

## EROSIVIDADE MÉDIA E O CALENDÁRIO AGRÍCOLA DA MICRORREGIÃO SUDOESTE DO ESTADO DE GOIÁS

RHERISON TYRONE SILVA ALMEIDA <sup>1</sup>, DERBLAI CASAROLI <sup>2</sup>  
Universidade Federal de Goiás, Escola de Agronomia,  
Rodovia Goiânia/Nova Veneza, km 0, Campus Samambaia, CEP 74001,  
970 Goiânia, Goiás, Brasil.

<sup>1</sup> [rherison.almeida@live.com](mailto:rherison.almeida@live.com), <sup>2</sup> [derblaicasaroli@yahoo.com.br](mailto:derblaicasaroli@yahoo.com.br)

### RESUMO

Objetivou-se estimar e mapear a erosividade ( $EI_{30}$ ) média mensal e anual, correlacionando-as ao calendário de plantio e colheita das principais culturas agrícolas de uma microrregião do sudoeste do estado de Goiás. Utilizaram-se registros pluviométricos (1980-2000) de vinte e nove estações climatológicas para os mapeamentos da erosividades. As erosividades foram correlacionadas aos mapas de uso e cobertura do solo, bem como com o calendário de plantio e colheita das culturas de soja, milho, sorgo, algodão e cana-de-açúcar. Os menores  $EI_{30}$  ocorreram de maio a setembro, período correspondente à colheita do milho (2<sup>a</sup> safra), sorgo, algodão e cana-de-açúcar. Já as os maiores  $EI_{30}$  foram detectados no período de novembro a março, meses de plantio da soja, milho (1<sup>a</sup> e 2<sup>a</sup> safra), sorgo, algodão e cana-de-açúcar, bem como a colheita da soja e do milho (1<sup>a</sup> e 2<sup>a</sup> safra). Janeiro, mês mais erosivo do ano, as culturas de soja, milho e algodão podem ser as mais afetadas pelos altos índices de erosividade. Como forma de redução das perdas de solo, recomenda-se o sistema de plantio direto, principalmente para o período de preparo de solo e semeadura das culturas plantadas nas estações primavera e verão.

Palavras-chave: erosão pluvial, planejamento agrícola, cerrado goiano, grandes culturas

### AVERAGE EROSIIVITY AND THE CROP CALENDAR OF THE GOIAS STATE SOUTHWEST REGION

#### ABSTRACT

Aimed to estimate and map the erosivity average ( $EI_{30}$ ) monthly and annual correlating with planting and harvesting calendar to main crop of Goias state southwestern region. Historical rainfall data (1980-2000) were used from thirty weather stations. The erosivity were correlated not only with land use and land cover maps but also with the planting and harvesting calendar of soybean, corn, sorghum, cotton and sugarcane. Smallest  $EI_{30}$  occurred between May and September period, which corresponded the harvest of corn (2<sup>nd</sup> harvest), sorghum, cotton and sugarcane. On the other hand, November to March period showed the greatest  $EI_{30}$ , were occur the planting soybeans, corn (1<sup>st</sup> and 2<sup>nd</sup> harvest), sorghum, cotton and sugarcane, and the

Almeida, R., T., S, y Casaroli, D. (2016): "Erosividade média e o calendário agrícola da microrregião sudoeste do estado de Goiás", *GeoFocus (Artículos)*, nº 17, p. 26-43. ISSN: 1578-5157

harvest of soybeans and corn (1<sup>st</sup> and 2<sup>nd</sup> harvest). January, most erosive month of the year, soybean, corn and cotton may be the most affected by erosivity high levels. In order to reduce soil losses, it is recommended especially for soil preparation and seeding of crops period, in the spring and summer seasons, the no-tillage system.

Keywords: erosivity, agricultural planning, Savanna of Goiás, crop

## 1. Introdução

A água é o principal agente responsável pelo surgimento dos processos erosivos superficiais, sub-superficiais e subterrâneos (Ryzhov 2009). O impacto das gotas da chuva sobre o solo exposto ocasiona o efeito *splash*, desgastando os agregados da superfície do solo, promovendo tanto o transporte superficial de partículas, formando sedimentos, quanto o transporte vertical, causando o entupimento de poros dos solos, também denominado selamento.

A erosão hídrica é o processo que ocorre com maior frequência no Brasil, pois o país está localizado, em sua maioria, na região tropical do planeta, onde ocorrem chuvas intensas e temperaturas elevadas (Hudson 1981). Dessa forma, o conhecimento das características das chuvas como intensidade, padrões pluviais e tempo de retorno, são de extrema relevância técnica, possibilitando as análises de processos erosivos, implementação de projetos de irrigação e drenagem, e do abastecimento de água (Villela e Mattos 1975).

No cenário agropecuário brasileiro, o Sudoeste do estado de Goiás posiciona-se dentre as regiões agrícolas mais importantes (Pessoa-de-Souza et al. 2015), sendo, portanto, uma região com grande necessidade de conhecimento da distribuição das chuvas e de seus efeitos (Moreti et al 2003). Além disto, esta região é caracterizada pela fragilidade dos solos, muito das vezes compostos por Neossolos Quartzarêncios Órticos (RQo), que por sua vez, ainda sofrem impactos socioambientais ocasionados por conflitos de aptidão agrícola (Cabacinha e Castro 2009).

Uma das ferramentas mais utilizadas para o planejamento agrícola, envolvendo o processo de erosão hídrica, é a Equação Universal de Perdas de Solo (EUPS), que foi proposta em 1978 por Wischmeier e Smith (Gonçalves et al 2006). A EUPS estima as perdas de solo de áreas agrícolas em função da erodibilidade do solo (K), topografia [comprimento de rampa (L) e declividade (S)], uso e manejo do solo (C), práticas conservacionistas (P), e também, pelo fator erosividade da chuva (R). Este fator é um índice que expressa a capacidade de uma chuva ocasionar erosão (Bertoni e Lombardi Neto 2010).

Algumas variáveis podem ser utilizadas para estimar a erosividade das chuvas, tais como: o total de precipitação, a intensidade da chuva, o momento e a energia cinética (Guerra 2007). Entretanto, vários estudos comprovam que o índice de intensidade da chuva (EI<sub>30</sub>), determinado a partir do produto da energia cinética total da chuva (Ec) e sua intensidade máxima em 30 minutos (I<sub>30</sub>), é capaz de representar, de forma eficiente, os processos de impacto das gotas da chuva sobre o solo, degradação do solo, turbulência do fluxo e transporte das partículas do solo,

Almeida, R., T., S, y Casaroli, D. (2016): “Erosividade média e o calendário agrícola da microrregião sudoeste do estado de Goiás”, *GeoFocus (Artículos)*, nº 17, p. 26-43. ISSN: 1578-5157

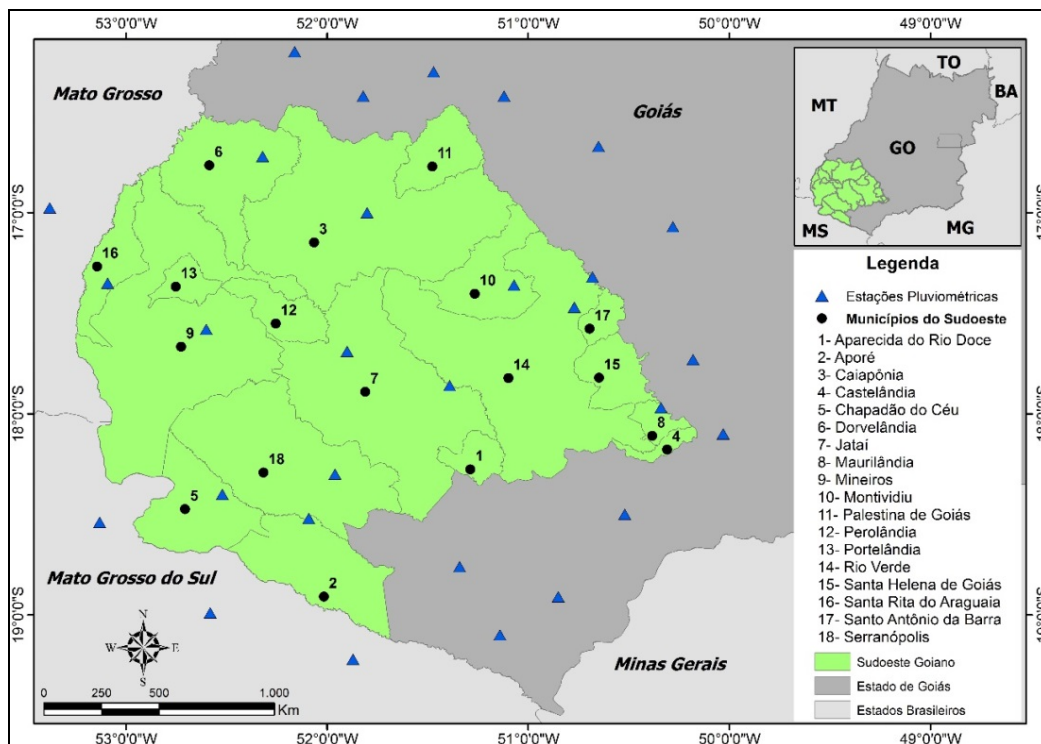
sendo possível o seu uso nas determinações da erosividade da chuva (Wischmeier e Smith 1958, Machado et al 2014, Valvassori e Back 2014, Terranova e Gariano 2015).

Considerado como um grande problema nas áreas agrícolas, a erosão hídrica além de reduzir a produtividade das culturas, pode causar sérios impactos ambientais, especialmente o assoreamento e poluição dos recursos hídricos (Cassol et al 2008). Entretanto, conhecendo a erosividade das áreas agrícolas torna-se possível a implementação do planejamento conservacionista do solo e da água (Oliveira et al 2012).

Este trabalho objetivou estimar e mapear a erosividade média mensal e anual, correlacionando-as ao calendário de plantio e colheita das principais culturas agrícolas de uma microrregião do sudoeste do estado de Goiás.

## 2. Métodos

A área de estudo está localizada na microrregião sudoeste do estado de Goiás, composta por 18 municípios: Aparecida do Rio Doce, Aporé, Caiapônia, Castelândia, Chapadão do Céu, Doverlândia, Jataí, Maurilândia, Mineiros, Montividiu, Palestina de Goiás, Perolândia, Portelândia, Rio Verde, Santa Helena de Goiás, Santa Rita do Araguaia, Santo Antônio da Barra e Serranópolis (Figura 1).



**Figura 1. Localização dos municípios pertencentes à microrregião Sudoeste do Estado de Goiás e das estações pluviométricas.**

Utilizaram-se dados pluviométricos, mensais e anuais de séries históricas de 1980 a 2000, compreendendo entre 16 a 21 anos de observação (Tabela 1), provenientes de 29 estações

Almeida, R., T., S, y Casaroli, D. (2016): "Erosividade média e o calendário agrícola da microrregião sudoeste do estado de Goiás", *GeoFocus (Artículos)*, nº 17, p. 26-43. ISSN: 1578-5157

pluviométricas, sendo 12 destas localizadas dentro da microrregião sudoeste e 17 em municípios limítrofes à essa região (13 em Goiás; 1 em Mato Grosso; 3 em Mato Grosso do Sul). Estes dados foram obtidos no site Hidroweb (<http://hidroweb.ana.gov.br/>) pertencente à Agência Nacional das Águas (ANA).

**Tabela 1. Localização das estações climatológicas (código, latitudes e longitudes), bem como o período de registro dos dados pluviométricos.**

Estação Climatológica	Código da Estação	Latitude (graus)	Longitude (graus)	Período (anos)
Alto Garças	1653004	16°58'36.61"S	53°22'43.63"O	21
Aporé	1851001	18°31'13.62"S	52° 5'25.51"O	21
Arenópolis	1651003	16°18'1.60"S	51°28'13.48"O	21
Bom Jardim de Goiás	1652000	16°12'1.60"S	52° 9'37.49"O	21
Cachoeira Alta	1851000	18°54'37.64"S	50°51'1.49"O	16
Cachoeira de Goiás	1650000	16°40'13.61"S	50°39'1.47"O	21
Caiapônia	0086730	17° 0'1.61"S	51°48'1.49"O	21
Cassilândia	1951004	19°13'13.63"S	51°52'13.51"O	16
Chapadão do Céu	1852001	18°24'1.62"S	52°31'13.52"O	18
Chapadão do Sul	1852002	18°59'25.62"S	52°34'49.53"O	18
Costa Rica	1853004	18°32'25.61"S	53° 7'49.53"O	18
Doverlândia	1652003	16°43'13.60"S	52°19'13.50"O	18
Edeia	1750000	17°43'49.63"S	50°10'49.46"O	21
Goiatuba	1850001	18° 6'1.63"S	50° 1'49.46"O	21
Iporá	0032352	16°25'13.61"S	51° 7'13.47"O	17
Itajá	1951000	19° 6'1.64"S	51° 8'25.50"O	17
Itarumã	1851002	18°45'37.63"S	51°20'25.50"O	20
Jatai 1	1751001	17°51'37.62"S	51°23'25.49"O	20
Jatai 2	1751002	17°41'25.61"S	51°54'1.50"O	21
Maurilândia	1850003	17°58'13.63"S	50°20'25.47"O	20
Mineiros	1752003	17°34'49.61"S	52°36'1.52"O	20
Montividiu	1751004	17°21'37.62"S	51° 4'13.48"O	20
Paraúna 1	1750001	17° 4'13.62"S	50°16'49.46"O	20
Paraúna 2	1750004	17°19'13.62"S	50°40'49.47"O	21
Piranhas	1651002	16°25'13.60"S	51°49'13.49"O	21
Quirinópolis	1850002	18°30'1.63"S	50°31'13.48"O	17
Rio Verde	1750008	17°28'13.62"S	50°46'13.48"O	18
Santa Rita do Araguaia	1753002	17°21'1.60"S	53° 5'25.52"O	19
Serranópolis	1851005	18°18'1.62"S	51°57'37.51"O	18

A partir dos dados pluviométricos determinaram-se as médias mensais do índice de erosividade da chuva, em 30 minutos ( $EI_{30}$ , MJ mm ha<sup>-1</sup> h<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>), obtidas pela Equação [1] (Morais et al 1991, Silva 2004):

$$EI_{30} = 36,849 \cdot \left( \frac{M_x}{P} \right)^{1,0082} \quad [1]$$

sendo  $M_x$  a precipitação média mensal (mm) e  $P$  a precipitação média anual (mm).

Almeida, R., T., S, y Casaroli, D. (2016): “Erosividade média e o calendário agrícola da microrregião sudoeste do estado de Goiás”, *GeoFocus (Artículos)*, nº 17, p. 26-43. ISSN: 1578-5157

Após, as médias mensais de erosividade ( $EI_{30}$ ) foram utilizadas para a estimativa da média anual do fator de erosividade ( $R$ ), para cada estação pluviométrica (Eq. [2]):

$$R = \sum_{i=1}^{12} (EI_{30})_i \quad [2]$$

Foram confeccionados mapas de erosividades mensais e anuais a partir da espacialização e interpolação dos dados no software ArcGIS® 10.2.2 (ESRI 2014). Para isso, foi utilizado o método interpolador IDW (Inverse Distance Weighted), recomendando por Simões (2013).

Os índices mensais de erosividade foram classificados conforme Carvalho (2008) (Tabela 2).

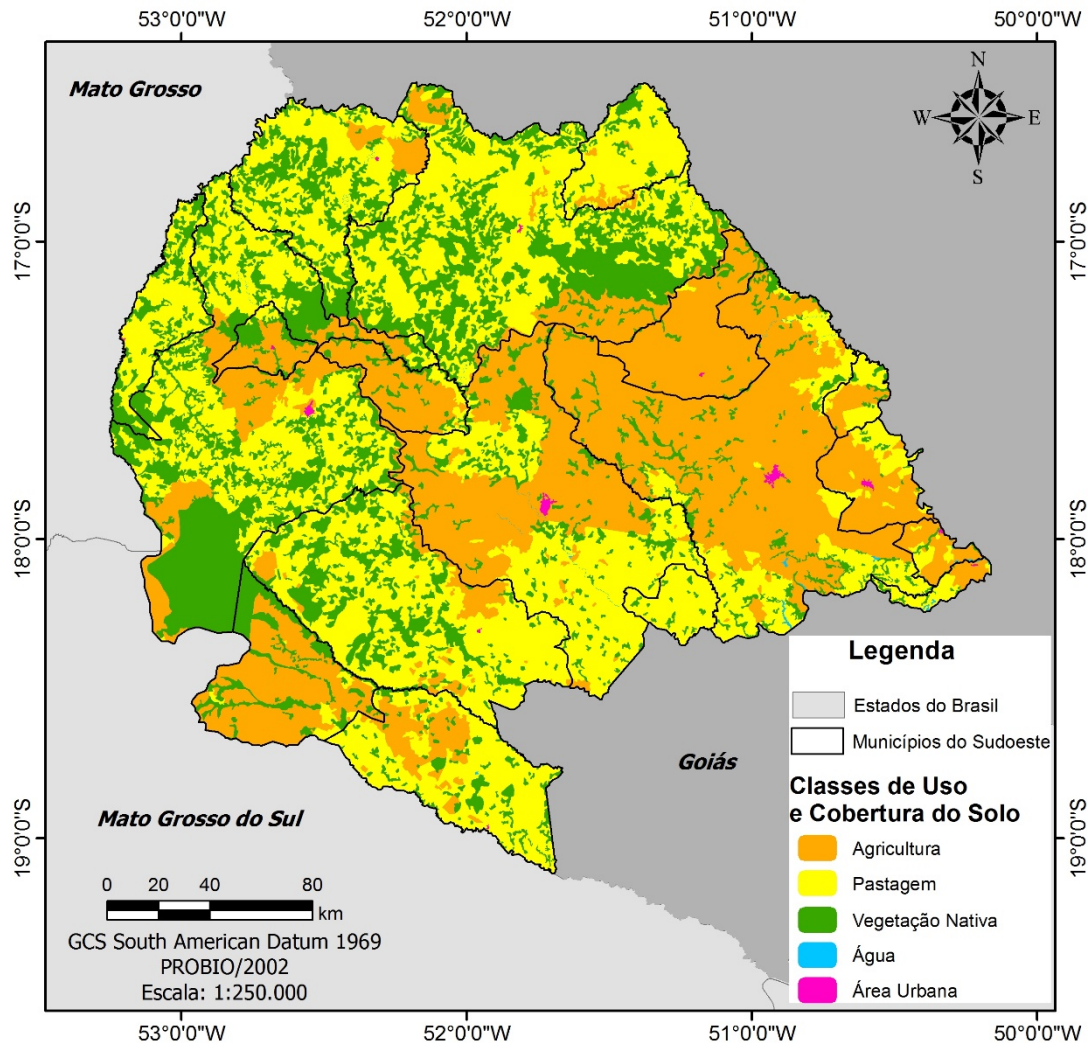
**Tabela 2. Classificação dos índices de erosividade média mensal ( $EI_{30}$ , MJ mm ha<sup>-1</sup> h<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>)**

Classe	$EI_{30}$
Muito Baixo	< 250
Baixo	250 – 500
Médio	500 – 750
Alto	750 – 1000
Muito Alto	> 1000

Fonte: Adaptado de Carvalho (2008).

Para a identificação das classes de uso e de cobertura do solo foi utilizado o mapeamento elaborado pelo Projeto de Conservação e Utilização Sustentável da Diversidade Biológica (PROBIO-MMA/2002) (PROBIO, 2007). Esse mapeamento constata a predominância das classes de agricultura e pastagem na microrregião sudoeste (Figura 2).

Almeida, R., T., S, y Casaroli, D. (2016): "Erosividade média e o calendário agrícola da microrregião sudoeste do estado de Goiás", *GeoFocus (Artículos)*, nº 17, p. 26-43. ISSN: 1578-5157



**Figura 2. Classes de uso e cobertura do solo da microrregião sudoeste do estado de Goiás.**  
Fonte: PROBIO (2007).

Como a classe de agricultura do mapa de uso e cobertura do solo (Figura 2) não distingue os tipos de culturas agrícolas utilizou-se o relatório de Produção Agrícola Municipal de 2013 (IBGE, 2013) para identificar os valores de área plantada das principais culturas plantadas dos municípios em estudo (Tabela 3). Dessa forma, ao confrontar a Tabela 3 com o mapa de uso e cobertura do solo (Figura 2) e de erosividades (Figuras 4 e 5) pôde-se identificar a localização das áreas agrícolas e inferir sobre as culturas mais passíveis dos efeitos da erosividade, de acordo com sua representatividade no município.

**Tabela 3. Área plantada das principais culturas de grãos (soja, milho e sorgo), algodão e cana-de-açúcar, nos municípios da microrregião sudoeste de Goiás.**

Municípios	Área plantada das principais culturas (ha)				Safr de Grãos (ha)	Área da Cana-de-açúcar (ha)
	Soja	Milho	Sorgo	Algodão		

Almeida, R., T., S, y Casaroli, D. (2016): "Erosividade média e o calendário agrícola da microrregião sudoeste do estado de Goiás", *GeoFocus (Artículos)*, nº 17, p. 26-43. ISSN: 1578-5157

Aparecida do Rio Doce	650	100	0	0	750	0
Aporé	2500	170	0	0	2980	13000
Caiapônia	91000	46000	2000	1950	145200	200
Castelândia	6000	800	0	0	6800	5000
Chapadão do Céu	82000	65000	3000	19000	173750	45000
Doverlândia	9300	4200	0	200	14400	600
Jataí	260000	200000	5000	800	476100	35000
Maurilândia	11000	0	0	0	11000	12206
Mineiros	90000	44000	5000	1800	141900	35000
Montividiu	120000	80700	7000	3880	213954	5270
Palestina de Goiás	5800	1000	0	0	7200	0
Perolândia	50000	35000	8000	3950	97650	3000
Portelândia	21500	14500	0	2500	38900	6500
Rio Verde	290000	213000	25000	435	535645	30400
Santa Helena de Goiás	42000	20000	13000	73	75323	31000
Santa Rita do Araguaia	8000	400	0	0	8750	0
Santo Antônio da Barra	5500	3000	900	0	9490	5600
Serranópolis	35000	22000	2000	0	59200	0
TOTAL DA REGIÃO	1.130.250	749.870	70.900	34.588	2.018.992	227.776
TOTAL DO ESTADO	2.947.957	1.229.994	283.431	53.270	4.696.428	860.482
REGIÃO/ESTADO (%)	38,3	61,0	25,0	64,9	43,0	26,5

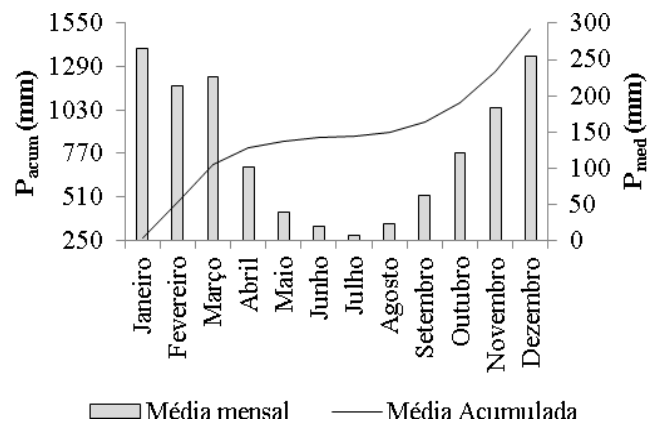
Fonte: IBGE (2013).

As cinco culturas agrícolas avaliadas (soja, milho, sorgo, algodão e cana-de-açúcar) foram selecionadas por serem as mais representativas em área (ha) da microrregião sudoeste de Goiás. Ao longo dos últimos anos verifica-se nestas culturas tendência de substituição do sistema de preparo de solo convencional para sistemas conservacionistas, como o de plantio direto (Gazolla et al 2013). Entretanto, tal substituição de manejo não está totalmente consagrada e ambos estão presentes, pois observa-se que ainda são focos de estudo na região, principalmente no que se refere à comparação de produtividade e qualidade física e química do solo (Ralisch et al 2007, Neis et al 2010, Pacheco et al 2011, Loss et al 2012, Silva et al 2014).

### 3. Resultados e Discussão

O total de precipitação pluvial na microrregião do sudoeste de Goiás durante o período de 1980 a 2000 foi de 1514,30 mm ano<sup>-1</sup>, sendo 1364,80 mm registrados na estação chuvosa (outubro-abril) e 149,50 mm na estação seca (maio-setembro). As médias de precipitação do período chuvoso e seco foram, respectivamente, 194,97 e 29,90 mm, com média anual igual a 126,19 mm (Figura 3).

Almeida, R., T., S, y Casaroli, D. (2016): “Erosividade média e o calendário agrícola da microrregião sudoeste do estado de Goiás”, *GeoFocus (Artículos)*, nº 17, p. 26-43. ISSN: 1578-5157

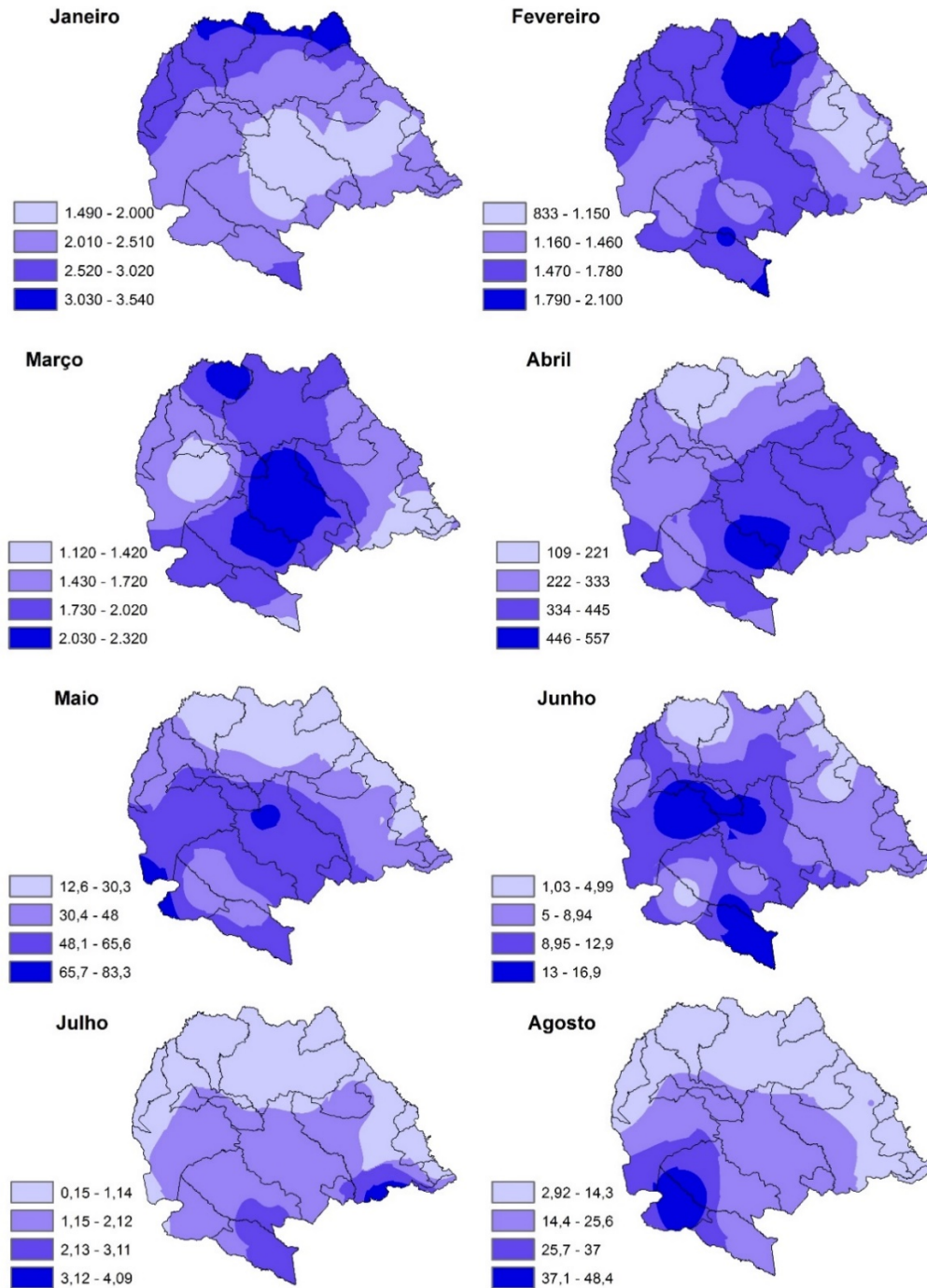


**Figura 3. Precipitação média acumulada ( $P_{acum}$ , mm) e precipitação média mensal ( $P_{med}$ , mm) de municípios da região Sudoeste do Estado de Goiás.**

Os índices mensais de erosividade ( $EI_{30}$ ) variaram entre 0,15 a 3540 MJ mm ha<sup>-1</sup> h<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>, registrados nos meses de julho e janeiro, respectivamente. Já o índice de erosividade anual variou entre 7450 a 12100 MJ mm ha<sup>-1</sup> h<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> (Figuras 4 e 5).

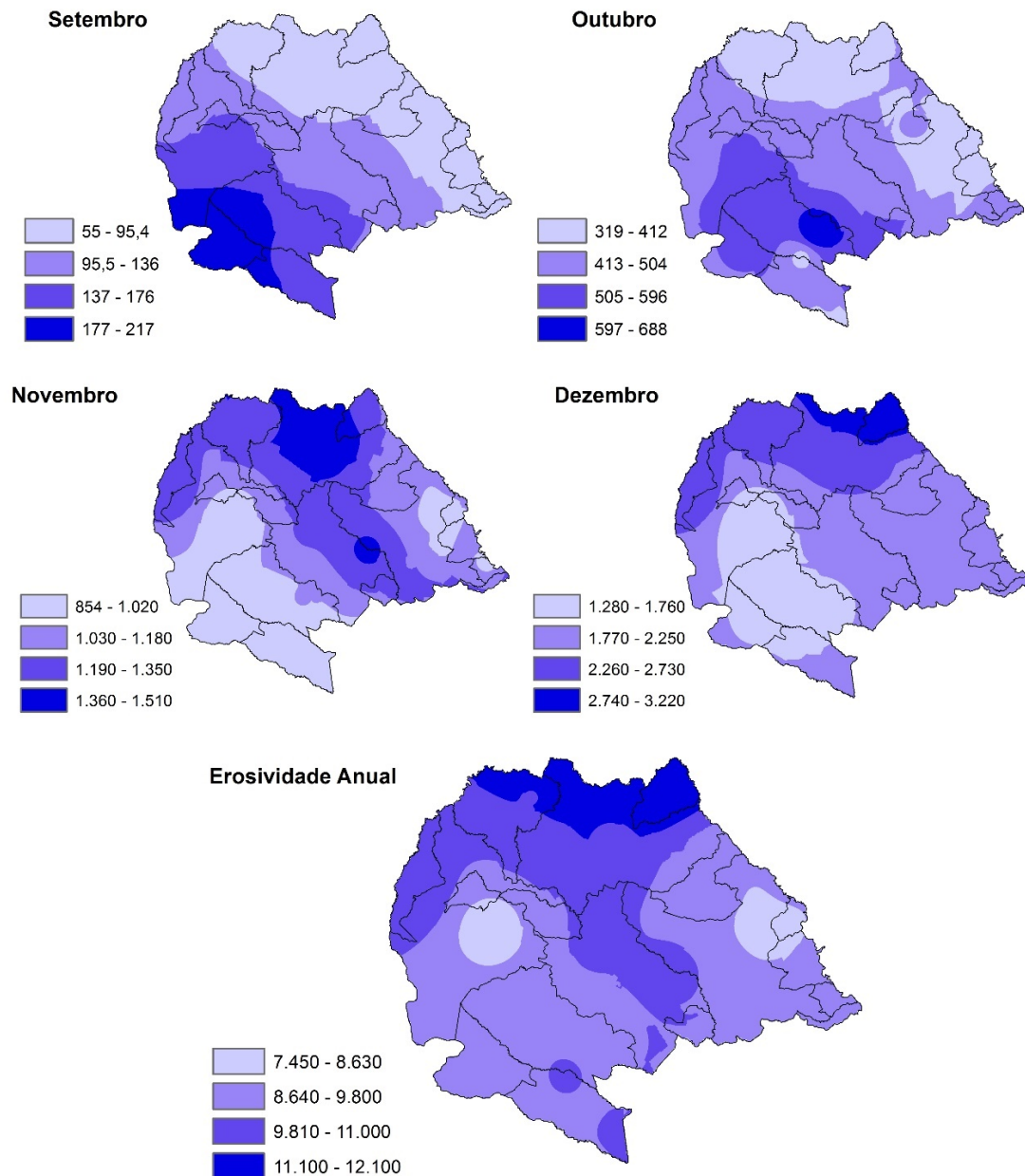


Almeida, R., T., S, y Casaroli, D. (2016): “Erosividade média e o calendário agrícola da microrregião sudoeste do estado de Goiás”, *GeoFocus (Artículos)*, nº 17, p. 26-43. ISSN: 1578-5157



**Figura 4. Mapas de erosividade mensal correspondentes ao período de janeiro a agosto, da microrregião sudoeste do estado de Goiás.**

Almeida, R., T., S, y Casaroli, D. (2016): "Erosividade média e o calendário agrícola da microrregião sudoeste do estado de Goiás", *GeoFocus (Artículos)*, nº 17, p. 26-43. ISSN: 1578-5157



**Figura 5. Mapas de erosividade mensal correspondente ao período de setembro a dezembro, e erosividade anual da microrregião sudoeste do estado de Goiás.**

Na estação seca (maio-setembro) o  $EI_{30}$  atingiu valor máximo de  $217 \text{ MJ mm ha}^{-1} \text{ h}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ , registrado no mês de setembro, sendo considerado de erosividade de classe muito baixo, conforme Carvalho (2008) (Tabela 2). Enquanto que, o valor mínimo de  $0,15 \text{ MJ mm ha}^{-1} \text{ h}^{-1} \text{ ano}^{-1}$  foi registrado no mês de julho.

Quanto a distribuição geográfica, nesta estação, os maiores  $EI_{30}$  se caracterizaram por situarem principalmente nas porções central e sul da microrregião sudoeste, sendo menos

Almeida, R., T., S, y Casaroli, D. (2016): "Erosividade média e o calendário agrícola da microrregião sudoeste do estado de Goiás", *GeoFocus (Artículos)*, nº 17, p. 26-43. ISSN: 1578-5157

---

presente na porção norte. Em setembro, os maiores  $EI_{30}$  foram registrados na porção que abrange o município de Chapadão do Céu e parte de seus municípios limítrofes, Mineiros, Serranópolis e Aporé (Figura 5). Esse período de menor erosividade compreende a época de colheita principalmente das culturas: milho (2ª safra), sorgo, algodão e cana-de-açúcar (Tabela 4).

Na estação chuvosa (outubro-abril) as menores médias de  $EI_{30}$  foram identificadas em abril e outubro, correspondentes ao final e início dessa estação. Estes dois meses são classificados como de erosividade de classe média (Tabela 2) conforme identificado em seus índices máximos (557 e 688 MJ mm ha<sup>-1</sup> h<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> para abril e outubro, respectivamente). O mês de abril compreende o período de plantio da cultura do sorgo e colheita das culturas de soja, milho (1ª safra) e cana-de-açúcar (Tabela 4). Enquanto em outubro, caracteriza-se o período de plantio da soja, do milho (1ª safra) e cana-de-açúcar.

Dentre os demais meses da estação chuvosa, janeiro, fevereiro, março, novembro e dezembro foram os mais erosivos (Figuras 4 e 5). Esses meses são classificados como de erosividade alta a muito alta (Tabela 2).

Em março, as erosividades abrangeram sobretudo parte dos municípios de Jataí e Serranópolis, situados na porção centro-sul da microrregião e, Aporé, situado ao norte. Esse período é predominado pelas colheitas de soja e milho (1ª safra) e, plantio de sorgo (Tabela 4). Nesse sentido, as principais culturas agrícolas situadas nesses locais de altas erosividades do mês de março conforme a representatividade nos municípios são: soja e cana-de-açúcar em Aporé; soja, milho, sorgo e cana-de-açúcar em Jataí; e soja e milho em Serranópolis (Tabela 3).

Enquanto que, janeiro, fevereiro, novembro e dezembro as maiores erosividades se localizaram principalmente na porção norte da microrregião, abrangendo parte dos municípios de Doverlândia, Mineiros, Santa Rita do Araguaia, mas principalmente Caiapônia e Palestina de Goiás (Figuras 4 e 5). Os meses novembro e dezembro compreendem principalmente a época de plantio das culturas de soja, milho (1ª safra), algodão e cana-de-açúcar (Tabela 4). Em fevereiro, predomina-se as colheitas de soja e milho (1ª safra) e, plantio de milho (2ª safra) e sorgo (Tabela 4).

Assim, as principais culturas agrícolas situadas nesses locais de altas erosividades desse período conforme a representatividade nos municípios são: soja e milho em Caiapônia e Doverlândia; soja, milho e cana-de-açúcar em Mineiros; e soja em Palestina de Goiás e Santa Rita do Araguaia (Tabela 3).

Almeida, R., T., S, y Casaroli, D. (2016): "Erosividade média e o calendário agrícola da microrregião sudoeste do estado de Goiás", *GeoFocus (Artículos)*, nº 17, p. 26-43. ISSN: 1578-5157

**Tabela 4. Calendário de plantio (P) e colheita (C) das principais culturas do Sudoeste goiano.**

Cultura	Primavera 23/09 a 21/12			Verão 21/12 a 20/03			Outono 20/03 a 21/06			Inverno 21/06 a 23/09		
	Out	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set
Soja	P	P	P	C	C	C	C					
Milho 1ª safra	P	P	P	C	C	C	C					
Milho 2ª safra				P	P			C	C	C		
Sorgo					P	P	P		C	C	C	C
Algodão		P	P	P				C	C	C	C	C
Cana-de-açúcar	P	P	P				C	C	C	C	C	C

Fonte: Embrapa e Conab (2013).

O mês de janeiro apresentou a maior classe de  $EI_{30}$  do ano, a qual pode variar de 2520 a 3540 MJ mm ha<sup>-1</sup> h<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>, valores classificados como muito alto (Tabela 2). O calendário de plantio e colheita aponta que esse mês é predominado pelo período de plantio das culturas de milho (2ª safra) e algodão, e colheita de soja e milho (1ª safra) (Tabela 4).

Nesse sentido, observa-se que, no mês de janeiro, as erosividades compreendidas entre 2520 e 3540 MJ mm ha<sup>-1</sup> h<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> estão localizadas principalmente nas extremidades da porção norte (Figura 4). Dessa forma, as áreas agrícolas situadas nesse intervalo de erosividade conforme a representatividade nos municípios são: soja e cana-de-açúcar em Aporé; soja e milho em Caiapônia; soja e milho em Doverlândia; soja, milho e cana-de-açúcar em Mineiros; soja em Palestina de Goiás; e soja em Santa Rita do Araguaia (Tabela 3).

As erosividades entre 1490 a 2000 MJ mm ha<sup>-1</sup> h<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> no mês de janeiro estão situadas em uma área que abrange especialmente os municípios de Jataí, Rio Verde e o leste de Serranópolis. Apesar dessas erosividades representaram as mais baixas do mês de janeiro ainda são classificadas como muito alta. As principais áreas agrícolas situadas nesse intervalo de erosividade conforme a representatividade nos municípios são: soja e milho em Montividiu, Perolândia e Serranópolis; soja, milho e cana-de-açúcar em Jataí e Santo Antônio da Barra; e soja, milho, sorgo e cana-de-açúcar em Rio Verde e Santa Helena de Goiás (Tabela 3).

Na Figura 5, a erosividade anual indica que os maiores índices podem atingir 12100 MJ mm ha<sup>-1</sup> h<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>. As áreas onde apresentam os dois maiores índices (9810 a 12100 MJ mm ha<sup>-1</sup> h<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>) de erosividade coincidem com as regiões mais erosivas determinadas no mês de janeiro, além das regiões situadas no leste e sul de Jataí, oeste de Rio Verde, ao norte e sul de Aporé e, sudoeste de Serranópolis (Figura 5).

Os possíveis danos causados pela intensidade da erosividade em áreas agrícolas estarão associadas, principalmente, ao sistema de preparo de solo, a cobertura do dossel da cultura (estádio fenológico) e ao tipo de solo (Engel et al 2007). De modo geral, os tipos de sistemas de preparo de solo conservacionistas, como o plantio direto e o cultivo mínimo apresentam menores taxas de perdas de solo, em relação ao sistema de plantio convencional (Mello et al 2003, Amaral et al 2008). O estágio fenológico é um indicativo na proteção do solo contra a erosão pluvial, pois o aumento da cobertura vegetal e do dossel da cultura propicia a interceptação das gotas de água das chuvas e reduz o escoamento superficial (Wischmeier e Smith, 1978, Gonzalez Hidalgo et al 1996, Gilles et al 2009, Souza et al 2010). Solos de propriedades mais estruturadas e com maior formação de agregados podem ser menos

Almeida, R., T., S, y Casaroli, D. (2016): "Erosividade média e o calendário agrícola da microrregião sudoeste do estado de Goiás", *GeoFocus (Artículos)*, nº 17, p. 26-43. ISSN: 1578-5157

suscetíveis à erosão, em relação aos que não possuem estas mesmas propriedades. Sendo assim, as perdas de solo das culturas ocasionadas pela magnitude da erosividade estarão associadas ao conjunto dessas características.

No sul do Brasil, no estado de Santa Catarina, perdas de solo em lavouras de soja sob preparo convencional alcançaram  $8,5 \text{ Mg ha}^{-1}$ , enquanto que, sob o plantio direto foram menos de  $1 \text{ Mg ha}^{-1}$ , ambos verificados em erosividade de  $2573 \text{ MJ mm ha}^{-1} \text{ h}^{-1}$ , durante a estação primavera-verão (Amaral et al 2008). Para a mesma estação, na microrregião sudoeste a erosividade pode alcançar  $3220 \text{ MJ mm ha}^{-1} \text{ h}^{-1}$  no mês de dezembro. Nesse sentido, em se tratando de perdas de solo, torna-se recomendável o preparo de solo por métodos conservacionistas, principalmente quando o plantio de soja ocorrer nas regiões onde situam as áreas mais erosivas de novembro e dezembro (Figura 5). Os cuidados em relação à proteção do solo também devem ser tomados no período de colheita (janeiro a março), época em que as erosividades ainda são altas (Figura 4).

A perda das camadas superficiais de solo por erosão hídrica pode afetar a produtividade da cultura da soja. Em um estudo conduzido na região sul do país identificou-se redução em até  $148 \text{ kg ha}^{-1}$  por centímetro de solo removido na camada de solo entre 0-6 cm, e de  $105 \text{ kg ha}^{-1}$  na camada de 0-14 cm (Gaertner et al 2003).

Na cultura do milho, a cobertura vegetal e do dossel no estágio de pendoamento (75 dias após a semeadura) pode proteger 100% das perdas totais de solo. Durante o período de semeadura, o sistema de plantio direto continua fornecendo o mesmo valor de proteção, enquanto que, no sistema de cultivo mínimo, pode variar entre 54% a 94%, dependendo do tipo de adubação, sendo mais favorável a adubação orgânica do que a mineral (Gilles et al 2009). Em uma lavoura de milho no centro-sul do Paraná, durante dezembro a abril, sob precipitação total de 946 mm, verificou-se perda de solo de  $1,3 \text{ Mg ha}^{-1}$  no sistema de preparo convencional e,  $0,1 \text{ Mg ha}^{-1}$  no sistema de plantio direto (Antoneli e Brandalize 2013).

Dessa forma, observa-se que, principalmente durante o estágio de semeadura do milho, o sistema de preparo de solo possui importante relevância. Nesse sentido, atenta-se, principalmente, para as regiões das culturas da microrregião sudoeste onde terão crescimento inicial nos meses de maior erosividade: dezembro, janeiro e março (Figuras 4 e 5). Enquanto que, na época de colheita, as perdas de solo podem ser maiores de janeiro a março, para o milho (1ª safra).

Assim como na cultura do milho, na cultura do sorgo, a cobertura vegetal e do dossel também podem propiciar proteção do solo contra a erosão hídrica. Nos testes de erosão realizados em Eldorado do Sul (RS), logo após a semeadura do sorgo, cultivados na estação do verão, a perda total de solo foi menor nos tratamentos com plantio direto ( $0,2 \text{ Mg ha}^{-1}$ ) do que nos com cultivo mínimo ( $0,8 \text{ Mg ha}^{-1}$ ). Não houve perda mensurável de solo por erosão nos testes realizados no estágio fenológico de maturação do sorgo, em razão da completa cobertura do solo (Bagatini et al 2011).

O plantio de sorgo no sudoeste ocorre de fevereiro a abril (verão-outono). Em Rio Verde e Santa Helena de Goiás, locais onde as erosividades são mais altas, recomenda-se maior atenção quanto aos métodos de preparo de solo no crescimento inicial da cultura (Figura 4).

Na cultura do algodão, deve-se atenção principalmente em relação ao sistema de preparo de solo. Em uma lavoura de algodão situada em Goiatuba (GO), município limítrofe da

Almeida, R., T., S, y Casaroli, D. (2016): "Erosividade média e o calendário agrícola da microrregião sudoeste do estado de Goiás", *GeoFocus (Artículos)*, nº 17, p. 26-43. ISSN: 1578-5157

microrregião sudoeste, verificou-se perda de solo por erosão variando de 37,1 a 189,6 Mg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> (Santos e Sparovek 2011). Em comparação as culturas da soja e do milho, o algodão possui um longo período entre a semeadura e a completa cobertura do solo, permitindo que o solo fique exposto e sujeito às intempéries climáticas. Dessa forma, a cobertura do solo, proporcionada pelo sistema de plantio direto torna-se uma alternativa para minimizar o impacto ambiental do cultivo, podendo reduzir em média 86% das perdas de solo, em comparação com o preparo convencional (Cullum et al 2007). Para esta cultura, deve-se ter atenção no preparo do solo, pois o plantio do algodão é predominantemente em períodos com maior erosividade, de novembro a janeiro (Tabela 4) na microrregião sudoeste (Figura 4 e 5). Esta informação é recomendada principalmente para o município de Chapadão do Céu, o qual é o maior produtor algodoeiro dessa microrregião (Tabela 3) e local onde as erosividades de novembro a março são classificadas como muito alta.

Em relação à cultura da cana-de-açúcar, experimentos utilizando e palhada na cobertura do solo acima de 50%, da área colhida, podem reduzir significativamente as perdas de solo por erosão hídrica (Martins Filho 2009, Silva et al 2012, Sousa et al 2012). Em comparação com perdas de solo de uma área sem cobertura (5,8 Mg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>), uma cobertura de 50% pode reduzir para 1,93 Mg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>, enquanto que, a cobertura de 100%, para 0,77 Mg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>, representando, portanto, reduções de 69% a 89% (Martins Filho 2009).

Além disso, o tipo de colheita da cana-de-açúcar, corte manual (cana queimada) ou mecanizado (cana crua), também pode influenciar nas perdas de solo. A queima da palha deixa o solo exposto às intempéries climáticas, enquanto que, no corte mecanizado, após o primeiro corte, ocorre acumulação de palha, oferecendo cobertura do solo. Dessa forma, observa-se que, do final do plantio até o primeiro corte, ambos os sistemas (cana crua e queimada) podem apresentar as mesmas perdas de solo (Andrade et al 2011).

Ao final do ciclo, em uma média de cinco cortes, a cana queimada pode perder 14,5 Mg a mais de solo por hectare em comparação com a cana crua. (Andrade et al 2011). Sendo a colheita realizada, geralmente, na estação seca na região sudeste do estado de Goiás, as possibilidades de ocorrência de erosão hídrica neste período podem ser menores devido a constatação dos menores índices de erosividade. Entretanto, atenta-se para o período até o primeiro corte e de plantio compreendido entre outubro a dezembro, o qual é um dos mais erosivos do ano, principalmente em áreas localizadas próximas aos municípios de Jataí e Rio Verde (Figura 5).

#### 4. Conclusões

As estações secas e chuvosas contemplam os menores e maiores índices de erosividade mensais, os quais podem atingir 0,15 MJ mm ha<sup>-1</sup> h<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> e 3540 MJ mm ha<sup>-1</sup> h<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>, respectivamente. As áreas onde apresentam os maiores índices de erosividade anuais devido à maior precipitação abrangem principalmente: Santa Rita do Araguaia, oeste de Mineiros, Doverlândia, Caiapônia, Palestina de Goiás, leste de Jataí, oeste de Rio Verde, norte e sul de Aporé e, sudoeste de Serranópolis.

O período mais erosivo corresponde ao das estações primavera e verão e, o menos erosivo, outono e inverno. No período de maior erosividade (primavera-verão) é predominado o

Almeida, R., T., S, y Casaroli, D. (2016): "Erosividade média e o calendário agrícola da microrregião sudoeste do estado de Goiás", *GeoFocus (Artículos)*, nº 17, p. 26-43. ISSN: 1578-5157

plantio das culturas de soja, milho, sorgo, algodão e cana-de-açúcar e a colheita das culturas de soja e milho.

Em janeiro, mês mais erosivo do ano, as culturas de soja, milho e algodão podem ser as mais afetadas pelos altos índices de erosividade. Como forma de redução das perdas de solo, recomenda-se, principalmente para o período de preparo de solo e semeadura das culturas plantadas nas estações primavera e verão, o sistema de plantio direto.

## Referências Bibliográficas

Amaral, A. J.; Bertol, I.; Cogo N. P.; Barbosa F. T. (2008): Redução da erosão hídrica em três sistemas de manejo do solo em um cambissolo húmico da região do planalto sul-catarinense. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v. 32, pp. 2145-2155.

Andrade, N. S. F.; Martins Filho, M. V.; Torres, J. L. R.; Pereira, G. T.; Marques Júnior, J. (2011): Impacto técnico e econômico das perdas de solo e nutrientes por erosão no cultivo da cana-de-açúcar. *Engenharia Agrícola*, v. 31, pp. 539-550.

Antoneli, V. e Brandalize. F. F. (2013): Perda de água e solo no cultivo de milho com diferentes formas de cultivo em agricultura familiar na Região Centro-Sul do Paraná. *Caminhos de Geografia (UFU)*, Uberlândia, v. 14, n. 47, pp. 84-94.

Bagatini, T.; Cogo, N. P. ; Gilles, L. ; Portela, J. C.; Portz, G.; Queiroz, H. T. (2011): Perdas de Solo e Água por Erosão Hídrica Após Mudança no Tipo de Uso da Terra, em Dois Métodos de Preparo do Solo e Dois Tipos de Adubação. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v. 3, pp. 999-1011.

Bertoni, J. e Lombardi Neto, F. (2010): *Conservação do solo*. 7 ed. São Paulo: Icone.

Cabacinha, C. D. e Castro, S. S. (2009): Relationships between floristic diversity and vegetation indices, forest structure and landscape metrics of fragments in Brazilian Cerrado. *Forest Ecology and Management*, v. 257, n. 10, pp. 2157-2165.

Carvalho, N. O (2008): *Hidrossedimentologia prática*. 2 ed. Rio de Janeiro: Interciência.

Cassol, E. A.; Eltz, F. L. F.; Martins, D.; Lemos, A. M.; Lima, V. S.; Bueno, A. C. (2008): Erosividade, padrões hidrológicos, período de retorno e probabilidade de ocorrência das chuvas em São Borja, RS. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.32, pp.1239-1251.

Cullum, R. F.; Wilson, G. V.; McGregor, K. C.; Johnson, J. R. (2007): Runoff and soil loss from ultra-narrow row cotton plots with and without stiff-grass hedges. *Soil and Tillage Research*, v. 93, n. 1, pp. 56-63.

CONAB – Companhia Nacional de Abastecimento (2013): *Acompanhamento da safra brasileira de grãos: safra 2013/14*. Brasília: Conab, v. 1, n. 3, pp. 1-72.

Engel, F. L.; Bertol, I.; Mafra, A. L.; Cogo, N. P. (2007): Water erosion under simulated rainfall in different soil management systems during soybean growth. *Scientia Agrícola*, v. 64, pp. 187-193.

ESRI. (2014): *ArcGIS Free Trial Version 10.2.2*. Published by ESRI.

Almeida, R., T., S, y Casaroli, D. (2016): "Erosividade média e o calendário agrícola da microrregião sudoeste do estado de Goiás", *GeoFocus (Artículos)*, nº 17, p. 26-43. ISSN: 1578-5157

Gaertner, C.; Dedecek, R. A.; Biascaya, R. M. (2003): Produtividade de trigo e soja em Latossolo Vermelho distrófico sob erosão simulada e causada pela chuva. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 38, n.12, pp. 1443-1449.

Gazolla, P. R.; Guareschi, R. F.; Perin, A. (2013): Estoque de carbono e atributos físicos de um Latossolo Vermelho em diferentes sistemas de manejo. *Revista Brasileira de Ciências Agrárias*, v. 8, n. 2, pp. 229-235.

Gilles, L.; Cogo, N. P.; Bissani, C. A.; Bagatini, T.; Portela, J.C. (2009): Perdas de solo, água, matéria orgânica e nutriente por erosão na cultura do milho, implantada sobre campo nativo, em diferentes métodos de preparo do solo e tipos de adubação. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v. v.33, pp. 1427-1440.

Gonçalves, F. A.; Silva, D. D.; Pruski, F. F.; Carvalho, D. F.; Cruz, E. S. (2006): Índices e espacialização da erosividade das chuvas para o Estado do Rio de Janeiro. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v. 10, pp. 269-276.

Gonzalez Hidalgo, J. C.; Raventos, J.; Echevarria, M. T. (1996): Comparison of sediment ratio curves for plants with different architectures. *Catena*, v. 29, pp. 333-340.

Guerra, A. J. T. (2007): O início do processo erosivo. In: Guerra, A. J. T.; Silva, A. S.; Botelho, R. G. M. (Org.). *Erosão e conservação dos solos: conceitos, temas e aplicações*. 3 ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil.

Hudson, N. (1981): *Soil conservation*. 2 ed. Ithaca: Cornell University Press.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. *Produção agrícola municipal do ano de 2013*. Disponível em: <<http://www.cidades.ibge.gov.br/xtras/home.php>>. (consultado 10-07-2015).

Loss, A.; Pereira, M. G.; Perin, A.; Beutler, S. J.; Anjos, H. C. (2012): Carbon, nitrogen and natural abundance of  $\delta^{13}\text{C}$  e  $\delta^{15}\text{N}$  of lightfraction organic matter under no-tillage and crop-livestock integration systems. *Acta Scientiarum*, v. 34, n. 4, pp. 465-472.

Martins Filho, M. V.; Licciotti, T. T.; Pereira, G. T.; Marques Júnior, J.; Sanchez, R. B. (2009): Perdas de solo e nutrientes por erosão num argissolo com resíduos vegetais de cana-de-açúcar. *Engenharia Agrícola, Jaboticabal*, v.29, n.1, pp.8-18.

Mello, E. L.; Bertol, I.; Zapparoli, A. L. V.; Carrafa, M. R. (2003): Perdas de solo e água em diferentes sistemas de um Nitossolo Háplico submetido à chuva simulada. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v. 27, pp. 901-909.

Morais, L. F. B.; Silva, V.; Naschenveng, T. M. C.; Hardoin, P. C.; Almeida, J. E. L.; Weber, O. L. S.; Boel, E.; Durigon, V. (1991): Índice EI30 de chuva e sua relação com o coeficiente de chuva do sudoeste de Mato Grosso. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v. 15, pp. 339-344.

Moreti, D.; Carvalho, M. P.; Mannigel, A. R.; Medeiros, L. R. (2003): Importantes características de chuva para a conservação do solo e da água no município de São Manuel - SP. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v. 27, n. 4, pp.713-725.

Neis, L.; Paulino, H. B.; Souza, E. D.; Reis, E. F.; Pinto, F. A. (2010): Gesso agrícola e rendimento de grãos de soja na região do sudoeste de Goiás. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v. 34, pp. 409-416.



Almeida, R., T., S. y Casaroli, D. (2016): "Erosividade média e o calendário agrícola da microrregião sudoeste do estado de Goiás", *GeoFocus (Artículos)*, nº 17, p. 26-43. ISSN: 1578-5157

Oliveira, P. T. S.; Wendland, E.; Nearing, M. A. (2013): Rainfall erosivity in Brazil: A review. *Catena*, v. 100, pp. 139-147.

Oliveira, P. T. S.; Rodrigues, D. B. B.; Sobrinho, T. A.; Carvalho, D. F.; Panachuki, E. P. (2012): Spatial variability of the rainfall erosive potential in the state of Mato Grosso do Sul, Brazil. *Engenharia Agrícola*, v. 32, pp. 69-79.

Pacheco, L. P.; Barbosa, J. M.; Leandro, W. M.; Machado, P. L. O. A.; Assis, R. L.; Madari, B. E.; Petter, F. A. (2011): Produção e ciclagem de nutrientes por plantas de cobertura nas culturas de arroz de terras altas e de soja. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v. 35, pp. 1787-1799.

Pessoa-De-Souza, M. A.; Almeida, R. T. S.; Neves, C. M. N.; Castro, J. P. V.; Castro, S. S. (2015): Comportamento químico de neossolos quartzarênicos em Mineiros, sudoeste goiano. *Geociências*, v. 34, pp. 335-347.

Probio. *Mapeamento da Cobertura Vegetal do Bioma Cerrado (Relatório Final)*. Brasília, DF, 2007. Disponível em: <[http://mapas.mma.gov.br/geodados/brasil/vegetacao/vegetacao2002/cerrado/documentos/relatorio\\_final.pdf](http://mapas.mma.gov.br/geodados/brasil/vegetacao/vegetacao2002/cerrado/documentos/relatorio_final.pdf)>. (consultado 06-07-2015).

Ralisch, R.; Miranda, T. M.; Okumura, R. S.; Barbosa, G. M. C.; Guimarães, M. F.; Scopel, E.; Balbino, L. (2008): Resistência à penetração de um Latossolo Vermelho Amarelo do Cerrado sob diferentes sistemas de manejo. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v. 12, n. 4, pp. 381-384

Ryzhov, Y. V. (2009): The erosion accumulative processes within the basins of small rivers of southern East Siberia. *Geography and Natural Resources*, v. 30, n. 3, pp. 265-271.

Santos, D. S. e Sparovek G. (2011): Retenção de sedimentos removidos de área de lavoura pela mata ciliar, em Goiatuba (GO). *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v. 35, pp. 1811-1818.

Silva, A. M. (2004): Rainfall erosivity map for Brazil. *Catena*, v. 57, n. 3, pp. 251-259.

Silva, G. R. V.; Souza, Z. M.; Martins Filho, M. V.; Barbosa, R. S.; Souza, G. S (2012): Soil, water and nutrient losses by interrill erosion from green cane cultivation. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v. 36, pp. 963-970.

Silva, N. F.; Cunha, F. N.; Oliveira, R. C.; Filho, F. R. C.; Teixeira, M. B. Carvalho, J. J. (2014): Características físico-hídricas de um latossolo sob diferentes sistemas de manejo. *Revista Brasileira de Agricultura Irrigada*, v. 8, n. 5, pp. 375-390.

Simões, H. D. G. (2013): *Modelação Espacial da Erosão Hídrica do Solo Aplicação da Equação Universal de Perda de Solo (EUPS)*. Castelo Branco, 2013. Tese (Mestrado em Sistemas de Informação Geográfica em Recursos Agro-Florestais e Ambientais). Escola Superior Agrária do Instituto Politécnico de Castelo Branco, Portugal.

Sousa, G. B.; Martins Filho, M. V.; Matias, S. S. R. (2012): Perdas de solo, matéria orgânica e nutrientes por erosão hídrica em uma vertente coberta com diferentes quantidades de palha de cana-de-açúcar em Guariba - SP. *Engenharia Agrícola*, v. 32, pp. 490-500.

Souza, F. S.; Silva, M. L. N.; Curi, N.; Avanzi, J. C.; Pinho, R. G. V.; Lima, G. C. (2010): Índice de cobertura vegetal pela cultura do milho no período de chuvas intensas no Sul de Minas Gerais. *Ciência e Agrotecnologia*, v. 34, pp. 345-351.

Almeida, R., T., S, y Casaroli, D. (2016): “Erosividade média e o calendário agrícola da microrregião sudoeste do estado de Goiás”, *GeoFocus (Artículos)*, nº 17, p. 26-43. ISSN: 1578-5157

---

Terranova, O. G. e Gariano, S. L. (2015): Regional investigation on seasonality of erosivity in the Mediterranean environment. *Environmental Earth Sciences*, v. 73, n.1, pp. 311-324.

Valvassori, M. L. e Back, A. J. (2014): Avaliação do potencial erosivo das chuvas em Urussanga, SC, no período de 1980 a 2012. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v. 38, n. 3, pp. 1011-1019.

Villela, S. M. e Mattos, A. (1975): *Hidrologia aplicada*. 1 ed. São Paulo: McGraw-Hill do Brasil.

Wischmeier, W. H. e Smith, D. D. (1958): Rainfall energy and its relationship to soil loss. *Transactions American Geophysical Union*, v. 39, pp. 285-291.

Wischmeier, W. H. e Smith D. D. (1978): *Predicting rainfall erosion losses*. Washington: Agricultural Research Service Handbook.