

AVALIAÇÃO DA EROÇÃO HÍDRICA POR MEIO DA EQUAÇÃO UNIVERSAL DA PERDA DE SOLO (EUPS) NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO CRICIÚMA-SC

Marcelo Ribeiro Rezende (1), Jóri Ramos Pereira (2)

UNESC – Universidade do Extremo Sul Catarinense

(1)Marcello_r2@hotmail.com (2)jori@unesc.net

RESUMO

Santa Catarina, igualmente ao resto do país, tornou-se cenário comum a ocorrência de inundações urbanas, estas, de difícil controle e de consideráveis prejuízos materiais, danos ao meio ambiente, e até com perdas de vidas humanas. Os problemas que envolvem as inundações são um desafio para a sociedade, bem como gestores públicos, pois estes são os responsáveis por propor soluções e melhorias do sistema de drenagem urbana para a região. Na bacia hidrográfica do Rio Criciúma, totalmente inserida no município de Criciúma – SC, foi proposto, em 2013, um projeto executivo para poder mitigar os efeitos das inundações que castigam a cidade. As inundações em grande parte se devem as mudanças de uso e ocupação do solo e a erosão hídrica influenciam diretamente nos processos que elevam a lamina d'água da bacia hidrográfica. Neste sentido, este trabalho apresenta um estudo sobre a quantidade de sedimentos solos que são carregados para a calha do Rio Criciúma (principal Rio da bacia). Para isso, foi determinado a erosão hídrica, dividida em três etapas: aquisição dos dados secundários, estruturação dos mapas bases em ambiente de SIG (Sistema Geográfico de Informação) e cálculo da erosão hídrica utilizando a Equação Universal de Perda de Solo (EUPS). Por fim, esse estudo apresenta dados importantes para a manutenção do sistema hídrico municipal, como também, discute sobre a necessidade da manutenção das drenagens municipais, seja ela macrodrenagem ou micro drenagem.

Palavras-Chave: Drenagem. Erosão Hídrica. Inundação. Planejamento Urbano

1. INTRODUÇÃO

As inundações em centros urbanos estão ligadas principalmente a antropização desordenada, gerando erosão, carreando sedimentos e assoreamento dos rios. Em Criciúma, no sul do Estado de Santa Catarina, localiza-se o Rio Criciúma, que é responsável pela drenagem da sub-bacia do centro urbano. Por pressão da expansão urbana desordenada grande parte da sua calha encontra-se canalizada e subdimensionada, sendo que vários trechos estão revestidos com laterais artificiais (OLIVEIRA, 2012).

A inundação causada por alta intensidade pluviométrica é decorrência da forma inadequada do uso e ocupação do solo, sendo agravada pelo desconhecimento da população ribeirinha, que ocupa estes locais de risco (OLIVEIRA, 2012). Visando

solucionar os problemas de inundações, um projeto, denominado de macrodrenagem da bacia do Rio Criciúma, foi iniciado em 2013 contemplando o desassoreamento, rebaixamento da calha, alargamento e obras de engenharia construídos em concreto armado.

Neste contexto, é importante ter um estudo que defina a quantidade de sedimentos de solos que são carregados para a drenagem, a fim de auxiliar na conservação da drenagem, pois esses sedimentos podem se concentrar na drenagem, diminuindo ou até impedindo o escoamento natural da água.

A erosão dos solos é conceituada como um dos ascendentes problemas ambientais em todo o mundo, influenciando tanto nos solos quanto nos recursos hídricos (HU & FLANAGAN, 2013). O desgaste causado no solo por ação das águas da chuva, é praticamente o único modo sério de erosão. Dessa forma, a cobertura do solo e o sistema de manejo constituem importantes fatores que interferem na intensidade do escoamento superficial e a erosão hídrica. (CÂNDIDO ET AL., 2014).

Com o intuito de identificar as áreas de preservação do solo e de água, vários modelos matemáticos foram apresentados como forma de calcular as perdas de solo, dentre todos os modelos para estimar a erosão, a Equação Universal de Perda de Solos (EUPS – Wischmeier e Smith, 1978) está sendo mais utilizada devido a qualidade das informações. Para obter resultados pertinentes, são necessários dados confiáveis referentes a cada incógnita da equação. Com o uso da EUPS, vários autores aliam esta equação aqueles do geoprocessamento, com objetivo de proporcionar maior clareza na localização de áreas prioritárias de intervenção para proteção de água e solo (SOUZA et al., 2015).

Neste âmbito, este estudo tem como finalidade quantificar e discutir a erosão hídrica que ocorre na bacia do Rio Criciúma servindo de suporte para a conservação da macrodrenagem que foi executada na bacia.

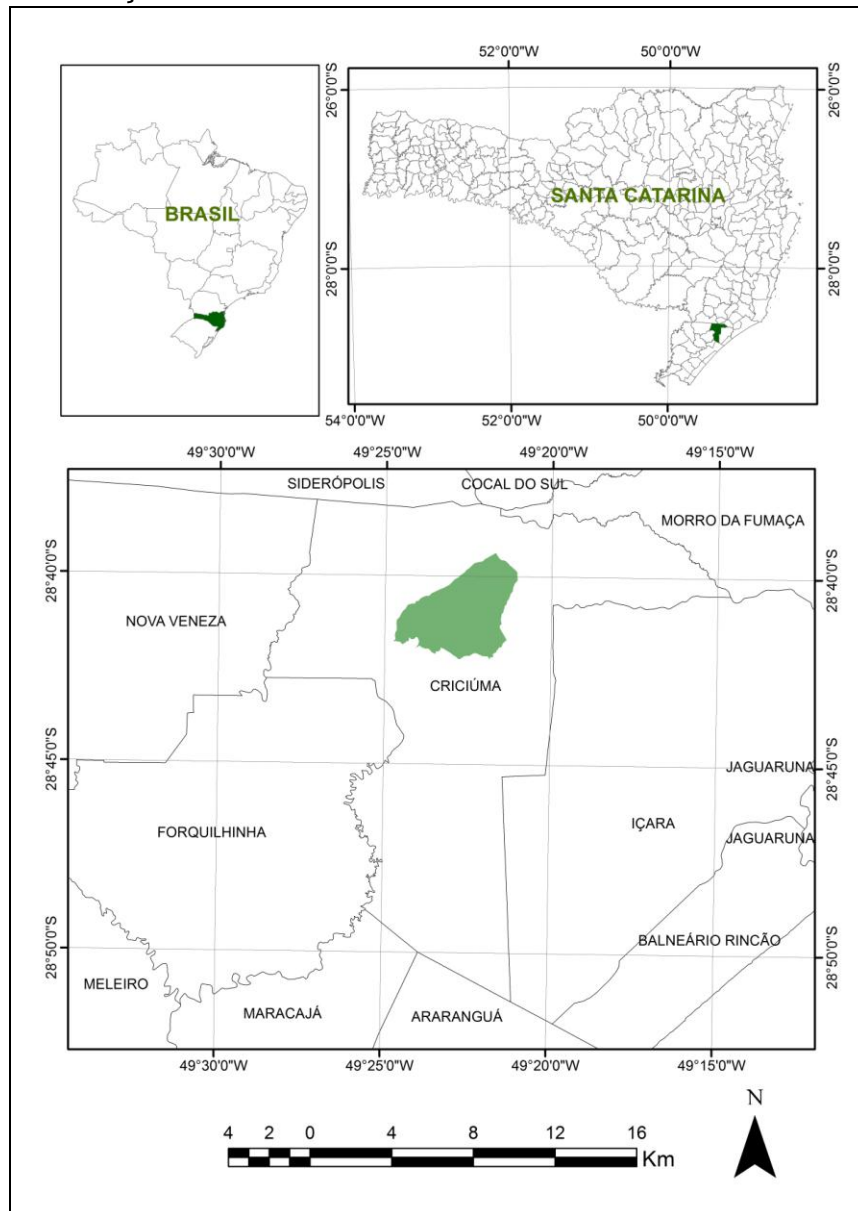
2. MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 ÁREA DE ESTUDO

Os limites de Criciúma se dá ao norte com os municípios de Siderópolis, Cocal do Sul e Morro da Fumaça; ao sul com os municípios de Araranguá e Maracajá; limita-se a leste com o município de Içara e a oeste com Nova Veneza e Forquilha. O município está situado sobre as bacias hidrográficas do Rio Urussanga e do Rio

Araranguá, sendo a sub bacia do Rio Criciúma pertencente a última. A Bacia do Rio Criciúma está localizada na cidade de Criciúma, Santa Catarina, entre as latitudes 28°37'00" e 28°52' 30" Sul, e entre as longitudes 49°10'00" e 49°30'00" Oeste (Figura 1). Sua foz, encontra-se no Rio Sangão e sua montante, nas encostas do Morro Cechinel.

Figura 01 – Localização da área de estudo.



Fonte: Adaptado pelo Autor

2.2 METODOLOGIA

Buscando o melhor entendimento da erosão hídrica que pode ocorrer em uma bacia hidrográfica, a metodologia de Wischmeier e Smith (1978) foi aplicada. A Equação

Universal de Perda de Solos (EUPS, é um modelo de erosão elaborado para determinar a quantidade média de perda de solo em longos períodos, para situações de erosão laminar em sulco. Esta equação calcula a erosão utilizando dados que representam os fatores que mais influenciam no processo erosivo (Equação 01).

$$A = R \times K \times L \times S \times C \times P$$

Equação 01 – Equação Universal da Perda de Solos

Sendo que (A) é a estimativa de perda de solo em toneladas por hectares ano ($t \cdot ha^{-1} \cdot ano^{-1}$); (R) erosividade das chuvas (em $MJ \cdot mm \cdot ha^{-1} \cdot ano^{-1}$); (K) é a erodibilidade dos solos (em $t \cdot h \cdot MJ^{-1} \cdot mm^{-1}$); (L e S) estão relacionadas a extensão da rampa e a declividade; (C) refere-se a cobertura vegetal e manejo; (P) são as práticas de conservação do solo (WISCHMEIER e SMITH, 1978).

Fator Potencial Erosivo da chuva (R): Este índice corresponde o quanto uma chuva pode causar erosão no solo. A variação do potencial erosivo facilita na análise da melhor época do ano que deve ser implantada as práticas convencionais. O valor utilizado para (R) foi equivalente a $5.665,10 \text{ MJ} \cdot \text{mm} \cdot \text{há}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$, esse valor foi obtido através da média de erosividade do município de Urussanga (Equação 02), definida por Valvassori e Back (2014), determinado pelo índice EI30 que representa a erosividade da chuva individual e erosiva através da formula apresentada por Cassol et al. (2008):

$$EI30 = ECt \cdot I30$$

Equação 02 -Índice de erosividade da chuva erosiva individual

Em que: EI30 é o índice de erosividade da chuva erosiva individual ($MJ \cdot mm \cdot ha^{-1} \cdot h^{-1}$); ECt é a energia cinética total da chuva ($MJ \cdot ha^{-1}$); I30 é a intensidade máxima média de precipitação em 30 minutos ($mm \cdot h^{-1}$).

Fator erodibilidade do solo (K)

Pruski (2013, p. 279) afirma que:

"A erodibilidade expressa a resistência do solo à erosão hídrica, sendo dependente, entre outros fatores, dos atributos mineralógicos, químicos, morfológicos e físicos desse".

Este parâmetro representa a vulnerabilidade do solo erodir com determinada quantidade de chuva. A erodibilidade de um solo, segundo Bertoni e Lombardi Neto (1990), é determinada pelas suas propriedades que alteram a permeabilidade, a capacidade de absorção de água e a capacidade de resistência a abrasão e as forças de transporte da chuva e enxurrada.

Para o parâmetro (K) foi considerado os valores disponível na literatura, de acordo com a Tabela 01:

Tabela 01: Valores de K (Erosidibilidade do solo)

Classificação do solo	Fator K adotado	Fonte
Argissolo Vermelho-Amarelo + Cambisolo Háplico	0,0269	Miguel (2010)
Área Urbana	1,0000	Ladwig e Schwalm Cap 3, (2015)
Bota Fora + Área de Emprestito	1,0000	Ladwig e Schwalm Cap 3, (2015)
Nitossolo Vermelho + Cambissolo Háplico	0,0138	Farinasso et al. (2016)
Argissolo Vermelho-Amarelo	0,0372	Miguel (2010)

Fonte: Adaptado de Ladwig e Schwalm (2015).

Fator de topografia, declividade e comprimento de rampa (LS): A intensidade da erosão está diretamente ligada ao comprimento e cota de uma rampa que a água percorre. O fator topográfico é o mais importante dos parâmetros da EUPS, porém é mais difícil de obter. A dificuldade está na complexidade do perfil do relevo, em que o declive pode ser reto, côncavo, convexo ou ainda uma união de formatos. (FUJIHARA, 2002).

Foi utilizado o método desenvolvido por Morgan (2007), que se baseia em calcular a declividade em percentual, utilizando a ferramenta do *Flow Direction*, logo após calculasse o comprimento da rampa pelo *Flowlength*, esses dados serviram de base para aplicação da álgebra de mapas pela ferramenta *Raster Calculator*, determinando assim o Fator (LS) utilizando a Equação 03.

$$\text{Fator } LS = \left(\frac{\text{Comp. Rampa}}{22,13} \right)^n \times (0,065 + 0,045 \times \text{Decliv.} + 0,0065 \times \text{Decliv.}^2)$$

Equação 03 – Fator LS

Onde n é um fator relacionado ao tipo de fluxo, variando entre 0,4 e 0,6, sendo os valores são adotados para casos com erosão laminar.

Fator de uso do solo (C): Os coeficientes do uso do solo, de acordo com a Tabela 02, foram baseados segundo Tomaz (2008), obedecendo as classes de uso. As Classes obtidas por meio da pesquisa foram. i) Área Degradada; ii) Agroecossistemas; iii) Eucalipto; iv) Hidrografia; v) Monocultura; vi) Pinus; vii) Recuperação com Eucalipto; viii) Recuperação com Herbácea; ix) Área Urbana; x) Vegetação secundária nos estágios Inicial, Médio e Avançado.

Tabela 02: Valores de C (Uso do solo)

Uso geral da terra	C
Área Degradada	1,0000
Agroecossistema	0,1000
Eucalipto	0,0100
Hidrografia	0,0000
Monoculturas	0,2000
Pinus	0,0100
Recuperação com Eucalipto	0,0100
Recuperação com Herbáceas	0,0250
Áreas Urbanas	0,0300
Vegetação Secundaria de Estagio Avançado	0,0001
Vegetação Secundaria Inicial	0,0010
Vegetação Secundaria Média	0,0001

Fonte: Tomáz (2008) adaptado pelo autor.

Fator de práticas conservacionistas (P): As práticas conservacionistas também influenciam na perda de solo. Pereira (2006), afirma que no fator P são incluídas praticas normais e essenciais do cultivo, como: rotação de culturas, fertilização e preparo do solo. Esse fator varia de acordo com a inclinação, os níveis de defesa e

as práticas de manipulação do solo. Nesse trabalho, utilizou-se como parâmetros de (P) os valores apresentados na Tabela 03, desenvolvida por TOMÁZ (2008).

Tabela 03: Fator de práticas contra erosão

Uso geral da terra	P
Plantações	0,5
Pastagens	1
Florestas	1
Terras urbanas	1
Outros	1,3

Fonte: Tomáz (2008)

Classificação dos dados

Para estimar a quantidade de erosão, perda de solos, foram utilizadas as classes de interpretação para índices de erosividade proposto por Carvalho (1994), Tabela 04.

Tabela 04: Classes de interpretação para índices de erosividade

Intervalo (MJ·mm/h·ha)	Interpretação da Erosividade
< 15	Nula a pequena
15–50	Moderada
50–120	Média a forte
120–200	Forte
> 200	Muito forte

Fonte:Carvalho (1994)

Geoprocessamento

O geoprocessamento foi realizado de acordo com as normas da cartografia, onde, foi utilizado o fuso 22 sul, Meridiano 51º, sistema de projeção UTM e sistema de referência Datum SIRGAS 2000. Os mapas resultantes foram elaborados com as seguintes configurações: escala gráfica, escala numérica 1/25.000, grade de coordenadas, orientação (norte), legenda e título do mapa. O Software utilizado foi o ArcGIS 10.2.1, que é um Software de geoprocessamento para edição e organização do SIG, sendo utilizado também para análise espacial dos dados.

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

3.1 MAPAS BASE

Os mapas bases possuem um tema exclusivo, podendo ser obtidos de arquivos existentes ou produzidos, com a combinação ou cruzamento dos mapas, servindo para sustentação de um SIG.

MAPA PEDOLÓGICO

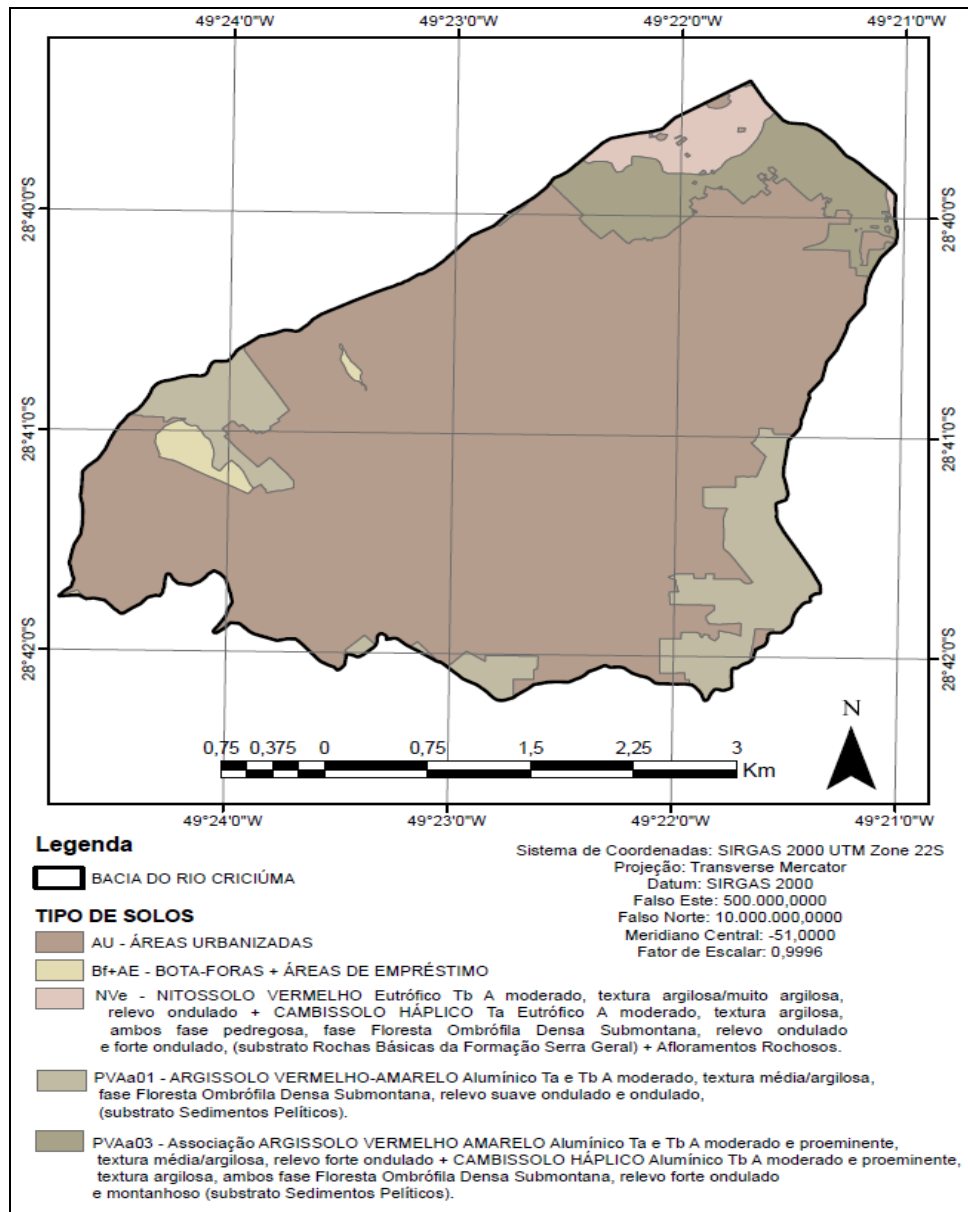
As classes de solos encontradas no levantamento realizado na bacia do Rio Criciúma estão apresentadas na Tabela 05, sendo que a distribuição de solos na bacia é composta por 79,51% de Áreas Urbanas, 10,05% de Argissolo Vermelho Amarelo, 6,73% de Argissolo Vermelho Amarelo + Cambissolo Háplico, 2,62% de Nitossolo Vermelho + Cambissolo Háplico e 1,09% de Bota Fora + Áreas de Empréstimo. Os solos Argissolo Vermelhos Amarelos em condição de intensidade de precipitação acima da taxa de infiltração estável, apresenta uma superfície espelhada que se estabiliza mais rapidamente apresentando a formação de canais preferenciais de escoamento de água sobre o solo (erosão laminar) (OLIVEIRA, PINTO, SOUZA, GUERRA & CARVALHO et. al, 2010). O mapeamento do solo está apresentado na Figura 02.

Tabela 05: levantamento dos tipos de solo na bacia do Rio Criciúma.

TIPOS DE SOLO	ÁREA (Km ²)	PORCENTAGEM
Área Urbana	14,67	79,51
Bota Fora + Áreas de Empréstimos	0,20	1,09
Nitossolo Vermelho + Cambissolo Háplico	0,48	2,62
Argissolo Vermelho Amarelo	1,86	10,05
Argissolo Vermelho Amarelo + Cambissolo Háplico	1,24	6,73
Total	18,45	100,00

Fonte: O autor.

Figura 02: Mapa Pedológico



Fonte: Adaptado do Autor

MAPA DE DECLIVIDADE

A bacia é caracterizada por uma grande porcentagem de declividade suave concentrada na região central, conforme a Tabela 06 e a Figura 04. Segundo Oliveira (2012), a cota do ponto mais alto da bacia é 212,00 metros de altitude e a cota do ponto mais baixo é 24,00 metros de altitude.

De acordo com a Tabela 06, foram adotadas as seguintes classes de declive e seus respectivos limites: 0 – 3% (relevo plano); sendo responsável por 2,50 km² da Bacia do Rio Criciúma (equivalente á 13,55 % da área); 3 – 8 % (relevo suave ondulado),

ocupando 4,71 km² (25,53% da bacia); 8 – 13 % (relevo ondulado) indicou uma área de 3,79 km² (20,52% da bacia); 13 – 20% (relevo forte ondulado) contemplando 3,63 km² (19,67% da bacia); 20 – 45 (relevo forte ondulado mais montanhoso) com cerca de 3,55 km² (19,22% da bacia); 45 – 75% (relevo montanhoso) ocupando 0,26 km² (1,43% da bacia) e > 75% (fortemente montanhoso) com uma área de 0,01 km² (0,07% da bacia).

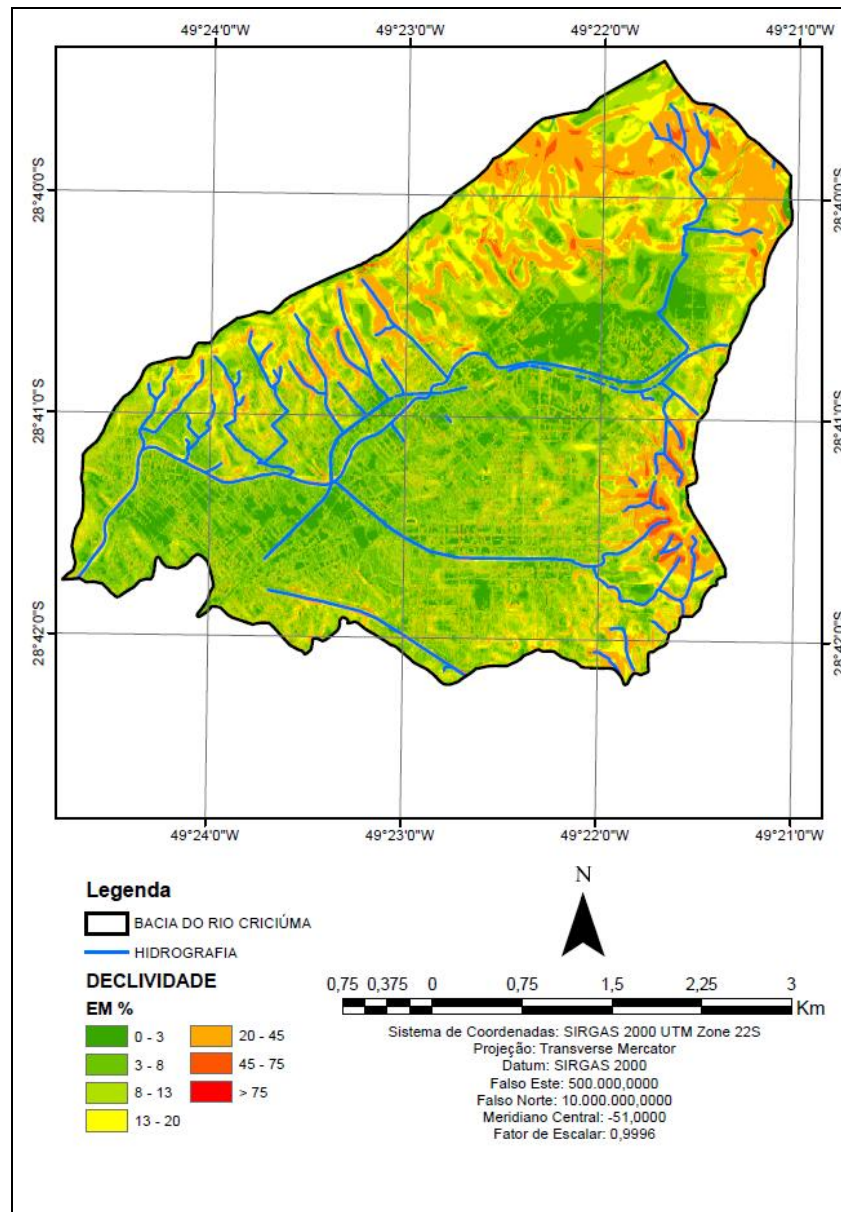
Tabela 06: Tabela de declividade na bacia do Rio Criciúma.

DECLIVIDADE %	ÁREA (km²)	PORCENTAGEM
0-3	2,50	13,55
3-8	4,71	25,53
8-13	3,79	20,53
13-20	3,63	19,67
20-45	3,55	19,22
45-75	0,26	1,43
>75	0,01	0,07
Total	18,45	100,00

Fonte:O autor

O mapa de declividade (Figura 03) apresenta as localizações das classes de declividade especificadas na tabela anterior, sendo fundamental para o entendimento da distribuição da declividade encontrada na bacia do Rio Criciúma e também de suma importância para o estudo da erosão, quanto maior for à declividade maior será a velocidade com que a água irá escorrer.

Figura 03: Mapa de declividade.



Fonte: Adaptado pelo autor

MAPA DE USO E OCUPAÇÃO DA TERRA

Ao analisar a Tabela 07, verificou-se, segundo Ramalho Filho e Beek que: i) a área urbana é predominante na bacia cobrindo cerca de 13,36 km² (referente a 72,41% da bacia); ii) concentrada no oeste da bacia, áreas degradadas são encontradas num total de 0,63 Km² (3,40%); iii) o agroecossistema localizado nas extremidades da bacia ocupam 0,51 km² equivalente a 2,75% da área da bacia do Rio Criciúma; iv) os solos com plantações de eucalipto foram registrados numa área de 0,23 Km² (1,28%); v) os solos com plantações de pinus ocupam 0,38 Km² (2,04%); vi) Áreas

em recuperação com eucalipto correspondem a 0,20 km² (1,10); vii) recuperação com herbáceas situam-se em uma área de 0,70 km² (3,80%); viii) áreas com vegetação secundária em estágio avançado chegam a cobrir 0,19 km² (1,04%); ix) áreas com vegetação secundária inicial cobrem cerca de 0,68 km² (3,68%); x) a vegetação secundária média indicou uma área de 1,57 Km² (8,50%).

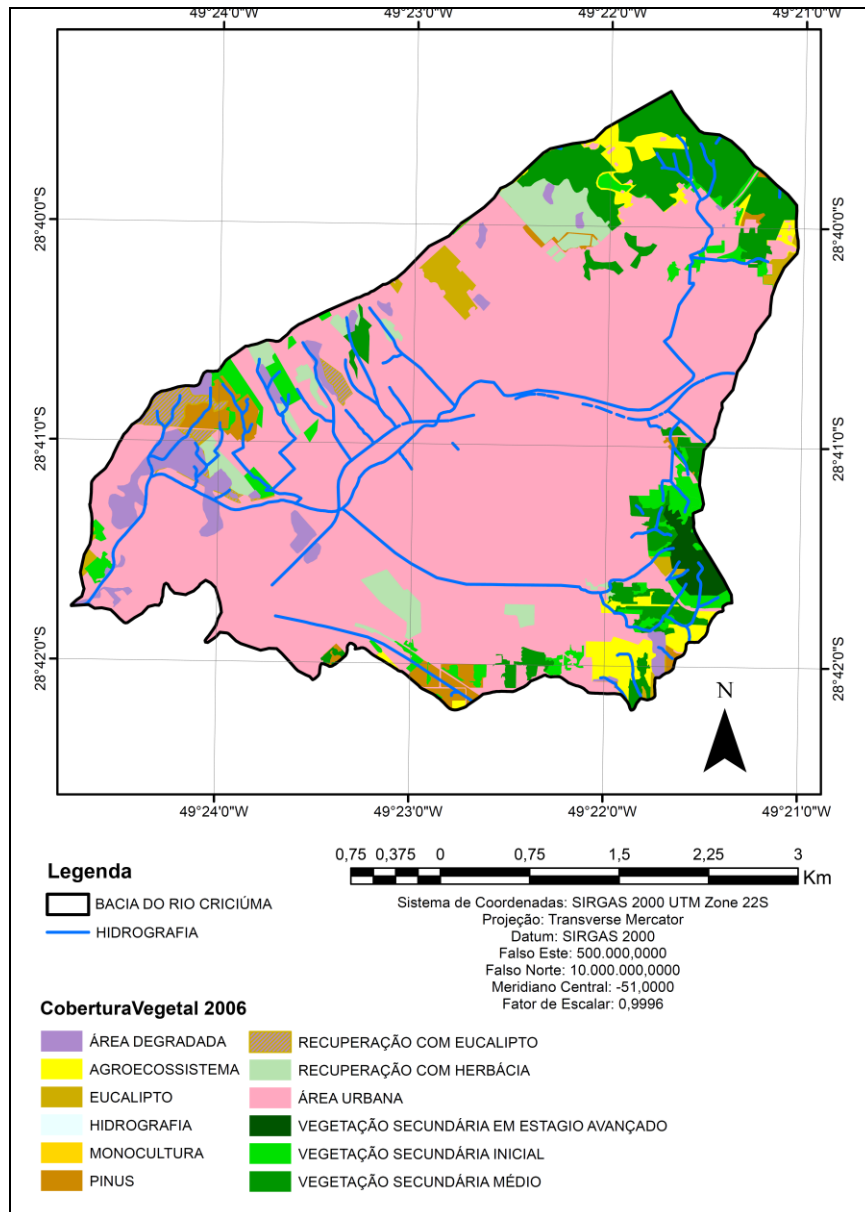
O mapa de uso e ocupação do solo da bacia do Rio Criciúma é apresentado na Figura 04.

Tabela 07: Áreas e porcentagens de uso e ocupação da terra.

USO E OCUPAÇÃO DA TERRA	ÁREA km²	ÁREA %
Área Degradada	0,63	3,40
Agroecossistema	0,51	2,75
Eucalipto	0,23	1,28
Pinus	0,38	2,04
Recuperação Com Eucalipto	0,20	1,10
Recuperação Com Herbáceas	0,70	3,80
Área Urbana	13,36	72,41
Vegetação Secundaria Em Estagio Avançado	0,19	1,04
Vegetação Secundaria Inicial	0,68	3,68
Vegetação Secundaria Média	1,57	8,50
Total	18,45	100,00

Fonte: O autor

Figura 04: Mapa de uso e ocupação da terra.

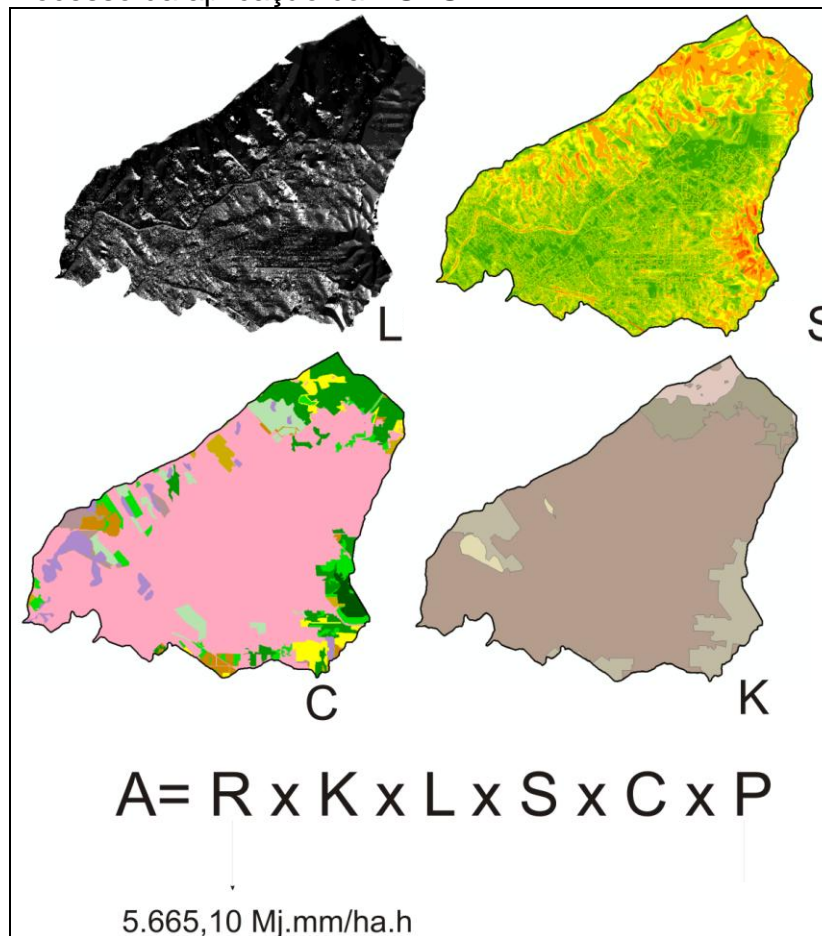


Fonte: Adaptado pelo autor

3.2 EROSÃO HÍDRICA

O mapa de erosão hídrica foi gerado através da (EUPS) equação universal da perda de solo, obedecendo a metodologia de Wischmeier e Smith (1978), a Figura 05 apresenta os passos e etapas deste processo.

Figura 05 – Processo da aplicação da EUPS



Fonte: Adaptado pelo Autor

Os resultados alcançados para determinar a quantidade média de perda de solo em longos períodos indicaram que 37,74 %, ou seja 6,96Km² da bacia está inserida em uma área de erosão nula ou pequena, com a perda de 0 à 15 t.ha⁻¹ .ano⁻¹. Na Figura 06, pode-se observar que essas áreas correspondem às áreas com predominância de vegetação secundária. Com uma taxa moderada de erosão, esse estudo apontou que 17,08% da bacia possui uma perda de 15 à 50 t.ha⁻¹ .ano⁻¹, referente a 3,15Km² da bacia. Indicando 15,35% e 2,83Km², correspondem a uma erodibilidade de média a forte intensidade, isso significa uma perda de solo de 50 à 120 t.ha⁻¹ .ano⁻¹. As classes com índice forte de erosão hídrica são, de fato, minoria da área, indicando que 7,58 % e 1,39 km² da bacia, sendo carregado para os cursos hídricos um montante de 120 à 200 t.ha⁻¹ .ano⁻¹ . Com um alto nível de erosão acima de 200 t.ha⁻¹ .ano⁻¹, tem-se 22,22% da bacia, correspondendo a cerca de 4,09 km². Nota-se que as áreas com erosão nula ou pequena e muito forte, são predominantes na bacia, entretanto, vale salientar que os pontos vulneráveis

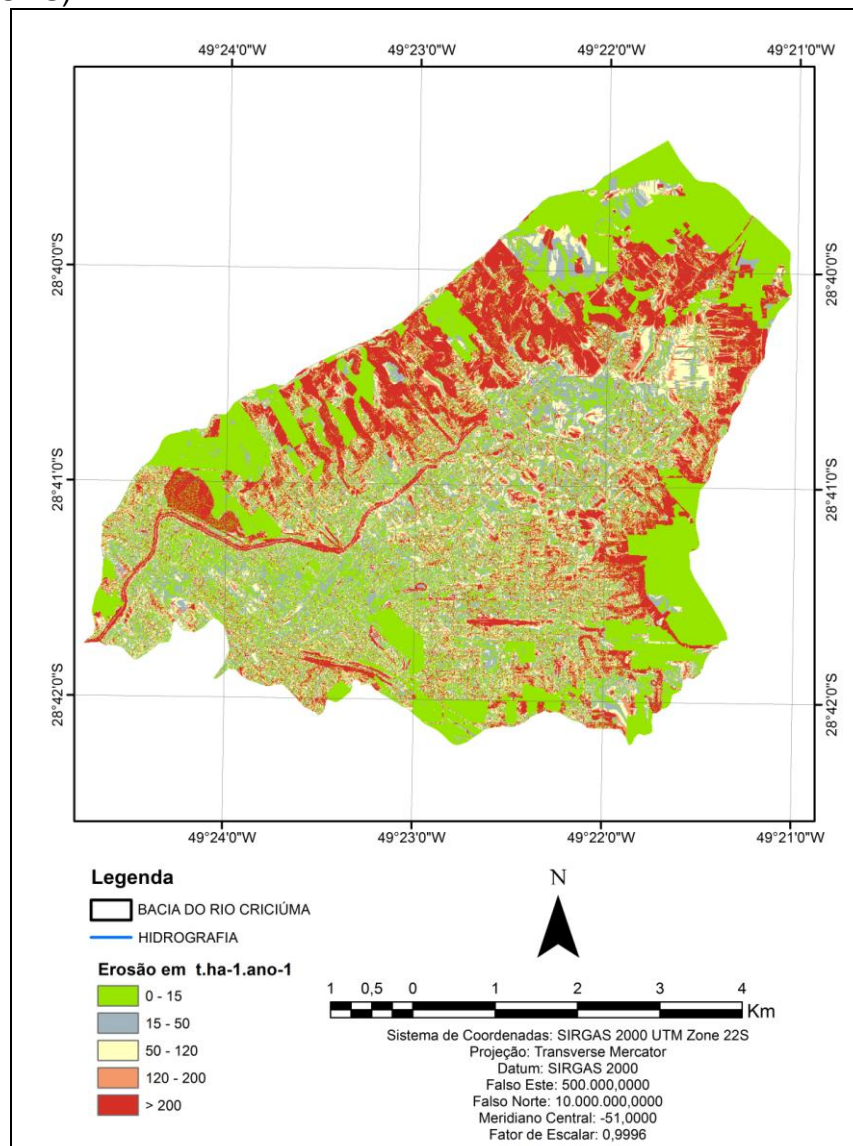
encontrados na bacia com alto nível de erosão tem como característica a alta declividade em áreas urbanas. A Tabela 08 apresenta os dados comentados.

Tabela 08: Índices da erodibilidade do solo.

Classes em t.ha ⁻¹ .ano ⁻¹	Nível de erodibilidade	Área (Km ²)	Área (%)
0 - 15	Nula ou pequena	6,95	37,75
15 - 50	Moderada	3,15	17,08
50 - 120	Média a forte	2,85	15,35
120 - 200	Forte	1,40	7,60
> 200	Muito forte	4,10	22,22
TOTAL		18,45	100,00

Fonte: O autor.

Figura 06 – Mapa de erosão hídrica determinado pela Equação Universal de Perda de Solo (EUPS).



Fonte: Adaptado pelo autor

3.2 PLANEJAMENTO

O projeto de engenharia de prolongamento do canal auxiliar do rio Criciúma foi elaborado em acordo com as especificações vigentes do DNIT, tendo por objetivo a melhoria da drenagem urbana do município, a qual visa reduzir perdas econômicas e melhorar as condições de saúde e meio ambiente da cidade (PROSUL,2013).

O projeto, proposto para o melhoramento da rede hidráulica do município, contempla obra de alargamento, desassoreamento para minimizar os efeitos das chuvas intensas. Cabe ressaltar, no entanto, que após as obras concluídas, nenhuma ação de manutenção do desassoreamento do leito principal, nem dos canais auxiliares, foi prevista haja visto, que 22,22% da bacia se encontra com alto índice de erodibilidade. Esse fator não pode ser descartado para que o projeto funcione de forma efetiva, garantindo a eficácia proposta na seção plena calculada. A Figura 7, abaixo, mostra a situação de ligação entre a etapa concluída do canal e uma caixa de transferência da etapa 2 do projeto, no canal que já estava executado, percebe-se uma forte presença de solos acumulados.

Figura 07 – Foto sobre a Rua. Vitório Serafim, encontro da etapa concluída, com a caixa de transferência 16, parte do Lote 2 do projeto executivo de macrodrenagem do rio Criciúma.



Fonte: i-Parque, 2016.

Ressalta-se ainda, que essa parte do canal que foi aberta para continuidade das obras, ela estava fechada por aproximadamente seis meses, indicando que o

sedimento se acumulou nesta parte da drenagem até a sua abertura em agosto de 2016.

No entanto, esses registros, bem como os dados de erosão hídrica apontados neste trabalho, indicam a necessidade de criação de ações que monitorem e removam os sedimentos acumulados, sob a responsabilidade de comprometer o funcionamento do projeto.

4 CONCLUSÃO

Os mapas bases apresentaram os dados para determinar os principais fatores erosivos da bacia hidrográfica do Rio Criciúma.

i) O mapa pedológico realizado nesse estudo indicou que há predominância da classe de áreas urbanas com 14,67km², equivalente a 79,51% da bacia, seguido de argissolo vermelho amarelo, ocupando 1,85Km² e 10,05%.

ii) O mapa de declividade apresentou os dados referentes ao tipo de relevo da área, que possui na sua grande parte, um relevo suave ondulado, ocupando cerca de 4,71Km² (25,53% da bacia) com declividade de 3 à 8 % predominando na região central, já suas extremas possui um relevo forte ondulado mais montanhoso, com cerca de 3,54Km² (19,22% da bacia).

iii) O Mapa de uso e ocupação da terra apresentou uma maior área sob a classe da áreas urbanas, com 72,41% de recobrimento, seguido de vegetação secundária média com 8,50%, geralmente localizada as extremas da bacia do Rio Criciúma.

iv) A erosão hídrica na bacia hidrográfica do Rio Criciúma, apresentou que 22,22% da área, ou seja, cerca de 4,09Km², sofrem uma erosão muito forte, carreando para os cursos hídricos da bacia, uma quantidade de sedimentos acima de 200 t.ha⁻¹ .ano⁻¹, também deve-se levar em consideração que 7,58% (1,39Km² da área da bacia) sofrem uma erosão forte, entre 120 à 200 t.ha⁻¹ .ano. No entanto, fazendo uma análise e associando os mapas de erosão hídrica, declividade e uso do solo, pode-se ressaltar que os pontos vulneráveis encontrados na bacia com alto nível de erosão estão localizados em áreas urbanas com alta declividade, correspondendo a 29,80%, praticamente 1/3 da bacia.

É recomendável que um plano de monitoramento e de manutenção do canal projetado para a bacia hidrográfica do rio Criciúma seja elaborado, visando melhorar

o escoamento das águas nela precipitadas, a fim de garantir o funcionamento pleno do canal, contribuindo para o bem-estar da população.

Por fim, o presente estudo apresenta dados que podem ser usados para conservação e manutenção da macrodrenagem e também para o planejamento urbano da bacia hidrográfica do rio Criciúma.

7. REFERÊNCIAS

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

CANDIDO, B. M.; SILVA, M. L. N.; CURI, N.; BATISTA, P. V. G. **Erosão hídrica pós-plantio em florestas de eucalipto na bacia do rio Paraná, no leste do Mato Grosso do Sul**. Minas Gerais; Doutorado, Programa de Pós-graduação em Ciência do Solo, Universidade Federal de Lavras - PPGCS/UFLA – 2014, pp. 1565-1575;

CASSOL, E. A.; ELTZ, F. L. F.; MARTINS, D.; LEMOS, A. M; LIMA, V. D; BUENO, A. C. Erosividade, padrões hidrológicos, período de retorno e probabilidade de ocorrência das chuvas em São Borja, RS. **Revista Brasileira Ciências do Solo**, v. 32, p. 1239-1251, 2008.

CARVALHO, N. O. **Hidrossedimentologia Prática**. CPRM, Rio de Janeiro, 1994. 372 p.

FUJIHARA, A. K. **Predição de Erosão e Capacidade de Uso do Solo Numa Microbacia do Oeste Paulista com Suporte de Geoprocessamento**. 2002. 136 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Mestre em Ciências, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2002;

HU, L. & FLANAGAN, D.C. **Towards new-generation soil erosion modeling: Building a unified omnivorous model**. J. Soil Water Conserv., 68:100-103, 2013.

LADWIG, N I; SCHWALM, H. **Planejamento e gestão territorial: experiencia sustentaveis**. Florianópolis: Insular, 2015. 272 p.

MIGUEL, P. **Caracterização Pedológica, Uso da Terra e Modelagem da Perda de Solo em Áreas de Encosta do Rebordo do Planalto do RS**. 2010. 112 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Ciência do Solo, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2010.

OLIVEIRA, T. S. **Aplicação do Cadastro Técnico Visando a Avaliação de Inundações Urbanas**. 2012. 355p. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) Curso de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Univ. Fed. de Santa Catarina, Florianópolis.

PROSUL: Projetos de vida. **Balço social 2013**. Disponível em:
<http://www.prosul.com/rse/desenvolvimento.php>. Acessado em junho de 2017.

PRUSKI, F. F. **Conservação de solo e água: Práticas mecânicas para controle da erosão hídrica**. 2. ed. Viçosa: Ufv, 2013. 279 p.

RAMALHO, F. A.; BEEK. J.;1995 **Sistema de avaliação da aptidão das terras**. 3. ed. Rio de Janeiro: EMBRAPA-CNPQ, Brasil, pp. 1-65.

OLIVEIRA, PINTO, SOUZA, GUERRA & CARVALHO ET AL. **Revista brasileira de engenharia agrícola e ambiental: Erosão hídrica em um Argissolo Vermelho-Amarelo, sob diferentes padrões de chuva simulada**. Campina Grande, Uaerj/ufcg, v. 14, n. 2, 2010.

SOUZA, F. B. *et al.* **Mapeamento de áreas suscetíveis a erosão por meio da Equação Universal de Perdas de Solo em uma área de estudo na Bacia Hidrográfica do Rio dos Porcos, Criciúma/SC**. In: LANWIG, Nilzo Ivo; SCHWALM, Hugo. Planejamento e Gestão territorial: Experiências Sustentáveis. Florianópolis: Insular, 2015. Cap. 3. p. 57-76;

TOMAZ, P. **Curso de Manejo de Águas Pluviais**. Disponível em:
http://www.pliniotomaz.com.br/downloads/livros/livro_remocao/capitulo05.pdf.
Acessado em junho de 2017.

VALVASSORI, M. L.; BACK, Á. J. **Avaliação do potencial erosivo das chuvas em Urussanga, SC, no período de 1980 a 2012**. Rev. Bras. Ciênc. Solo. 2014, v.38, n.3, pp.1011-1019.

WISCHMEIER, W.H. E SMITH, D.D. (1978). **Predicting rainfall-erosion losses: a guide to conservation planning**. Washington, USDA. 58p.