



REVISÃO DOS VALORES DO FATOR DE COBERTURA VEGETAL DA USLE PARA CONDIÇÕES BRASILEIRAS

*Antônia Tatiana Pinheiro do Nascimento¹, Bruno Silva Pereira²
& Pedro Henrique Augusto Medeiros³*

RESUMO --- A Equação Universal de Perda de Solos (*Universal Soil Loss Equation* – USLE) é o método mais amplamente empregado em estudos de perdas de solo devido a sua simplicidade. Se por um lado o caráter empírico da equação permite uma vasta utilização, o mesmo introduz incertezas no cálculo das perdas de solo. Estudos têm apontado o fator de cobertura do solo (Fator C), como principal fonte de incertezas da USLE, uma vez que: I) O Fator C apresenta elevada variabilidade de até duas ordens de grandeza; II) Devido à escassez de estudos experimentais, os valores geralmente adotados são obtidos de tabelas para condições vegetais muitas vezes distintas. Como forma de reduzir as incertezas na aplicação da USLE em trabalhos no Brasil, realizou-se neste estudo uma revisão dos valores do Fator C obtidos experimentalmente no país. A revisão englobou trabalhos conduzidos em seis estados brasileiros com vegetação natural (Caatinga e Mata Atlântica) e culturas agrícolas (milho, soja, trigo, café, aveia), além de capim, palma e eucalipto. Observou-se que os valores do Fator C apresentam variabilidade significativa não apenas para tipos vegetacionais diferentes, mas também em uma mesma vegetação. É o caso da Caatinga, para a qual os valores máximo e mínimo diferem em até 12 vezes. O mesmo se observa para culturas agrícolas, para as quais a variabilidade se explica pelos diferentes preparos do solo.

ABSTRACT --- The Universal Soil Loss Equation (USLE) is the most widely used method in soil loss studies due its simplicity. The empirical nature of the equation allows a wide use, on the other hand it introduces uncertainty in the calculation of soil losses. Studies have pointed out the soil cover factor (C Factor), as the main source of uncertainty of the USLE, since: I) The C Factor presents high variability of up to two orders of magnitude; II) Due to the scarcity of experimental studies, the values generally adopted are obtained from tables for distinct vegetation conditions. In order to reduce the uncertainties in the application of the USLE in Brazil, a review of C Factor values obtained experimentally in the country was conducted in this study. The review encompassed studies carried out in six Brazilian states with natural vegetation (Caatinga and Atlantic Forest) and crops (corn, soybeans, wheat, coffee, oats), and grass, palm and eucalyptus. It was observed that the values of Factor C show significant variability not only for different types of vegetation, but also for the same vegetation. This is the case of the Caatinga, for which the maximum and minimum values differ by up to 12 times. The same is observed for crops, for which the variability can be explained by the soil tillage.

Palavras-chave: USLE, fator de cobertura, incertezas, modelagem hidrossedimentológica.

¹ Estudante de Engenharia Ambiental e Sanitária. IFCE, Campus Maracanaú. Email: tati16pinheiro@yahoo.com.br

² Engenheiro Ambiental e Sanitarista. IFCE, Campus Maracanaú. Email: brunopereiraengambiental@gmail.com

³ Professor Dr. IFCE, Campus Maracanaú. Email: phamedeiros@ifce.edu.br

INTRODUÇÃO

A erosão, o transporte e a deposição de sedimentos são processos naturais que afetam a sociedade através da perda de solo com decréscimo da capacidade regenerativa da vegetação natural e da produtividade agrícola, do assoreamento de reservatórios com diminuição de sua capacidade, da intensificação das inundações e da redução da disponibilidade hídrica, entre outros (FARIAS, 2008).

Vários são os modelos para o cálculo dos processos hidrossedimentológicos, estes podendo ser classificados de acordo com a abordagem dos processos simulados, como empíricos, conceituais ou físicos. Porém, a maioria dos trabalhos encontrados na literatura utiliza a Equação Universal de Perda de Solos (*Universal Soil Loss Equation* – USLE) para cálculo das perdas de solo na escala de lote agrícola (WISCHMEIER, SMITH, 1965 e 1978).

Uma discussão sobre a adoção de métodos físicos, conceituais ou empíricos para modelagem hidrossedimentológica foi apresentada por Medeiros (2009), que argumenta que “o principal dilema para a modelagem hidrossedimentológica de bacias hidrográficas consiste na escolha entre duas abordagens bastante distintas, com resultados também diferenciados: I. Modelos simples (empíricos, concentrados) capazes de indicar a produção de sedimentos total na escala de bacia, porém inadequados para a determinação de sua distribuição espacial; II. Modelos complexos (bases físicas, distribuídos) que permitem a previsão do padrão espacial da produção de sedimentos, simulando explicitamente as condições de transporte, mas que requerem uma grande quantidade de dados e apresentam incertezas quanto à simulação conjunta de diferentes processos e suas interações.” O autor afirma que adoção de modelos puramente físicos na escala de bacia hidrográfica pode se tornar impraticável devido ao grande número de parâmetros necessários, sendo que “a solução geralmente adotada por modelistas e gestores de bacias hidrográficas tem sido o uso de modelos que combinam as duas abordagens, ou seja, modelos semi-distribuídos que simulam isoladamente os processos de erosão, transporte e deposição, utilizando equações empíricas”.

Nesse contexto, a Equação Universal da Perda de Solo - USLE (e suas variações) é bastante utilizada, apesar das incertezas a que está suscetível. O seu vasto uso está relacionado com a sua praticidade, sendo a mesma empregada para determinação da erosão em diferentes regiões do Brasil e do mundo, com diferenças de clima, solo e vegetação.

Segundo Bertoni e Lombardi Neto (2010), no Brasil os trabalhos iniciais da equação de perdas de solo foram desenvolvidos por Bertoni e colaboradores utilizando os dados existentes para as condições do Estado de São Paulo. Nas últimas décadas, vários autores têm avaliado os fatores da

equação para outras regiões (BERTOL *et al.*, 2001 / 2002; ALBUQUERQUE *et al.*, 2005; MARTINS *et al.*, 2010; EDUARDO *et al.*, 2013; SANTOS *et al.*, 2014).

Dentre os fatores que compõem a USLE, o fator de cobertura (Fator C) é o que apresenta maiores incertezas. Medeiros *et al.* (2010) mostram em seu estudo da bacia hidrográfica do Benguê (933 km²), Ceará, que enquanto o fator de erodibilidade do solo (Fator K) apresenta variação de até 2 vezes entre os valores máximo e mínimo e o fator topográfico (Fator combinado LS) apresenta variação de até 5 vezes, a razão entre os valores máximo e mínimo do fator C na bacia é de 74 vezes. Os autores argumentam ainda que “a variabilidade espacial e temporal das características da vegetação, especialmente em florestas decíduas como a do semiárido brasileiro, representa uma fonte de incerteza adicional na determinação do fator de vegetação e manejo de culturas”. Vázquez-Fernández *et al.* (1996) afirmam que a dificuldade da determinação do Fator C se deve à grande dinâmica do uso do solo agrícola e à necessidade de determinar com precisão a sequência cultural. Amorim *et al.* (2010) concluíram em seus estudos que os maiores desvios encontrados nas estimativas determinadas pelos modelos USLE e RUSLE podem ser explicados, em parte pela falta de dados para a determinação precisa do Fator C para as condições brasileiras de uso e manejo do solo.

Esse fator da USLE é definido como a relação esperada entre as perdas de solo de um terreno cultivado em dadas condições e as perdas correspondentes de um terreno mantido continuamente descoberto. O Fator C varia de valores próximos a zero a um, apresentando menores valores em coberturas naturais preservadas com aumento gradativo de acordo com o nível de degradação, atingindo o valor unitário em solo descoberto.

Amaral (2006) esclarece que no Brasil existe uma escassez na literatura sobre a determinação experimental do Fator C. Assim, fazem-se necessárias pesquisas nos mais diferentes locais, devido às variações existentes em função da localização geográfica que afetam principalmente a chuva, o solo e a topografia.

Diante do exposto, o presente trabalho tem como objetivo a revisão bibliográfica e de valores do Fator C obtidos experimentalmente em todo o território nacional a fim de contribuir para a diminuição das incertezas no cálculo da perda de solos utilizando a USLE e suas variações em estudos no Brasil

MÉTODOS E MATERIAIS

Este estudo consiste de uma revisão da literatura sobre o fator de cobertura da USLE e suas derivações, englobando estudos experimentais conduzidos no Brasil para determinação do fator em diferentes condições de vegetação natural e cultivos diversos. A USLE, proposta por Wischmeier e Smith (1965, 1978), juntamente com a descrição dos fatores que a compõem, é apresentada a seguir:

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

Em que: E é a taxa anual de erosão ($t \text{ ha}^{-1}$); R é o fator de erosividade da chuva ($\text{MJ} \cdot \text{mm} \text{ ha}^{-1} \text{ hr}^{-1}$ por ano); K é o fator de erodibilidade do solo ($t \cdot \text{hr} \cdot \text{MJ}^{-1} \cdot \text{mm}^{-1}$), L é o fator de comprimento de rampa (-); S é o fator de declividade (-); C é o fator de cobertura vegetal e uso do solo (-); e P é o fator de práticas conservacionistas (-).

Galdino (2012) apresenta as seguintes descrições dos referidos fatores:

- Fator R - índice numérico que expressa a capacidade da chuva de produzir erosão, sendo proporcional à energia cinética da mesma. O mesmo é calculado pelo somatório dos valores mensais dos índices de erosividade;
- Fator K - expressa a intensidade de erosão por unidade de índice de erosividade da chuva para um solo específico que é mantido continuamente sem cobertura. Os principais atributos que influenciam na erodibilidade dos solos são a textura, teor de matéria orgânica, estrutura, porosidade, permeabilidade, teores de óxidos e hidróxidos de ferro e alumínio, atividades das argilas e profundidade solo;
- Fator LS - o fator topográfico, obtido pelo produto dos fatores L e S, representa a relação de perdas de solo entre um declive de um comprimento e declividade quaisquer e um declive de 22 m de comprimento com declividade de 9% do mesmo solo, mesmas características de chuvas e sob a mesma cobertura vegetal;
- Fator C - expressa a relação entre as perdas de solo de um terreno com determinada cobertura vegetal e as perdas correspondentes de um terreno mantido continuamente descoberto;
- Fator P - relacionado com as práticas de conservação do solo, o Fator P quantifica o efeito de práticas de conservação sobre as taxas de erosão no que diz respeito à redução da energia cinética do fluxo hídrico e ao aumento da capacidade de infiltração de água no solo, o que provoca diminuição da capacidade de transporte do solo erodido.

O Fator C, objeto deste estudo, está relacionado com a cobertura vegetal e sua importância para a conservação do solo. A vegetação atua como importante elemento natural de proteção do solo contra erosão hídrica sob três perspectivas:

- I) Acima do solo – a vegetação evita o impacto direto das gotas de chuva sobre o solo, provocando a atenuação da energia cinética e promovendo uma redução da erosividade da mesma;
- II) Na superfície do solo – a serrapilheira também atua como barreira protetora do solo através da atenuação da energia cinética da chuva, bem como através da redução da tensão de cisalhamento do escoamento sobre o solo, devido à diminuição de sua velocidade;
- III) Abaixo da superfície do solo – devido a sua reconhecida importância para a melhoria das condições de infiltração da água no solo (através do aumento da macroporosidade, teor de matéria orgânica...), a vegetação contribui para a redução do escoamento superficial, com impactos positivos na proteção do solo contra erosão.

Nos estudos para determinação do Fator C de cobertura da USLE, experimentos são conduzidos controlando-se todos os outros fatores da USLE e medindo-se as taxas de perda de solos, isolando-se o Fator C na Equação 1 para quantificá-lo. A seguir são apresentados os estudos consultados no âmbito deste trabalho de revisão e seus respectivos arranjos experimentais. Os valores do Fator C obtidos nos referidos estudos científicos são apresentados na Tabela 1.

Santos *et al.* (2014) conduziram estudos hidrossedimentológicos no período de 2009 a 2012 no município de Iguatu, Ceará, em região de clima semiárido do tipo BSw'h' segundo classificação de Koppen, com chuva média anual de 867 mm. Os autores implantaram lotes experimentais com dimensões de 2 x 10 m em área com solo do tipo Vertissolo Ebânico Carbonático sem nenhum tratamento, e determinaram o Fator C para coberturas do tipo Caatinga nativa, Caatinga raleada e plantio de capim (*Andropogon gayanus* Kunt) após prática de desmatamento e queima.

Albuquerque *et al.* (2005) também estudaram lote experimental com Caatinga nativa, além de Caatinga nova, Caatinga morta e palma, na Bacia de Sumé em Pernambuco. A região caracteriza-se por clima semiárido BSh em solo do tipo Luvisolo Hipocrômico Órtico Vértico, com chuva média anual de 695 mm. Para os lotes experimentais foram utilizadas as dimensões estabelecidas por Wischmeier e Smith (1978), tendo o estudo durado de 1983 a 1990.

Bertol *et al.* (2001) estudaram culturas de soja (1) e trigo (2) com sucessão soja/trigo (3) na região de Lages, Santa Catarina de 1992 à 1998, com os seguintes tratamentos do solo: semeadura direta, escarificação + uma gradagem, aração + duas gradagens. O clima da região é do tipo

temperado úmido (Cfb, segundo classificação de Koppen), com precipitação média anual de aproximadamente 1.274 mm e o solo é do tipo Cambissolo Húmico Alumínico Argiloso Horizonte A Moderado. O experimento foi realizado em parcelas com dimensões de 3,5 x 22,1 m. Bertol *et al.* (2002) utilizou as condições do experimento porém com culturas de milho (*Zea Mayas*) e aveia (*Avena sativa*).

Em condições semelhantes, Amaral (2006) conduziu estudo no período de 2002 a 2005 em Lages, Santa Catarina, em solo Cambissólico Húmico Alumínico Léptico Horizonte A Moderado. Foram analisados três sistemas de manejo do solo: semeadura direta, escarificação + 1 gradagem, aração + duas gradagens. Posteriormente foram plantadas sucessões de culturas de soja (*Glycine Max*) e trigo (*Triticum aestivum* L.). O autor estudou também um tratamento adicional constituído de aração + duas gradagens sem cultura.

Devido à grande importância da cultura de eucalipto para a economia mundial, Martins *et al.* (2010) elaboraram para essa cultura e para Mata Atlântica na região de Aracruz, Espírito Santo, no período de 1997 a 2004. A região possui clima Tropical (Aw, segundo Koppen), com chuva média de 1.400 mm/ano, e os solos do ensaio foram: Argissolo Amarelo, Plintossolo Háptico Distrófico, Argissolo Amarelo. Os experimentos foram conduzidos em parcelas com dimensões de 12 x 24 m (eucalipto) e de 4 x 12 m (Mata Atlântica).

Para a região da Seropédica no Rio de Janeiro, Eduardo *et al.* (2013) estudaram a cultura de milho (*Zea Mayas*) no período de 2007 a 2011 em área com solo Argiloso Vermelho Amarelo com sistema convencional em nível. A região possui clima tropical do tipo Aw, segundo classificação de Koppen. Em circunstância de clima semelhante, Prochnow *et al.* (2005), pesquisaram sobre o manejo e cobertura do solo utilizando cultura de café em solo do tipo Argissolo Vermelho Amarelo Eutrófico em Pindorama, São Paulo, com chuva anual de 1.444 mm. Os experimentos foram com espaçamentos na entrelinha e na linha da cultura de 3,0 x 0,5 m, 3,0 x 1,0 m, 3,0 x 2,0 m, 3,0 x 3,0 m, 4,0 x 2,0 m.

RESULTADOS E DISCUSÃO

Os resultados dos estudos experimentais consultados neste trabalho de revisão sobre o Fator C da USLE para condições brasileiras estão compilados na Tabela 1. São apresentados 42 valores do Fator C para diferentes tipos de vegetação e uso do solo e condições de experimentos, localizados em seis estados brasileiros. Os resultados estão agrupados por tipo de vegetação e cultura.

Para a Caatinga, observa-se uma variabilidade de até 12 vezes entre os valores máximo e mínimo do Fator C para diferentes condições da vegetação. O estudo de Santos *et al.* (2014) indica que, na Caatinga raleada, o fator de cobertura vegetal é menor (portanto produzindo menos sedimento) do que a da Caatinga nativa. Isso se dá pela possibilidade de desenvolvimento da vegetação herbácea após o raleamento da Caatinga, a qual promove cobertura mais homogênea do solo e, portanto, maior proteção do mesmo. Outro aspecto que merece destaque é que, mesmo para condições de Caatinga com descrição semelhante (Caatinga nativa), os estudos de Santos *et al.* (2014) e Albuquerque *et al.* (2005) apresentam valores com diferenças de uma ordem de grandeza, com valores do Fator C de 0,0167 e 0,0015, respectivamente. Merece atenção por parte dos usuários da USLE as descrições apresentadas pelos diferentes autores de estudos experimentais do Fator C. No caso específico da Caatinga, Albuquerque *et al.* (2005) estudaram Caatinga nova (rebrotou após corte da vegetação original), a qual apresentou valor de C (0,0174) semelhante ao encontrado por Santos *et al.* (2014) em uma vegetação que os autores classificaram como Caatinga nativa.

Dos biomas brasileiros, além da Caatinga identificou-se estudo experimental para determinação do Fator C da USLE apenas em região com Mata Atlântica. O estudo de Martins *et al.* (2010) indicou um valor de 0,02 para o Fator C desse bioma.

Assim como observado para a Caatinga, diferenças significativas do Fator C foram encontradas também para as culturas estudadas por autores distintos, o que se deve em grande parte pelos diferentes tratamentos do solo anteriores ao plantio. Para a cultura do milho, Bertol *et al.* (2002) obtiveram o valor máximo de 0,1097 para o Fator C em um preparo do solo por aração seguido de duas gradagens em Lages - SC, enquanto que Eduardo *et al.* (2013) estudando a mesma cultura em Seropédica - RJ, encontraram valor de C de 0,007 em cultivo convencional em nível.

Vale ressaltar que o estudo de Eduardo *et al.* (2013) envolve também uma prática admitida como conservacionista (plantio em curvas de nível) cujo efeito é contemplado na USLE em seu Fator P. Observou-se que essa característica é comum a outros estudos sobre o fator de cobertura vegetal, sendo indicado pelos autores um valor que corresponde, na realidade, ao produto dos

fatores C (cobertura vegetal) e P (práticas conservacionistas) da USLE (por exemplo, o trabalho de Albuquerque et al., 2005 no que diz respeito a palma), muito embora seja recomendado isolarem-se os efeitos da vegetação daqueles produzidos por práticas de cultivo.

Elevada variabilidade do Fator C em uma mesma cultura foi observado também em estudos com soja, trigo, sucessão soja / trigo, café e aveia, tanto em um mesmo estudo (ocasionada pelos diferentes tratamentos do solo empregados) como entre estudos distintos.

Estudos com soja apresentaram variação do Fator C de até 10 vezes para diferentes preparos do solo (semeadura direta versus aração + duas gradagens no estudo de Amaral, 2006) e de até 6,5 vezes entre diferentes estudos com mesmo preparo do solo (semeadura direta nos trabalhos de Amaral, 2006 e Bertol *et al.*, 2001). Os valores do fator C para a cultura de soja se encontraram na faixa de 0,007 a 0,1437 nos estudos consultados.

Por sua vez, estudos experimentais com cultura de trigo apresentaram variação do Fator C de até 3,7 vezes para diferentes preparos do solo (semeadura direta versus aração + duas gradagens no estudo de Bertol *et al.*, 2001) e de pouco mais de 2 vezes entre diferentes estudos com mesmo preparo do solo (escarificação + uma gradagem nos trabalhos de Amaral, 2006 e Bertol *et al.*, 2001). Os valores do fator C para a cultura de trigo variaram de 0,035 a 0,2158 nos estudos consultados no âmbito desta revisão.

A cultura do café apresentou variabilidade relativamente reduzida no estudo de Prochnow *et al.* (2005), com valores na faixa de 0,0866 a 0,1412. O mesmo pôde ser observado para a cultura de aveia, para a qual o estudo de Bertol *et al.* (2002) apresentou valores entre 0,0372 e 0,0671.

Vale ressaltar também o impacto do preparo do solo sobre o fator C, que se apresentou de forma mais expressiva na cultura de trigo (relação dos Fatores C para semeadura direta / aração + duas gradagens igual a 3,7), seguido de soja (relação de 3,2 entre os Fatores C para os mesmos preparos do solo), milho e aveia (ambos com relação de 1,8 entre os Fatores C para os mesmos preparos do solo). Valores do Fator C para outras culturas e condições de cultivo podem ser observados na Tabela 1, a seguir.

Tabela 1 – Valores do fator de cobertura da USLE para condições brasileiras

Vegetação / uso do solo	Fator C	Local	Clima	Período do experim.	Observação	Fonte
Caatinga nativa	0,0015	Sumé, PB	Semiárido - BSh	1983-1990	-----	Albuquerque et al., 2005
Caatinga nativa	0,0167	Iguatu, CE	Semiárido - BSw'h'	2009-2012	-----	Santos et al., 2014
Caatinga nova	0,0174	Sumé, PB	Semiárido - BSh	1983-1990	-----	Albuquerque et al., 2005
Caatinga raleada	0,0084	Iguatu, CE	Semiárido - BSw'h'	2009-2012	-----	Santos et al., 2014
Cobertura morta (corte pousio)	0,0056 0,0133	Sumé, PB	Semiárido - BSh	1983-1990	-----	Albuquerque et al., 2005
Mata Atlântica	0,02	Aracruz, ES	Tropical - Aw	1997-2004	-----	Martins et al., 2010
Capim (<i>Andr. gayanus</i> Kunt)	0,0067	Iguatu, CE	Semiárido - BSw'h'	2009-2012	Pós desmatamento e queima	Santos et al., 2014
Palma	0,2355	Sumé, PB	Semiárido - BSh	1983-1990	Cultivo em nível	Albuquerque et al., 2005
Palma	0,5103	Sumé, PB	Semiárido - BSh	1983-1990	Cultivo morro abaixo	Albuquerque et al., 2005
Eucalipto	0,30	Aracruz, ES	Tropical - Aw	1997-2004	Clones híbridos naturais com 7 anos de idade	Martins et al., 2010
Milho (<i>Zea Mayas</i> L.)	0,007	Seropédica, RJ	Tropical - Aw	2007-2011	Cultivo convencional em nível	Eduardo et al., 2013
Milho (<i>Zea Mayas</i>)	0,061	Lages, SC	Temp. úmido - Cfb	1992-1998	Semeadura direta	Bertol et al., 2002
Milho (<i>Zea Mayas</i>)	0,0809	Lages, SC	Temp. úmido - Cfb	1992-1998	Escarificação + uma gradagem	Bertol et al., 2002
Milho (<i>Zea Mayas</i>)	0,1097	Lages, SC	Temp. úmido - Cfb	1992-1998	Aração + duas gradagens	Bertol et al., 2002
Soja	0,007	Lages, SC	Temp. úmido - Cfb	2004-2005	Semeadura direta	Amaral, 2006
Soja	0,016	Lages, SC	Temp. úmido - Cfb	2003-2005	Escarificação + uma gradagem	Amaral, 2006
Soja	0,073	Lages, SC	Temp. úmido - Cfb	2002-2005	Aração + duas gradagens	Amaral, 2006
Soja	0,0455	Lages, SC	Temp. úmido - Cfb	1992-1998	Semeadura direta	Bertol et al., 2001
Soja	0,0807	Lages, SC	Temp. úmido - Cfb	1992-1998	Escarificação + uma gradagem	Bertol et al., 2001
Soja	0,1437	Lages, SC	Temp. úmido - Cfb	1992-1998	Aração + duas gradagens	Bertol et al., 2001

Tabela 1 – Valores do fator de cobertura da USLE para condições brasileiras (continuação)

Vegetação / uso do solo	Fator C	Local	Clima	Período do experim.	Observação	Fonte
Trigo	0,035	Lages, SC	Temp. úmido - Cfb	2007-2005	Semeadura direta	Amaral, 2006
Trigo	0,083	Lages, SC	Temp. úmido - Cfb	2006-2005	Escarificação + uma gradagem	Amaral, 2006
Trigo	0,126	Lages, SC	Temp. úmido - Cfb	2005-2005	Aração + duas gradagens	Amaral, 2006
Trigo	0,0588	Lages, SC	Temp. úmido - Cfb	1992-1998	Semeadura direta	Bertol et al., 2001
Trigo	0,1854	Lages, SC	Temp. úmido - Cfb	1992-1998	Escarificação + uma gradagem	Bertol et al., 2001
Trigo	0,2158	Lages, SC	Temp. úmido - Cfb	1992-1998	Aração + duas gradagens	Bertol et al., 2001
Sucessão soja / trigo	0,042	Lages, SC	Temp. úmido - Cfb	2010-2005	Semeadura direta	Amaral, 2006
Sucessão soja / trigo	0,099	Lages, SC	Temp. úmido - Cfb	2009-2005	Escarificação + uma gradagem	Amaral, 2006
Sucessão soja / trigo	0,198	Lages, SC	Temp. úmido - Cfb	2008-2005	Aração + duas gradagens	Amaral, 2006
Sucessão soja / trigo	0,1043	Lages, SC	Temp. úmido - Cfb	1992-1998	Semeadura direta	Bertol et al., 2001
Sucessão soja / trigo	0,2661	Lages, SC	Temp. úmido - Cfb	1992-1998	Escarificação + uma gradagem	Bertol et al., 2001
Sucessão soja / trigo	0,3713	Lages, SC	Temp. úmido - Cfb	1992-1998	Aração + duas gradagens	Bertol et al., 2001
Café	0,1354	Pindorama, SP	Tropical - Aw	1962-1972	Espaçam. na entrelinha e na cultura 3,0 x 0,5 m	Prochnow et al., 2005
Café	0,0866	Pindorama, SP	Tropical - Aw	1963-1972	Espaçam. na entrelinha e na cultura 3,0 x 1,0 m	Prochnow et al., 2005
Café	0,0995	Pindorama, SP	Tropical - Aw	1964-1972	Espaçam. na entrelinha e na cultura 3,0 x 2,0 m	Prochnow et al., 2005
Café	0,1412	Pindorama, SP	Tropical - Aw	1965-1972	Espaçam. na entrelinha e na cultura 3,0 x 3,0 m	Prochnow et al., 2005
Café	0,1004	Pindorama, SP	Tropical - Aw	1966-1972	Espaçam. na entrelinha e na cultura 4,0 x 2,0 m	Prochnow et al., 2005
Aveia (<i>Avena Sativa</i>)	0,0372	Lages, SC	Temp. úmido - Cfb	1992-1998	Semeadura direta	Bertol et al., 2002
Aveia (<i>Avena Sativa</i>)	0,0409	Lages, SC	Temp. úmido - Cfb	1992-1998	Escarificação + uma gradagem	Bertol et al., 2002
Aveia (<i>Avena Sativa</i>)	0,0671	Lages, SC	Temp. úmido - Cfb	1992-1998	Aração + duas gradagens	Bertol et al., 2002

CONCLUSÕES

Apesar de ser o modelo hidrossedimentológico mais amplamente utilizado pelo meio técnico-científico, a Equação Universal de Perda de Solos – USLE apresenta imprecisões devido sua natureza empírica, sendo o fator de cobertura vegetal (Fator C) apontado como a principal fonte de incertezas. Estudos científicos utilizando a equação têm sido muito criteriosos com relação ao mapeamento da vegetação através de sensoriamento remoto (por exemplo VÁZQUEZ-FERNÁNDEZ *et al.*, 1996, CHAVES, 2010, SERIO *et al.*, 2008) porém valores de C são geralmente obtidos de tabelas e muitas vezes para tipos de vegetação distintos do observado na prática, o que pode introduzir erros superiores a 1 ordem magnitude.

Para a Caatinga, observa-se uma variabilidade de até 12 vezes entre os valores máximo e mínimo do Fator C para diferentes condições da vegetação. Mesmo para condições de Caatinga com descrição semelhante (Caatinga nativa), estudos apresentam valores com diferenças de uma ordem de grandeza. Assim como observado para a Caatinga, diferenças significativas do Fator C foram encontradas também para as culturas estudadas por autores distintos, o que se deve em grande parte, nesse caso, pelos diferentes tratamentos do solo anteriores ao plantio.

Diante do exposto, recomenda-se a realização de estudos experimentais para determinação do fator C em todo o território nacional e para os diferentes biomas do país, a fim de diminuir incertezas na utilização da USLE. Ressalta-se que é preciso cautela quando da adoção de valores para o Fator C em aplicações da USLE e suas variações, uma vez que as incertezas desse fator podem introduzir erros significativos nas estimativas de perdas de solo.

AGRADECIMENTOS

Ao CNPq pelas bolsas de iniciação científica do primeiro e do segundo autores, e ao IFCE pela bolsa de produtividade em pesquisa do terceiro autor.

BIBLIOGRAFIA

- ALBUQUERQUE, A.W.; FILHO, G.M.; SANTOS, J.R.; COSTA, J.P.V.; SOUZA, J.L. (2005) *Determinação de fatores da Equação Universal de Perda de Solo em Sumé, PB*. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola Ambiental, Campina Grande, v.9, n.2, p. 153-160.
- AMARAL, A.J. (2006) *Fator cobertura e manejo da equação Universal de Perda de Solo para Soja e Trigo em um Cambissolo Húmico Alumínico submetido a diferentes sistemas de manejo*. Dissertação de Mestrado em Ciência do Solo, Universidade do Estado de Santa Catarina, Lages.
- AMORIM, R.S.S.; SILVA, D.D.; PRUSKI, F.F.; MATOS, A.T. (2010) *Avaliação do desempenho dos modelos de previsão da erosão hídrica USLE, RUSLE e WEPP para diferentes condições edafoclimáticas do Brasil*. Revista de Engenharia Agrícola, v.30, n.6, p. 1046-1049.
- BERTOL, I.; SHICK, J.; BATISTELA, O. (2001) *Razão de perdas de solo e Fator C para as culturas de Soja e Trigo em três sistemas de preparo em um Cambissolo Húmico Alumínico*. Revista Brasileira de Ciência de Solo, v.25, p. 451-461.
- BERTOL, I.; SHICK, J.; BATISTELA, O. (2002) *Razão de perdas de solo e Fator C para milho e aveia em rotação com outras culturas em três tipos de preparo de solo*. Revista Brasileira de Ciência de Solo, v.26, p. 545-552.
- BERTONI, J.; LOMBARDI NETO, F. (2010) *Conservação do solo*. 6. Ed. São Paulo: ed. Ícone.
- CHAVES, H.M.L. (2010) *Incertezas na previsão da erosão com a USLE: impactos e mitigação*. Revista Brasileira de Ciência do Solo, v.34, p. 2021-2029.
- EDUARDO, E.N.; CARVALHO, D.F.; MACHADO, R.L.; SOARES, P.F.C.; ALMEIDA, W.S. (2013) *Erodibilidade, fatores cobertura e manejo e práticas conservacionistas em Argissolo Vermelho-Amarelo, sob condições de chuva natural*. Revista Brasileira de Ciência do Solo, v.37, p. 796-803.
- FARMER, E.E. (1973) *Relative detachability of soil particles by simulated rainfall*. Soil Science Society of America, Madison, Wisc. v.37, p. 547-550.
- FARIAS, T.R.L. (2008) *Produção de sedimento em bacias hidrográficas sob diferentes contextos geoambientais: medida e modelagem*. Dissertação de Mestrado em Engenharia Civil, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza.
- FERNÁNDEZ, G.Á.V.; FORMAGGIO, A.R.; EPINHANIO, J.C.N.; GLERIANI, J.M. (1996) *Determinação de sequências culturais em microbacia hidrográfica para caracterização do Fator C da EUPS, utilizando fotografia aérea*. Anais VIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Salvador. p. 63-67.
- GALDINO, S. (2012) *Estimativa da perda de terra sob pastagens cultivadas em solo arenoso da bacia hidrográfica do Alto Taquari – MS/MT*. Tese de Doutorado em Engenharia Agrícola, Universidade Estadual de Campinas, Campinas.

MARTINS, S.G.; SILVA, M.L.N.; AVANZI, J.C.; CURI, N.; FONSECA, S. (2010) *Fator cobertura e manejo do solo e perdas de solo e água em cultivo de eucalipto e em Mata Atlântica nos Tabuleiros Costeiros do Estado do Espírito Santo*. Scientia Forestalis, Piracicaba, v.38, n.87, p. 517-526.

MEDEIROS, P.H.A. (2009) *Processos hidrossedimentológicos e conectividade em bacia semiárida: modelagem distribuída e validação em diferentes escalas*. Tese de Doutorado em Engenharia Civil – Recursos Hídricos, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza.

MEDEIROS, P.H.A.; GÜNTNER, A.; FRANCKE, T.; MAMEDE, G.L.; de ARAÚJO, J.C. (2010) *Modelling spatio-temporal patterns of sediment yield and connectivity in a semi-arid catchment with the WASA-SED model*. Hydrological Sciences Journal, v.55, n.4, p. 636-648.

PROCHNOW, D.; DECHEN, S.C.F.; DE MARIA, I.C.; CASTRO, O.M.; VIEIRA, S.R. (2005) *Razão de perdas de terra e fator C da cultura do cafeeiro em cinco espaçamentos, em Pindorama (SP)*. Revista Brasileira de Ciência de Solo, v.29, p. 91-98.

SANTOS, J.C.N.; ANDRADE, E.M.; MEDEIROS, P.H.A.; NETO, J.R.A.; PALÁCIO, H.A.Q.; RODRIGUES, R.N. (2014) *Determinação do fator de cobertura e dos coeficientes da MUSLE em microbacias no semiárido brasileiro*. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v.18, n.11, p. 1157-1164.

SERIO, J.; COSTA, C.A.G.; TEIXEIRA, A.S.; ORTEGA, E. (2008) *Aplicação da USLE e SIG na caracterização de três micro-bacias hidrográficas no Brasil*. Revista Acadêmica de Ciências Agrárias e Ambientais, v.6, n.2, p. 213-221.

WISCHMEIER, W.H.; SMITH, D.D. (1965) *Predicting rainfall-erosion losses from cropland east of the Rocky Mountains – A guide for selection of practices for soil and water conservation*. Agriculture Handbook n. 282. U.S. Department of Agriculture, Washington.

WISCHMEIER, W.H.; SMITH, D.D. (1978). *Predicting rainfall erosion: A guide for conservation planning*. Agriculture Handbook n. 537. U.S. Department of Agriculture, Washington p. 57.