

DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL E TEMPORAL DA EROSIVIDADE DA CHUVA NO MUNICÍPIO DE RIO NEGRINHO E REGIÃO ADJACENTE NO ESTADO DE SANTA CATARINA

CHECCHIA, T.¹

1. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental / UFSC, Caixa Postal 476, Florianópolis-SC, CEP 88040-900, Brasil, tatiene@ens.ufsc.br

CHAFFE, P.L.B.²

2. Curso de Graduação em Engenharia Sanitária e Ambiental / UFSC, Caixa Postal 476, Florianópolis-SC, CEP 88040-900, Brasil, plbchaffe@yahoo.com.br

KOBIYAMA, M.³

3. Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental / UFSC, Caixa Postal 476, Florianópolis-SC, CEP 88040-900, Brasil, kobiyama@ens.ufsc.br

RIBAS JR., U.⁴; LANGA, R.⁵; BASSO, S.⁶

4.5.6. Modo Battistella Reflorestamento – MOBASA, BR-280, km 133 Acesso Rio Preto Velho, Rio Negrinho-SC, CEP 89295-000, Brasil, ambiental@mobasa.com.br

RESUMO

Quando a água escoada acaba tornando-se um dos principais agentes responsáveis pelos processos de erosão do solo. Os prejuízos ocasionados por tais processos, sob o ponto de vista da perda de solo, são amplamente discutidos e de suma importância em termos de degradação ambiental. A erosividade da chuva é um dos fatores determinantes da perda de solo, e é conceitualmente descrita como uma interação entre a energia cinética e o momento do escoamento superficial. Atualmente, observam-se muitos comentários sobre o uso do solo adequado para a região do planalto norte de Santa Catarina, que é o pólo florestal catarinense. Ambientalistas e comunidade condenam as atividades de reflorestamento nessa região. A situação atual necessita estudos científicos da hidrossedimentologia a fim de avaliar usos do solo nesta região. O objetivo deste trabalho foi, portanto, elaborar o mapa de isoerosividade anual das chuvas dessa região e analisar sua distribuição espacial e temporal. Dados de 1994 à 2005 de onze estações pluviométricas foram analisados e consistido. Os índices mensais de erosividade foram obtidos pelo método proposto por Bertoni e Lombardi Neto (1990). Através da interpolação desses índices por gradeamento geoestatístico de *Kriging* elaborou-se os mapas de isoerosividade mensais e anual. A erosividade média para a região foi de 7092,77 MJ.mm.ha⁻¹.ano⁻¹. O mês com o maior valor médio foi o de janeiro (1277,23 MJ.mm.ha⁻¹.mês⁻¹) e o de menor foi maio (189,69 MJ.mm.ha⁻¹.mês⁻¹). A distribuição espacial anual das linhas isoerodentes aproxima-se muito para o mês de janeiro devido a este mês apresentar valores mais elevados de erosividade. Há uma tendência de aumento da erosividade na direção norte para os meses de dezembro, janeiro, abril, junho, julho, agosto e setembro. Nos meses de fevereiro e março a tendência passa a ser oeste. Em maio, outubro e novembro não há tendência definida. Os índices elevados de erosividade sugerem que o fator chuva seja considerado de importância fundamental em programas de planejamento de atividades agrícolas, drenagem de estradas rurais e demais formas de uso do solo.

Palavras-chave: erosividade; distribuição espacial e temporal; município Rio Negrinho.

1. INTRODUÇÃO

A água pode ser considerada o elemento mais dinâmico da paisagem e que permeia os demais elementos do meio natural, regulando o ritmo dos processos no sistema ambiental. Os processos de desagregação das rochas e o transporte de materiais pela água são influenciados por atividades bióticas e antrópicas que podem acelerar e intensificar esses processos.

A água escoada acaba tornando-se um dos principais agentes responsáveis pelos processos de erosão do solo. De acordo com SILVA et al. (2003) os prejuízos ocasionados pelos processos erosivos, sob o ponto de vista da perda de solo, é amplamente discutido e de suma importância em termos de degradação ambiental. Este solo é transportado até os cursos d'água provocando outros impactos como: (1) redução da qualidade da água pela presença de sedimentos e suas associações com agrotóxicos e nutrientes; (2) assoreamento; (3) enchentes e (4) inundações provocadas por alterações no regime fluvial e que afetam a fauna, a flora e as atividades humanas.

Na ausência de obstáculos, as gotas de chuva golpeiam a superfície do solo com força considerável, podendo se infiltrar abaixo da superfície ou se acumular sobre ela, dependendo do teor de umidade do solo. Quando a superfície do solo está sendo golpeada pelas gotas de chuva, a velocidade de infiltração de água no solo diminui rapidamente com proporção ao tamanho das gotas; terrenos planos possuem um maior decréscimo de infiltração, e vai diminuindo à medida que aumenta o grau de declive do terreno (LOPES, 1980).

Na superfície do solo, a energia cinética de uma gota isolada de chuva é igual ao produto da sua massa pelo quadrado de sua velocidade. A velocidade de uma gota em queda, inicialmente aumenta até uma condição de equilíbrio entre o peso da gota e a resistência imposta pelo ar é estabelecida e, então, a gota adquire uma velocidade constante ou velocidade terminal.

WISCHMEIER & SMITH (1958), baseados em dados da distribuição dos tamanhos e velocidades terminais das gotas, fizeram o cálculo da energia cinética para diferentes intensidades de chuva, obtendo a equação de regressão que fornece os valores da energia em função da intensidade da chuva.

Conceitualmente a erosividade da chuva (R) é descrita como uma interação entre a energia cinética e o momento do escoamento superficial. O índice de erosividade é função da intensidade e duração da precipitação, e da massa, diâmetro e velocidade da gota de chuva (HUDSON, 1971 e ODURO-AFRIYIE, 1996).

Para o cálculo de R , WISCHMEIER (1976) propõe séries de dados com períodos superiores a 20 anos, esperando assim incluir variações cíclicas dos parâmetros climáticos (SILVA; DIAS, 2003). Portanto é necessária a obtenção de registros pluviográficos ou da separação e anotação manual das chuvas individuais, de suas lâminas (mm) e duração (minutos) que são os dados necessários ao cálculo do EI_{30} .

Devido à escassez ou inexistência dos registros pluviográficos em alguns locais e as análises dos diagramas dos pluviógrafos para determinação da energia cinética serem extremamente morosas e trabalhosas, diversos autores tentaram correlacionar o índice de erosão com fatores climáticos, fatores esses de fácil medida e que não requerem registros de intensidade de chuva (SILVA, 1999).

Atualmente, observam-se muitos comentários sobre o uso do solo adequado para a região serrana catarinense. Ambientalistas e comunidade condenam as atividades de reflorestamento alegando a deterioração da qualidade da água e redução da sua quantidade (A NOTÍCIA, 2002). Portanto, é necessário cientificamente investigar influências hidrossedimentológicas dos usos do solo.

Para auxiliar as operações de manejo de bacias hidrográficas, especialmente sistemas agrícolas, pastoris e florestais, do Planalto Norte Catarinense, o objetivo deste trabalho foi elaborar o mapa de isoerosividade anual das chuvas da região do planalto norte de Santa Catarina e analisar sua distribuição espacial e temporal.

2. ÁREA DE ESTUDO

O Planalto Norte Catarinense situa-se entre os paralelos 25° e 27° de latitude sul e meridianos 49° e 49°30' de longitude oeste. A região está inserida no domínio climático mesotérmico brando, subdomínio climático superúmido, sem estação seca e classifica-se como subtipo climático 3B. Essa região sofre com frequência a ação das frentes de ar frio, que ocorrem em qualquer época do ano. Estas massas de ar direcionadas para norte provocam muitas precipitações e são responsáveis pelo caráter úmido do clima durante todo o ano.

A temperatura média varia de 15,5° a 17°C e a precipitação pluviométrica anual oscila entre 1360 e 1670 mm, com presença freqüente de eventos de geadas e umidade relativa entre 80 e 86,2% (BRAGA e GHELLRE, 1999).

A cobertura florestal na região do Planalto Norte Catarinense é representada principalmente pela Floresta Ombrófila Mista (Floresta de Araucária). Antigamente, esta floresta cobria grande parte do estado. Hoje ela se encontra bastante degradada devido à exploração indiscriminada de suas espécies mais representativas, como o pinheiro-do-paraná (*Araucaria angustifolia*) e as lauráceas em geral, bem como pela substituição de suas áreas por reflorestamentos. Portanto, esta região caracteriza-se por ser o pólo florestal catarinense - o mais expressivo da América Latina, abrangendo indústrias madeireiras, moveleiras, de papel e papelão

3. METODOS

Neste estudo foram utilizados dados de onze Estações Pluviométricas sendo nove delas da Agência Nacional de Águas (ANA) e duas da empresa Modo Battistella Reflorestamento S.A. – MOBASA, todas apresentadas na Tabela 1. O critério de escolha das estações foi à proximidade com o local de estudo. Os dados pluviométricos diários de 1994 até 2005 de todas as estações foram analisados.

A erosividade anual é determinada através da soma do coeficiente EI_{30} , calculado para cada evento de chuva classificado como erosivo, ocorrido durante o período de um ano, ou seja:

$$R = \sum_{i=1}^m EI_{30} \quad (1)$$

onde m é o número de chuvas erosivas no período de um ano.

O coeficiente proposto por Fournier relacionando o quadrado a altura da chuva mensal em milímetros pela altura de chuva anual em milímetros, tem sido amplamente utilizado para estimar a erosividade (BERTONI & LOMBARDI NETO, 1999; RENARD & FREIMUND, 1994). O coeficiente de Fournier é dado pela equação (2).

$$F = \frac{\sum_{i=1}^{12} P_i^2}{Pr} \quad (2)$$

onde p_i é a precipitação média mensal (mm); e Pr é a precipitação média anual (mm).

Tabela 1: Caracterização das estações pluviométricas utilizadas para determinação de R

Código na ANA	Nome	Rio	Município	Operadora	Latitude	Longitude	Altitude (m)	Período de Dados
2649055	Corredeira	Rio Paraná	Rio Negrinho	SUDERHSA	7077035	642309	750	1994-2005
2649013	Corupa(HANSA)	Rio Novo	Corupa	EPAGRI	7076202	670287	200	1994-2005
2649064	Rio Novo	Nhundiaquara, Itapocu	Corupa	EPAGRI	7077822	666456	800	1994-2005
2649016	Rio Preto do Sul	Rio Negro	Mafra	SUDERHSA	7099592	639533	780	1994-2005
2649008	Arrozeira	Rio dos Cedros	Rio dos Cedros	EPAGRI	7041060	672002	080	1994-2005
-	Escritório	-	Rio Negrinho	Battistella	7096064	641818	859	1994-2005
-	Tacaniça	-	Mafra	Battistella	7085209	619991	899	1994-2005
2649058	Barra do Prata	Rio Itajaí do Norte	Vitor Meireles	EPAGRI	7046492	616594	450	1994-2005
2649003	Benedito Novo	Rio Benedito	Benedito Novo	EPAGRI	7036722	662550	090	1994-2005
2649017	Doutor Pedrinho	Rio Itajaí-Açu	Benedito Novo	EPAGRI	7043945	650896	250	1994-2005
2649053	Witmarsum	Rio Itajaí-Açu	Witmarsum	EPAGRI	7021145	618898	410	1994-2005

O cálculo dos índices mensais de erosividade foi realizado com o método proposto por Bertoni e Lombardi Neto (1990), ou seja:

$$El = 67,355 \left(\frac{P_i^2}{Pr} \right)^{0,85} \quad (3)$$

Os valores da erosividade de um local podem ser plotados em mapas de erosividade ou mapas isoerodentes. Eles são elaborados a partir da interpolação de dados em ambiente de SIG. Os mapas isoerodentes têm grande importância na disponibilização de informações sobre o potencial erosivo de uma região (SILVA, 2004), possibilitando assim a implementação de medidas que minimizem os processos erosivos nestes locais.

Assim, o mapa de isoerosividade mensal foi elaborado com base em dados pluviométricos mensais dos últimos 12 anos para 11 localidades da área de estudo. Com base na interpolação dos pontos através do gradeamento geostatístico de *Kriging* com a utilização do software *SURFER* foi possível traçar as linhas isoerodentes mensais e anual para a região.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

A tabela 2 apresenta os valores médios da erosividade mensal e anual para as 11 estações pluviométricas analisadas da região do Planalto Norte Catarinense. A partir destes dados geraram-se os mapas de isoerosividade mensal referentes às Figuras 1 a 12, e isoerosividade anual referente à Figura 13.

Tabela 2: Valores da erosividade média mensal e anual para as estações utilizadas.

Nome da Estação	R (MJ.mm.ha ⁻¹ .mês ⁻¹)												R	
	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Mai	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro	Anual	(MJ.mm.ha ⁻¹ .mês)
Corredeiras	995.02	818.74	400.89	199.69	169.01	406.56	572.46	225.14	649.53	836.51	509.83	787.91	6571.32	
Corupá (Hansa)	1593.18	1024.17	712.81	196.39	199.69	297.58	479.46	188.03	662.06	883.36	499.90	781.74	7518.37	
Rio Novo	1465.84	1139.37	691.53	227.18	187.93	339.81	504.82	242.01	676.84	913.27	528.94	844.34	7761.88	
Rio Preto do Sul	1183.02	697.51	464.27	225.35	142.99	378.05	520.39	222.56	698.77	770.93	359.33	687.91	6351.09	
Arrozeira	1303.33	1200.87	586.84	246.74	239.19	360.20	407.12	259.38	741.60	887.55	545.93	773.56	7552.31	
Escritório	1397.49	648.73	446.21	390.85	213.87	435.98	549.68	302.67	789.12	851.98	503.82	941.14	7471.52	
Tacaniça	1609.30	706.02	489.28	374.05	197.70	482.61	493.95	291.55	720.49	951.62	593.27	1140.20	8050.03	
Barra do Prata	958.42	728.52	343.11	290.74	171.70	377.47	461.99	259.06	526.08	918.07	499.99	745.17	6280.31	
Benedito Novo	1191.53	940.23	738.83	242.40	151.72	347.31	468.73	159.17	629.15	942.22	500.99	497.24	6809.52	
Doutor Pedrinho	1219.44	917.92	612.52	291.86	193.66	341.30	436.23	268.92	690.43	963.84	602.23	649.42	7187.78	
Witmarsun	956.06	953.56	401.57	209.39	223.84	379.44	393.41	233.88	634.46	830.05	412.61	469.46	6097.71	
Média	1277.23	895.01	552.03	260.08	189.69	370.38	482.41	241.63	680.15	878.48	509.05	756.62	7092.77	
Máxima	1609.30	1200.87	738.83	390.85	239.19	482.61	572.46	302.67	789.12	963.84	602.23	1140.20	8050.03	
Mínima	956.06	648.73	343.11	196.39	142.99	297.58	393.41	159.17	526.08	770.93	359.33	469.46	6097.71	
Coef.de variação	18.23	19.92	26.26	24.93	14.89	14.41	11.07	16.73	10.05	7.15	13.42	23.81	9.11	

Para as estações analisadas obteve-se um valor médio de erosividade de 7092,77 MJ.mm.ha⁻¹.ano⁻¹ e um coeficiente de variação de 9,11%. A erosividade média anual mais

elevada foi a da estação Tacaniça, 8050,03 MJ.mm.ha⁻¹.ano⁻¹, e a mais baixa, 6097,71 03 MJ.mm.ha⁻¹.ano⁻¹, da estação Witmarsum.

O mês que apresente maior valor de erosividade média é o mês de janeiro (1277,23 MJ.mm.ha⁻¹.mês⁻¹) e o mês de maio apresenta menor erosividade média (189,69 MJ.mm.ha⁻¹.mês⁻¹).

Nas Figuras 1, 2, 3 e 4 pode-se observar que no período de dezembro a março encontram-se as maiores amplitudes de valores de erosividade, logo, é um período de intensidade pluviométrica mais heterogênea. Este fato pode ser justificado devido à ocorrência de sistemas convectivos locais.

Em dezembro, janeiro, abril, junho, julho, agosto e setembro (Figuras 1, 2, 5, 7, 8, 9 e 10) observam-se uma tendência de crescimento dos valores de erosividade no sentido norte. Nos meses de fevereiro e março (figuras 3 e 4) passa a ser leste-oeste. Em maio, outubro e novembro (figuras 6, 11 e 12) não existem uma tendência definida.

A Figura 13 mostra a isoerosividade anual. Apresenta também uma tendência de aumento da erosividade no sentido norte, se aproximando muito com a distribuição espacial observada para o mês de janeiro (Figura 2). Isto ocorre devido ao mês de janeiro ser o mês que apresenta valores mais elevados de erosividade, contribuindo fortemente para a distribuição espacial anual.

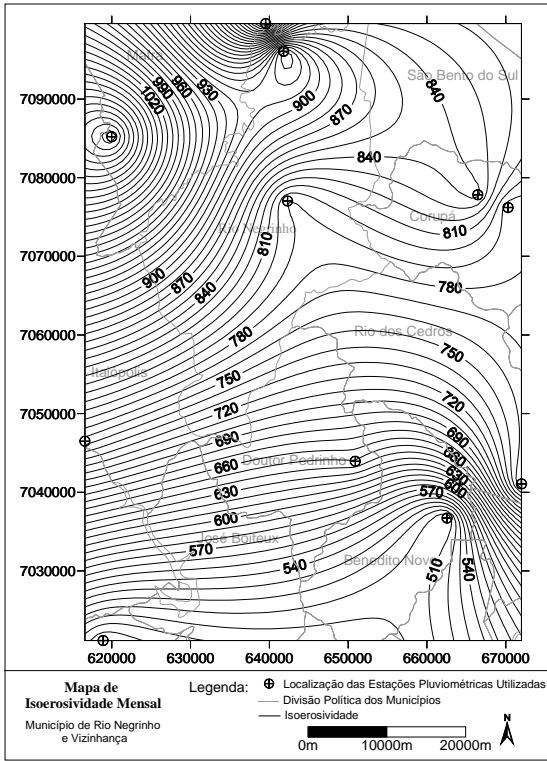


Figura 1: Isoerosividade para o mês de dezembro

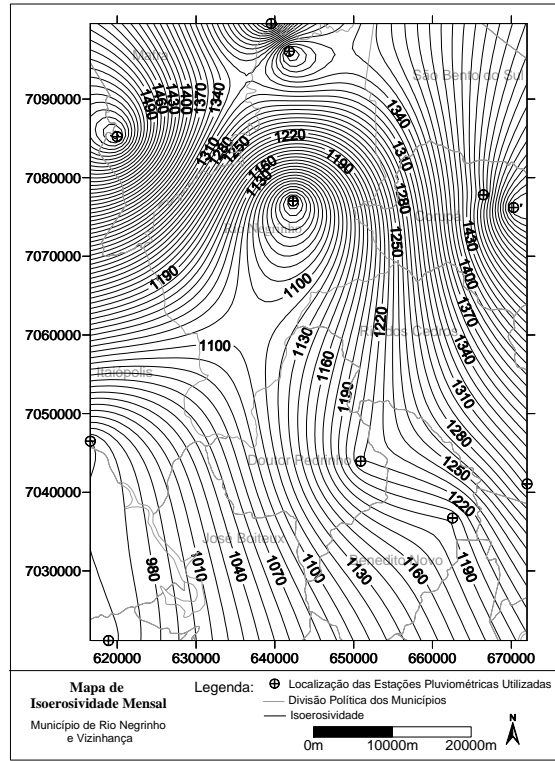


Figura 2: Isoerosividade para o mês de janeiro.

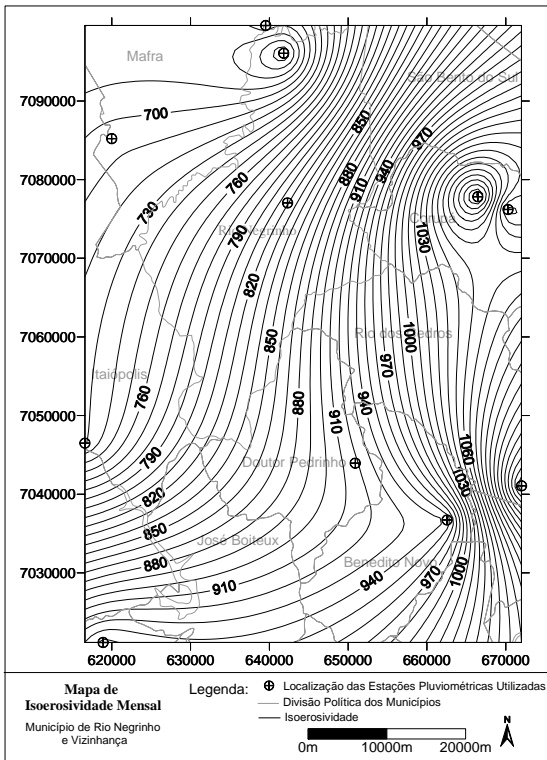


Figura 3: Isoerosividade para o mês de fevereiro.

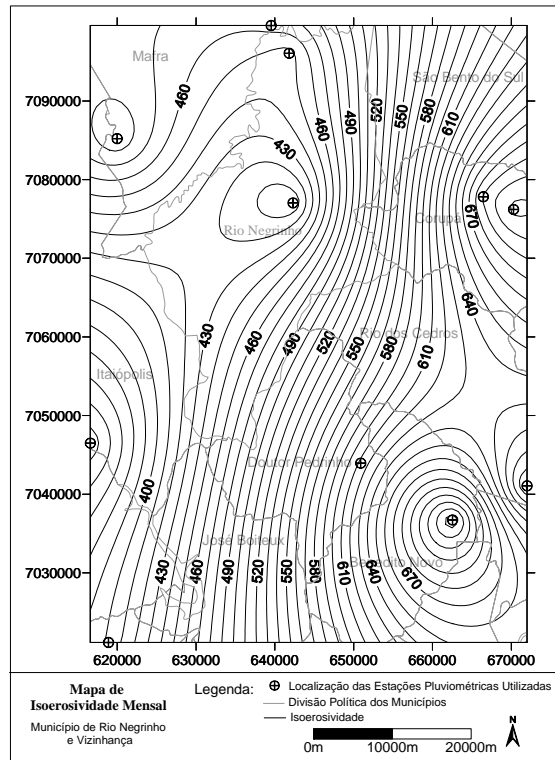


Figura 4: Isoerosividade para o mês de março.

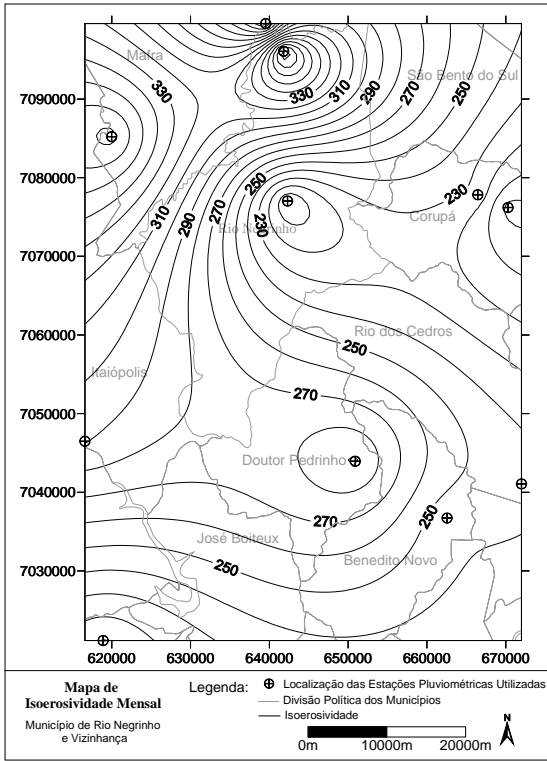


Figura 5: Isoerosividade para o mês de abril.

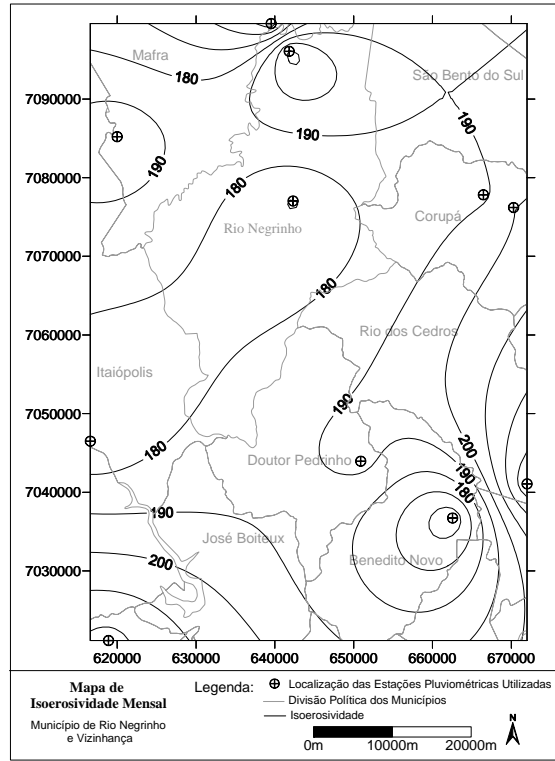


Figura 6: Isoerosividade para o mês de maio.

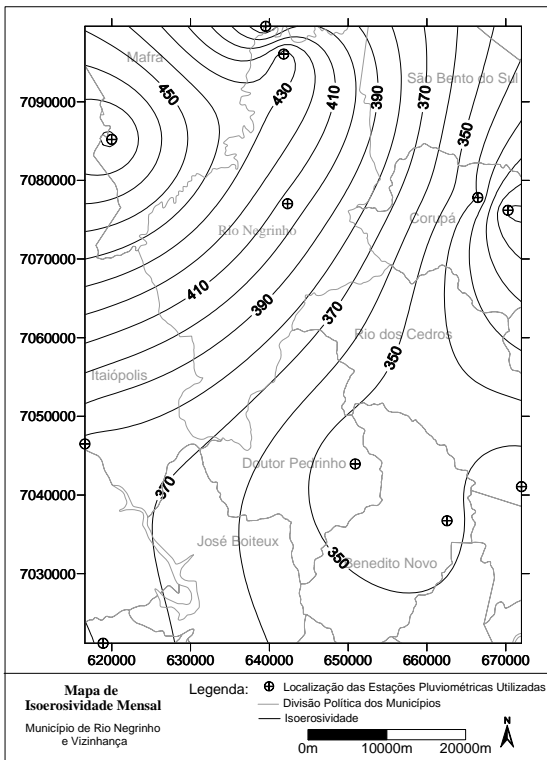


Figura 7: Isoerosividade para o mês de junho.

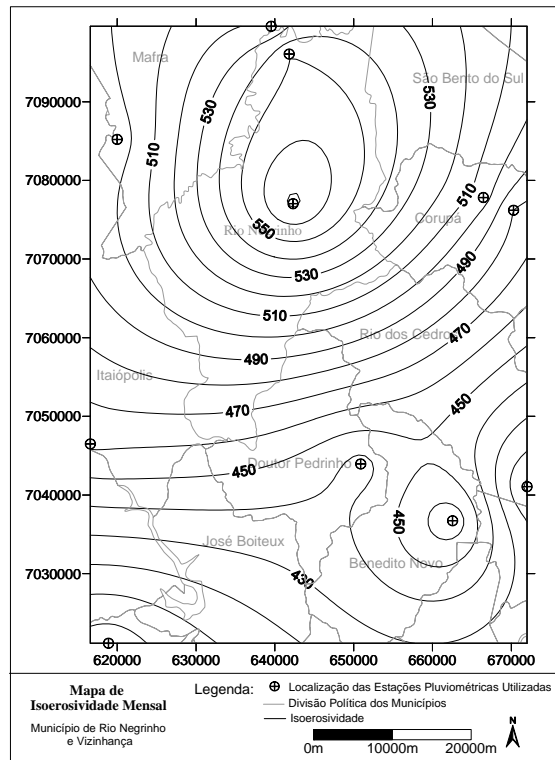


Figura 8: Isoerosividade para o mês de julho.

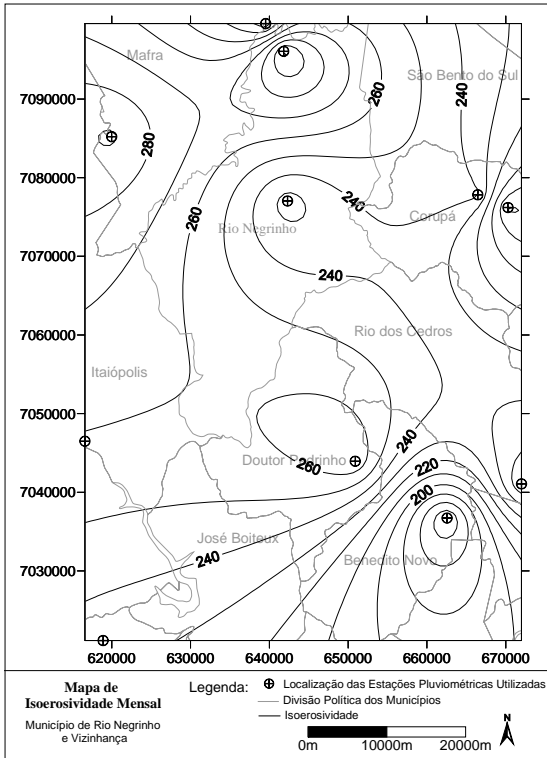


Figura 9: Isoerosividade para o mês de agosto.

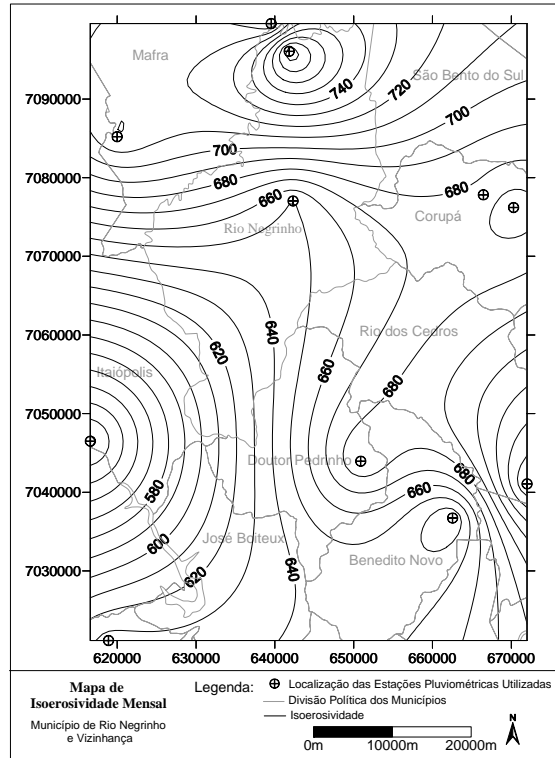


Figura 10: Isoerosividade para o mês de setembro.

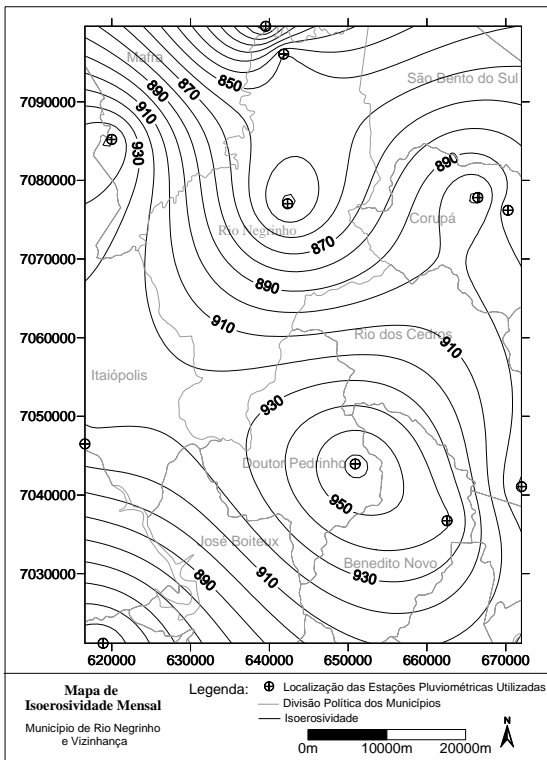


Figura 11: Isoerosividade para o mês de outubro.

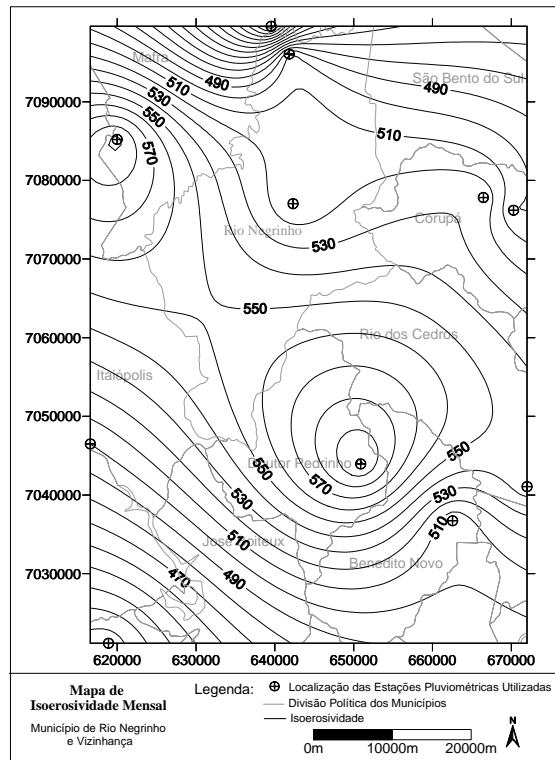


Figura 12: Isoerosividade para o mês de novembro.

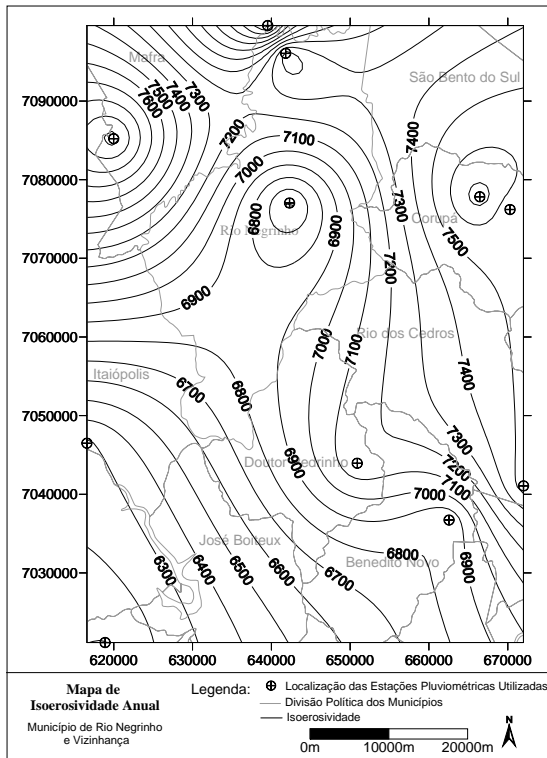


Figura 13: Isoerosividade anual.

5. CONCLUSÕES

Com o presente estudo concluiu-se que:

- A erosividade média para a região foi de $7092,77 \text{ MJ.mm.ha}^{-1}.\text{ano}^{-1}$;
- Há uma tendência de aumento da erosividade na direção norte para os meses de dezembro, janeiro, abril, junho, julho, agosto e setembro;
- Nos meses de fevereiro e março a tendência passa a ser oeste;
- Nos meses de maio, outubro e novembro não existe tendência definida;
- Os índices elevados de erosividade sugerem que o fator chuva seja considerado de importância fundamental em programas de planejamento de atividades agrícolas, drenagem de estradas rurais e demais formas de uso do solo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

A NOTÍCIA. Florestas de pinus comprometem mananciais.

<http://www.an.com.br/anverde/especial12>, 2002 (Especial para o AN Verde)

BERTONI, J.; LOMBARDI NETO, F. **Conservação do solo**. 4°. São Paulo: Ícone. 1999. 355p.

BRAGA, H.; GUELLRE, R. Proposta de diferenciação climática para o estado de Santa Catarina. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROMETEOROLOGIA, 11., 1999, Florianópolis. Florianópolis: Sociedade Brasileira de Agrometeorologia, 1999.CD-ROM.

- HUDSON, N. W. Raindrop size. In: **Soil Conservation**. Nova Iorque: Cornell University Press, 1971. p. 50-56.
- LOPES, V. L. **Um estudo da erosão e produção de sedimentos pelas chuvas**. Universidade Federal da Paraíba, 1980.
- ODURO-AFRIYIE, K. Rainfall erosivity map for Ghana. **Geoderma**. v.74, p.161-166, 1996.
- RENARD, K. G.; FREIMUND, J. R. Using monthly precipitation data to estimate the R-factor in the revised USLE. **Journal of Hydrology**. v.157, p.287-306, 1994.
- SILVA, A. M. da. **Aplicações de técnicas de geoprocessamento no estudo das relações entre os processos erosivos e sedimentológicos de bacia hidrográfica**. São Carlos, EESC-USP, 1999. 249 f. (Tese de Doutorado do Programa de Pós-graduação em Ciências da Engenharia Ambiental)
- SILVA, A. M.; SCHULZ, H.E.; CAMARGO, P.B. **Erosão e Hidrossedimentologia em Bacias Hidrográficas**. São Carlos: RiMa, 2003. 140p.
- SILVA, J. R. C.; DIAS, A. S. A erosividade das chuvas em Fortaleza (CE). II – Correlação com o coeficiente de chuva e atualização do fator R no período de 1962 a 2000. **Revista Brasileira Ciência do Solo**, v.27, p.347-354, 2003.
- SILVA, A. M. da. Rainfall erosivity map for Brazil. **Catena**, v.57, p.251-259, 2004.
- WISCHMEIER, W. H. Use and misuse of the universal soil loss equation. In: Soil erosion: prediction and control. **Proceedings of a National Conference on Soil Erosion**. Purdue University, Indiana, EUA. 1976.
- WISCHMEIER, W. H.; SMITH, D. D. Rainfall energy and its relationship to soil loss. **Transactions American Geophysical Union**, v.39, 1958.