

AVALIAÇÃO DA PERDA UNIVERSAL DE SOLOS PARA O MUNICÍPIO DE SÃO FRANCISCO - MINAS GERAIS

UNIVERSAL SOIL LOSS TO THE MUNICIPALITY OF SÃO FRANCISCO - MINAS GERAIS

EVALUACIÓN DE LA PÉRDIDA UNIVERSAL DE SUELOS PARA EL MUNICIPIO DE SÃO FRANCISCO – MINAS GERAIS

Marcilio Baltazar Teixeira

Engenheiro Agrimensor e Doutorando em Evolução Crustal e Recursos Naturais (UFOP-MG), Professor Adjunto da UNIPAMPA-RS; email: marcilio_baltazar@hotmail.com

Pedro Luiz Teixeira de Camargo

Biólogo e Doutorando em Evolução Crustal e Recursos Naturais (UFOP-MG), Professor Mediador do CEAD-IFMG-Campus Ouro Preto; email: pedro0peixe@yahoo.com.br

Paulo Pereira Martins Junior

Geólogo e Doutor em Geologia, Professor Adjunto da UFOP-MG, Orientador. email: maerteyn@gmail.com

RESUMO

O principal objetivo deste trabalho foi buscar estimar a perda universal de solos em uma localidade do município de São Francisco, no Estado de Minas Gerais, combinando-se o uso dos Sistemas Informações Geográficas (SIG) com modelo quantitativo da Equação Universal de Perdas de Solos (USLE). Neste caso esta localidade foi dividida em duas partes, e através da avaliação da degradação ambiental, estudou-se a parcela mais degradada, considerando, neste caso, a perda de vegetação nativa (cerrado) como fator de distinção entre ambas as partes territoriais. Usando a ferramenta do software SPRING/INPE e o ArcGIS, estimou-se a perda de vegetação nativa ao longo dos anos de 1973/1975, 1984, 1993, 2003, 2007 e 2011 para logo em seguida determinar a localidade mais degradada (ou com menor quantidade de vegetação nativa). Após isto, estimou-se a perda universal dos solos para localidade estudada.

Palavras-chave – Erosão; Perda Universal de Solos; Degradação; Rio São Francisco

ABSTRACT

The main objective of this work was to seek to estimate the universal soil loss in a locality situated in the municipality of São Francisco, in the state of Minas Gerais, combining the use of the Systems Geographical Information (GIS) with quantitative model of the Universal Equation Soil losses (USLE). The city of San Francisco was divided into two parts, and through evaluation of environmental degradation, we studied the most degraded portion, whereas in this case the loss of native vegetation (cerrado) as the distinguishing factor between the two territorial parts. Using the software tool SPRING / INPE and ArcGIS, estimated the loss of native vegetation over the years 1973/1975, 1984, 1993, 2003, 2007 and 2011 to then determine the most degraded location (or fewer native vegetation). After this, it estimated the universal loss of land to study location.

Keys words: Erosion; Universal Soil Loss; Degradation; San Francisco River

RESUMEN

El principal objetivo de este trabajo fue buscar estimar la pérdida universal de suelos en una localidad situada en la município de São Francisco, en el Estado de Minas Gerais, combinando el uso de los Sistemas de Información Geográfica (SIG) con modelo cuantitativo de la Ecuación Universal de Pérdida de Suelos (USLE). En este caso esta localidad fue dividida en dos partes, ya través de la evaluación de la degradación ambiental, se estudió la parcela más degradada, considerando, en este caso, la pérdida de vegetación nativa (cerrado) como factor de distinción entre ambas partes territoriales. Con la herramienta del software SPRING / INPE y ArcGIS, se estimó la pérdida de vegetación nativa a lo largo de los años 1973/1975, 1984, 1993, 2003, 2007 y 2011 para luego determinar la localidad más degradada (o con Menor cantidad de vegetación nativa). Después de esto, se estimó la pérdida universal de los suelos para la localidad estudiada. Palabras clave – Erosión; Pérdida Universal de Suelos; Degradación; Río San Francisco

1- INTRODUÇÃO

A erosão pode ser compreendida como um evento que degrada os solos em decorrência da atuação dos condicionantes naturais e antrópicos tendo, cada vez mais, a atenção das ciências ambientais (e/ou agrárias), considerando a manutenção da produção agrícola, além da preservação dos recursos naturais de uma forma geral (MATA, 2009). A intervenção do homem é o principal desencadeador dos processos erosivos, pois quando esta é provocada pelos agentes naturais cede espaço à erosão intensiva, isto implica, numa resposta do meio a interferência humana. Definida como a perda homogênea da camada superficial dos terrenos, a de tipo hídrico laminar, é uma ação erosiva pouco perceptível e por isso o mais danoso (ou grave), pois quando é observada a perda de solos, esta já se encontra em estado avançado, e às vezes, até apresentando condições de irreversibilidade (BORGES, 2009).

O inadequado uso e ocupação do terreno podem ser considerados como componentes fundamentais da degradação de bacias hidrográficas (ARAÚJO *et. al.*, 2012). A utilização de procedimentos de conservação, análise de impactos ambientais e de perda pedológica têm sido intensamente aplicados como elementos de suporte ao planejamento geoambiental (MARTINS JUNIOR, 2014). Como componente do plano de controle ambiental (da erosão especificamente), quantificar esta perda é essencial não somente para apontar áreas críticas, mas também para o desenvolvimento do planejamento conservacionista, em diversos níveis, como local ou regional, por exemplo (LOPES *et. al.*, 2011). A intervenção humana, associada à exploração indisciplinada dos solos; contribuíram para a sua progressiva deterioração, comprometendo as estratégias de uso sustentável do meio ambiente e provocando reflexos negativos a socioeconomia.

Tentando-se entender este tipo de fenômeno – Erosões - utiliza-se de métodos diretos, amparados na coleta do material erodido em campo, ou ainda aplicando-se metodologias indiretas, como, por exemplo, os modelos matemáticos. Estes podem ser integrados ao geoprocessamento, possibilitando avaliações de sua ocorrência no espaço, propondo o planejamento lógico e coerente do uso e ocupação do solo e apontar as localidades que carecem de adoção de técnicas de controle dos processos erosivos. A Equação Universal de Perda de Solos (EUPS), proposta por Wischmeier e Smith (1978), é um destes modelos matemáticos, pois quando utilizada associada ao Sistema de Informação Geográfico (SIG), admite uma avaliação espacial da perda universal de solo por erosão, que no caso deste trabalho é a erosão laminar, permitindo contextualizar os resultados obtidos em função do uso e ocupação destes. Neste caso, erosão laminar, de acordo com Guerra *et. al.* (2005), é aquela provocada pelo escoamento difuso da água (escoamento não concentrado), removendo camadas superficiais do solo.

Este estudo, portanto, possui como objetivo analisar o potencial de perda universal de solos numa sub-bacia inserida no Município de São Francisco localizada na bacia hidrográfica do rio Pandeiros assim como identificar os elementos que o influenciam. Para tanto, utilizou-se o modelo matemático de prognóstico das perdas de solo, USLE coligado ao sistema de informação geográfica (SIG).

2- MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 Área de Estudo

O local escolhido encontra-se inserido na bacia hidrográfica do rio Pandeiros - Unidade de Planejamento e Gestão dos Recursos Hídricos – UPGRH/SF9 na região norte de Minas Gerais. O município de São Francisco, neste estudo, foi dividido em 2 partes relativamente iguais, conforme pode ser visto na Figura 1, considerado como parâmetro natural de separação o próprio rio, e denominando-se como Margem A, a porção de terras a localizadas a sudeste (direita), e B (local específico deste estudo), a porção de terras situadas a noroeste (esquerda).

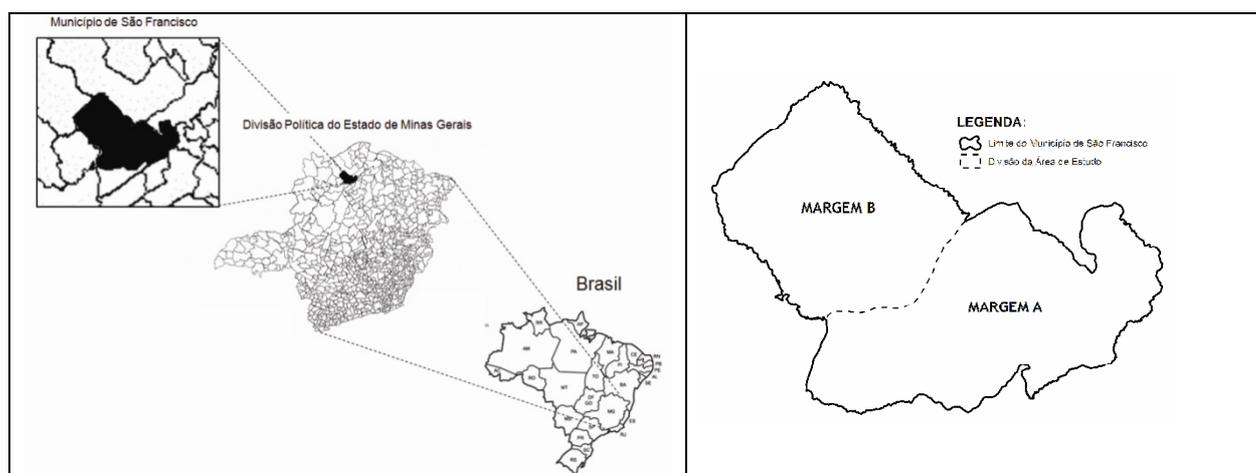


Figura 1 – Localização do município de São Francisco e a divisão da área de estudo em Margem A e Margem B

A escolha da Margem B, que constitui a sub-bacia hidrográfica do rio Pandeiros a ser estudada, se deu por esta constituir a localidade a mais degradada sob o ponto de vista da perda de vegetação original, no caso o cerrado, ao longo dos anos de 1973/1975, 1984, 1993, 2003, 2007 e 2011 (Teixeira *et. al*, dados não publicados).

2.2 Metodologia

As perdas de solo foram estimadas utilizando a Equação Universal de Perdas de Solo (*Universal Soil Loss Equation* - USLE), (WISCHMEIER; SMITH, 1978):

$$A = R \cdot K \cdot L \cdot S \cdot C \cdot P \quad (I)$$

sendo:

A - perda média anual de solo por unidade de área, t/ha/ano;

R - erosividade da chuva, MJ/ha/mm/h/ano;

K - erodibilidade do solo (t/h/mj.mm);

L - comprimento da vertente;

S - declividade da vertente;

C - uso e manejo do solo;

P - práticas conservacionistas.

Os valores dos parâmetros R, K, LS e C, foram estimados através de mapas temáticos desenvolvidos com o uso das ferramentas de Sistema de Informações Geográficas, sendo que os softwares utilizados no SIG foram o QGIS e ArcGIS, além do uso das imagens LANDSAT-1 e LANDSAT-5.

Para a obtenção do fator de erosividade (R), utilizou-se a metodologia expressa pelo software desenvolvido por Pruski *et al.* (2007) e Moreira *et al.* (2008). O netErosividade MG foi desenvolvido pelo Grupo de Pesquisa em Recursos Hídricos (GPRH) do Departamento de Engenharia Agrícola (DEA) da Universidade Federal de Viçosa (UFV), tendo sido financiado pela Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG) e pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), para a estimativa da erosividade da chuva em qualquer localidade do Estado de Minas Gerais (MG), utilizando a metodologia de interpolação “inverso do quadrado da distância”.

Neste caso, Pruski *et al.* (2007) e Moreira *et al.* (2008) indicaram uma metodologia em que se estima a erosividade da chuva considerando os dados pluviográficas existentes em séries resumidas de precipitação. Dessa forma, a energia cinética da chuva está inteiramente ligada com a intensidade de precipitação. Contudo, para precipitações atmosféricas naturais, utilizando a metodologia de Pruski *et al.* (2007) e Moreira *et al.* (2008), pode-se calcular a energia cinética por unidade de área pela equação proposta por Wischmeier e Smith (1958) e modificada por Foster *et al.* (1981) (equação I), ou pela equação apresentada por Wagner e Massambani (1988) (equação II), que convertidas para unidades do sistema internacional são:

$$EC = 0,119 + 0,0873 \log I \quad (I)$$

$$EC = 0,153 + 0,0645 \log I \quad (II)$$

Em que:

EC = energia cinética da chuva natural, MJ ha⁻¹ mm⁻¹; e

I = intensidade da chuva, mm h⁻¹.

No caso desta pesquisa utilizou-se a média aritmética entre os dois métodos, Foster *et al.* (1981) e Wagner e Massambani (1988), como uma maneira para obter melhor acurácia das informações de erosividade. Assim, após a obtenção dos valores de erosividade das chuvas para a Margem B do município de São Francisco, utilizando a metodologia de Pruski *et al.* (2007) e Moreira *et al.* (2008), utilizou-se o procedimento de interpolação na obtenção do mapa de erosividade. Já para a obtenção dos valores de erodibilidade dos solos foram desenvolvidas análises fundamentadas a partir dos estudos do Levantamento Exploratório – Solos do Norte de Minas Gerais (Área de Atuação da SUDENE), por Jacomine *et al.* (1979), em um convênio de mapeamento de solos entre a EMBRAPA/SNLCS e a SUDENE/DRN.

Realizou-se ainda análises estatísticas e de regressão linear para entender a compreensão da faixa granulométrica média dos terrenos do norte de Minas Gerais, ensaios laboratoriais para validação das informações dos aspectos físicos do solo do Município de São Francisco, além da aplicação dos conceitos fundamentais da distribuição espacial granulométrica dos solos descritos em Carvalho *et. al* (2006) para o aproveitamento dos dados físicos pedológicos (tratados estatisticamente) de Jacomine *et. al.* (1979). Assim, os referidos valores de K para Margem B foram calculados utilizando a metodologia de Denardin (1990).

Desta forma, utilizando-se as funções do SIG, gerou-se um *raster* com os fatores de erodibilidade da área específica de estudo e através destes valores, determinou-se um mapa temático da erodibilidade dos solos.

O mapa detalhado de solos para o Município de São Francisco foi realizado em conformidade com o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos da EMBRAPA (2006), cujas informações pedológicas fundamentais podem ser encontradas em RURAL MINAS (2003).

O mapa temático do fator topográfico LS, foi gerado empregando-se os dados do Modelo Numérico do Terreno fornecidos pelo *Shuttle Radar Topography Mission* (SRTM) da NASA (NASA, 2010), e posteriormente processados no software Global Mapper 5.0. Dessa forma, o fator LS foi obtido através da equação proposta por Chair (2005):

$$LS = 1,6x \left[\frac{(FAC \times Res)}{22,1} \right]^{0,4} \times \left[\frac{\text{sen}(\text{decliv} \times 0,01745)}{0,09} \right]^{1,7} \quad (III)$$

em que:

FAC é o acúmulo de fluxo de escoamento superficial (Figura 3);

Res é a base do SRTM com uma resolução espacial de 30 m e

Decliv representa a declividade das células (gerado no ArcGIS).

No mapa de declividade, observou-se que a bacia (ou região de interesse) possui, predominantemente, as classes plano (0 a 3%) a ondulado (8 a 20%), que no conjunto, abrangem quase a totalidade do local de estudo, que é a Margem B do município de São Francisco. Chama-se a atenção que o relevo plano e suave ondulado encontra-se em praticamente 70% da área de interesse, e que esta se encontra subdividida em 13 unidades de sub-bacia de 3ª ordem.

Para a definição dos valores referentes à cobertura vegetal (C), fez-se a classificação digital de imagem através da utilização da função de classificação supervisionada, denominada “Maximo Verossimilhança - MaxVer”, contida no software SPRING/INPE, aplicada sobre a imagem do Landsat 5-TM, datada de 24/06/2011. Foram utilizadas as bandas 3, 4 e 7 correspondentes às faixas do visível e infravermelho próximo do espectro eletromagnético do satélite L5, na órbita 219 e ponto 71.

Posteriormente caracterizou-se as principais formas de uso e manejo do solo utilizados na localidade de estudo aplicando-se o software ArcGIS. Conhecendo-se o fator C e considerando os padrões de cobertura vegetal, adicionou-se na tabela de atributos do mapa de cobertura vegetal o valor correspondente a cada padrão de cobertura da vegetação.

Posteriormente, converteu-se cada classe do formato vetor (*shapefile*) para *raster*, utilizando a coluna do fator C, cobertura vegetal, definindo-se assim a componente relacionada ao fator cobertura na Equação Universal de Perdas de Solo. Assim, através da classificação supervisionada da imagem, cinco classes de cobertura do solo (Água (fator C = 0), Vegetação Nativa-Cerrado (fator C = 0,001), Atividades Agrosilvopastoris (fator C = 0,750), Solo Exposto (fator C = 1), Mata de Galeria e Outros (junções/aglomerações temáticas de cerrado, solo exposto, atividades agrosilvopastoris e corpos hídricos, cuja discriminação acurada ficou impossibilitada devido às limitações de resolução das imagens utilizadas) (fator C = 0,03) foram

definidas.

Para a área em estudo considerou-se que não existia a adoção das práticas conservacionistas de controle à erosão, pois na região é comum o uso predatório dos solos, de acordo com RuralMinas (2003), sendo P igual a 1.

3- RESULTADOS

3.1 Granulometria dos Solos

Os resultados das análises granulométricas das 50 amostras de solos coletadas na área de estudo para a validação das informações contidas no Levantamento Exploratório – Solos do Norte de Minas Gerais (Área de Atuação da SUDENE), relativo ao ano de 1970, estão descritas na Tabela 1.

Ressalta-se que para cada tipo pedológico existente na Margem B do município foram coletadas amostras deste material terroso numa profundidade aproximada de 30 cm, em pontos aleatórios sobre o terreno, percebendo o mapa de distribuição pedológica da área de estudo.

E que os resultados granulométricos das amostras de solos coletadas daquela região possibilitaram identificar uma relação média satisfatória com os dados do Levantamento Exploratório da SUDENE (1970) e os obtidos nesta pesquisa. Possibilitando a utilização criteriosa das informações granulométrica do passado para a estimativa dos mapas de distribuição de areia, silte e argila do presente.

Tabela 1 – Classificação granulométrica dos solos da área de estudo.

Classe de Solo	Classificação granulométrica média (%)				
	Areia Grossa	Areia Fina	Silte	Argila	Matéria Orgânica
AQa4	53	36	4	7	1.45
AQa2	31	41	9	19	1.45
Ca11	16	17	35	32	2.47
Ae3	6	61	22	11	0.90
HQa	10	51	11	28	38

3.2 Erosividade da chuva – R

A Figura 2 mostra os resultados da análise da erosividade das chuvas (R) na área de estudo.

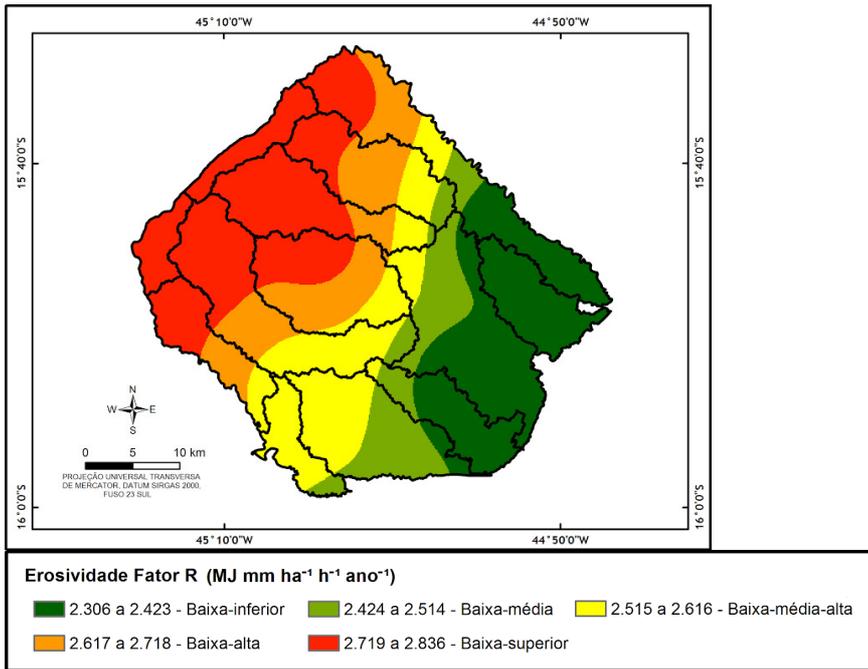


Figura 2 – Erosividade das chuvas

3.3 Erodibilidade dos solos - K

A Figura 3 apresenta os resultados da erodibilidade do solo para a localidade de interesse.

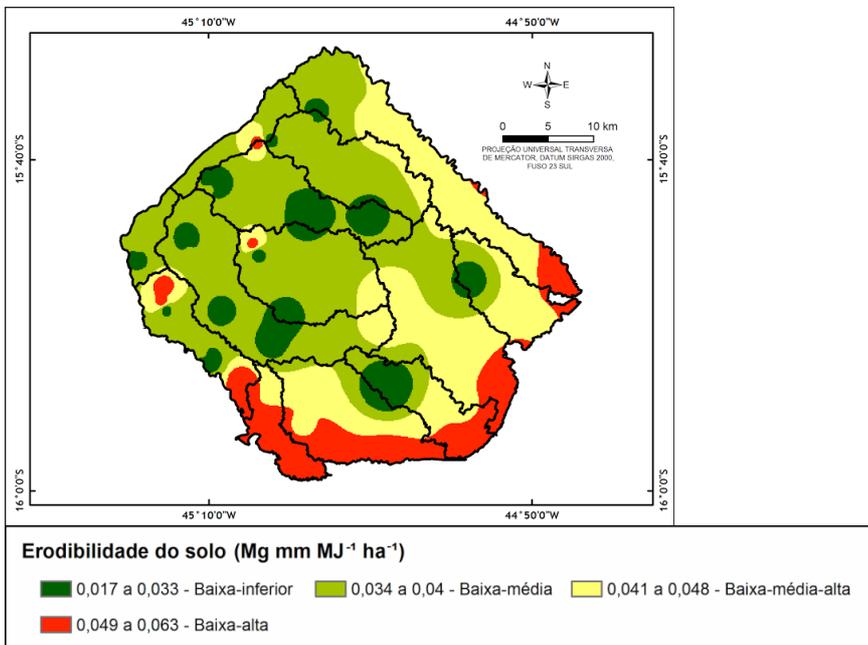


Figura 3 – Erodibilidade dos solos – K (Mg mm MJ⁻¹ ha⁻¹).

3.4 Fator topográfico – LS

A Figura 4 apresenta o fator LS calculado para a Margem B do município de São Francisco.

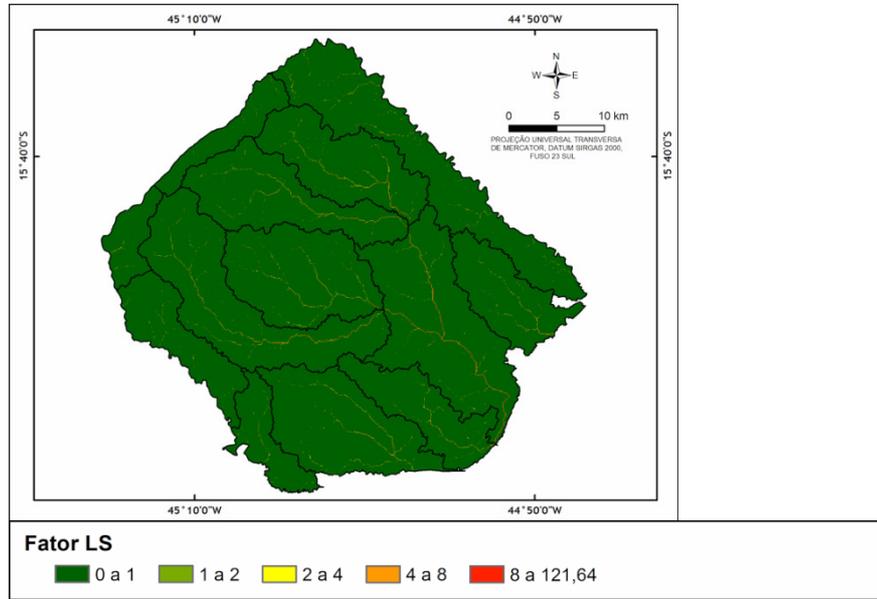


Figura 4 – Fator LS para o município de São Francisco.

3.5 Perda de solo por erosão laminar

O nível máximo e mínimo de perdas de solo estimadas para a margem B do município de São Francisco está apresentado na Figura 5.

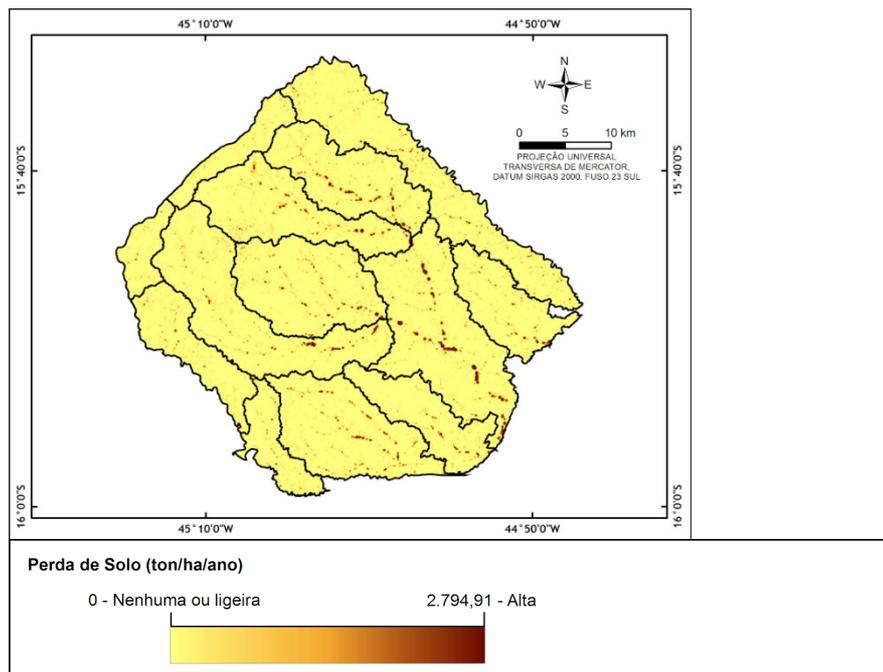


Figura 5 – Perda Universal de solo (Figure 9 - Loss of soil Universal) em $t\ ha^{-1}\ ano^{-1}$

4- DISCUSSÃO

Os resultados da análise da erosividade das chuvas (R) na área de estudo, mostram que o valor médio anual encontrado variou aproximadamente de 2.300 MJ mm ha⁻¹ ano⁻¹ a 2.840 MJ mm ha⁻¹ ano⁻¹. Mata (2009), em estudo na bacia do rio Urucuia, localizada a oeste da área de interesse, a aproximadamente 30 a 50 km desta, encontrou a erosividade com valores de aproximadamente 6000 MJ mm ha⁻¹ ano⁻¹ a 7000 MJ mm ha⁻¹ ano⁻¹. Os valores de erosividade, de modo geral, apresentam estreita e direta relação com o aumento da intensidade e duração da precipitação (BERTOL, 1994). Como a área de estudo está situada na parte semiárida de MG as chuvas caracterizam-se por serem de altas intensidades em curtas durações (LOPES *et. al.*; 2011). Os valores de erosividade obtidos foram empregados na geração da carta de isoerodentes, onde as classes de erosividade estão representadas espacialmente.

No entanto, o fator de erodibilidade (K) está diretamente relacionado ao tipo pedológico, uma vez que esse parâmetro é uma propriedade intrínseca de cada classe de solo (SILVA *et. al.*, 2007). Observou-se na Margem B do Município a predominância de terrenos arenosos com erodibilidade média variando aproximadamente de 0,015 t h MJ⁻¹ mm⁻¹ a 0,065 t h MJ⁻¹ mm⁻¹. Borges *et. al.* (2009) encontraram valores do fator K de e 0,014 t h MJ⁻¹ mm⁻¹ 0,047 t h MJ⁻¹ mm⁻¹, na região semiárida da bacia do Carinhanha, localizada nas vizinhanças da área de estudo, cujas distâncias mínimas e máximas aproximadas variam de 20 a 200 km, respectivamente do ponto mais próximo e do mais distante, na região do médio São Francisco no Norte de Minas Gerais.

Por outro lado, a área de estudo apresenta relevo plano predominando em quase toda a área, com classe de declive variando de 0% a 45% aproximadamente, sendo o intervalo de declividade entre de 0% a 3% o mais recorrente. O fator LS constitui um parâmetro de difícil avaliação tendo em vista a diversidade de situações topográficas e de manejo do local (LOPES *et. al.*, 2011). Neste caso, o fator LS dos solos variou de aproximadamente 0 a 121,64 considerando que quase 98% da margem B do município de São Francisco possui fator LS inferior a 1. Mata (2009), estimando a perda universal dos solos para a bacia hidrográfica do Urucuia, localizada nas vizinhanças da área de estudo, identificou valores de LS variando de aproximadamente – 5,96 a 3,30. Observou-se, neste trabalho, que o valor de LS possui valores mais elevados dentro e ao longo dos sistemas de drenagem, uma vez que o comprimento de vertente e a declividade são mais perceptíveis, do que no restante da área. Por outro lado, nas localidades onde as declividades são mais amenas, o valor de LS tende a ser mais baixo e constante.

Assim, de acordo com os padrões de cobertura, uso e manejo dos solos praticados na área investigada atribuíram-se os respectivos valores do fator C, que podem ser encontrados em Araújo *et. al.* (2012), para cada classe. Observa-se também que a classe (uso) predominante é a de atividade agrosilvopastoril correspondendo a 48% (720 km²) da área de estudo; seguida pelo Cerrado Impactado, a qual abrange 18% (275 km²). A terceira e quarta classes foram, respectivamente, a de Outros, correspondendo a 15% (220 km²) e Mata de Galeria, representa menos de 12%. A área de solo exposto representa 4% (61 km²) e as áreas de corpos d'água, representando 3% (20 km²) da área total de interesse.

Por fim, pode se observar que a perda de solo, em praticamente 95% da área em questão apresenta valores abaixo de 1400 t ha⁻¹ ano⁻¹. E o restante da área de estudo apresentando níveis de perdas de solos entre 1400 t ha⁻¹ ano⁻¹ a 2800 t ha⁻¹ ano⁻¹, considerado baixo em comparação aos valores encontrados por Borges (2009) para aquela região (na bacia hidrográfica do Carinhanha), sendo esta característica influenciada pelo relevo aproximadamente plano. As maiores perdas de solo estimadas estão nas linhas de drenagens das regiões degradadas. As perdas de solo na área em estudo se assemelham aos resultados observados por Mata (2009), que

encontraram um potencial de variação média em torno de $0 \text{ t ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ a $2.510 \text{ t ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$, em estudo da bacia hidrográfica do Urucuia, esta localizada nas vizinhanças da localidade de interesse. No entanto, Borges (2009), encontrou valores entre a $0 \text{ t ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ a taxas superiores a $400 \text{ t ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$, avaliando a erosão do solo usando SIG na bacia do Carinhanha Ambas as bacias hidrográficas do Urucuia e Carinhanha estão localizadas nas vizinhanças da área de estudo.

Na avaliação da probabilidade de ocorrência de perda de solo para a Margem B do Município de São Francisco, apenas 45% da área total foi classificada como de elevada (Muito alta e alta) possibilidade de ocorrência à erosão laminar, enquanto que 55% foram enquadradas como de probabilidade moderada (média baixa e muito baixa). As chances de ocorrência de perda dos solos se mostrou associada aos tipos de usos praticados naquela localidade. Ou seja, as áreas com maior uso intensivo do solo, foram identificadas como “muito alta” a “alta” para a perda potencial provável de solos por erosão.

5- CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com este estudo tornou se possível avaliar o potencial de perda universal de solos, além da identificação dos elementos que o influencia no município de São Francisco. Com isso, a aplicação da equação da perda universal de solos (USLE), associado ao sistema de informação geográfica (SIG) para gerar todos os mapas essenciais que possibilita o cálculo da perda universal dos solos, permitindo a realização de uma análise espacial geral dos processos erosivos, fornecendo subsídios para a avaliação de possíveis danos ambientais.

Sendo assim, sugere-se para a região onde está situada a localidade estudada a aplicação da USLE sob o ponto regional, buscando entender os efeitos ambientais num contexto mais amplo, inserido na bacia hidrográfica dos rios Jequitaí e Pacuí, no médio alto São Francisco (Norte de Minas Gerais). Por outro lado, recomenda-se a construção de um Sistema de Informações Geográficas (SIG) completo para a região desta bacia hidrográfica, buscando encontrar problemas e soluções para as áreas críticas aqui identificadas em decorrência dos processos erosivos.

Claramente visualizadas, as regiões críticas, sob o ponto de vista da perda universal dos solos, da Margem B do município de São Francisco – Minas Gerais localizam-se nas proximidades dos sistemas de drenagem natural considerando-se, ainda, que as altas taxas de erosividade se concentram a noroeste desta localidade, e os elevados graus de erodibilidade estão aglomerados em toda a porção sul. Além disso, as maiores probabilidade de ocorrência de perda de solos estão nas regiões onde os seus usos são mais intensos, cujas principais práticas de degradação são constituídas pelas atividades agrosilvopastoris.

6- AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Departamento de Geologia da Escola de Minas da Universidade Federal de Ouro Preto (UFOP) pela aprovação do projeto de pesquisa (sobre a qual essa temática esta inserida) no âmbito do Programa de Pós-Graduação em Evolução Crustal e Recursos Naturais (Doutorado) e ao Instituto de Geoinformação e Tecnologia do Estado de Minas Gerais (IGTEC), antigo Centro Tecnológico do Estado de Minas Gerais (CETEC), pela

disponibilização de recursos financeiros para o desenvolvimento de atividades científicas para a região da bacia de estudo, assim como a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão de bolsas de pesquisa para os autores.

REFERÊNCIAS

ARAÚJO, G. H. S., ALMEIDA, J. R., GUERRA, A. J. T. (Eds 8ª) 2012. **Gestão Ambiental de Áreas Degradadas**. Bertrand Brasil, Rio de Janeiro, 322 pp.

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.453–1458, 1994.

BORGES, K.M.R. *Avaliação da susceptibilidade erosiva da Bacia do Rio Carinhonha (MG/BA) por meio da EUPS - Equação Universal de Perda de Solos*. Dissertação de Mestrado, Departamento de Geografia, UnB. 2009

CARVALHO, E. M. de; PINTO, S. A. F.; SEPE, P. M.; ROSSETTI, L. A. F. G. Utilização do Geoprocessamento para Avaliação de Riscos de Erosão do Solo em uma Bacia Hidrográfica: Estudo de Caso da Bacia do Rio Passa Cinco/SP. In: Simpósio Brasileiro de Ciências Geodésicas e Tecnologias da Informação, 3, 2010, Recife. Anais. Recife: UFPE, 2010. Artigos p. 01-08. ISBN: 978-85-63978-00-4. Acesso em: 12 dez. 2011

CHAIR, L. Z. Soil erosion modeling using the revised universal soil loss equation (rusle) in a drainage basin in eastern Mexico. 2005. Acesso em: 07 jun. 2010.

DENARDIN, J. E. *Erodibilidade do solo estimada através de parâmetros físicos e químicos*. Piracicaba: ESALQ/USP, 1990.113p. Tese Doutorado

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Sistema brasileiro de classificação de solos. Rio de Janeiro, 2006. 306p.

FOSTER, G. R.; MCCOOL, D. K.; RENARD, K. G.; MOLDENHAUER, W. C. Conversion of the universal soil loss equation to SI units. Journal of Soil and Water Conservation, Baltimore, v.36, p.355-359, 1981.

GUERRA, A.J.T.; SILVA, A.S.; & BOTELHO, R.G.M. (Org). *Erosão e Conservação dos Solos: conceitos, temas e aplicações*. 2ª Ed. Rio de Janeiro. Bertrand Brasil. 2005

JACOMINE, P.K.T.; CAVALCANTI, A.C.; FORMIGA, R.A.; SILVA, F.B.R.; BURGOS, N.; MEDEIROS, L.A.R.; LOPES O.P.; MEIO FILHO, H.F.R.; PESSOA, S.G.P.; LIMA, P.C. Levantamento exploratório - reconhecimento de solos do Norte de Minas Gerais; área de atuação da SUDENE, Recife, EMBRAPA/SN LCS—SUDENE/DRN, 1979.

LOPES, F.B.; ANDRADE, E.M.; TEIXEIRA, A.S.,CAITANO, R.F.; CHAVES, L.C.G. Uso do geoprocessamento na estimativa da perda de solo em microbacia no semiárido brasileiro. Revista Agro@mbiente On-line. v. 5, n. 2, p. 88-96, 2011.

MATA, C.L.; CARVALHO JUNIOR, O.A.; CARVALHO, A.A.F.; GOMES, R.A.T.; MARTINS, E.S.; GUIMARAES, R.F. Avaliação multitemporal da susceptibilidade erosiva na bacia do rio Urucuia (MG) por meio da Equação Universal de Perda de Solos. Revista Brasileira de Geomorfologia - Ano 8, no 2. 2007

MATA, C. L. *Análise Multitemporal da susceptibilidade erosiva da Erosiva na Bacia do Rio Urucuia (MG) por meio da Equação Universal de Perda de Solos*. Dissertação de Mestrado. Curso de PósGraduação em Geografia. Universidade de Brasília, 2009. 71p.

MOREIRA, M. C.; PRUSKI, F. F.; OLIVEIRA, T. E. C.; PINTO, F. A. C.; SILVA, D. D. NETEROSIVIDADE MG: erosividade da chuva em Minas Gerais. Revista Brasileira de Ciências do Solo. Viçosa, v. 32, n. 3, p. 1349-1353, 2008.

NASA - National Aeronautics and Space Administration. Shuttle Radar Topography Mission (SRTM). California Institute of Technology (2006). Acesso em: 15 nov. 2010.

PRUSKI, F.F.; MOREIRA, M.C.; GONÇALVES, F.A.; OLIVEIRA, T.E.C.; PINTO, F.A.C. & SILVA, D.D. Erosividade da chuva a partir de séries sintéticas de precipitação. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 36., Bonito, 2007. Anais. Bonito, Sociedade Brasileira de Engenharia Agrícola, 2007. CD-ROM.

RURAL MINAS, Fundação Rural Mineira. Relatório Parcial de Estudos Ambientais e Levantamentos de Dados (R1) do Plano Diretor de Recursos Hídricos das Bacias Afluentes do Rio São Francisco, em Minas Gerais. Belo Horizonte: RURALMINAS, 2003. 200p.

SILVA, R. M.; SANTOS, C. A. G.; SILVA, J. F. C. B. C.; SILVA, L. P. Avaliação espacial e temporal de perdas de solo usando o sistema de informações geográficas (SIG). Revista OKARA: Geografia em debate, João Pessoa, v.1, n.2, p. 1-128, 2007.

WAGNER, C. S.; MASSAMBINI, 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, n.3, p.197-203, 1988.

WISCHMEIER, W. H.; SMITH, D. D. Rainfall energy and its relationship to soil loss. Transaction American Geophysical Union, Washington, v.39, n.2, p.285-91, 1958.

WISCHMEIER, W.H.; SMITH, D.D. (1978). Predicting rainfall erosion losses; a guide to consevation planning. Washington: U.S. Departament of Agriculture, 58p. (Agriculture Handbook, n. 537).