

## **Monitoramento da erosividade na área do reservatório da hidroelétrica de Cachoeira Dourada, GO/MG**

João Batista Pereira Cabral\*  
Valter Antonio Becegato\*\*  
Hildeu Ferreira da Assunção\*\*\*  
Sílvio Luis Rafaelli Neto\*\*\*\*

### **Resumo**

Determinou-se o índice de erosividade (EI30) e a espacialização do mesmo nas bacias de contribuição do reservatório da hidroelétrica Cachoeira Dourada localizada entre os Estados de Goiás e Minas Gerais, limitado pelas coordenadas 48° 32' a 49° 34' E, 18° 20' a 18° 53' N. Utilizou-se dados de 8 localidades referente a 30 anos das precipitações médias mensais e anuais. Verificou-se que neste período a precipitação média anual foi de 1.441 mm, sendo que o maior índice ocorreu no mês de janeiro e o menor em julho com 7,5 mm. O EI30 variou de 7.100 a 8.500 MJ mm (ha h)<sup>-1</sup>, cujo período mais representativo concentrou-se nos meses de outubro a março com 7.880,3 MJ mm (ha h)<sup>-1</sup>, correspondendo a 94% do EI30 médio anual. O coeficiente de variação médio das precipitações para todas as estações foi de 82,73%. Existe uma distribuição irregular das chuvas na região e como consequência uma espacialização desuniforme dos índices de

---

\* Professor Assistente do Departamento de Geografia da Universidade Federal de Goiás – Campus de Jataí, GO (cabral@jatai).

\*\* Professor Adjunto da Universidade do Estado de Santa Catarina – UDESC – Lages, SC (autor para correspondência becegato@cav.udesc.br).

\*\*\* Acadêmico do Curso de Geografia da Universidade Federal de Goiás – Campus de Jataí, GO (hildeu@jatai.ufg.br).

\*\*\*\* Professor Adjunto da Universidade do Estado de Santa Catarina – UDESC – Lages, SC (silvion@cav.udesc.br).

erosividade dentro da área de influência do reservatório. As maiores precipitações coincidem com o período de preparo dos solos e desenvolvimento das plantas de ciclo anual principalmente a soja e o milho.

**Palavras-Chave:** Perda de solo, fator EI30, fator R.

Monitoring of erosivity in the area of contribution of the reservoir of the hidroelectric Cachoeira Dourada, GO/MG

### **Abstract**

The erosivity index (EI30) was determined as well as their spacing in the contribution basins of the Cachoeira Dourada hydroelectric plant reservoir at the border with states Goiás and Minas Gerais, located between coordinates 48° 32' to 49° 34' W and 18° 20' to 18° 53' N. Data from 8 locations referring to 30-year average monthly and annual precipitations were used. An annual average precipitation of 1,441mm was found during that period, being the highest index in January and the lowest in July, with 7.5mm. The EI30 varied from 7,100 MJ to 8,500 MJ mm (ha h)<sup>-1</sup>, whose most significant period was concentrated between the months of october to march, with 7,880.3 MJ mm (ha h)<sup>-1</sup>, corresponding to 94% of the annual average EI30 index. The average variation coefficient of precipitations for all seasons was 82.73%. There is an irregular distribution of rain in the region and, thus, an uneven spacing of the erosivity indexes within the reservoir influence area. The highest precipitations coincide with the period of soil preparation and development of annual cycle plants, mainly soybean and corn.

**Key words:** Loss of soil, factor EI30, factor R.

## **Introdução**

A erosão é a principal razão pela quais os solos agrícolas perdem sua capacidade produtiva. A retirada da vegetação nativa de uma determinada área provoca um rompimento, efêmero ou definitivo, no equilíbrio natural existente entre o solo e o meio ambiente. Via de regra, a utilização do solo para fins agrícolas inicia com a retirada da vegetação nativa deixando o solo exposto, propiciando erosão provocada pela água da chuva, denominada erosão hídrica. O potencial da chuva em causar erosão hídrica pode ser avaliado por meio de índices de erosividade, que se baseiam nas características físicas das chuvas de cada região. Wischmeier & Smith (1958), determinaram que o produto da energia cinética total pela intensidade máxima em trinta minutos (EI30) é a relação que melhor expressa o potencial da chuva em causar erosão, considerando as fases de impacto das gotas da chuva, a desagregação do solo, a turbulência do fluxo e o transporte das partículas. A erosividade das chuvas é um fator que representa a capacidade que as chuvas apresentam de provocar erosão no solo. Fundamentalmente a erosividade das chuvas depende da intensidade com que ocorrem e da energia cinética do impacto das gotas de chuva sobre a superfície do solo. Segundo Wischmeier (1959), a energia cinética total da chuva e a sua intensidade máxima em 30 minutos, em  $\text{MJ mm}^{-1} \text{h}^{-1}$  são os parâmetros que melhor se correlacionam com as perdas de solo por erosão hídrica. A soma dos valores mensais de EI30, de um período de anos de chuva, é o fator R da equação de perdas de solo, que é expresso pela unidade de  $\text{MJ mm}^{-1} \text{h}^{-1}$ , permitindo determinar o índice de erosividade provocado pela chuva em uma determinada bacia hidrográfica. O Fator R é um índice numérico que expressa a capacidade da chuva em provocar erosão, em uma área sem proteção (Bertoni & Lombardi Neto, 1999; Alves, 2000). Trabalhos desenvolvidos por (Wischmeier & Smith, 1978) nos Estados Unidos, mostraram o índice que possui melhor correlação com a perda de solo, produto da energia cinética da chuva pela sua intensidade máxima em 30 minutos. Bertoni & Lombardi Neto (1999) propuseram a seguinte equação para determinação um

valor médio do índice de erosividade por meio da relação entre a média mensal e a média anual de precipitação:

$$EI30 = 67,355 (r^2 / P)^{0,85} \quad \text{Equação 1}$$

onde:

EI30 = média mensal do índice de erosividade, em MJ mm ha<sup>-1</sup> h<sup>-1</sup>;

r = média do total mensal de precipitação (mm);

P = média do total anual de precipitação (mm).

Utilizando-se a Equação Universal de Perda do Solo, obtém-se a estimativa média anual de perda de solo, sendo o fator chuva, o agente ativo no processo de erosão hídrica, pois provoca a desagregação das partículas do solo. Alves (2000) Bertoni & Lombardi Neto (1999), Albuquerque et al. (1994) entre outros, estudaram outros índices de erosividade e consideraram o EI30 como o que melhor se adapta a realidade intertropical. Segundo Lal (1976) e Streei et al. (2002), o modelo de Wischmeier & Smith (1958) subestima a energia cinética das gotas de chuva nas regiões tropicais, por estarem relacionadas a velocidade dos ventos, a distribuição de gotas de diferentes tamanhos, e a alta precipitação. A obtenção de melhor correlação entre as perdas de solo e o índice de erosividade da chuva EI30 segundo Wischmeier (1958), é dificultada pela falta de conhecimento das características físicas da chuva. Como no Brasil são raros os estudos detalhados sobre estes parâmetros, com o intuito de contribuir para a geração de tais informações, Wagner & Massambani (1988), determinaram a relação entre a energia cinética e a taxa de precipitação, obtidas a partir de 533 amostras da distribuição de gotas de chuva oriundas de precipitações predominantemente convectivas (pequeno volume, curta duração e alta intensidade) observadas na região de São Paulo. Os autores concluíram que a equação para o cálculo da energia cinética obtida de acordo com os dados observados não difere significativamente da equação de Wischmeier & Smith (1978). Segundo Eltz et al. (1992) chuvas com mesma erosividade podem provocar perdas de solos diferentes, dependendo da umidade antecedente à chuva e da variação da intensidade.

Objetivou-se determinar o EI30 e sua distribuição espacial com dados de oito postos pluviométricos de diferentes localidades na área de drenagem do reservatório de Cachoeira Dourada, tendo-se por base as precipitações ocorridas durante 30 anos no período de 1973 a 2002.

## Material e métodos

### Caracterização da área de estudo

O reservatório da Usina Hidrelétrica de Cachoeira Dourada, GO/MG localiza-se na divisa entre os estados de Goiás e Minas Gerais limitado pelas coordenadas 48° 32' a 49° 34' E, 18° 20' a 18° 53' N, dentro do bioma cerrado. Foi construído no ano de 1959 com a principal finalidade de gerar energia elétrica, sendo que aquela faz parte do complexo de barragens situadas ao longo do rio Paranaíba, cuja bacia de drenagem abrange uma área de 2.734 km<sup>2</sup>.

### Métodos

Os dados referentes há 30 anos, relativos ao período 1973 a 2002 para as oito localidades (Quadro 1), foram obtidos junto a Agência Nacional de Águas (ANA). Utilizou-se o método da ponderação regional (Bertoni & Tucci, 2000), para o preenchimento das falhas das séries mensais devido a necessidade de que pelo menos três estações possuíssem no mínimo dez anos de dados. Adota-se para Y (falha a ser preenchida) do posto Tupaciguara referente ao decênio de 1993-2002, cuja média adotada foi dos três valores calculados a partir das precipitações ocorridas no mês em questão nos postos X1, X2 e X3, através da seguinte equação:

$$Y_c = 1/3(X_1/X_{m1} + X_2/X_{m2} + X_3/X_{m3})Y_m \quad \text{Equação 2}$$

onde:

Y<sub>c</sub> = precipitação do posto Y a ser estimada;

X1, X2 e X3 = precipitações correspondente ao mês (ou ano) que se deseja preencher, observada em três estações vizinhas;

Y<sub>m</sub> = precipitação média do posto Y;

X<sub>m1</sub>, X<sub>m2</sub> e X<sub>m3</sub> = precipitações médias nas três estações circunvizinhas.

**QUADRO 1. Distribuição geográfica das estações pluviométricas.**

Localidades	Latitude (UTM)	Longitude (UTM)	Altitude (metros)	Período (anos)
Fazenda Cachoeira				
Pouso Alegre	18° 41'	48° 46'	793	1973-2002
Xapetuba	18° 51'	48° 35'	890	1973-2002
Tupaciguara	18° 36'	48° 41'	887	1973-2002
Avantiguara	18° 46'	49° 04'	791	1973-2002
Monte Alegre de Minas	18° 52'	48° 52'	730	1973-2002
Ponte Meia	18° 20'	49° 36'	468	1973-2002
Brilhante	18° 39'	48° 54'	800	1973-2002
Corumbazul	18° 14'	48° 51'	500	1973-2002

Nesse método a relação entre as precipitações ocorridas em cada posto e suas respectivas médias, contribuem igualmente para a previsão da precipitação do posto com falha. Tal método parte da idéia de que, num posto Y que apresenta falhas, estas são proporcionais às precipitações nas estações vizinhas X1, X2 e X3, sendo para um mesmo período, com a seguinte ressalva: os postos vizinhos escolhidos devem estar numa região climatologicamente semelhante ao posto a ser preenchido. O método utilizado para gerar os índices de erosividade (EI30) foi aquele conforme a equação 1.

Tendo-se os bancos de dados georreferenciados, utilizou-se o *software Surfer v.8.0* módulo grid método *krigagem* para a geração dos mapas de contorno das faixas de erosividade, conforme (Landim, 2000; Landim et al. 2002).

## Resultados e discussão

### Análise dos dados para o período de 30 anos (1973 - 2002)

De acordo com os dados do Quadro 2 referente as oitos estações pluviométricas, observa-se que no período de 30 anos a precipitação média anual foi de 1441mm, sendo que o maior índice médio mensal ocorre em janeiro com 273,3 mm e o menor em julho com 7,5 mm. A precipitação é irregularmente distribuída, com maior concentração das chuvas acima de 100 mm entre outubro e março, predomínio de um

verão chuvoso, onde ocorreram 85,27% do total das chuvas, enquanto que, entre abril a setembro foi de 14,73%, período de estiagem prolongado, característica da região Centro Oeste do Brasil. Para todas as localidades ocorrem altos valores dos coeficientes de variação, sendo o maior para o posto de Brilhante 90% e o menor para Ponte Meia com 79,78%. Estes altos índices são explicados por valores cuja amplitude das precipitações se situam desde 5,5 mm a 330 mm, sendo a média aritmética influenciada por valores tão extremos, fato também constatado por Silva et al. (2003). Conforme a Figura 1 ocorre uma variação do índice EI30 entre 7.100 MJ mm ha<sup>-1</sup> h<sup>-1</sup> na região da cabeceira do maior afluente do Córrego Piedade junto ao posto pluviométrico Fazenda Cachoeira Pouso Alegre e 8.500 MJ mm ha<sup>-1</sup> h<sup>-1</sup> na região do córrego Alambari junto ao posto Brilhante. O índice máximo está próximo dos obtidos por Dedeczek (1978), que encontrou um índice EI30 8.319 MJ mm ha<sup>-1</sup> h<sup>-1</sup> para região dos cerrados do Planalto Central de Brasília DF, porém é bem inferior aos 11.635 MJ mm ha<sup>-1</sup> h<sup>-1</sup> para a cidade de Cascavel encontrado por Rufino et al. (1993). O fator de erosividade EI30 médio anual para 30 anos foi de 7.410,4 MJ mm ha<sup>-1</sup> h<sup>-1</sup> (Quadro 3) correspondendo a 94% do total, cujo mesmo se insere no intervalo para as condições brasileiras que vai de 5.000 a 12.000 MJ mm ha<sup>-1</sup> h<sup>-1</sup> (Cogo, 1988). Parte do período com os maiores índices EI30, coincide com o preparo dos solos e semeadura das culturas anuais, devendo-se observar para as práticas conservacionistas, objetivando diminuir as perdas de solos, sendo que uma das medidas mais recomendadas é a semeadura direta.

**QUADRO 2:** Estatística descritiva, precipitações médias (mm) mensais no período de 1973 a 2002 sobre as 12 microbacias da área do reservatório da hidroelétrica de Cachoeira Dourada.

Postos	Média	DP	CV	P	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
Faz Cachoeira Pouso Alegre	109,11	87,41	80,11	1309	2400	1742	178,5	73,0	42,3	15,8	6,9	17,1	47,9	100,4	178,0	235,2
Xapetuba	121,69	97,47	80,10	1460	254,7	205,9	198,2	90,6	53,1	20,4	8,6	19,1	43,0	101,7	190,8	274,2
Tupaciguara	119,26	100,25	84,06	1431	261,0	185,9	183,5	70,1	37,3	17,2	8,3	17,4	46,0	112,7	212,8	278,9
Avantiguara	126,46	105,95	83,78	1518	320,8	198,1	185,3	89,7	38,6	17,6	6,4	18,7	51,5	128,4	195,1	267,3
Monte Alegre de minas	126,11	102,23	81,06	1513	290,2	195,1	192,6	89,4	41,0	17,7	10,4	17,7	52,7	126,7	207,7	272,1
Ponte Meia	120,30	95,97	79,78	1444	256,7	188,6	201,5	101,0	38,0	14,5	5,5	17,3	51,4	117,1	192,7	259,3
Brilhante	128,64	115,84	90,05	1544	330,2	201,2	189,4	67,0	36,3	15,1	7,2	16,3	59,6	106,4	198,5	316,5
Corumbazul	109,22	90,56	82,92	1311	232,6	163,5	188,6	74,8	34,7	12,4	7,0	16,3	39,9	103,5	189,0	248,3
<b>Média mensal</b>				<b>1411</b>	<b>273,3</b>	<b>189,1</b>	<b>189,7</b>	<b>82,0</b>	<b>40,2</b>	<b>16,3</b>	<b>7,5</b>	<b>17,5</b>	<b>49,0</b>	<b>112,1</b>	<b>195,6</b>	<b>269,0</b>

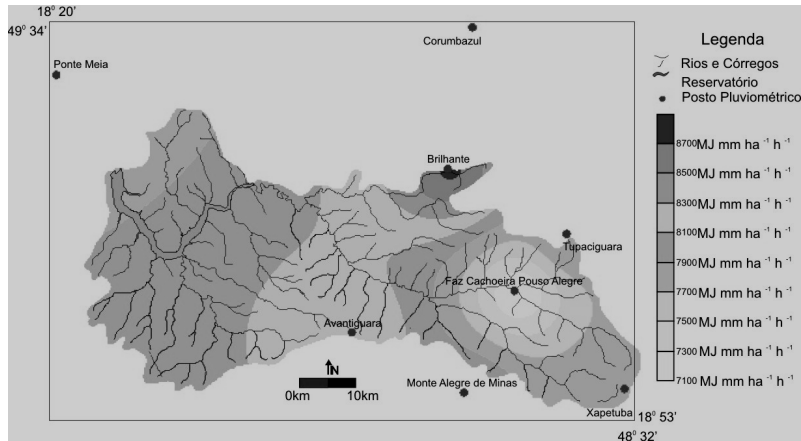
CV = Coeficiente de variação (%); DP = Desvio padrão; P = Precipitação média anual (mm)

**QUADRO 3:** Índice médio mensal de erosividade no período de 1973 a 2002 sobre as 12 microbacias da área do reservatório da hidroelétrica de Cachoeira Dourada.

Postos	EI1	EI2	EI3	EI4	EI5	EI6	EI7	EI8	EI9	EI10	EI11	EI12	R	EI30 chuva	EI30 seco
Faz Cachoeira Pouso Alegre	1679,8	974,2	1015,5	222,1	87,8	16,5	4,0	18,8	108,5	381,8	1010,6	1623,0	7142,73	6685,0	457,8
Xapetuba	1693,7	1179,8	1105,8	292,2	117,8	23,2	5,3	20,7	82,3	355,7	1036,5	1920,0	7833,13	7291,5	541,6
Tupaciguara	1796,1	1008,8	986,8	192,2	65,8	17,6	5,1	18,0	93,9	430,8	1269,4	2010,5	7895,20	7502,6	392,6
Avantiguara	2426,7	1069,3	954,5	278,1	66,3	17,4	3,1	19,3	108,3	511,6	1042,0	1779,5	8276,26	7783,7	492,6
Monte Alegre de minas	2051,3	1044,4	1021,8	277,1	73,6	17,7	7,2	17,7	112,9	501,4	1161,7	1838,5	8125,09	7619,0	506,1
Ponte Meia	1733,3	1026,3	1148,4	355,0	67,4	13,1	2,5	17,7	112,6	456,4	1064,5	1763,2	7760,32	7192,1	568,2
Brilhante	2512,0	1082,1	976,4	166,9	58,9	13,3	3,8	15,1	136,8	366,3	1057,5	2337,4	8726,33	8331,7	394,6
Corumbazul	1591,3	874,0	1114,1	231,3	62,7	10,9	4,1	17,3	79,5	401,7	1118,2	1778,2	7283,31	6877,5	405,8
<b>Média</b>	<b>1935,5</b>	<b>1032,4</b>	<b>1040,4</b>	<b>251,9</b>	<b>75,0</b>	<b>16,2</b>	<b>4,4</b>	<b>18,1</b>	<b>104,3</b>	<b>425,7</b>	<b>1095,0</b>	<b>1881,3</b>	<b>7880,3</b>	<b>7410,4</b>	<b>469,9</b>



**Figura 1:** Espacialização da erosividade (EI30) na região de influência do reservatório da hidroelétrica de Cachoeira Dourada no período entre 1973 a 2002.



#### **Análise dos dados para 10 anos – sub período (1973 - 1982)**

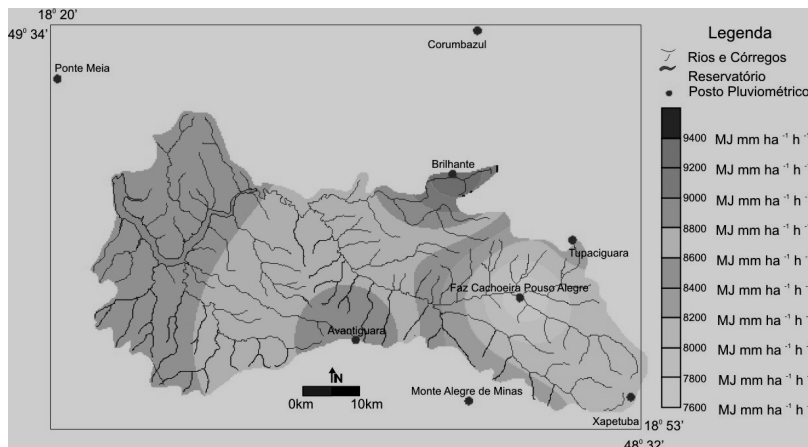
Observando-se os dados do Quadro 4 referente ao primeiro decênio da série de 30 anos, a precipitação média anual foi de 1.537,8 mm, sendo a maior para o posto Brilhante com 1693 mm, onde houve o maior coeficiente de variação 88,91%, e a menor precipitação ocorreu na região de Fazenda Cachoeira Pousos Alegre com 1.402 mm. O maior índice médio mensal se deu em dezembro com 296,2 mm e o menor em julho com 7,6 mm, cuja concentração das chuvas acima de 100 mm ocorreu entre outubro e março. Nota-se pela Figura 2 que o EI30 variou entre 7.600 MJ mm ha<sup>-1</sup> h<sup>-1</sup> na cabeceira do Córrego Piedade próximo ao posto pluviométrico Fazenda Cachoeira Pousos Alegre e 9.200 MJ mm ha<sup>-1</sup> h<sup>-1</sup> na região do Córrego Alambari junto ao posto pluviométrico Brilhante. O EI30 médio anual, cujo somatório entre outubro a março atinge 7.858,9 MJ mm ha<sup>-1</sup> h<sup>-1</sup> corresponde a 93,8% do EI30 total; enquanto que, para os meses de abril a setembro o EI30 foi de 521,2 MJ mm ha<sup>-1</sup> h<sup>-1</sup> representando apenas 6,21% do índice de

erosividade (Quadro 5). Correlacionado-se o EI30 desta década com o de 30 anos, constata-se que o índice de erosividade 521,2 MJ mm ha<sup>-1</sup> h<sup>-1</sup> relativo ao período entre abril a setembro de 1973 a 1982, foi maior que o índice de erosividade referente ao mesmo período de 1973 a 2002: 469,9 MJ mm ha<sup>-1</sup> h<sup>-1</sup>. O mesmo ocorre com relação aos meses de outubro a março dos respectivos períodos estudados, causado pelo maior índice pluviométrico entre 1973 a 1982, do que para os 30 anos. As perdas de solos na região possivelmente não eram tão acentuadas, face à ocupação dos cerrados terem se intensificado somente a partir do próximo decênio (1983 a 1992).

### Análise dos dados para 10 anos – sub período (1983 - 1992)

Este período foi marcado por intensa ocupação do cerrado brasileiro, com o desmatamento para a implantação principalmente de culturas como arroz, soja e milho.

**Figura 2:** Espacialização da erosividade (EI30) na região de influência do reservatório da hidroelétrica de Cachoeira Dourada no período entre 1973 a 1982.



**QUADRO 4:** Estatística descritiva e precipitações médias (mm) mensais no período 1973 a 1982 sobre as 12 microbacias da área do da área do reservatório da hidroelétrica Cachoeira Dourada.

Postos	Média	DP	CV	P	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
Faz Cachoeira Pouso Alegre	116,8	96,05	82,23	1402	259,2	1546	189,7	76,4	45,5	21,3	5,0	14,1	46,0	112,7	217,4	259,7
Xapetuba	130,55	99,56	76,26	1567	259,1	240,1	195,3	135,4	78,9	29,5	11,1	14,4	33,5	101,7	188,6	279,0
Tupaciguara	124,54	106,47	85,49	1495	281,6	172,0	156,2	80,0	37,8	20,2	9,9	9,8	44,2	142,6	248,6	291,9
Avantiguara	136,36	118,12	86,62	1636	352,3	195,6	161,1	86,5	49,9	19,5	7,0	11,2	47,8	164,2	238,6	302,6
Monte Alegre de minas	132,27	104,95	79,34	1587	302,7	176,8	186,6	114,7	50,9	27,0	10,4	13,5	43,9	156,1	213,4	291,2
Ponte Meia	125,98	109,00	86,52	1512	305,3	168,1	180,0	88,2	32,8	17,6	4,3	11,0	49,1	149,4	201,6	304,3
Brilhante	141,11	125,46	88,91	1693	363,4	188,0	176,9	79,0	45,2	21,4	9,6	15,4	63,9	132,9	254,0	343,6
Corumbazul	117,56	100,03	85,09	1411	230,7	160,8	171,2	78,1	35,0	15,1	3,3	16,4	41,5	134,0	227,7	296,9
<b>Média mensal</b>				<b>1537,8</b>	<b>294,3</b>	<b>182,0</b>	<b>177,1</b>	<b>92,3</b>	<b>47,0</b>	<b>21,5</b>	<b>7,6</b>	<b>13,2</b>	<b>46,2</b>	<b>136,7</b>	<b>223,7</b>	<b>296,2</b>

CV = Coeficiente de variação (%); DP = Desvio padrão; P = Precipitação média anual (mm)

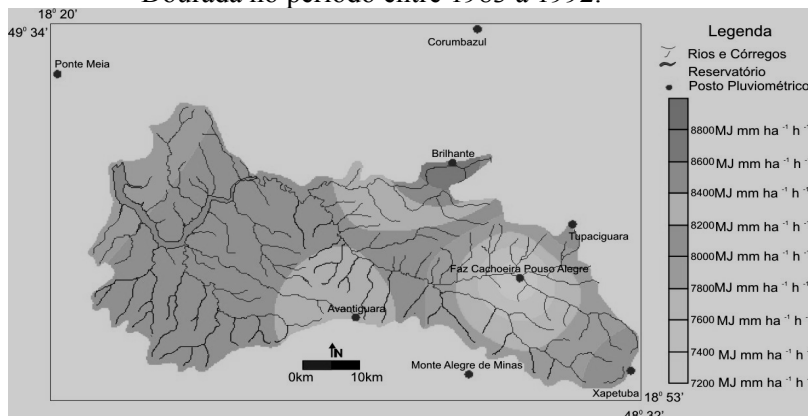
**QUADRO 5:** Índice médio mensal de erosividade no período de 1973 a 1982 sobre as 12 microbacias do reservatório da hidroelétrica de Cachoeira Dourada.

Postos	EI1	EI2	EI3	EI4	EI5	EI6	EI7	EI8	EI9	EI10	EI11	EI12	R	EI30 chuva	EI30 seco
Faz Cachoeira Pouso Alegre	1806,8	750,6	1062,8	226,5	93,8	25,8	2,2	12,8	95,6	438,5	1339,9	1812,8	7668,17	7211,5	456,7
Xapetuba	1642,7	1443,2	1015,9	545,0	217,6	40,9	7,8	12,1	50,7	335,0	957,4	1862,9	8131,08	7257,0	874,1
Tupaciguara	1969,5	851,9	723,2	231,9	64,8	22,3	6,6	6,5	84,6	619,4	1593,4	2093,5	8267,57	7850,8	416,8
Avantiguara	2668,9	981,6	705,7	245,2	96,2	19,5	3,4	7,6	89,5	729,0	1376,0	2060,9	8983,56	8522,2	461,4
Monte Alegre de minas	2116,2	848,3	929,8	406,5	102,2	34,8	6,9	10,7	79,4	686,5	1168,1	1981,3	8370,59	7730,1	640,5
Ponte Meia	2238,0	811,5	911,6	271,1	50,4	17,5	1,6	7,9	100,2	664,1	1105,2	2225,6	8404,60	7955,9	448,7
Brilhante	2732,8	891,3	803,7	204,1	79,0	22,2	5,7	12,7	142,3	494,2	1486,5	2484,5	9358,91	8892,9	466,0
Corumbazul	1474,1	798,1	887,8	233,8	59,7	14,3	1,1	16,5	79,8	585,4	1441,7	2263,5	7855,75	7450,5	405,2
<b>Média</b>	<b>2081,1</b>	<b>922,0</b>	<b>880,1</b>	<b>295,5</b>	<b>95,5</b>	<b>24,7</b>	<b>4,4</b>	<b>10,8</b>	<b>90,3</b>	<b>569,0</b>	<b>1308,5</b>	<b>2098,1</b>	<b>8380,0</b>	<b>7888,9</b>	<b>521,2</b>

A precipitação média anual foi de 1.490,1 mm (Quadro 6), sendo que o maior índice médio mensal ocorreu em dezembro com 272,4 mm, maior do que os 269 mm para todo o período estudado em 30 anos. Pela análise espacial (Figura 3), verifica-se que o menor índice de erosividade foi de 7.200 MJ mm ha<sup>-1</sup> h<sup>-1</sup> nas vizinhas do posto pluviométrico Fazenda Cachoeira Alegre, enquanto que, o maior foi de 8.600 MJ mm ha<sup>-1</sup> h<sup>-1</sup> nos arredores do posto Brillante. Neste segundo decênio, o maior índice médio mensal ocorreu em dezembro com 272,4 mm e o menor em junho com 5,4 mm, com menor concentração das chuvas abaixo de 100 mm entre maio e setembro, cujo maior coeficiente de variação foi para o posto Brillante com 89,55% e o menor para Ponte Meia com 75%.

Correlacionado os dados pluviométricos entre o período de 1973 a 1982 e 1983 a 1992, verifica-se que houve diminuição em 48 mm, conseqüentemente um decréscimo do índice médio anual da erosividade em 600 MJ mm ha<sup>-1</sup> h<sup>-1</sup>. O EI30 médio anual para este período foi de 7.394,3 MJ mm ha<sup>-1</sup> h<sup>-1</sup> (Quadro 7), maior do que aqueles obtidos por Margolis et al. (1995) para Caruaru –PE (2.100 MJ mm ha<sup>-1</sup> h<sup>-1</sup>) e Rufino (1986) para algumas localidades do Paraná (5.275 MJ mm ha<sup>-1</sup> h<sup>-1</sup>).

**Figura 3:** Espacialização da erosividade (EI30) na região de influência do reservatório da hidroelétrica de Cachoeira Dourada no período entre 1983 a 1992.



**QUADRO 6:** Estatística descritiva, precipitações médias (mm) mensais no período 1983 a 1992 sobre as 12 microbacias da área do reservatório da hidroelétrica Cachoeira Dourada.

Postos	Média	DP	CV	P	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
Faz Cachoeira Pouso Alegre	112,49	88,57	78,47	1350	234,8	198,6	188,9	90,2	32,3	6,4	22,7	19,7	41,3	1160	160,7	238,3
Xapetuba	128,03	100,61	78,58	1536	259,9	179,5	230,3	91,2	39,3	7,2	49,7	25,1	43,8	1149	200,9	294,5
Tupaciguara	126,85	101,62	80,11	1522	256,1	187,3	225,4	85,1	32,9	6,8	52,4	24,5	42,1	1070	206,8	295,8
Avantiguara	132,08	104,89	79,41	1585	328,8	194,0	216,4	121,4	22,7	7,6	51,0	23,5	51,0	1406	162,0	265,9
Monte Alegre de minas	126,07	95,82	76,00	1513	270,8	203,2	192,2	99,3	32,3	5,6	46,8	23,9	50,9	124,4	209,1	254,3
Ponte Meia	125,53	94,15	75,00	1506	244,8	197,1	232,9	127,1	31,5	3,9	52,1	24,4	39,9	115,5	182,3	254,8
Brilhante	130,58	116,94	89,55	1567	349,1	216,4	191,4	70,9	25,8	3,0	47,4	20,7	50,2	115,6	161,0	315,5
Corumbazul	111,85	92,75	82,92	1342	218,3	175,0	211,9	82,9	26,8	3,2	20,6	26,8	37,6	90,3	188,7	260,1
<b>Média mensal</b>				<b>1490,1</b>	<b>270,3</b>	<b>193,9</b>	<b>211,2</b>	<b>96,0</b>	<b>30,5</b>	<b>5,4</b>	<b>42,8</b>	<b>23,6</b>	<b>44,6</b>	<b>115,5</b>	<b>183,9</b>	<b>272,4</b>

CV = Coeficiente de variação (%); DP = Desvio padrão; P = Precipitação média anual (mm)

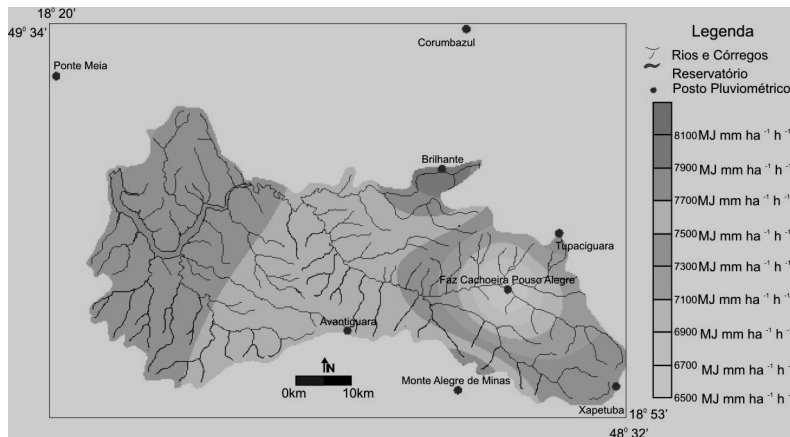
**QUADRO 7:** Índice médio mensal de erosividade no período de 1983 a 1992 sobre as 12 microbacias da área do reservatório da hidroelétrica de Cachoeira Dourada.

Postos	EI1	EI2	EI3	EI4	EI5	EI6	EI7	EI8	EI9	EI10	EI11	EI12	R	EI30 chuva	EI30 seco
Faz Cachoeira Pouso Alegre	1577,1	1186,4	1089,9	309,9	54,1	3,4	29,7	23,4	82,0	475,2	827,6	1617,0	7275,65	6773,2	502,5
Xapetuba	1678,8	894,7	1367,3	283,1	67,8	3,7	100,9	31,5	81,3	419,2	1083,6	2076,1	8087,97	7519,6	568,3
Tupaciguara	1650,7	969,5	1328,2	253,5	50,4	3,5	111,2	30,5	76,6	374,5	1147,2	2108,6	8104,31	7578,6	525,7
Avantiguara	2439,4	994,2	1197,8	448,2	26,0	4,0	102,6	27,4	102,5	575,1	732,3	1699,4	8348,88	7638,2	710,7
Monte Alegre de minas	1824,3	1119,0	1018,8	331,5	49,2	2,5	92,3	29,5	106,3	486,4	1175,0	1638,8	7873,55	7262,3	611,2
Ponte Meia	1541,8	1066,8	1416,4	506,3	47,3	1,3	111,1	30,7	70,5	429,9	934,2	1650,9	7807,27	7040,0	767,3
Brilhante	2726,8	1209,2	981,6	181,3	32,5	0,8	91,5	22,3	100,9	416,3	731,1	2295,4	8789,75	8360,5	429,3
Corumbazul	1399,6	961,0	1330,6	269,9	39,5	1,1	25,3	39,7	70,4	312,1	1093,4	1885,3	7427,87	6982,0	445,8
<b>Média</b>	<b>1854,8</b>	<b>1050,1</b>	<b>1216,3</b>	<b>323,0</b>	<b>45,8</b>	<b>2,5</b>	<b>83,1</b>	<b>29,4</b>	<b>86,3</b>	<b>436,2</b>	<b>965,5</b>	<b>1871,4</b>	<b>7964,4</b>	<b>7394,3</b>	<b>570,1</b>

### Análise dos dados para 10 anos – sub período (1993 a 2002)

Observa-se no Quadro 8 que as maiores concentrações de chuvas acima de 100mm continuam ocorrendo entre os meses de outubro a março, sendo perceptível uma diminuição do índice de pluviosidade na área de drenagem do reservatório. A média anual das precipitações nos últimos dez anos foi de 1.328mm, sendo que a média mensal mais elevada passou a ser a do mês de janeiro com 255 mm, enquanto que, a menor ocorreu em julho com 5 mm. Na (Figura 4) com os índices espacializados, verifica-se que o EI30 variou entre 6.500 MJ mm ha<sup>-1</sup> h<sup>-1</sup> na região de cabeceira do maior afluente, Córrego Piedade, junto ao posto pluviométrico Fazenda Cachoeira Pouso Alegre e 7.900 MJ mm ha<sup>-1</sup> h<sup>-1</sup> na região do córrego Alambari próximo ao posto pluviométrico Brilhante.

**Figura 4:** Espacialização da erosividade (EI30) na região de influência do reservatório da hidroelétrica de Cachoeira Dourada no período entre 1993 a 2002.



Com base no índice do EI30 médio anual no período dos 10 últimos anos estudados, nota-se que o somatório médio do EI30 dos meses referentes ao período chuvoso (outubro a março) atingiu 6.940,3 MJ mm ha<sup>-1</sup> h<sup>-1</sup> correspondendo a 94,15% do índice EI30

anual, maior do que aqueles obtidos por Bertol (1993), Bertol et al. (2002) de 6.329,3 e 5.790 MJ mm ha<sup>-1</sup> h<sup>-1</sup> para Campos Novos e Lages-SC respectivamente e, menor do que aqueles conseguidos por Morais et al. (1991) de 7.830 e 8.493 MJ mm ha<sup>-1</sup> h<sup>-1</sup> para o município de Cáceres-MT em dois postos distintos e Silva et al. (1997) para Goiânia-GO de 8.355 MJ mm ha<sup>-1</sup> h<sup>-1</sup>.

No período de estiagem entre abril a setembro, o somatório médio do EI30 foi de 431,3 MJ mm ha<sup>-1</sup> h<sup>-1</sup> correspondendo a 5,84% do índice de erosividade, cujo maior índice médio mensal ocorreu em janeiro com 1848,4 MJ mm ha<sup>-1</sup> h<sup>-1</sup> e o menor em julho com 2 MJ mm ha<sup>-1</sup> h<sup>-1</sup> (Quadro 9). As maiores variações dos dados foram verificadas para o posto Brilhante com 89,69% e a menor para Ponte Meia com 76%.

### **Conclusões**

O índice de EI30 referente aos 30 anos, período de 1973 a 2002, foi 7,880 MJ mm ha<sup>-1</sup> h<sup>-1</sup>, mas foi diminuindo ao longo dos 3 decênios estudados separadamente.

No período da estação chuvosa que vai de outubro a março utilizado para o cultivo do solo, é onde ocorre o maior potencial erosivo, concentrando de 85% a 88 % das precipitações e 93% a 95,8% do EI30 anual.

Os maiores índices de erosividade sempre ocorreram junto ao posto pluviométrico da estação Brilhante, enquanto que os menores foram junto à estação fazenda Cachoeira Pouso Alegre.

**QUADRO 8:** Estatística descritiva e precipitações médias(mm) mensais no período 1993 a 2002 sobre as 12 microbacias da área do reservatório da hidroelétrica Cachoeira Dourada.

Postos	Média	DP	CV	P	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
Faz Cachoeira Pousos Alegre	99,10	78,84	79,59	1189	2259	1694	1570	52,5	49,1	19,7	5,1	17,6	56,4	72,7	156,1	207,6
Xapetuba	109,78	92,45	84,21	1317	2452	1982	1689	45,3	41,1	24,6	4,0	17,9	51,7	88,3	183,0	249,1
Tupaciguara	109,78	92,45	84,21	1317	2452	1982	1689	45,3	41,1	24,6	4,0	17,9	51,7	88,3	183,0	249,1
Avantiguara	114,68	95,53	83,30	1376	2818	2047	1785	61,2	43,1	25,8	5,1	21,3	55,8	80,6	184,8	233,5
Monte Alegre de minas	122,72	105,30	85,81	1473	2970	2053	1990	54,2	39,8	20,4	6,8	15,8	63,3	99,6	200,6	270,8
Ponte Meia	113,02	85,94	76,04	1356	2200	2005	1915	87,7	49,5	21,9	3,7	16,5	65,3	86,4	194,4	218,8
Brilhante	117,50	105,39	89,69	1410	278,1	199,1	200,1	51,2	38,1	21,1	3,0	13,0	64,7	70,6	180,5	290,5
Corumbazul	99,13	82,47	83,19	1190	2490	1549	1829	63,2	42,5	18,8	7,6	5,6	40,4	86,1	150,6	187,9
<b>Média mensal</b>				<b>1328,5</b>	<b>255</b>	<b>191</b>	<b>181</b>	<b>58</b>	<b>43</b>	<b>22</b>	<b>5</b>	<b>16</b>	<b>56</b>	<b>84</b>	<b>179</b>	<b>238</b>

CV = Coeficiente de variação (%); DP = Desvio padrão; P = Precipitação média anual (mm)

**QUADRO 9:** Índice médio mensal de erosividade no período de 1993 a 2002 sobre as 12 microbacias do reservatório da hidroelétrica de Cachoeira Dourada.

Postos	EI1	EI2	EI3	EI4	EI5	EI6	EI7	EI8	EI9	EI10	EI11	EI12	R	EI30 chuva	EI30 seco
Faz Cachoeira Pousos Alegre	1644,9	1008,1	886,2	137,6	122,9	26,0	2,6	21,5	155,6	239,2	877,0	1424,8	6546,37	6080,1	466,3
Xapetuba	1733,1	1207,2	919,2	98,1	83,1	34,8	1,6	20,2	122,9	305,6	1054,0	1780,7	7360,48	6999,7	360,8
Tupaciguara	1733,1	1207,2	919,2	98,1	83,1	34,8	1,6	20,2	122,9	305,6	1054,0	1780,7	7360,48	6999,7	360,8
Avantiguara	2116,0	1228,4	973,0	157,9	86,9	36,4	2,3	26,3	134,7	251,7	1032,1	1536,6	7582,39	7137,8	444,6
Monte Alegre de minas	2183,3	1165,7	1105,4	121,2	71,7	23,0	3,6	14,9	157,9	340,6	1120,3	1866,0	8173,50	7781,2	392,3
Ponte Meia	1406,0	1200,8	1110,7	294,3	111,5	27,9	1,3	17,3	178,5	287,0	1139,5	1392,7	7167,40	6536,6	630,8
Brilhante	2026,6	1148,3	1157,7	114,0	68,9	25,2	0,9	11,0	169,9	196,9	972,0	2182,7	8074,18	7684,3	389,9
Corumbazul	1940,8	865,5	1148,1	188,6	96,0	24,0	5,1	3,0	88,3	319,2	825,2	1202,0	6705,82	6300,8	405,0
<b>Média</b>	<b>1848</b>	<b>1129</b>	<b>1027</b>	<b>151</b>	<b>91</b>	<b>29</b>	<b>2</b>	<b>17</b>	<b>141</b>	<b>281</b>	<b>1009</b>	<b>1646</b>	<b>7371,3</b>	<b>6940,0</b>	<b>431,3</b>



### Referências bibliográficas

- ALBUQUERQUE, A.W.; CHAVES, I.B. & VASQUES FILHO, J. **Características físicas da chuva correlacionadas com as perdas de solo num regolito eutrófico de Caruaru (PE)**. Revista Brasileira de Ciência do Solo. 18:279-283, 1994.
- ALVES, M. **Estimativa da perda de solo por erosão laminar na bacia do rio São Bartolomeu-DF usando técnicas de geoprocessamento**. 2000. 33P.
- BERTOL, I. **Avaliação da erosividade da chuva na localidade de Campos Novos (SC) no período de 1981-1990**. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, v.29, n.9, p.1.453-1.458, set.1993.
- BERTOL, I.; SCHICK, J.; BATISTELA, O., et al. **Erosividade das chuvas e sua distribuição entre 1989 e 1998 no município de Lages (SC)**. Revista Brasileira de Ciência do Solo, v.26, p.455-464, 2002.
- BERTONI, J. C. & LOMBARDI NETO, F. **Conservação do solo**. São Paulo - SP, Icone, 1999, p 355.
- BERTONI, J. C. & TUCCI, C.E.M. **Hidrologia: Ciência e Aplicação**. 2 ed. Cap. 5. Editora Universitária/UFRGS. ABRH, Porto Alegre, 2000.
- COGO, N.P. **Conceitos e princípios científicos envolvidos no manejo de solo para fins de controle da erosão hídrica**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 21., Campinas, 1988. Anais. Campinas, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1988. p.251-262.
- DEDECEK, R.A. **Capacidade erosiva das chuvas de Brasília-DF**, In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA SOBRE CONSERVAÇÃO DO SOLO, 2., Passo Fundo, 1978. Anais. [S.l.]: Embrapa-SNLCS, 1978. p.157-161.

- ELTZ, F.L.F.; REICHERT, J.M. & CASSOL, E.A. **Período de retorno de chuvas em Santa Maria, RS.** Revista Brasileira de Ciência do Solo, 16:265, 1992.
- LANDIM, P.M.B. **Introdução aos métodos de estimação espacial para confecção de mapas confecção de mapas.** Geomática. Texto didático 02. DGA. IGCE. UNESP/Rio Claro. 2000. 20p.
- LANDIM, P.M.B; MONTEIRO, R. & CORSI, A.C. **Introdução à confecção de mapas pelo software SURFER.** Geomática. Texto didático 8. DGA.IGCE.UNESP/Rio Claro.2002. 20p.
- LAL, R. Soil erosion on alfisols in western Nigeria. III. **Effects of rainfall characteristics.** Geoderma, Amsterdam, v.16, p.389-401, 1976.
- MARGOLIS, E.; SILVA, A.B. & JAQUES, F.O. **Determinação dos fatores da equação universal de perdas de solo para as condições de Caruaru (PE).** Revista Brasileira de Ciência do Solo, v. 9, p.65-169, 1995.
- MORAIS, L.F.B.; SILVA, V.; NASCHENVEN, T.M. C.; et al. **Índice EI30 e sua relação com o coeficiente de chuva do sudoeste do Mato Grosso.** Revista Brasileira de Ciência do Solo, Campinas, v.15, p339-344, 1991.
- RUFINO, R.L. **Avaliação do potencial erosivo da chuva para a o Estado do Paraná: segunda aproximação.** Revista Brasileira de Ciência do Solo, Campinas, v.10, p.279-281, 1986.
- RUFINO, R.L.; BISCAIA, R.C.M. & MERTEN, G.H. **Determinação do potencial erosivo da chuva do Estado do Paraná, através de pluviometria: terceira aproximação.** Revista Brasileira de Ciência do Solo, Campinas, v.17, p.439-444, 1993.
- SILVA, J. W.; GUIMARÃES, E. C. & TAVARES, M. **Variabilidade temporal da precipitação e anual na estação climatológica de Uberaba-MG.** Ciên. Agrotec, Lavras. 27; 665-674, 2003.

- SILVA, M.N.L.; FREITAS, P.L.; BLANCANEUX, P.; et al. **Relação entre parâmetros da chuva e perdas de solo e determinação da erodibilidade de um Latossolo Vermelho-escuro em Goiânia (GO)**. Revista Brasileira de Ciência do Solo, v.21, p.131-137, 1997.
- STREEI, M.V.; ABREU, S.L; GRASSI, J.L., et al. **Índice EI30 calculado com dados de precipitação mensal para o município de Ouro Preto d'oeste – RO**. In: XIV Reunião Brasileira de Manejo e Conservação do Solo e da Água. Cuiabá – MT. 2002. anais – CD-ROM.
- SURFER, version 8.0 Golden Software, 2000. Conjunto de programas. 1CD-Rom e manuais.
- WAGNER, C.S. & MASSAMBANI, O. **Análise da relação intensidade de chuva-energia de Wischmeier & Smith e sua aplicabilidade à região de São Paulo**. Revista Brasileira de Ciência do Solo, Campinas, v.12, p. 197-203, 1988.
- WISCHMEIER, W.H. & SMITH, D.D. **Rainfall energy and its relationship to soil loss**. Trans. Am. Geophysical Union, 39:285-291, 1958.
- WISCHMEIER, W.H. **A rainfall erosion index for a universal soil loss equation**. Soil Sci. Soc. Am. Proc., 23:246-249, 1959.
- WISCHMEIER, W.H. & SMITH, D.D. **Predicting rainfall erosion losses: a guide to conservation planning**. Washington, United States Department of Agriculture, 1978. 58p. (Agriculture Handbook, 537).

Recebido em agosto de 2006  
Aceito em fevereiro de 2007

