

ESTIMATIVA DA PERDA DE SOLO POR EROSÃO LAMINAR EM ÁREA URBANA - ESTUDO DE CASO NO MUNICÍPIO DE TERESINA-PI

Andre Tiago dos Santos,¹ Daniel Gustavo Allasia² Lidiane S. G. Collischonn³, Rutinéia Tassi²

RESUMO --- A crescente urbanização das cidades brasileiras observada nas últimas décadas tem sido acompanhada por grandes problemas relacionados a praticamente todos os aspectos da infraestrutura: transporte, habitação, abastecimento, dentre outros. Essas alterações provocam um aumento na frequência e gravidade das inundações, ao mesmo tempo em que ocorre a deterioração da qualidade da água entre outros motivos pelo aumento da erosão. O objetivo do estudo foi realizar a predição da média anual de perda de solo as sub-bacias da área urbana de Teresina, que apresentam-se susceptíveis à erosão, possibilitando contextualizar os resultados obtidos em função do uso e ocupação das terras. O estudo consistiu basicamente de duas etapas, a primeira realizada em escritório, através de consulta e compilação da bibliografia existente da região de interesse. A segunda etapa foi realizada através de uma incursão de campo, com finalidade de mapear a área de interesse do projeto, onde foram observadas as possíveis áreas de influência das inundações, possíveis áreas geradoras de sedimentos, bem como, sua influência em áreas circunvizinhas. Com o mapeamento das perdas de solo, percebe-se a presença de diferentes graus de perda de solo na área de estudo. A maioria das sub-bacias enquadra-se como sendo de suscetibilidade moderada (65% da área), cerca de 5% das microbacias estão sob alto risco de erosão e 30% apresentaram baixo risco de erosão.

Palavras-chave: Erosão Laminar, Equação Universal de Perda de Solo, Teresina.

ABSTRACT --- The increasing urbanization of Brazilian cities observed in recent decades has been accompanied by major problems related to virtually all aspects of infrastructure: transportation, housing, water supply, among others. These changes cause an increase in the frequency and severity of flooding, while it occurs a deterioration of water quality. The aim of the study was to predict average annual soil loss in basins of the urban area of Teresina, allowing to contextualize the results due to the use and occupation of land. The study consisted basically of two steps, the first held in the office, through consultation and compilation of existing literature in the area of interest. The second stage was performed by an incursion into the field, with the aim of mapping the area of interest of the project, where we observed the possible areas of influence of the floods, areas generating potential of sediments, as well as its influence on surrounding areas. With the mapping of soil loss, one notices the presence of different degrees of soil loss in the study area. Most sub-basins fits as moderate susceptibility (65% of the area), about 5% of the watersheds are at high risk of erosion and 30% had low risk of erosion.

Keywords: Universal Soil Loss Equation, USLE, Teresina.

¹ Mestrando PPG Eng. Ambiental – UFSM – Professor Unoesc Campus de São Miguel do Oeste

² Professor Dr. Universidade Federal de Santa Maria – PPG Eng. Ambiental e PPG Eng. Civil – dga@ufsm.br

³ Coord. De Projetos – Concremat Engenharia

INTRODUÇÃO

A crescente urbanização das cidades brasileiras observada nas últimas décadas tem sido acompanhada por grandes problemas relacionados a praticamente todos os aspectos da infraestrutura: transporte, habitação, abastecimento, dentre outros. Essas alterações provocam um aumento na frequência e gravidade das inundações, ao mesmo tempo em que ocorre a deterioração da qualidade da água (BUCHARLES e PEREIRA DA SILVA, 2007).

Segundo MARIN (2005) durante as últimas décadas tem aumentado a preocupação com os processos de perda de solo, principalmente nas áreas de cultivo. Esta perda de solo é gerada por parâmetros sejam hidrológicos, topográficos, estruturais mineralógicos e de cobertura vegetal, além de ser causada também pela influência humana através do mau uso do solo. As atividades humanas constituem o principal agente deflagrador dos processos erosivos, quando a erosão normal, causada pelos fatores naturais dá lugar à erosão acelerada, resultado da interferência antrópica.

Dentro da região urbana de Teresina observa-se nas margens do rio Poti, devido ao grande fluxo de água e de seus meandros acentuados, o intenso desgaste erosivo dos terraços fluviais e das encostas do rio, além de erosões de pequeno porte decorrentes da dinâmica meandrante, onde ocorre degradação na margem côncava (desgate) e aggradação na margem convexa (deposição). Tal tipo de erosão é chamado de erosão hídrica fluvial, onde ocorre o desgaste do leito e das margens dos rios pelas suas águas. Além disso, as erosões de ocorrência localizada estão relacionadas, na maioria dos casos em Teresina, ao colapso ou inexistência da rede de drenagem pluvial em situações de intensa precipitação. As ocorrências na região podem ser tipificadas de duas formas; como uma erosão linear ou como uma erosão Laminar. O primeiro tipo de erosão é o resultado das alterações do escoamento superficial causado pela concentração do fluxo das águas pluviais, devido à urbanização, estradas, entre outros, resultando em incisões na superfície do terreno (IWASA & FENDRICH, 1998). O processo de erosão Laminar, ou em lençol, caracteriza-se pelo escoamento superficial homogêneo e difuso, em grandes áreas, carreando pequenas camadas do solo, sendo pouco visíveis sinais no solo, mas perceptível com o aumento da turbidez da água do rio. Sua ação pode continuar durante anos, com o empobrecimento do solo ou com o assoreamento de áreas à jusante.

O objetivo do estudo foi realizar a predição da média anual de perda de solo nas sub-bacias da área urbana de Teresina-PI, que apresentam susceptibilidade à erosão, possibilitando contextualizar os resultados obtidos em função do uso e ocupação das terras.

MÉTODOS E MATERIAIS

Área de estudo

O município de Teresina situa-se no extremo oeste do Estado do Piauí, na divisa com o Estado do Maranhão, na margem direita do Rio Parnaíba junto à confluência do Rio Poti, que é seu afluente pela margem direita também. Com área de 1.391,974 km², a região apresenta um clima quente e úmido, com período seco bem delimitado e chuvas de final de verão e outono e conta com uma população de 814.230 habitantes (IBGE, 2010).

A mancha urbana do município de Teresina ocupa a porção de terra compreendida entre os eixos dos rios Parnaíba e Poti, e estende-se para a margem direita do rio Poti (Figura 1). Os rios Parnaíba e Poti no ponto de confluência possuem áreas de contribuição de 330.020km² e 54.000 km², respectivamente, e são navegáveis através de barcos de pequeno e médio porte, durante qualquer época do ano.

As áreas próximas à confluência dos rios são caracterizadas por serem as zonas baixas da cidade. Esta região abriga 34 lagoas, algumas naturais, outras artificiais, com profundidades e dimensões variadas. Assim, geologicamente a área estudada constitui-se de uma planície suave, com terraços fluviais isolados e pequenas depressões, formando microbacias que alagam com frequência devido as chuvas, constituindo terrenos de várzea.

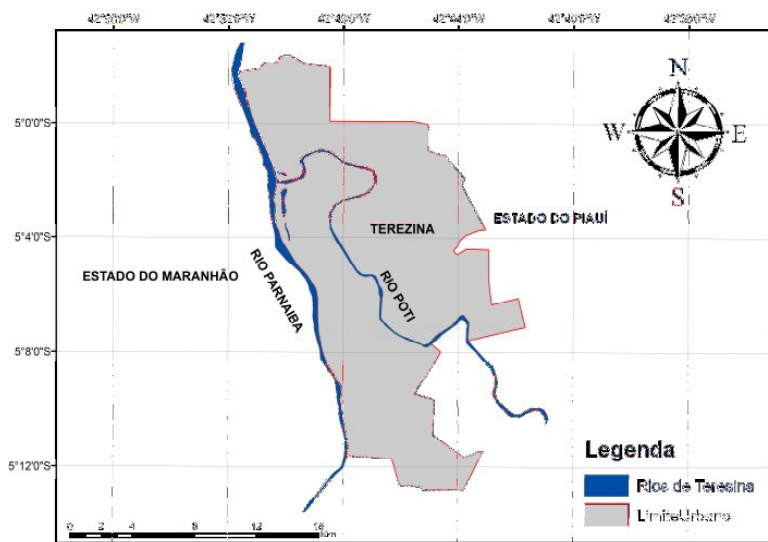


Figura 1. Mapa de localização da mancha urbana de Teresina e a hidrografia existente.

A região de estudo está inserida na Bacia Sedimentar do Parnaíba dentro da Província Parnaíba (600.000 km²) ou Província Sedimentar do Meio-Norte. A Província Parnaíba consiste de quatro sítios deposicionais separados por discordâncias geológicas, que coincidem com as que

limitam as superseqüências em que Góes e Feijó (1994) dividiram as rochas sedimentares da Bacia do Parnaíba: Bacia do Parnaíba propriamente dita, Bacia das Alpercatas, Bacia do Grajaú e Bacia do Espigão-Mestre (GÓES, 1995).

METODOLOGIA

Para a realização deste trabalho foram seguidas basicamente duas etapas:

A primeira realizada em escritório, através de consulta e compilação da bibliografia existente da região de interesse, levantamento do histórico das inundações e análise de imagens de satélite (Imagem Ikonos de 2007) para delimitar possíveis áreas de erosão e/ou assoreamento, bem como a preparação dos planos de informação necessários para a aplicação do modelo de perdas de solo nas sub-bacias urbanas em estudo.

A segunda etapa foi realizada através de uma incursão de campo, com finalidade de mapear a área de interesse do projeto, onde foram observadas as possíveis áreas de influência das inundações, possíveis áreas geradoras de sedimentos, bem como, sua influência em áreas circunvizinhas. Deste mapeamento resultaram indicações da gênese das inundações, sua área de influência, tipificação das erosões e áreas passíveis de assoreamento.

EQUAÇÃO UNIVERSAL DE PERDA DE SOLOS (USLE)

Embora originalmente desenvolvida para aplicação em pequenas áreas (parcelas padrão), a Equação Universal de Perda de Solos (Universal Soil Loss Equation – USLE) desenvolvida por Wischmeier & Smith (1978) é amplamente utilizada para avaliação qualitativa de predição de perdas de solos por erosão Laminar em grandes áreas, com o objetivo de se avaliar e identificar áreas susceptíveis à erosão, de forma rápida e econômica, visando o planejamento ambiental (FARINASSO et al., 2006).

A Equação Universal de Perda de Solo é um modelo que permite determinar de forma aproximada a perda de solo por erosão laminar (entressulcos) e em sulcos. A USLE, contudo, não permite prever a deposição, produção de sedimento por ravinamento e erosão de margens e leito de canal (Wischmeier & Smith, 1978). A deposição de sedimentos ainda continua sendo uma das principais incertezas na modelagem da produção de sedimentos, pois se trata de um fenômeno complexo e que apresenta deficiência de informações relativa a sua descrição quantitativa e qualitativa, ocasionado assim muitas incertezas na aplicação da USLE.

A USLE permite, desta forma, estimar a erosão hídrica por intermédio de índices representativos dos principais fatores estão envolvidos no processo erosivo, entre eles: a erodibilidade, a topografia, a precipitação, e o uso do solo.

Estes parâmetros são expressos pela USLE, conforme a equação 1:

$$A = R \cdot K \cdot L \cdot S \cdot C \cdot P \quad (1)$$

sendo que “A” representa a perda de solo por área no tempo ($t.ha^{-1}.ano^{-1}$), “R” é o fator de erosividade da chuva ($MJ.mm.ha^{-1}.h^{-1}.ano^{-1}$); “K” é o fator de erodibilidade do solo ($t.h.MJ^{-1}.mm^{-1}$); “LS” é o fator conjunto de comprimento de rampa e grau de declividade (adimensional); “C” é o fator uso e manejo (adimensional), e “P” é fator de prática conservacionista (adimensional).

A USLE foi aplicada pela primeira vez em parcelas experimentais (padrão) de cerca de 22 m de comprimento, largura de 3 a 4 metros e com declividade de 9%, com aplicação sugerida em solos com textura média, comprimento de até 304,8 m (1000 pés) e declividades entre 0,5% e 50% (WISCHMEIER & SMITH, 1978).

Souza (2006) relata que mesmo que a USLE seja um modelo de base empírica, ela é muito aceita pela comunidade científica, pois foi obtida a partir de cerca de 10000 observações em diferentes situações de precipitação e tipo de solo.

FATOR R

O fator R da USLE, que prediz a capacidade que a chuva tem de provocar erosão, foi obtido a partir da equação desenvolvida e modificada por Lombardi Neto e Moldenhauer (1992), para determinar a erosividade para a região Nordeste do Brasil, conforme a equação 2:

$$Ei_{mensal} = 89,823 \cdot \left(Pm^2 / Pa \right)^{0,759} \quad (2)$$

sendo Ei_{mensal} a erosividade média mensal ($MJ.mm/ha.h$); Pm é a precipitação mensal (mm); e Pa é a precipitação média anual (mm).

Originalmente a equação 2 foi desenvolvida para a região de Campinas, Estado de São Paulo, e é apresentada sem o expoente 0,759. Como o fator R da USLE previa originalmente dados oriundos de pluviógrafos, uma vez que a equação de erosividade está baseada na energia cinética das chuvas necessitando de dados de precipitações com discretização sub-horárias para obtenção dos valores de Ei_{30} (máxima intensidade de chuva com intervalo de 30 minutos).

Isto fez com que Lombardi Neto e Moldenhauer (1992) fizessem adaptações para dados oriundos de pluviômetros, devido a escassez de informações hidrológicas em âmbito nacional. Logo os valores de erosividades são baseados em dados médios de períodos mais longos (meses e anos).

FATOR K

Conforme Silva et al (2010), o termo erodibilidade é apenas um dos parâmetros da erosão, e não a erosão do solo propriamente dita. Isto porque a magnitude da erosão pode ser afetada mais fortemente pelas condições de cobertura vegetal e manejo do solo, declividade e caracterização das chuvas, do que pelas propriedades físicas e químicas do solo em si. Existem solos que apresentam a característica de serem erodidos mais facilmente em relação a outros tipos de solos, quando os parâmetros declividade, intensidade de chuva, uso e manejo do solo são os mesmos. Pois é justamente esta diferença, intrínseca a cada tipo de solo é chamada de erodibilidade do solo (SILVA et al, 2010).

A metodologia utilizada para a obtenção do fator K, além de seu alto custo, demanda muito tempo até que sejam obtidos valores definitivos sobre unidades específicas dos solos. Em vista disso, neste trabalho foram utilizados valores de referência da literatura técnica, dando preferência aos valores de Farinasso *et al.* (2006), que foram estabelecidos em um estudo na região do Alto Parnaíba (PI/MA), mesma bacia na qual se insere a área do presente estudo.

Os solos ocorrentes na área de estudos foram identificados com base no mapa de tipo de solos resultante do levantamento de informações básicas da etapa 1 deste trabalho, conforme descrito anteriormente.

FATORES L E S

Existem diversos métodos para a determinação do fator topográfico e do comprimento de rampa “LS” (WILLIAMS & BERNDT, 1976; MOORE & BURCH, 1986; DESMET & GOVERS,

1996; KINNELL, 2007; ENGEL & MOHTAR, 2006). Neste trabalho, utilizou-se o método indicado por BURROUGH & MCDONNELL (1998), como mostrado na equação (3):

$$LS = \left(\frac{V}{22,13} \right)^{0,4} \cdot \left(\frac{\sin \theta}{0,0896} \right)^{1,3} \quad (3)$$

sendo V a acumulação de fluxo multiplicada pelo tamanho da célula e θ o ângulo da declividade em graus. O valor da acumulação de fluxo e o mapa de declividades foi calculado através de ferramenta de geoprocessamento, com base no MNT (Modelo Numérico do Terreno).

FATORES C E P

Os valores de C para cada uso/ocupação foram obtidos de acordo com os estudos de Farinasso et al. (2006) e Stein et al (1987). O valor do fator prática conservacionista (P) foi adotado neste estudo igual a 1, que se refere a plantio em desnível conforme estabelecido por Chaves (1994). A adoção de um fator P igual a 1 indica a pior situação possível para o parâmetro prática conservacionista.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Determinação dos Fatores da Equação Universal dos Solos

FATOR R

A Figura 2 mostra as médias mensais da precipitação sobre a área urbana de Teresina para o período considerado. A média anual da precipitação acumulada é de 1332 mm, conforme apresentada na Figura 3.

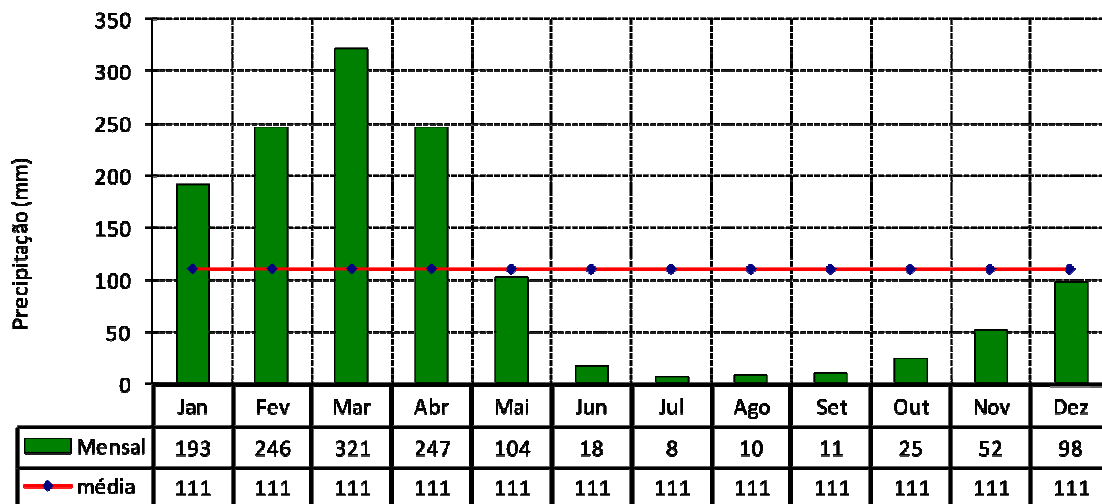


Figura 2. Precipitação média mensal de Teresina, período de 1914 - 2009.

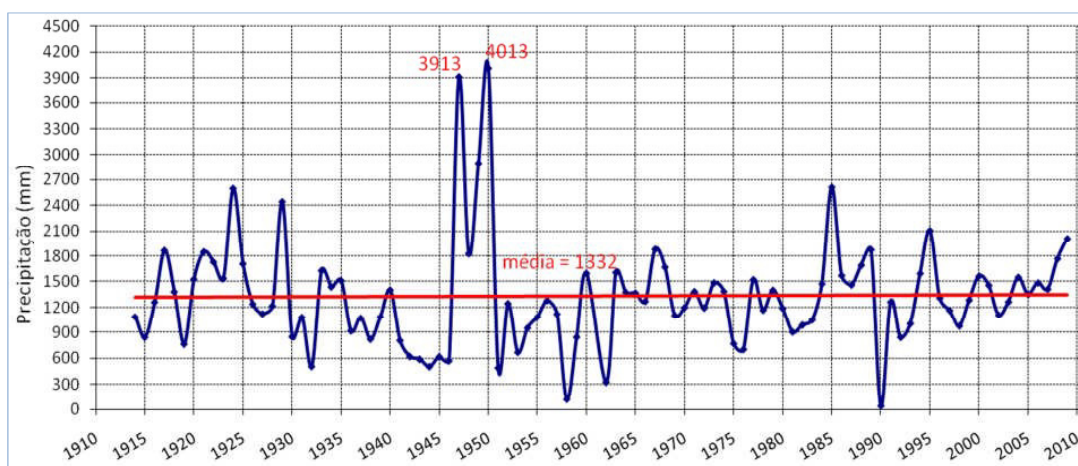


Figura 3. Totais precipitados e a média anual de chuvas em Teresina, período 1914 a 2009.

Conforme mostra a Figura 2, é possível perceber que a distribuição das precipitações é irregular, com concentração maior nos períodos de janeiro a abril, ficando abaixo da média nos demais meses. O Quadro 1 apresenta o fator de erosividade R com distribuição sazonal para a área urbana de Teresina, obtido a partir da aplicação da equação 2. Os valores da erosividade de Teresina variaram de 8,97 a 2436,48 MJ.mm/ha.h.

Quadro 1. Erosividade R calculada para Teresina.

MÊS	MÉDIA MENSAL (mm)	EI (MJ·mm/h·ha)
Janeiro	193	1125,55
Fevereiro	246	1626,78
Março	321	2436,48
Abril	247	1636,83
Maió	104	440,30
Junho	18	30,72
Julho	8	8,97
Agosto	10	12,59
Setembro	11	14,55
Outubro	25	50,58
Novembro	52	153,74
Dezembro	98	402,32
Anual	1332	7939,39

Os meses mais erosivos vão de janeiro a abril, coincidindo com os meses mais chuvosos, responsáveis por 96,17% do total anual. O período menos erosivo, que corresponde aos meses de maio a dezembro, responsáveis por apenas 3,82% do total anual.

Em seu estudo, Carvalho (1994) apresentou uma classificação da magnitude da erosividade, quanto ao índice obtido para cada período, separando os índices em: baixa, se $R < 2.452$; média, se $2.452 < R < 4.905$; média a forte, se $4.905 < R < 7.357$; forte, se $7.357 < R < 9.810$; e muito forte, para $R > 9.810$.

De acordo com essa classificação, o valor obtido da erosividade, de 7939,39 MJ mm ha⁻¹ h⁻¹ é considerada forte, acarretando em alterações das condições naturais do solo.

FATOR K

A erodibilidade do solo é diretamente relacionada ao tipo de solo presente na região, uma vez que suas propriedades texturais e estruturais influenciam na interação com a chuva e na sua

capacidade de infiltração (VITTE; MELLO, 2007). Desta forma, é possível perceber que alguns tipos de solo erodem mais facilmente do que outros, pela sua instabilidade estrutural, que influencia na permeabilidade, capacidade armazenamento de água e na velocidade de infiltração (FARINASSO et al, 2006). No caso de Teresina, predominam o Latossolo Vermelho-Amarelo e o Podzólico Vermelho-Amarelo, ambos de textura média, como pode ser observado na Figura 4.

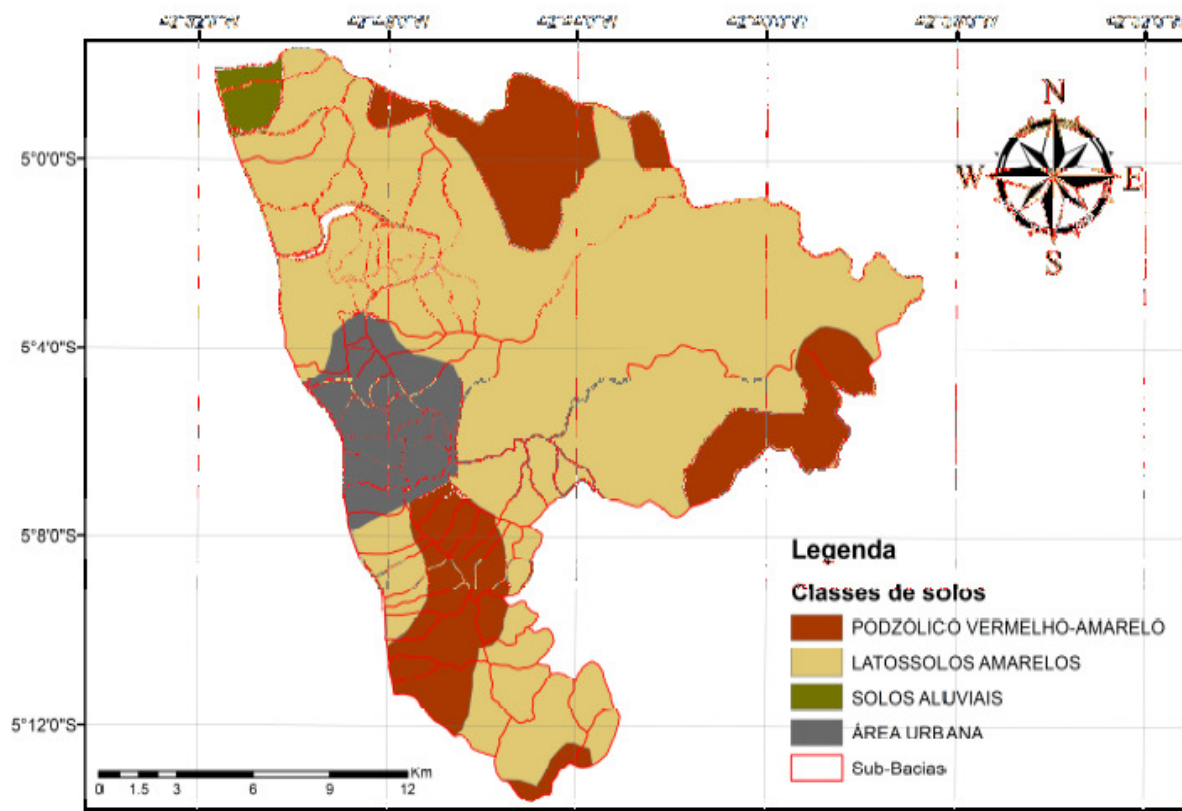


Figura 4. Classes de solos na área de estudo.

O Latossolo Vermelho-Amarelo ocorre com maior frequência nos trechos planos do Município, notadamente numa faixa paralela ao rio Parnaíba, com uma largura média de 10 km. Se caracterizam por ser profundos, bem desenvolvidos, de boa drenagem, com nível muito baixo de fertilidade natural e acidez muito forte associada a percentuais representativos de alumínio.

O Podzólico Vermelho-Amarelo está associado a situações de relevo mais movimentado, no qual os processos erosivos são mais acentuados. Esses solos são mais rasos, com fertilidade natural muito baixa, fortemente ácidos e apresentam alumínio tóxico. Desta forma, para os solos da área de estudo foram identificados na literatura os seguintes valores do fator K (Quadro 2):

Quadro 2. Tipos de solo ocorrentes na área de estudo e respectivo fator K adotado.

TIPO DE SOLO	FATOR K	FONTE
Neossolos Flúvicos (Solo Aluvial)	0,046	Farinasso <i>et al.</i> , 2006
Latossolo Amarelo	0,028	Farinasso <i>et al.</i> , 2006
Podzólico Vermelho Amarelo (Alissolo)	0,031	Rodrigues do Ó, 1986 <i>apud</i> Sá <i>et al.</i> , 2004

FATOR LS

O fator LS é obtido multiplicando-se a declividade S do terreno (ângulo de inclinação do terreno) pelo comprimento de rampa L do terreno. Terrenos íngremes são mais propícios à erosão por favorecer o aumento da velocidade do escoamento superficial. O fator S, que caracteriza a declividade, foi gerado através de software ArcGIS, conforme pode ser visto na Figura 5.

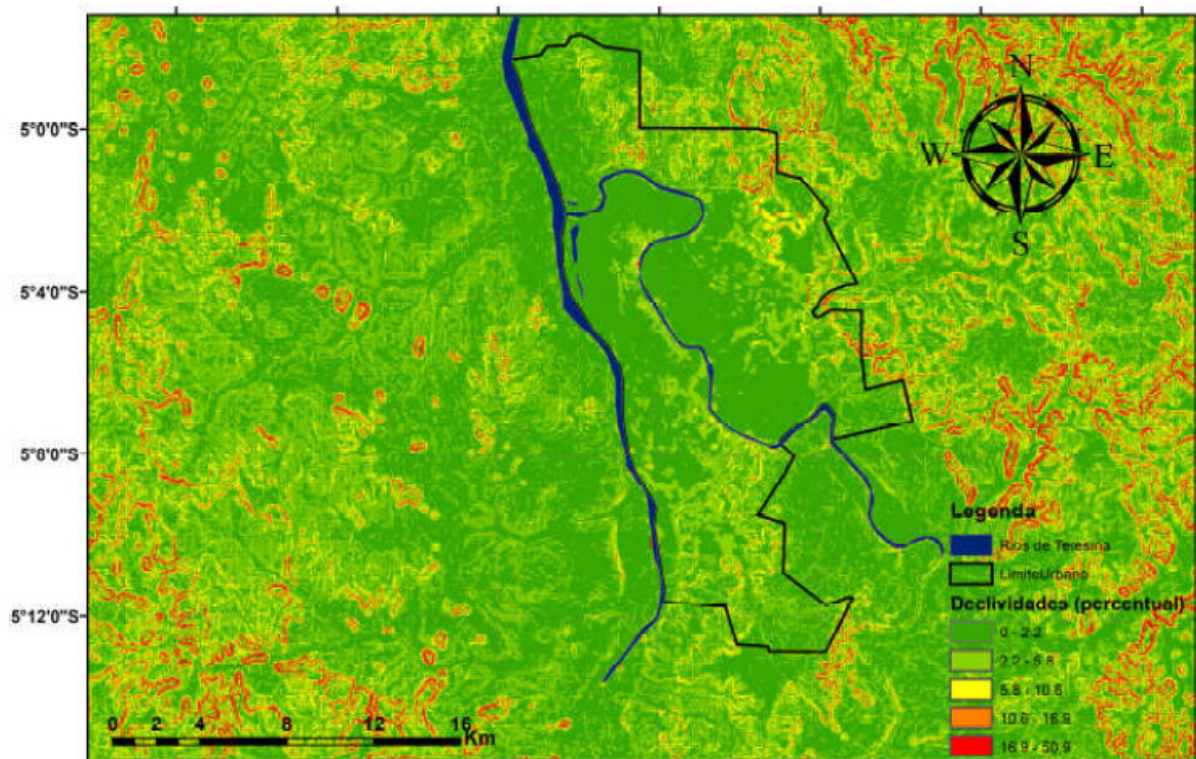


Figura 5 – Declividade da área de estudo.

Como pode ser visto na figura 5, a região do município de Teresina não apresenta áreas com declividades muito acentuadas, apenas alguns pontos apresentam valores entre 10 e 17 % de declividade. A maior parte da área apresentam declividades entre 1 e 5%.

FATORES C e P

O fator C é a relação de comparação entre um terreno descoberto em relação a um terreno cultivado, onde o tipo de cultura e manejo influenciará diretamente nele. O fator P é a relação entre intensidade esperada de perda de solo em local com práticas conservacionistas com a perda de solo em local de declive, onde um local sem cobertura vegetal é mais favorável à erosão (FARINASSO et al, 2006). A interpretação conjunta desses fatores visa avaliar a influencia antrópica no processo de perda de solos,

Os valores de C para cada uso/ocupação foram obtidos da literatura, conforme indicado no Quadro 3.

Quadro 3. Uso e ocupação ocorrentes na área de estudo e respectivo fator C adotado.

USO/OCUPAÇÃO	FATOR C	FONTE
Água e áreas úmidas (brejos)	0,0	Farinasso <i>et al.</i> , 2006
Urbana (incluindo asfalto)	0,001	Farinasso <i>et al.</i> , 2006
Solo exposto	1,0	Farinasso <i>et al.</i> , 2006
Vegetação baixa (cerrado)	0,042	Farinasso <i>et al.</i> , 2006
Cultivo	0,018	Farinasso <i>et al.</i> , 2006
Árvores (vegetação alta /média)	0,00004	Stein <i>et al.</i> , 1987

O valor do fator prática conservacionista (P) foi adotado neste estudo igual a 1, que se refere a plantio em desnível conforme estabelecido por Chaves (1994) em estudo realizado em área inserida na região nordeste, visto que esse fator está relacionado com áreas cultivadas, que não são expressivas na área de estudo bem como não há indícios de emprego de práticas conservacionistas de manejo do solo.

PERDA DE SOLO

Visando facilitar essa categorização, no Quadro 4 são apresentados os graus de erosão hídrica segundo a FAO/PNUMA/UNESCO (1980) encontrados em Valente *et al* (2001).

Quadro 4. Classificação dos graus de suscetibilidade à erosão Laminar hídrica.

PERDA DE SOLO (t/ha/ano)	GRAU DE SUSCETIBILIDADE À EROSÃO
< 10	Baixa
10-50	Moderada
50-200	Alta
>200	Muito alta

Fonte: FAO/PNUMA/UNESCO, 1981 *apud* Valente *et al.*, 2001.

O resultado da integração dos diversos planos de informação descritos acima através da equação 1, constitui um mapa da perda potencial de solo devido à erosão laminar das sub-bacias da área de estudo, de acordo com a Figura 6.

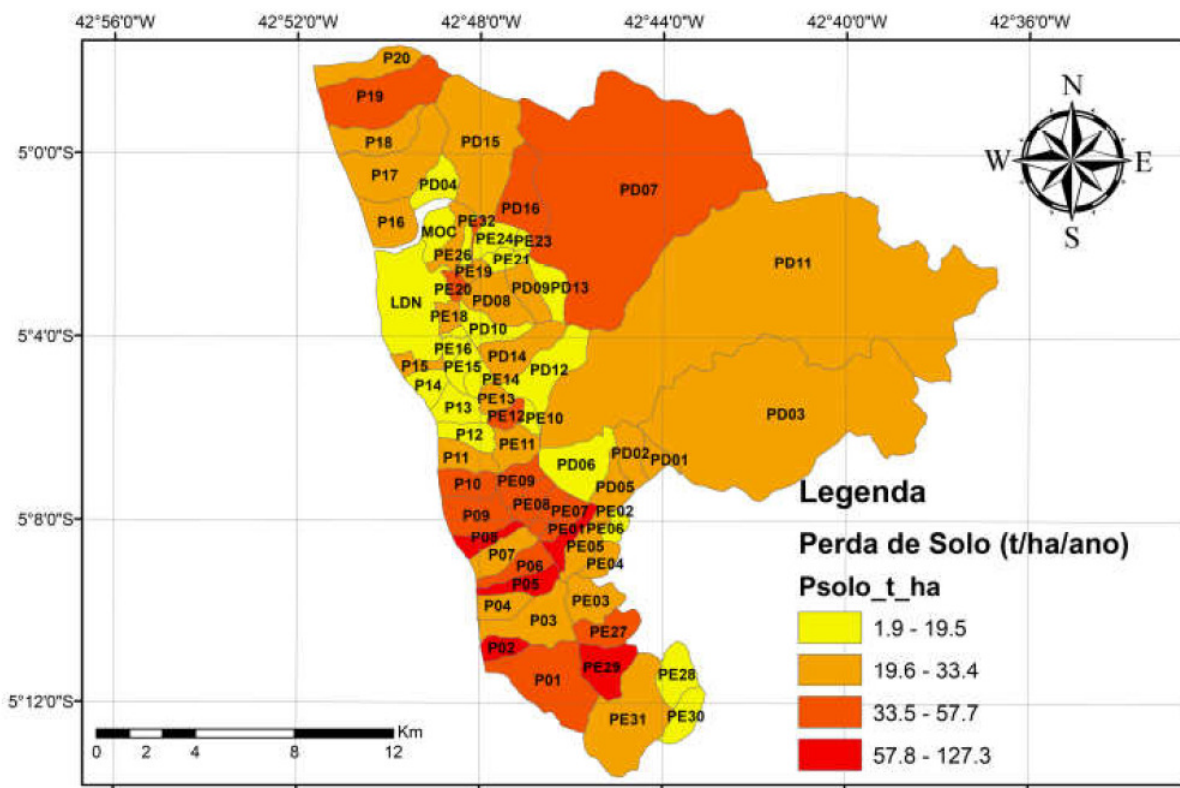


Figura 6. Graus de suscetibilidade à erosão das sub-bacias urbana de Teresina.

Com o mapeamento das perdas de solo, percebe-se a presença de diferentes graus de perda de solo na área de estudo. Conforme se observa na comparação da Figura 6 com a classificação apresentada no quadro 4 e ainda associados a figura 5, cerca 27% das sub-bacias (17 sub-bacias) apresentaram baixa suscetibilidade à erosão.

Isto possivelmente está relacionado ao fator topográfico, uma vez que estas subbacias apresentam baixa declividade, ou seja, constituem-se de áreas bastante planas. Especialmente no caso das sub-bacias P13 e PE14.

Em contrapartida, as sub-bacias P02, P05, P08, PE01 e PE29 apresentaram alta suscetibilidade, provavelmente em função das maiores declividades em seu relevo. Percebe-se que, mesmo as sub-bacias enquadradas nesta categoria não apresentaram perdas de solo tão altas, ficando o maior valor detectado (127,3 t/ha.ano na sub-bacia P08) bem distante do limite superior (200 t/ha.ano). As bacias sob alto risco de erosão representam cerca de 8% da área total do município, sendo que num plano de gestão do uso do solo urbano estas devem ser as áreas prioritárias manejo e conservação.

As microbacias que apresentaram risco moderado de erosão representam cerca de 65% da área do município de Teresina. Conforme dito anteriormente, estas regiões bem como as 5 bacias que estavam classificadas em risco alto, são as áreas que necessitam de mais atenção num plano de gerenciamento dos solos urbanos.

No entanto, cabe destacar que, de acordo com citação de Farinasso *et al.* (2006), Stein *et al.* (1987) concluíram que a USLE, para grandes áreas, não deve ser utilizada como estimativa para quantificar perdas de solo por erosão, mas para uma avaliação qualitativa. Desta forma, nestes estudos regionais os valores de perdas de solo por erosão não podem ser tomados como dados reais, servindo tão somente para categorizar qualitativamente as áreas quanto a sua maior ou menor suscetibilidade à erosão.

CONCLUSÃO

A maioria das sub-bacias da área urbana de Teresina enquadra-se como sendo de suscetibilidade moderada (65%) a erosão. Visto que não existe um cadastro consolidado do sistema de drenagem urbana implantado ou projetado para cada sub-bacia em que a área urbana de Teresina foi discretizada, não é possível estabelecer uma relação com aporte de sedimentos nas redes de drenagem e canais naturais e seus impactos, tanto relacionados à redução de capacidade quanto aos custos de manutenção da rede e desassoreamento de cursos d'água. Para se ter uma predição melhor

deve se efetuar levantamentos de dados de transporte de sedimentos nos cursos d'água pra se obter melhores resultados.

AGRADECIMENTOS

A CAPES, CNPq e pela bolsa de Mestrado do primeiro dos autores.

BIBLIOGRAFIA

BERTONI, J.; LOMBARDI NETO, F. Conservação do Solo. São Paulo. 355p. 3ª Edição. 1993

BUCHARLES, L C G e PEREIRA DA SILVA. S M C. Avaliação do volume de água pluvial drenado em um empreendimento habitacional: estudo de caso em Londrina - PR In: Ambiente Construído, Porto Alegre, v. 7, n. 2, p. 45-57, abr./jun. 2007. ISSN 1678-8621 2007

CARVALHO, Hélio Wilson Lemos de et al . Adaptabilidade e estabilidade de cultivares de milho no Nordeste brasileiro no triênio 1998 a 2000. Pesq. agropec. bras., Brasília, v. 37, n. 11, nov. 2002 .

CARVALHO, N.O. Hidrossedimentologia prática. Rio de Janeiro, CPRM - Companhia de Pesquisa em Recursos Minerais. 372p. 1994

CHAVES, H. M. L. Estimativa da erosão atual e potencial no Vale do São Francisco. Relatório final de Consultoria. CODEVASF/FAO, Brasília. 1994.

COSTA, C. H. N.; PEREIRA, H. F.; A., Maurílio V.. Epidemia de leishmaniose visceral no Estado do Piauí, Brasil, 1980-1986. Rev. Saúde Pública, São Paulo, v. 24, n. 5, out. 1990 .

DESMET, P. J. J.; GOVERS, G. (1996). A GIS procedure for automatically calculating the USLE LS factor on topographically complex landscape units. Journal of Soil and Water Conservation, v. 51, n. 5, p. 427–433.

ENGEL, B.; MOHTAR, R. Estimating soil erosion using RUSLE and the ArcView GIS. 2006. Disponível em <<http://pasture.ecn.purdue.edu/~abe526/resources1/workshop/gisrusle2.doc>>. Acessado em 12 de setembro de 2011.

FARINASSO, M.; CARVALHO JÚNIOR, O. A.; GUIMARÃES, R. F.; GOMES, R. A. T.; RAMOS, V. M.. Avaliação qualitativa do potencial de erosão Laminar em grandes áreas por meio da EUPS – Equação Universal de Perdas de Solos utilizando novas metodologias em SIG para os cálculos dos seus fatores na região do Alto Parnaíba – PI-MA. Revista Brasileira de Geomorfologia, v. 7, n. 2. 2006.

GÓES, A. M.. A Formação Poti (Carbonífero Inferior) da Bacia do Parnaíba. Programa de Pós Graduação em Geociências da Universidade de São Paulo. Tese de Doutorado, 230 p. 1995.

GÓES, A. M., FEIJÓ, F. J. Bacia do Parnaíba. Boletim de Geociências da PETROBRAS, Rio de Janeiro, 8(1):57-67. 1994.

IBGE, Censo Populacional 2010. Censo Populacional 2010. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) Disponível em <<http://www.ibge.gov.br/cidadesat/topwindow.htm?1>> Acesso em 15 de setembro de 2011.

IWASA, O.Y. & FENDRICH, R.. Controle de Erosão Urbana. In: Oliveira, A. M. S & Brito, S. N. A. Geologia de Engenharia, ABGE, Cap.16, São Paulo, SP, pp.271- 281. 1998.

LIMA, E. A. M.; LEITE, J. F. Projeto estudo global dos recursos minerais da Bacia Sedimentar do Parnaíba - integração geológica-metalogenética. Recife, DNPM/CPRM, 2 v. 1978.

LOMBARDI NETO, F.; MOLDENHAUER, W.C. Erosividade da chuva: sua distribuição e relação com as perdas de solo em Campinas (SP). Bragantia – Revista de Ciências Agrônômicas – Instituto Agrônômico, Campinas, v. 51, n. 2, p. 189-196, 1992.

MOORE, I. D.; BURCH, G. Physical basis of the length-slope factor in the Universal Soil Loss Equation. Soil Science Society of America Journal, n. 50, p. 1294-1298 1986.

PINTO, S.A.F. Contribuição metodológica para análise de indicadores da erosão do solo utilizando técnicas de sensoriamento remoto, geoprocessamento e modelo preditivo. Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Branco. 1996.

SILVA, F.G.B, MINOTTI, R.T, LOMBARDI NETO, F., PRIMAVESI, O., CRESTANA, S. Previsão da perda de solo na Fazenda Canchim – SP (EMBRAPA) utilizando geoprocessamento e o USLE 2D. Revista de Engenharia Sanitária e Ambiental, v.15 n.2, pag. 141-148, 2010.

SOUZA, C. F.; Dornelles, A. M.; Acioli, L. A.; Merten, G. H. Comparação dentre estimativas de produção de sedimentos na bacia do rio Potiribu. In: VII Encontro Nacional de Engenharia de Sedimentos, 2006, Porto Alegre. Anais: VII Encontro Nacional de Engenharia de Sedimentos. Porto Alegre : ABRH, 2006.

STEIN, D.P.; Donzelli, P.; Gimenez, A.F.; Ponçano, W.L.; Lombardi Neto, F. Potencial de erosão Laminar natural e antrópica na bacia do Peixe-Paranapanema. In: Simpósio Nacional de Controle de Erosão, 4. Anais..., Marília. p. 105-135. 1987.

VALENTE, A. L. S.; KOPPE, J. C. K.; RISSO, A.; BASTOS, C. A.; STRIEDLER, A. J.; DIAS, R. D. Estimativa da suscetibilidade potencial à erosão Laminar devido a fatores naturais: uma proposta metodológica e sua aplicação no município de Porto Alegre (RS). Teoria e Prática na Engenharia Civil, No. 2, p. 85-92. Porto Alegre, RS. 2001.

VITTE, A. C.; MELLO, J. P. Considerações sobre a erodibilidade dos solos e a erosividade das chuvas e suas consequências na morfogênese das vertentes: um balanço bibliográfico. Climatologia e Estudos da Paisagem. Rio Claro - Vol.2 - n.2. p. 107. 2007.

WILLIAMS, J.R. (1975). Sediment yield prediction with universal equation using runoff energy factor. Washington, D.C.: USDA-ARS Handbook 5-40. 228 p. 1975.

WILLIAMS, J. R.; BERNDT, H. D. Determining the universal soil loss equation's length-slope factor for watersheds. Proceedings of the National Soil Erosion Conference, West Lafayette. 1976

WISCHMEIER, W. H.; SMITH, D. D. Predicting rainfall erosion losses: a guide planning. Agr. Handbook, n.537. USDA. Washington (DC). 1978.