



Determinação de Fatores da Equação Universal de Perda de Solo na Província Petrolífera de Urucu, Coari-AM.

Omar Cubas Encinas⁽¹⁾; Wenceslau Geraldes Teixeira⁽²⁾; Rodrigo Santana Macedo⁽³⁾ & Adriana Costa Gil de Souza⁽⁴⁾

(1) Mestrando do PPG em Agricultura no Trópico Úmido, Bolsista CNPq, Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia - INPA, Av. André Araújo, 2936, Manaus, AM. omar.encinas@cmaa.embrapa.br ([apresentador do trabalho](#)); (2) Pesquisador da Embrapa Solos; (3) Doutorando do PPG em Solos e Nutrição de Plantas - ESALQ; (4) Mestranda do PPG em Agronomia Tropical - UFAM

Apoio: FINEP – Rede CTPETRO Amazônia – Projeto PI-2, Embrapa Amazônia Ocidental, Petrobras

RESUMO: Os fatores que afetam a erosão hídrica são combinados para determinar a perda de solo através da equação universal de perda de solo (EUPS). O objetivo deste trabalho foi determinar diretamente os fatores da EUPS na Província Petrolífera de Urucu – Coari, AM. O estudo foi realizado no Município de Coari, AM. Foram determinados os fatores da EUPS em três tratamentos: solo descoberto (D), com liteira (L) e floresta primária (L) utilizando-se parcelas coletoras de erosão. Após a cada chuva foram coletadas amostras de água e sedimentos que foram levadas pela enxurrada da chuva. A erosividade (R) foi de 226,25 MJ mm ha⁻¹ h⁻¹. O maior e menor valor de EI30 observado foi de 31,42 e 0,12 MJ mm ha⁻¹ h⁻¹ respectivamente. 0,35 e 0,16 foram os valores do fator topográfico (LS). A erodibilidade (K) foi de 0,36, 0,012 e 0,002 t ha MJ⁻¹ mm⁻¹ para os tratamentos D, L e F respectivamente. Os valores dos fatores uso e manejo e práticas conservacionistas (CP) dos tratamentos D, L e F foram de 1, 5,26 x 10⁻⁵ e 5,56 x 10⁻⁶ respectivamente. O uso de liteira reduziu em 98,82% a perda de solo. A perda de solo seguiu a seguinte ordem: D > L > F.

Palavras-chave: Erosividade, Erodibilidade, Erosão.

INTRODUÇÃO

Na Província Petrolífera de Urucu (PPU), são abertas clareiras para a instalação de poços exploratórios e posterior exploração de gás e petróleo, com a retirada de terra dos horizontes superficiais para instalação de poços, de obras civis e construção de estradas, deixando os horizontes subsuperficiais expostos na superfície do solo e sob

efeito da ação direta dos fatores climáticos como a precipitação, ventos e raios solares. Estas atividades proporcionam uma aceleração na degradação do solo, ocasionando alterações nas propriedades físicas e químicas, fomentando o surgimento de processos erosivos.

O conhecimento dos fatores que afetam a erosão na PPU, têm motivado vários pesquisadores a realizar o monitoramento dos parâmetros físicos e químicos do solo a fim de subsidiar estudos para recuperação dessas áreas. Dentre esses, destacam-se os fatores presentes na Equação Universal de Perda de Solo (EUPS), no qual afetam diretamente a erosão hídrica.

No norte do Brasil, são escassos os trabalhos que estabeleceram as perdas do solo a partir da EUPS. O fator erosividade (R) tem sido o mais pesquisado na região norte (Oliveira Jr. E Medina, 1990; Arruda, 2005; Macedo et al., 2006). Os valores do fator erodibilidade do solo (K) obtidos através de chuva natural são raros, por ser onerosa e muito demorada. Este fator foi calculado utilizando métodos indiretos para o estado de Amazonas por Ranzani (1980) e adotado por Arruda para estimar a perda de solo pela EUPS na PPU o que resultou numa superestimação da perda do solo. Os valores do fator uso do solo (C), manejo e práticas conservacionistas (P) são adotados de outros estados, o que constitui um problema na utilização da EUPS, na avaliação do solo em relação à erosão hídrica e no auxílio nas pesquisas de manejo e usos dos solos da PPU. Diante do exposto, este estudo teve por objetivo determinar diretamente os fatores da EUPS em três tratamentos, solo descoberto (D), solo coberto com liteira (L) e solo sobre floresta (F) na Província Petrolífera de Urucu, Coari - AM.

XVIII REUNIÃO BRASILEIRA DE MANEJO E CONSERVAÇÃO DO SOLO E DA ÁGUA Novos Caminhos para Agricultura Conservacionista no Brasil

MATERIAL E MÉTODOS

Local do Experimento

O estudo foi realizado na Província Petrolífera de Urucu, Coari - AM. em um Cambissolo Háplico Distrófico típico. No período de Julho de 2009 a Maio de 2010.

Instalação do Experimento

Foram instaladas duas parcelas de 22 x 4 m em uma clareira com declividade de 0,07 m m⁻¹ sendo a primeira mantida com solo descoberto e a segunda coberta com 5 cm de liteira (L), uma terceira parcela com 11 x 3 m e declividade de 0,13 m m⁻¹ foi instalada em uma área de floresta primaria (F). Os tratamentos (D e L) foram mantidos sem vegetação, realizando capinas periodicamente. As parcelas foram delimitadas por chapas galvanizadas de 30 cm de altura, sendo que 15 cm foram enterradas no solo (Fig. 1A). Nas extremidades inferiores foram instaladas calhas coletoras, a fim de conduzirem a água e sedimentos a uma primeira caixa de d'água de 500 L, que por vez conduz 1/15 do volume para uma outra caixa d'água de 500 L (Fig. 1B).

Coleta de Amostras e Dados

Coletaram-se amostras de solo e água que foram perdidos pela enxurrada de 24 eventos de chuva no período de estudo. Após cada chuva, eram retiradas amostras dos tanques para determinar o volume de solo e água perdidos, conforme recomendações de Cardoso (2003). Os dados pluviométricos foram registrados a cada 5 minutos por meio de um pluviômetro automatizado conectado a um datalogger (Campbell CR23X).

Parâmetros da EUPS

O fator erosividade (R) foi calculado a partir da somatória dos índices (EI30) verificados nos 24 eventos de chuva, O índice (EI30) foi obtido a partir da razão entre a energia cinética da chuva (Ec) pela precipitação máxima em 30 minutos, conforme Wischmeier & Smith (1958).

O fator K foi obtido por meio de regressão linear simples ($y = a + bx$), onde (y) são as perdas de solo, (x) a erosividade da chuva e (b) fator erodibilidade do solo (K), sendo este ultimo o declive corrigido para a parcela padrão (Wischmeier & Smith 1978) e transformado para o Sistema Internacional de Unidades segundo Bertoni et al., (1975).

O fator comprimento de rampa (L) em m, e a declividade (S) em porcentagem foram calculados conforme a expressão abaixo:

$$LS = L^{0,5} 100^{-1} (1,36 + 0,975S + 0,1385S^2)$$

Os fatores uso do solo (C), manejo e práticas conservacionistas (P) foram estimados juntos segundo Wischmeier e Smith (1978), utilizando a seguinte expressão.

$$RPS = \frac{PC}{PD} \quad \text{onde:}$$

RPS = é a razão de perda de solo no tratamento L ou F (Mg ha⁻¹ ano⁻¹) e PD = é a perda de solo no tratamento D (Mg ha⁻¹ ano⁻¹).

Com os valores das RPS dos tratamentos e a distribuição da erosividade (R), foi calculado o fator CP através da seguinte expressão:

$$CP = \sum \frac{RPS}{R} \quad \text{onde:}$$

RPS é a razão de perda de solo e R é a erosividade.

Cabe mencionar que C, P tiveram valor unitário para o tratamento D, onde o fator K foi igualado a A/R, conforme (Bertoni & Lombardi Neto, 1990).

Foram realizados análises de correlação e regressão entre a erosividade e a perda de solo dos tratamentos e teste t ao 0,05% significância.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A erosividade (R) total foi de 226,25 MJ mm ha⁻¹ h⁻¹ (Tabela 1). O maior e menor índice (EI30) observado foi de 31,42 e 0,12 MJ mm ha⁻¹ h⁻¹ onde a precipitação total de cada evento foi de 37,2 e 1 mm respectivamente (Fig. 2). Cabe ressaltar que o maior EI30 foi observado em um único dia e em um curto período de tempo, fato que também foi observado por Macedo et al., (2006), o que indica que os solos na PPU, torna-se mais susceptível ao impacto direto das chuvas intensas quando estes estiverem desprovidos de cobertura. Na Fig. 2 observa-se a distribuição da precipitação e da erosividade das 24 chuvas estudadas, onde os valores de erosividade acompanham as mesmas tendências dos valores da precipitação.

Na tabela 2 são apresentados os coeficientes dos modelos lineares dos tratamentos, onde o maior valor de coeficiente de determinação foi obtido entre a erosividade da chuva e as perdas de solo no tratamento com solo descoberto (R² = 0,69). A pesar de apresentarem baixos R², os demais tratamentos apresentaram aumento das perdas de solo com o incremento na erosividade da chuva.

O fator topográfico (LS) foi de 0,35 para os tratamentos D e L e 0,16 para F (Tabela 1). O coeficiente linear b, permitiu obter os valores de K,

XVIII REUNIÃO BRASILEIRA DE MANEJO E CONSERVAÇÃO DO SOLO E DA ÁGUA Novos Caminhos para Agricultura Conservacionista no Brasil

a saber: 0,36, 0,012 e 0,002 t ha MJ⁻¹ mm⁻¹ para os tratamentos D, L e F respectivamente (Tabela 1). O valor obtido para o fator K no tratamento D é considerado alto de acordo com a classificação estabelecida por Ranzani, (1980) onde os valores de K para Cambissolos do estado do Amazonas, não supera 0,30 t ha MJ⁻¹ mm⁻¹. O alto valor de K nesse tratamento foi devido provavelmente à remoção do horizonte A, B e parte do C da clareira, alterando as propriedades físicas e carbono orgânico total (Falcão et al., 2004). Em adição, vale ressaltar, que os horizontes subsuperficiais apresentam compacidade natural e elevados valores de densidade do solo, reduzida capacidade de infiltração e transmissão de água (Teixeira et al., 2004 a e, b), elevados teores de silte (Arruda, 2005) e baixa resistência dos agregados (Martins et al., 2004).

O valor dos fatores CP para os tratamentos L e F foram de 5,26 x 10⁻⁵ e 5,56 x 10⁻⁶ respectivamente (Tabela 1). Coincidindo com trabalhos realizados por Albuquerque et al. (2001), estes resultados indicam um controle eficiente da erosão por parte da cobertura oferecida pela liteira, que possui a capacidade de atenuar o efeito dos impactos das gotas de chuva sobre o solo e o escoamento superficial. O baixo valor obtido pelos fatores CP para o tratamento L indicam a importância desta prática no controle das perdas de solo na PPU. O efeito da proteção sobre as perdas de solo neste estudo contribuem para que as mesmas fossem reduzidas de 83 a 0,98 t ha⁻¹ (Tabela 1), representando uma redução de 98,82% nas perdas de solo (PS).

CONCLUSÕES

As perdas de solo seguiram a seguinte ordem: Descoberto (D) > Liteira (L) > Floresta (F).

O solo descoberto apresentou os maiores valores de perda de solo devido apresentar elevados valores de erosividade da chuva (226,25 MJ mm ha⁻¹ h⁻¹) e erodibilidade do solo (0,36 t ha MJ⁻¹ mm⁻¹), e ausência de cobertura. Essa última quando presente reduziu as perdas de solo de 83 a 0,98 t ha⁻¹, representando uma redução de 98,82% nas perdas de solo.

AGRADECIMENTOS

Ao Projeto CTPETRO/FINEP – Amazônia: Dinâmica dos Solos em Área de Exploração Petrolífera, coordenado pela Embrapa – CPAA.

REFERÊNCIAS

- ALBUQUERQUE, A.W.; LOMBARDI NETO; F. SRINIVASAN, V.S.; CATANEO, A. Efeito do desmatamento da caatinga sobre as perdas de solo e água de um Luvisol em Sumé-PB. R. Bras. Ci. Solo, 25:121-128, 2001.
- ARRUDA, W.C. Estimativa dos processos erosivos na Base de Operações Geólogo Pedro de Moura, Coari-AM. Dissertação de Mestrado. Manaus, Universidade Federal do Amazonas, 2005. 80p.
- BERTONI, J.; LOMBARDI N.F.; BENATTI, J.R. 1975. Metodologia para a determinação de perdas por erosão. Inst. Agrônômico, Circular n° 44. 16 pp.
- CARDOSO, D.P. 2003. Avaliação da erosão pela mudança na superfície do solo em sistemas florestais. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG. 106p.
- FALCÃO, N.P.S.; FERREIRA, D.S.; PARDO, N.S.B. Caracterização da fertilidade de solos sob floresta primária e em clareiras reflorestadas com diferentes idades na base petrolífera de Urucu, AM. In: I Workshop Técnico Científico da Rede CT Petro Amazônia, Manaus. Rede CT Petro Amazônia. Manaus. 2004, CD ROM.
- MACEDO, R.S.; TEIXEIRA, W.G.; MARTINS, G.C.; RODRIGUES, M.R.L.; MARQUES, A.O. Avaliação da intensidade das chuvas na bacia do rio Urucu, Coari-AM. In: Reunião Brasileira de Manejo e Conservação do Solo e da Água, 16, Aracaju. 2006.
- MARTINS, G.C.; TEIXEIRA, W.G. Estabilidade de agregados como indicador da recuperação da estrutura do solo em clareiras na província petrolífera de Urucu. In: I Workshop Técnico Científico da Rede CT Petro Amazônia, Manaus. Rede CT Petro Amazônia. Manaus. 2004, CD ROM.
- RANZANI, G. Erodibilidade de alguns solos do estado do Amazonas. Act. Amaz. 10(2): 263-269. 1980.
- TEIXEIRA, et al. Indicadores físicos da qualidade do solo no monitoramento da recuperação de clareiras da província petrolífera de Urucu. In: I Workshop Técnico Científico da Rede CT Petro Amazônia, Manaus. 2004a, CD ROM.
- TEIXEIRA, et al. Monitoramento da dinâmica da água numa clareira pela técnica da Reflectometria no Domínio do Tempo (TDR) na Província Petrolífera de Urucu. In: I Workshop Técnico

XVIII REUNIÃO BRASILEIRA DE MANEJO E CONSERVAÇÃO DO SOLO E DA ÁGUA
Novos Caminhos para Agricultura Conservacionista no Brasil

Científico da Rede CT Petro Amazônia, Manaus.
2004b, v. CD ROM.

WISCHMEIER, W.H.; SMITH, D.D. Predicting
rainfall erosion losses: a guide to conservation
planning. Washington: United States Departments
of Agriculture, 1978. 58p.

XVIII REUNIÃO BRASILEIRA DE MANEJO E CONSERVAÇÃO DO SOLO E DA ÁGUA
Novos Caminhos para Agricultura Conservacionista no Brasil



Figura 1A. Parcela descoberta e coberta com liteira na clareira, 1B. Parcela floresta primária com as caixas coletoras de água e sedimentos. Província Petrolífera de Urucu.

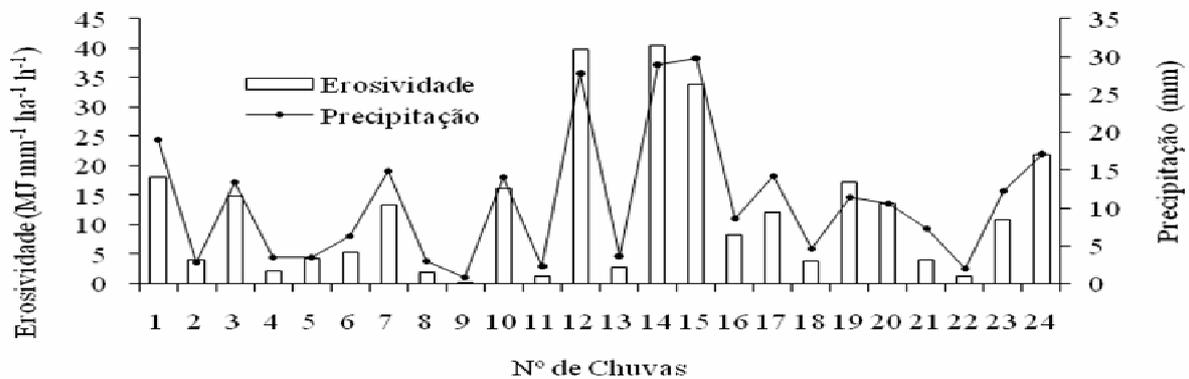


Figura 2. Distribuição da erosividade da chuva e da precipitação média diária de 24 eventos de chuva no período de Julho de 2009 a Maio de 2010. Província Petrolífera de Urucu.

Tabela 1. Fatores da equação universal de perda de solo (EUPS), determinados nos tratamentos solo descoberto, com liteira e floresta primária na Província Petrolífera de Urucu, Coari – AM.

| TRATAMENTOS | FATORES DA EUPS | | | | |
|------------------------------|--|--|--------|-------------------------|--------------------|
| | R | K | LS | CP | PS* |
| | MJ mm ha ⁻¹ h ⁻¹ | t ha MJ ⁻¹ mm ⁻¹ | | | t ha ⁻¹ |
| Solo descoberto (D) | | 0,36 | 0,3541 | 1 | 83,063 |
| Solo coberto com liteira (L) | 226,25 | 0,012 | 0,3541 | 5,26 x 10 ⁻⁵ | 0,989 |
| Solo sobre floresta (F) | | 0,002 | 0,1629 | 5,56 x 10 ⁻⁶ | 0,105 |

*PS = Valores médios de perda de solo.

Tabela 2. Parâmetros das equações de regressão entre os índices EI₃₀ (x) e perdas de solo (y) com seus respectivos coeficiente de determinação (R²), para os tratamentos (solo descoberto, com liteira e floresta primária). Província Petrolífera de Urucu, Coari – AM.

| TRATAMENTOS | PARAMETROS DA EQUACAO | | COEFICIENTE DE DETERMINACAO (R ²) |
|------------------------------|-----------------------|--------|---|
| | a | b | |
| Solo descoberto (D) | -0,4353 | 0,4133 | 0,6932** |
| Solo coberto com liteira (L) | 0,0153 | 0,0027 | 0,1572* |
| Solo sobre floresta (F) | 0,00004 | 0,0005 | 0,318* |

** significativo a 0,05% pelo teste t.