correlação (dependência) entre os índices mensais de erosividade de um mesmo período.

Diante disso, decidiu-se analisar as médias mensais de precipitação de cada período (Tabela 5), cujos resultados do teste de Wilcoxon encontram-se na Tabela 6.

**Tabela 5.** Valores médios de precipitação pluvial (mm) em dois períodos para as estações localizadas na bacia do alto Taquari.

Estações	Período	Mês											
		Out.	Nov.	Dez.	Jan.	Fev.	Mar.	Abr.	Maió	Jun.	Jul.	Ago.	Set.
Pedro Gomes	10/1969 a 09/1973	121,2	184,5	114,1	224,6	157,5	126,5	60,6	58,5	8,5	22,0	8,1	90,9
	10/1973 a 09/1988	102,4	177,1	272,1	285,7	215,2	191,8	87,3	71,2	20,7	14,9	29,7	65,2
Faz. Taquari	10/1969 a 09/1973	158,1	140,8	164,0	183,5	186,7	193,1	139,9	79,7	9,9	23,3	1,8	51,7
	10/1973 a 09/1988	122,8	246,6	303,6	296,5	244,8	249,5	122,1	53,3	14,7	7,5	28,4	88,9
Coxim	10/1969 a 09/1973	115,2	151,2	142,2	170,3	194,0	104,3	50,3	54,8	13,2	32,7	13,8	58,3
	10/1973 a 09/1983	142,7	184,7	287,6	279,2	189,5	128,9	93,7	69,1	31,1	25,6	25,4	77,1
Rio Verde do MT	10/1969 a 09/1973	102,6	249,2	200,9	174,8	187,6	121,9	85,7	85,8	30,1	47,7	13,3	68,9
	10/1973 a 09/1988	115,5	191,0	248,3	297,7	168,5	180,7	73,8	67,5	23,6	25,2	30,8	73,6
Camapuã	10/1969 a 09/1973	136,6	194,5	160,0	213,7	167,9	112,6	76,7	60,0	46,2	50,7	16,4	54,8
	10/1973 a 09/1988	131,2	195,0	258,9	228,8	222,4	165,3	86,6	70,5	29,2	30,3	36,1	73,2



**Tabela 6.** Resultados do teste de Wilcoxon para precipitação média nas estações localizadas na bacia do alto Taquari.

Estação	T <sup>+</sup>	Nível de significância (%)
Pedro Gomes	62	3,9
Faz. Taquari	63	3,2
Rio Verde do MT	55	11,7
Coxim	75	0,1
Camapuã	61	4,6

Desta vez, os resultados do teste de Wilcoxon foram discriminatórios ( $p < 5\%$ ) para quatro das cinco estações (Tabela 6).

Os testes descritos incluíram as precipitações médias mensais de todos os meses. Como em alguns meses a precipitação foi muito baixa, repetiu-se a análise usando somente os dados dos meses de outubro e março, período considerado chuvoso na região. Os resultados do teste de Wilcoxon utilizando-se o período chuvoso encontram-se na Tabela 7.

**Tabela 7.** Resultados do teste de Wilcoxon utilizando-se as precipitações médias, no período chuvoso, para as estações localizadas na bacia do alto Taquari.

Estação	T <sup>+</sup>	Nível de significância (%)
Pedro Gomes	18	7,8
Faz. Taquari	19	4,7
Rio Verde do MT	20	3,1
Coxim	20	3,1
Camapuã	19	4,7

Os resultados do teste de Wilcoxon utilizando-se as precipitações médias, no período chuvoso, foram discriminatórios ao nível de significância de 7,8% ( $p < 10\%$ ) para todas cinco estações pluviométricas localizadas na BAT.

Portanto, os resultados das análises estatísticas indicam um aumento significativo no regime pluviométrico e conseqüentemente na erosividade das chuvas na BAT, entre o período de 1969-70/1972-73 para o período de 1973-74/1987-88.

## **Conclusão**

Tomando-se como base os resultados obtidos na análise estatística, pode-se concluir que houve um aumento do regime pluviométrico e da erosividade das chuvas na bacia do alto Taquari entre o período de 1969-70/1972-73 para o período de 1973-74/1987-88.

## **Referências Bibliográficas**

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente, dos Recursos Hídricos e da Amazônia Legal. PCBAP. **Hidrossedimentologia do Alto Paraguai**. Brasília, 1997. V.2, T.2-B.

GALDINO, S.; CLARKE, R. T. **Levantamento e estatística descritiva dos níveis hidrométricos do rio Paraguai em Ladário, MS - Pantanal. Período 1900-1994**. Corumbá: EMBRAPA-CPAP, 1995. 72P. (EMBRAPA-CPAP. Documentos, 14)

GALDINO, S.; CLARKE, R. T.; PADOVANI, C.R.; SORIANO, B.M.A.; VIEIRA, L. M. **Evolução do regime hidrológico na planície do baixo rio taquari – Pantanal**. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS, 12, 1997, Vitória. **Anais**, Vitória. Associação Brasileira de recursos Hídricos, 1997. P.383-390.

HOLLANDER, M., WOLFE, D.A. **Nonparametric Statistical Methods**. New York J. Wiley e Sons, 1973. 503p.

LOMBARDI NETO, F. **Rainfall erosivity: its distribution and relationship with soil loss at Campinas, Brasil**. West Lafayette, Purdue University, 1977. 53p. Tese (Mestrado).

LOMBARDI NETO, F.; SILVA, I.R.; CASTRO, O.M. Potencial de erosão das chuvas do Estado de São Paulo. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA SOBRE CONSERVAÇÃO DO SOLO, 3, 1980, Recife. **Anais**. Recife, 1980, p. 220-226.

MATO GROSSO DO SUL. Secretaria de Estado de Planejamento e de Ciência e Tecnologia. **Susceptibilidade à erosão da Macrorregião do Paraná**. Campo Grande/MS: SEPLAN/IBGE, 1992. 277p.il. Anexo 1 mapa.

OLIVEIRA Jr.,R. C., MEDINA, b. f. A erosividade das chuvas em Manaus(AM). **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.14 n° 2, p.235-239, 1990.

PEREIRA, H.H.G. **Índices de erosividade da chuva: distribuição e relações com a precipitação em Piracicaba/SP**. Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", 1983. 70p. Mimeo. Tese (Mestrado).

SANTOS, A.T. dos; CREPANI, E. Contribuição do sensoriamento remoto aplicado à geologia no estudo do assoreamento do rio Taquari, Pantanal Mato-Grossense. In: SIMPÓSIO BRAS. DE SENSORIAMENTO REMOTO, 6., 1993, Curitiba. **Anais**, Curitiba, 1993. p.361-366.

WISCHMEIER, R.H., SMITH, D.D. Rianfall energy and its relationship to soil loss. **Transactions American Geophysical Union**. Washington, D.C. v.39, n.2, p.285-291, 1958.