

**INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS DA AMAZÔNIA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM  
AGRICULTURA DO TROPICO ÚMIDO**

**AVALIAÇÃO DE PROCESSOS EROSIVOS NA BASE DE  
OPERAÇÕES GEÓLOGO PEDRO DE MOURA - COARI, AM.**

**OMAR CUBAS ENCINAS**

Manaus, Amazonas  
Novembro, 2010

# **Livros Grátis**

<http://www.livrosgratis.com.br>

Milhares de livros grátis para download.

**OMAR CUBAS ENCINAS**

**AVALIAÇÃO DE PROCESSOS EROSIVOS NA BASE DE  
OPERAÇÕES GEÓLOGO PEDRO DE MOURA - COARI, AM.**

Orientador: Prof. Dr. Wenceslau Geraldes Teixeira

Dissertação apresentada ao  
Instituto Nacional de  
Pesquisas da Amazônia como  
parte dos requisitos para  
obtenção do título de Mestre  
em Agricultura do Tropicó  
Úmido.

Manaus, Amazonas  
Novembro, 2010

**Sinopse:**

Foi quantificada a perda de solo e água em uma área de exploração petrolífera localizada na Base de Operações Geólogo Pedro de Moura, Coari-AM. Os fatores da Equação universal de perda de solo (EUPS) foram determinados.

**Palavras-chave:** Jazida, Erosão, EUPS, Erosividade, Erodibilidade.

A Mario e Sonia, meus pais, razão da minha existência!!!

Pelo exemplo de vida e superação...

Pelos valores e virtudes repassados...

Pela paciência e dedicação...

Pela Fe e incentivo...

Por todos os conselhos...

Por todos os bons e ruins momentos vividos...

Pelo orgulho de ser seu filho...

Por tudo o que sou e serei...

E por mais uma etapa concluída.

***Dedico***

A meus pais Mario e Sonia, aos meus irmãos Christian Sandro e David.

A Johana minha esposa e para minha filha Sonia Kasandra.

***Ofereço***

## **ARADECIMENTOS**

Agradeço a Deus, pela Fe e fortaleza que me deu para seguir em frente e conseguir meus sonhos e objetivos de vida.

Aos meus pais Mario e Sonia, por ser minha fonte de inspiração e superação. Amo vocês desde o fundo do meu coração.

Aos meus extraordinários irmãos Christian, Sandro e David, pelo apoio incondicional e infinito nos momentos mais difíceis da minha vida. Amo vocês com todas as minhas forças.

A minha filha Sonia Kasandra, pela imensa alegria de ser pai. Luz e amor da minha vida.

A minha amada esposa Johana Shulier, pelo amor, paciência, motivação e dedicação mostrada ao longo destes anos, e a sua maravilhosa família.

A minha cunhada Mariela, pelo apoio, carinho e desprendimento mostrado ao longo destes anos.

Aos meus queridos sobrinhos Andree, Ximena, Ayrton e Enriko. Pela alegria transmitida.

A meu querido tio Barron, pelo seu incondicional carinho.

Aos meus tios Carmen, Leo e meus primos Ingrid, Leo e Milusca, pelo apoio e os bons momentos compartilhados.

Ao Prof. Wenceslau Teixeira pela orientação, oportunidade e ensinamentos desprendidos. Sou-lhe muito grato por tudo.

Um agradecimento especial para meu amigo Jorge Gallardo e a sua esposa Cristina pelos conselhos, apoio e a sincera amizade.

Aos meus queridos amigos Rodrigo e Adriana, pelo constante apoio, incentivo e os gratos momentos de descontração.

Aos meus amigos Tony Vizcarra e Carlos da Costa pela valiosa colaboração com a realização deste trabalho e pela minha vinda e estadia no Brasil e ao Gilson pela convivência e amizade.

Aos amigos do Laboratório de Análise de Solos e Plantas da Embrapa Amazônia Ocidental Estevão e Taveira, obrigado por tudo.

Ao Professor Marx Leandro Naves e ao Gilvan Coimbra pelo apoio e orientação na instalação do experimento.

Ao Dr. Francisco Evandro Aguiar, pelo auxílio com os dados de chuva.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pela concessão da bolsa de estudos.

A Embrapa Amazônia Ocidental pela infra-estrutura concedida.

A Rede CTPetro Amazônia e às fontes financiadoras FINEP e PETROBRAS.

Ao Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA) pela oportunidade de realização desse curso.

Aos professores da Pós-Graduação em Agricultura do Tropicó Úmido pelos ensinamentos repassados.

À equipe do SMS da PETROBRAS pelo apoio em campo.

Aos eternos amigos da graduação que me proporcionam bons momentos: Maholo, Juan, Carlos e Ruy

A todos aqueles que de alguma forma contribuíram com a finalização deste trabalho.

## RESUMO

### **Avaliação de processos erosivos na Base de Operações Geólogo Pedro de Moura - Coari, AM.**

Na área da BOGPM, são abertas clareiras em áreas de floresta primária para instalação de poços exploratórios e posterior exploração de gás e petróleo, com a retirada de terra dos horizontes superficiais para instalação de poços, obras civis e construção de estradas. Isto faz com que os horizontes subsuperficiais fiquem 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 nas clareiras. Estudos dos impactos no solo deste tipo de atividade em áreas de floresta primária são ainda incipientes no Brasil, principalmente na área de conservação do solo e da água. Nesse sentido, este estudo teve como objetivos quantificar as perdas de solo e água causadas por erosão hídrica em uma parcela com solo descoberto (D), solo coberto por lictira (L) e solo sobre por floresta primária (F), ajustar os parâmetros da Equação Universal de perda de solo (EUPS) e avaliar a perda do solo por meio do método na mudança da superfície (pinos) e correlacioná-lo com o método da parcela padrão para as condições da BOGPM, Coari-AM. O experimento foi instalada numa micro bacia representativa das condições medias de solo e declive da BOGPM, para quantificação do processo erosivo natural da região. A quantificação de perda de solo e água foi realizada em duas parcelas coletoras de água e sedimentos de 4 x 22 m e uma de 3 x 11m instaladas em uma clareira e em uma área de floresta primária respectivamente. Para o calculo da erosividade, foram utilizados dados pluviométricos de Julho de 2009 a Junho de 2010 obtidas através de pluviômetro automatizado conectado a um datalogger (Campbell CR23X). Foram coletadas amostras de solo com estrutura deformada na profundidade de (0-10 cm) e indeformadas em cilindros (0-10 cm) para análises físicas e químicas. As estimativas de perda de solo e água no período de estudo mostraram uma perda de 0,06 a 5.909,52 t ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> e de 5 a 77% respectivamente. A erosividade da BOGPM foi de 9.344,59 MJ ha mm<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>. Os valores de erodibilidade determinados para os tratamentos (D), (L) e (F) foram de 0,902; 0,011 e 0,003 t ha<sup>-1</sup> MJ mm<sup>-1</sup> respectivamente. A cobertura vegetal e praticas conservacionistas (fator CP) para o solo coberto com liteira e solo sob floresta primaria foi de 0,0040 e 0,0017 respectivamente. A perda de solo determinada pelo método na mudança da superfície (pinos) foi de 190 t ha<sup>-1</sup>. Diante dos resultados, pode-se concluir que os valores de perda de solo estimados pela EUPS para as condições de solo descoberto na BOGPM foram os maiores já registrados para o Brasil, o qual esta acima do aceitado pela FAO. Onde a simples cobertura com liteira o coloca em níveis aceitáveis, reduzindo-as em até 99,95%. As perdas de água foram semelhantes entre o solo descoberto e solo coberto com liteira, mas menores na área com solos cobertos por floresta primária. O valor de erosividade encontrado na BOGPM esta próximo aos valores encontrados na região de Urucu e Coari. O método da mudança da superfície do solo apresentou valores muito inferiores aos do método da parcela padrão.

**Palavras-chave:** Jazida, Erosão, EUPS, Erosividade, Erodibilidade.



## ABSTRACT

### **Evaluation of erosion in the Base Operations Geologist Pedro de Moura - Coari, AM.**

In the area of BOGPM are open clearings in primary forest areas for installation of exploratory wells and further exploration for oil and gas, with the removal of soil from the surface horizons for installation of wells, construction and road building. This causes the subsurface horizons are exposed at the soil surface and under the effect of the direct action of climatic factors as rainfall, wind and sunlight. These activities provide an acceleration in the degradation of soil, causing changes in physical and chemical properties, promoting the growth of erosion processes in the gaps. Studies of impacts on the soil of this type of activity in areas of primary forest are still incipient in Brazil, mainly in the conservation of soil and water. Thus, this study aims to quantify the losses caused by soil and water erosion in a plot with bare soil (D), soil covered by Litter (L) and soil on a primary forest (F), adjust the parameters of Universal equation of soil loss (USLE) and to evaluate the loss of soil by the method in changing the surface (pin) and correlate it with the method of standard plot for conditions of BOGPM, Coari-AM. The experiment was installed in a micro basin averages typical of the soil and slope of BOGPM for quantification of the natural erosion process in the region. The quantification of soil loss and water was carried out in two installments of collecting water and sediment of 4 x 22 m and a 3 x 11m and installed in a clearing in a primary forest area respectively. To calculate the erosivity were used rainfall data from July 2009 to June 2010 obtained by automatic rain gauge connected to a datalogger (Campbell CR23X). We collected soil samples deformed structure at depth (0-10 cm) and undisturbed cylinders (0-10 cm) for physical and chemical analysis. Estimates of soil loss and water during the study period showed a loss from 0.06 to 5909.52 t ha<sup>-1</sup> yr<sup>-1</sup> and 5 to 77% respectively. The erosivity BOGPM was 9344.59 mm MJ ha<sup>-1</sup> yr<sup>-1</sup>. Erodibility values determined for the treatments (D), (L) and (F) were 0.902, 0.011 and 0.003 t ha<sup>-1</sup> MJ<sup>-1</sup> mm respectively. The vegetation cover and conservation practices factor (CP) to the soil covered with litter and soil under primary forest was 0.0040 and 0.0017 respectively. The soil loss determined by the change of surface (pin) was 190 t ha<sup>-1</sup>. Given the results, we can conclude that the values of soil loss estimated by the USLE for soil conditions were discovered in BOGPM the largest ever recorded in Brazil, which is higher than the accepted by the FAO. Where a single covering with litter puts it at acceptable levels, reducing them by up to 99.95%. Water losses were similar between the bare soil and soil covered with litter, but smaller in land area covered by primary forest. The value of erosivity BOGPM found in this close to the values found in the region of Urucu and Coari. The method of changing the soil surface had values much lower than the standard plot method.

**Key-words:** Pool, Erosion, USLE, erosivity, erodibility.

## SUMÁRIO

<b>ARADECIMENTOS</b> .....	<b>IV</b>
<b>RESUMO</b> .....	<b>VI</b>
<b>SUMÁRIO</b> .....	<b>VIII</b>
<b>LISTA DE TABELAS</b> .....	<b>IX</b>
<b>LISTA DE FIGURAS</b> .....	<b>X</b>
<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	<b>13</b>
<b>2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b> .....	<b>18</b>
2.1. Erosão .....	18
2.2. Fatores que afetam a erosão hídrica .....	20
2.2.1. Clima .....	20
2.2.2. Solo.....	21
2.2.3. Topografia .....	22
2.2.4. Cobertura e manejo do solo .....	22
2.2.5. Práticas conservacionistas .....	23
2.3. Métodos para determinação da erosão hídrica .....	24
2.3.1. Métodos diretos .....	24
2.3.2. Métodos indiretos .....	24
<b>3. OBJETIVOS</b> .....	<b>25</b>
3.1. Objetivo geral .....	25
3.2. Objetivos específicos.....	25
<b>4. MATERIAIS E MÉTODOS</b> .....	<b>26</b>
4.1. Localização da área de estudo .....	26
4.2. Clima .....	26
4.3. Solos .....	28
4.4. Vegetação .....	29
4.5. Histórico de uso da área em estudo .....	30
4.6. Procedimentos experimentais .....	32
4.7. Análises físicas .....	37
4.7.1. Granulometria, argila dispersa em água (ADA) e grau de floculação (GF).....	37
4.7.2. Densidade de partículas ( $\rho_p$ ) .....	38
4.7.3. Curva de retenção de água no solo .....	38
4.7.4. Densidade do solo ( $\rho_s$ ) e volume de poros .....	39
4.8. Análises químicas .....	40
4.9. Cálculos dos fatores da equação universal de perdas de solo (EUPS) .....	40
4.9.1. Fator Erosividade (R): .....	41
4.9.2. Fator Erodibilidade (K): .....	42
4.9.3. Fator uso do solo, manejo e práticas conservacionistas (CP):.....	42
4.10. Metodologia para avaliação da perda de solo pelo método do pino cravado no solo .....	43
<b>5. ANÁLISES DOS DADOS</b> .....	<b>45</b>
<b>6. RESULTADOS E DISCUSSÕES</b> .....	<b>45</b>
6.1. Perdas de solo e água.....	45
6.2. Fatores da equação universal de perda de solo (EUPS) .....	50
6.2.1. Fator erosividade (R).....	50
6.2.2. Fator erodibilidade (K) .....	55
6.2.3. Fator uso do solo, manejo e práticas conservacionistas (CP).....	62
6.3. Estimativa das perdas de solo por meio da variação do nível da superfície do solo .....	64
<b>7. CONCLUSÕES</b> .....	<b>66</b>
<b>8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	<b>68</b>

## LISTA DE TABELAS

TABELA 1. VALORES DE PERDA DE SOLO E ÁGUA POR EROÇÃO HÍDRICA EM SOLO DESCOBERTO, SOLO COBERTO COM LITEIRA E SOLO SOBRE FLORESTA PRIMÁRIA NA PROVÍNCIA PETROLÍFERA DE URUCU, COARI-AM.....	49
TABELA 2. VALORES MENSAIS E TOTAIS DA PRECIPITAÇÃO PLUVIOMÉTRICA, DO ÍNDICE DE EROSIVIDADE DAS CHUVAS (EI) E DO FATOR EROSIVIDADE DA CHUVA (R) NO PERÍODO DE JULHO DE 2009 A JUNHO DE 2010, NA BASE DE OPERAÇÕES GEÓLOGO PEDRO DE MOURA, COARI – AM. ....	53
TABELA 3. PARÂMETROS DAS EQUAÇÕES DE REGRESSÃO ENTRE OS ÍNDICES $EI_{30}$ (X) E PERDAS DE SOLO (Y) COM SEUS RESPECTIVOS COEFICIENTE DE DETERMINAÇÃO ( $R^2$ ), PARA OS TRATAMENTOS (SOLO DESCOBERTO, COM LITEIRA E FLORESTA PRIMÁRIA). BASE DE OPERAÇÕES GEÓLOGO PEDRO DE MOURA, COARI – AM. ....	55
TABELA 4. ATRIBUTOS MORFOLÓGICOS, QUÍMICOS E FÍSICOS DAS ÁREAS EM ESTUDO. ....	61
TABELA 5. 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. .	62
TABELA 6. VALORES DE PERDA DE SOLO ESTIMADOS PELA EQUAÇÃO UNIVERSAL DE PERDA DE SOLO (EUPS) NO PERÍODO DE ESTUDO, NOS TRATAMENTOS: SOLO DESCOBERTO, COM LITEIRA E FLORESTA PRIMÁRIA NA PROVÍNCIA PETROLÍFERA DE URUCU, COARI – AM. ....	64

## LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1. ABERTURA DE CLAREIRAS PARA INSTALAÇÃO DE POÇOS NA BOGPM.....	14
FIGURA 2. POÇO DE PRODUÇÃO DE GÁS E PETRÓLEO NA BOGPM. ....	15
FIGURA 3. RETIRADA DOS HORIZONTES SUPERFICIAIS DAS CLAREIRAS DA BOGPM.....	15
FIGURA 4. ASSOREAMENTO DOS IGARAPÉS DA BOGPM .....	16
FIGURA 5. PROCESSO DE EROÇÃO HÍDRICA. (A) IMPACTO DA GOTA DA CHUVA, (B) SALPICAMENTO RESULTANTE DO IMPACTO DA GOTA, E (C) DESPRENDIMENTO, TRANSPORTE E DEPOSIÇÃO DE PARTÍCULAS DE SOLO NA JUSANTE (FONTE: APOSTILA: RECUPERAÇÃO DE SOLOS, 2009 - MODIFICADO).	19
FIGURA 6. PRESENÇA DE DEIMOSSELES EM CLAREIRAS DA BASE DE OPERAÇÕES GEÓLOGO PEDRO DE MOURA (FONTE: TEIXEIRA, W.G. 2004). ....	20
FIGURA 7. LOCALIZAÇÃO DA BASE DE OPERAÇÕES GEÓLOGO PEDRO DE MOURA - COARI - AM. (FONTE: NASCIMENTO, 2009).....	26
FIGURA 8. PRECIPITAÇÃO MEDIA E NUMERO DE DIAS CHUVOSOS, BASE DE OPERAÇÕES GEÓLOGO PEDRO DE MOURA, URUCU – AM. (FONTE: ESTAÇÃO METEOROLÓGICA URUCU). ....	27
FIGURA 9. TEMPERATURA MEDIA MENSAL E PLUVIOSIDADE, BASE DE OPERAÇÕES GEÓLOGO PEDRO DE MOURA, URUCU – AM. (FONTE: ESTAÇÃO METEOROLÓGICA URUCU). ....	27
FIGURA 10. MAPA ESQUEMÁTICO (1:5000.000) DOS SOLOS DO MUNICÍPIO DE COARI – AM – COMPILADO A PARTIR DE DAS INFORMAÇÕES DISPONÍVEIS NO MAPA DE SOLOS DO BRASIL (IBGE, 2003). (FONTE: TEIXEIRA <i>ET AL.</i> , 2007-MODIFICADO). ....	28
FIGURA 11. DIVERSIDADE FLORÍSTICA NA BASE DE OPERAÇÕES GEÓLOGO PEDRO DE MOURA.....	29
FIGURA 12. JAZIDA 21 NA BASE DE OPERAÇÕES GEÓLOGO PEDRO DE MOURA – COARI – AM. ....	30
FIGURA 13. EXPERIMENTO INSTALADO POR TEIXEIRA EM 2004 NA JAZIDA 21(FONTE: TEIXEIRA, <i>ET AL.</i> , 2004).....	31
FIGURA 14. ÁREA DO EXPERIMENTO DA JAZIDA 21 NA BOGPM, MOSTRANDO O CRESCIMENTO AGRESSIVO DA PUERARIA.....	31

FIGURA 15. CAPINA MANUAL E RETIRADA DOS TRÊS PRIMEIROS CENTÍMETROS DO SOLO PARA INSTALAÇÃO DAS PARCELAS COLETORAS PADRÃO DE EROÇÃO NA JAZIDA 21 DA BASE DE OPERAÇÕES GEÓLOGO PEDRO DE MOURA - COARI - AM.....	32
FIGURA 16. PARCELAS COLETORAS DE SOLO E ÁGUA COM SOLO DESCOBERTO INSTALADA NA JAZIDA 21.....	33
FIGURA 17. PARCELAS COLETORAS DE SOLO E ÁGUA COM LITEIRA DE FLORESTA PRIMÁRIA ADJACENTE INSTALADA NA JAZIDA 21.....	33
FIGURA 18. PARCELA COLETORA DE SOLO E ÁGUA INSTALADA EM FLORESTA PRIMARIA ADJACENTE. ....	34
FIGURA 19. CALHA COLETORA DE ÁGUA E SEDIMENTOS, CAIXAS DE ÁGUA DE 500 L E DIVISOR TIPO GEIB.....	34
FIGURA 20. SENSORES DE UMIDADE VOLUMÉTRICA INSTALADOS A 20 E 40 CM DE PROFUNDIDADE DENTRO DA PARCELA DE CONTROLE DE EROÇÃO COM SOLO DESCOBERTO. ....	35
FIGURA 21. PLUVIÔMETRO E DATALOGGER (CR23X CAMPBELL - EUA) ALIMENTADOS POR PAINEL SOLAR, INSTALADOS NA JAZIDA 21. ....	35
FIGURA 22. LEITURA DO VOLUME DE ÁGUA E COLETA DO MATERIAL ERODIDO (ÁGUA E SEDIMENTOS).....	36
FIGURA 23. A) AGITAÇÃO MECÂNICA E DISPERSÃO QUÍMICA COM NAOH 0,1 MOL L <sup>-1</sup> . B) SEPARAÇÃO DA FRAÇÃO AREIA.....	37
FIGURA 24. PICNÔMETROS DE 50 ML UTILIZADOS PARA DETERMINAÇÃO DA DENSIDADE DE PARTÍCULAS DO SOLO .....	38
FIGURA 25. MESA DE TENSÃO (EIJEKELKAMPF) PARA DETERMINAÇÃO DAS TENSÕES DE 1.0, 1.5 E 1.8 PF .....	39
FIGURA 26. A) DETALHE ESQUEMÁTICO DA PARCELA DESCOBERTA PARA AVALIAÇÃO DAS PERDAS DE SOLO PELO MÉTODO DOS PINOS CRAVADOS NO SOLO. B) DETALHE DO PINO CRAVADO NO SOLO .....	44
FIGURA 27. VALORES MÉDIOS COM SEUS RESPECTIVOS DESVIO PADRÃO DE PERDA DE SOLO DOS TRATAMENTOS SOLO DESCOBERTO (D), SOLO COM LITEIRA (L) E SOLO SOBRE FLORESTA PRIMÁRIA (F). LETRAS DIFERENTES INDICAM DIFERENÇAS SIGNIFICATIVAS COM UMA PROBABILIDADE DE P<0.001 PELO TESTE DE TUKEY. ....	46
FIGURA 28. VALORES MÉDIOS COM SEUS RESPECTIVOS DESVIO PADRÃO DE PERDA DE ÁGUA DOS TRATAMENTOS SOLO DESCOBERTOS (D), SOLO COM	

LITEIRA (L) E SOLO SOBRE FLORESTA PRIMÁRIA (F). LETRAS DIFERENTES INDICAM DIFERENÇAS SIGNIFICATIVAS COM UMA PROBABILIDADE DE $P < 0.001$ PELO TESTE DE TUKEY. ....	48
FIGURA 29. VALORES DE PERDA DE SOLO, ÍNDICE DE EROSIVIDADE ( $EI_{30}$ ) DA CHUVA E DA UMIDADE VOLUMÉTRICA DOS EVENTOS DE CHUVA COLETADOS NO PERÍODO DE ESTUDO (JULHO DE 2009 A JULHO DE 2010) NA PROVÍNCIA PETROLÍFERA DE URUCU. ....	51
FIGURA 30. DISTRIBUIÇÃO DO ÍNDICE DE EROSIVIDADE ( $EI_{30}$ ) DA CHUVA E DA PRECIPITAÇÃO TOTAL DOS 36 EVENTOS DE CHUVA COLETADOS NO PERÍODO DE ESTUDO ( JULHO DE 2009 A JULHO DE 2010) NA PROVÍNCIA PETROLÍFERA DE URUCU. ....	54
FIGURA 31. REGRESSÃO LINEAR SIMPLES ENTRE AS PERDAS DE SOLO E O ÍNDICE DE EROSIVIDADE ( $EI_{30}$ ), PARA O TRATAMENTO SOLO DESCOBERTO DA BOGPM, COARI, AM. ....	56
FIGURA 32. REGRESSÃO LINEAR SIMPLES ENTRE AS PERDAS DE SOLO E O ÍNDICE DE EROSIVIDADE ( $EI_{30}$ ), PARA O TRATAMENTO SOLO COBERTO COM LITEIRA DA BOGPM, COARI, AM. ....	57
FIGURA 33. REGRESSÃO LINEAR SIMPLES ENTRE AS PERDAS DE SOLO E O ÍNDICE DE EROSIVIDADE ( $EI_{30}$ ), PARA O TRATAMENTO SOLO SOBRE FLORESTA PRIMÁRIA DA BOGPM, COARI, AM. ....	57
FIGURA 34. PERDAS DE SOLO DETERMINADAS PELO MÉTODO DA VARIAÇÃO DO NÍVEL DA SUPERFÍCIE DO SOLO NO TRATAMENTO SOLO DESCOBERTO DA BOGPM, COARI, AM. ....	65
FIGURA 35. COMPARAÇÃO DE PERDAS DE SOLO DETERMINADAS PELO MÉTODO DA PARCELA PADRÃO E PELA VARIAÇÃO DO NÍVEL DA SUPERFÍCIE DO SOLO NO TRATAMENTO SOLO DESCOBERTO DA BOGPM, COARI, AM. ....	66

## 1. INTRODUÇÃO

As florestas tropicais estão localizadas nas regiões que ficam entre o Trópico de Câncer e o Trópico de Capricórnio, sendo encontradas na África, Ásia, América Central e América do Sul. Estas florestas são caracterizadas por se localizarem em regiões com precipitação e temperaturas elevadas, e apresentarem uma riqueza extraordinária de espécies vegetais e animais.

Na América do Sul, encontra-se a floresta Amazônica que é a maior extensão de floresta tropical contínua do mundo, numa região aproximada de 6.2 milhões de km<sup>2</sup>. Dentro desta área, a Amazônia Legal Brasileira representa 5.1 milhões de km<sup>2</sup>, dos quais mais de 728.282 km<sup>2</sup> já foram desmatados (INPE, 2010).

Populações humanas na Amazônia formam uma parte dos ecossistemas nos quais elas vivem. A crescente escala e intensidade das atividades humanas têm impactos significativos sobre outras partes destes ecossistemas, com efeitos locais, nacionais e globais. Impactos incluem a perda da capacidade produtiva dos ecossistemas e a perda de manutenção da biodiversidade, ciclagem da água e armazenamento de carbono na Amazônia (Fearnside, 2003). Na Amazônia Brasileira, o processo de desmatamento tem crescido devido ao rápido desenvolvimento humano (Fearnside, 1982).

Com a destruição da cobertura vegetal original das florestas, é provável o aumento da erosão (Fearnside, 1986; Fonseca, 1999) e consequentemente o assoreamento de corpos de água amazônicos, especialmente os de pequeno porte como os igarapés. Esses processos erosivos estão associados à mineração, indústrias extrativistas (Forsberg *et al.*, 1989) e principalmente ao uso da terra para agricultura e à pecuária (Panachuki *et al.*, 2006).

A Amazônia, com sua enorme bacia de sedimentos, foi considerada desde o início da procura de petróleo no Brasil como uma região petrolífera em potencial. Esta possibilidade no Brasil já tinha cerca de 70 anos, quando em 1986 foram descobertas as primeiras jazidas comerciais de petróleo e gás natural na região de Urucu, no município de Coari, numa área conhecida atualmente como Base de Operações Geólogo Pedro de Moura (BOGPM). Nos anos seguintes novas jazidas foram descobertas: A Leste do Urucu em 1987, Sudoeste de Urucu em 1988, Carapanaúba, Igarapé Marta em 1990 e Cupiúba em 1998, e que em conjunto, elas formam a província de petróleo e gás natural do Urucu (Gawona, 2003).

Na área da BOGPM, são abertas clareiras para a instalação de poços exploratórios (Figura 1) e quando a prospecção é bem sucedida, o poço se transforma em poço de produção de gás e petróleo (Figura 2). Neste processo ocorre a retirada de solo dos horizontes superficiais (Figura 3), para instalação de poços, obras civis e construção de estradas (Arruda, 2005; Teixeira *et al.*, 2007; Macedo *et al.*, 2009). Isto faz com que os horizontes subsuperficiais fiquem expostos na superfície do solo e sob efeito da ação direta dos fatores climáticos como a precipitação, ventos e raios solares.



**Figura 1. Abertura de clareiras para instalação de poços na BOGPM.**





**Figura 2. Poço de produção de gás e petróleo na BOGPM.**



**Figura 3. Retirada dos horizontes superficiais das clareiras da BOGPM.**



Estas atividades proporcionam uma degradação do solo, ocasionando alterações nas propriedades físicas e químicas, fomentando o surgimento de processos erosivos (Arruda, 2005; Martins *et al.*, 2006; Macedo *et al.*, 2006 a; Teixeira *et al.*, 2006; Macedo *et al.*, 2007; Macedo *et al.*, 2008), consequentemente alterações nos ecossistemas aquáticos próximos das áreas alteradas (Goch, 2007). Na BOGPM, a maior ocorrência de incisões erosivas esta diretamente ligada à construção de estradas e tem trazido danos ao ambiente, principalmente no que se refere ao assoreamento dos igarapés, diminuindo a lamina de água e comprometendo o ecossistema destes ambientes (Vieira *et al.*, 2005) (Figura 4).



**Figura 4. Assoreamento dos Igarapés da BOGPM**

As chuvas na Amazônia não caem como habitualmente ocorre na Europa Central, sob a forma de chuviscos persistentes, mas são quase sempre aguaceiros torrenciais que duram em média, duas horas. Esta forma de precipitação pode causar em certas circunstâncias violenta erosão dos solos (Sioli, 1985).

Na BOGPM, são esperadas chuvas erosivas nos meses de maior precipitação (novembro a maio), onde os eventos de chuva apresentam-se de forma mais intensa e duradoura, consequentemente com maior energia cinética e poder erosivo (Teixeira *et al.*, 2006). (Macedo *et al.*, 2006 a).

Em Urucu, nos meses de novembro a maio também ocorrem chuvas com alta intensidade, onde em alguns casos podem atingir intensidades maiores que  $70 \text{ mm h}^{-1}$ , contrastando com o período de junho a outubro onde a intensidade pluviométrica não tem incrementos consideráveis (Macedo *et al.*, 2006 b).

Aguiar (2001), realizando análise climática da província petrolífera do rio Urucu para uma série histórica de 8 anos, encontrou que a média anual de chuvas é de 2458 mm, com alguns anos extremos (máximo de 2869 mm e mínimo de 2122 mm), constatando a alta pluviosidade da área, possuindo um período de estiagem (Julho a Outubro) e outro de chuvas abundantes (Novembro a Maio).

No Brasil e especialmente na Amazônia, são poucos os estudos diretos sobre a erosão hídrica, devido à dificuldade do método utilizado (método da parcela padrão) e ao tempo que demanda para a obtenção de dados e resultados (Cardoso *et al.*, 2004). A formação de linhas de pesquisa bem como a produção científica sobre erosão do solo está centralizada principalmente em instituições da Região Sul e Sudeste do Brasil, seguidas em menor intensidade por instituições da Região Nordeste. As instituições das Regiões Centro-Oeste e Norte praticamente não focalizaram, até agora, o tema erosão do solo. A concentração temática da pesquisa nestas regiões tem aproximadamente um terço dos artigos com o objetivo central de comparar condições de manejo e culturas agrícolas na produção de sedimentos e enxurrada, visando desenvolver técnicas de minimização da erosão em um contexto principalmente agrícola (Barretto, 2008).

Alguns trabalhos iniciados na região norte na década de oitenta, relacionada com a erosão hídrica (Ranzani, G. 1980; Fearnside *et al.*, 1986; Medina F.B. e Oliveira J.R.C., 1987; Oliveira J.R.C e Medina F.B., 1990; Lopes, *et al.*, 1999; Barbosa, R.I. e Fearnside, P.M. 2000), não tiveram continuidade e são escassos os dados sobre estes processos na região norte e ausentes nos solos da Formação Solimões.

O desenvolvimento e a construção de um novo horizonte superficial é um processo complexo e crucial para a redução dos processos erosivos e o estabelecimento da vegetação e

da fauna do solo (Teixeira, 2007). Nesse sentido, a recuperação do solo e a recomposição florística das clareiras e Jazidas da Província Petrolífera de Urucu é um desafio que tem motivado vários grupos de pesquisadores das diferentes áreas a fazerem monitoramentos e intervenções no processo.

Um dos grandes desafios é tornar o subsolo exposto na superfície das clareiras e jazidas em solo com qualidade suficiente para o desenvolvimento de uma cobertura vegetal, para qual, torna-se necessário o monitoramento do processo erosivo, por ser uma ferramenta indicadora de práticas de manejo que promovam a melhoria da qualidade física e química do solo e que reduzam as perdas excessivas de solo e nutrientes ou manejar o processo erosivo de forma a minimizar a erosão hídrica nas áreas em restauração e utilizar a erosão como agente dispersor de sementes e nutrientes, e a deposição como base para criação de “núcleos” de vegetação (Nascimento, 2009).

## **2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

### **2.1. Erosão**

A erosão é um fenômeno resultante da desagregação, transporte e deposição das partículas do solo pela ação sequencial ou isolada do vento (erosão eólica), da chuva (erosão hídrica) (Bertoni e Lombardi Neto, 1990), ou dos processos de formação natural da crosta terrestre (erosão geológica). O transporte e deposição destas partículas ficam nas partes mais baixas ou param no fundo dos lagos, rios e oceanos (Lepsch, 2002).

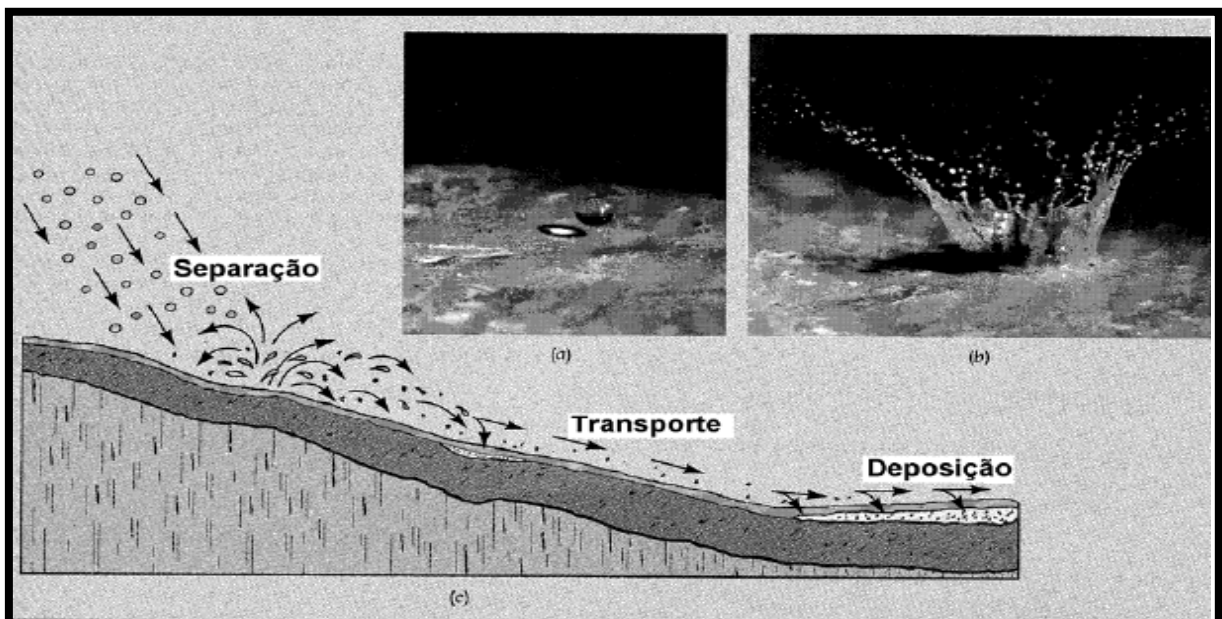
A erosão costuma ocorrer na superfície do solo, removendo a parte mais fértil do perfil do solo, onde existem melhores condições físicas e biológicas para o desenvolvimento do sistema radicular das plantas. A erosão é um processo natural, com a participação da gravidade, a partir do qual os relevos e irregularidades do modelado terrestre se equilibram (Guerra, 2007).

Segundo Garcia-Fayos (2004), a erosão é um processo que pode ser dividido em três fases:

Primeira fase: desprendimento ou separação das partículas da rocha ou dos agregados do solo. Este desprendimento habitualmente ocorre pela ação da gravidade com a ajuda de outras forças como a ação do vento, da água ou da temperatura. Sendo que os agregados do solo podem se desprender pela ação das gotas de chuva (Figura 5).

Segunda fase: As partículas desprendidas na fase anterior são transportadas pelos agentes erosivos como a gravidade, a água e o vento. Durante o transporte, estas partículas podem atuar como agentes abrasivos, na medida em que ao entrarem em contato com o solo podem provocar o desprendimento de novas partículas (Figura 5).

Terceira fase: nesta fase ocorre a deposição das partículas, oportunidade em que a energia em que os agentes de transporte diminuem as irregularidades do terreno, ou mesmo a vegetação passa a reter o fluxo de partículas no todo ou em parte (Figura 5).



**Figura 5. Processo de erosão Hídrica. (a) Impacto da gota da chuva, (b) Salpicamento resultante do impacto da gota, e (c) Desprendimento, transporte e deposição de partículas de solo na jusante** (Fonte: Apostila: Recuperação de solos, 2009 - modificado).

A erosão hídrica inicia este processo no momento em que as gotas de chuva atingem o solo, causando a ruptura dos agregados, causando o selamento superficial do solo e diminuindo a infiltração, podendo levar ao escoamento superficial (Guerra *et al.*, 1999). A erosão causada pela água pode ser das seguintes formas: laminar em sulcos e em voçorocas. Estas três formas de erosão podem ocorrer simultaneamente (Bertoni e Lombardi Neto, 1990).

Na erosão laminar o solo é removido mais ou menos uniformemente, com exceção de pequenas colunas (demoisseles) que podem ficar se o solo é pedregoso ou apresenta alguma proteção quanto ao salpico (Figura 6).



**Figura 6. Presença de deimosseles em clareiras da Base de operações geólogo Pedro de Moura** (Fonte: Teixeira, W.G. 2004).

Não obstante, à medida que o fluxo laminar se concentra em pequenos canais a erosão em sulcos se torna dominante. Onde o volume de enxurrada é mais concentrado, o fluxo de água corta mais profundamente dentro do solo, aprofundando e coalescendo os sulcos em canais maiores chamados de voçorocas (Bertoni e Lombardi Neto, 1990). Os três tipos de erosão são importantes, mas a erosão laminar e em sulcos, apesar de menos aparente que as voçorocas, são responsáveis pela maior parte do solo movimentado.

## **2.2. Fatores que afetam a erosão hídrica**

O estudo dos fatores que afetam a erosão hídrica (clima, solo, topografia, cobertura e manejo do solo e práticas conservacionistas), pode ser efetuado utilizando a Equação Universal de Perda de Solo (EUPS) (Wischmeier & Smith, 1978), a qual facilita a verificação da importância relativa de cada um dos referidos fatores na erosão hídrica.

A Equação Universal de Perda de Solo (EUPS) é uma das metodologias mais utilizadas, porque permite a previsão das perdas do solo causadas por erosão e indica quais os fatores que exercem os maiores efeitos sobre as perdas de solo (Albuquerque, 1997).

### **2.2.1. Clima**

Entre os componentes do clima, a chuva é o de maior importância na erosão hídrica, já que ela, associada à enxurrada dela ocasionada, é o principal agente de desagregação e transporte das partículas de solo. A temperatura, e a umidade do ar exercem apenas ação indireta no processo erosivo. O vento é importante em algumas regiões do mundo (erosão eólica).

O potencial das chuvas em causar erosão é referido como erosividade (Wischmeier, 1958; Wischmeier e Smith, 1978). O fator erosividade (R) dentro da EUPS é um índice



numérico que expressa a capacidade da chuva, esperada em dada localidade, de causar erosão em uma área sem proteção.

O potencial da chuva pode ser avaliado através de índices de erosividade ( $EI_{30}$ ) que se baseiam nas características das chuvas de cada região. Wischmaier e Smith (1958), concluíram que o produto da energia cinética total pela intensidade máxima em trinta minutos ( $EI_{30}$ ) é a relação que melhor expressa o potencial da chuva em causar erosão, considerando as faces de impacto das gotas de chuva, desagregação do solo, turbulência do fluxo e transporte das partículas.

O índice de erosividade ( $EI_{30}$ ) tem sido muito utilizado por vários pesquisadores no Brasil, devido à boa correlação com as perdas de solo (Bertoni e Lombardi Neto, 1990; Oliveira Jr. e Medina, 1990; Morais *et al.*, 1991; Marques *et al.*, 1996; Silva *et al.*, 2000).

O conhecimento da erosividade da chuva e sua distribuição anual permitem identificar os períodos críticos de potencial erosivo, além de permitir avaliar se as diferenças nas perdas de solo se devem às diferenças nas características das chuvas ou às diferenças nas práticas de manejo do solo (Cogo, 1988). No Brasil, os valores do fator R situam-se entre, 2.100 a 12.600  $MJ\ mm\ ha^{-1}\ h^{-1}$ , variando de acordo com a localização geográfica onde foram obtidos (Bertol *et al.*, 2002a).

Alguns trabalhos sobre os índices de erosividade foram realizados em Urucu (Arruda, 2005; Macedo *et al.*, 2007), e em Manaus (Oliveira Jr. e Medina, 1990), mostrando o elevado valor da erosividade na região.

### 2.2.2. Solo

O solo é o agente passivo no processo erosivo e sua susceptibilidade a erosão é representada pela erodibilidade (fator K da EUPS). Definido como a quantidade de solo perdido por unidade de área por unidade de índice de erosividade adotados, em condições padrão (Wischmeier *et al.*, 1971), como o único parâmetro do método intrínseco ao solo.

A erodibilidade é uma propriedade do solo resultante da interação entre suas características físicas, químicas, mineralógicas e biológicas (Lombardi e Bertoni, 1975), influenciado por propriedades intrínsecas do solo, como textura (principalmente os teores de areia e silte), teor de matéria orgânica, estrutura e permeabilidade. O efeito da interação dessas propriedades na erodibilidade é extremamente complexo, afetando distintamente a

capacidade de infiltração de água e a resistência do solo à desagregação e transporte (Wischmeier e Mannering, 1969). As propriedades do solo que influenciam na erosão são aquelas que controlam a velocidade de infiltração da água (permeabilidade e capacidade de absorção), A de ordem coesiva (resistem à dispersão, salpicamento, abrasão força de transporte das chuvas e enxurradas) (Bertoni e Lombardi Neto, 1985).

### 2.2.3. Topografia

A topografia de uma paisagem é caracterizada, principalmente, pelo comprimento e grau do declive. O comprimento (fator L da EUPS) e o grau (fator S da EUPS) do declive afetam significativamente as taxas de perda de solo por erosão hídrica. Embora estes aspectos da topografia sejam avaliados separadamente no campo, eles são agrupados em um único fator (fator LS da EUPS), para estudos de erosão hídrica e aplicações práticas no campo (Wischmeier e Smith, 1978).

O comprimento de rampa não é menos importante que o declive, pois à medida que o caminho percorrido vai aumentando, não somente as águas vão-se avolumando proporcionalmente como, também, a sua velocidade de escoamento vai aumentando progressivamente. Em princípio, quanto maior o comprimento de rampa, mais enxurrada se acumula, e a maior energia resultante se traduz por uma erosão maior (Bertoni e Lombardi Neto, 1990).

Estudos realizados por Bertoni *et al.* (1972) sobre o efeito do comprimento de rampa sobre as perdas de solo por erosão hídrica, mostram que, quadruplicando-se o comprimento de rampa, quase que se triplicam as perdas de solo por unidade de área. Desta forma fica evidenciado que o fator topográfico tem elevada importância na perda de solo por erosão hídrica.

### 2.2.4. Cobertura e manejo do solo

O efeito combinado da cobertura e manejo é denominado na EUPS como fator C, que é a relação esperada entre as perdas de solo de uma área sob determinado sistema de manejo e cobertura e as perdas de solo correspondentes de uma área mantida continuamente descoberta e preparada no sentido do declive (Wischmeier e Smith, 1965).

A cobertura e manejo do solo é o fator isolado mais importante na redução das perdas de solo por erosão hídrica. Este fator está relacionado à interação dos diferentes graus de



proteção oferecidos pelas culturas em seus diferentes estágios de desenvolvimento. O fator C é determinado a partir das razões de perda de solo (RPS) e da distribuição do índice de erosão anual local. A RPS expressa a relação entre as perdas de terra ocorridas no sistema de manejo adotados e as perdas de um solo descoberto (De Maria e Lombardi, 1997).

Valores de RPS para diferentes tipos de culturas, sequência e manejo são fornecidas por Bertoni e Lombardi Neto (1990), mas a dificuldade na obtenção do fator C esta em estabelecer as RPS para um número infinito de possíveis combinações de culturas, rotações e outras praticas nas quais as perdas de terra devem ser medidas (Hudson, 1973 *apud*: De Maria e Lombardi 1997).

O Brasil por ser um país agrícola em grande escala, teve suas pesquisas orientadas a obtenção de valores do fator C principalmente em regiões onde a produção de culturas anuais é significativa, deixando de lado, mesmo sendo necessárias, determinações desse fator em regiões tropicais (Lal, 1990), como é o caso da região Norte do Brasil.

As variáveis que influenciam o fator C, além dos índices dos fatores R e K, é o estágio durante o ciclo vegetativo da cultura, a cobertura do solo pelo dossel das plantas, a cobertura do solo pelos resíduos culturais, o manejo dos resíduos culturais, o tipo de preparo do solo, o tipo de rotação de culturas e o efeito residual dos cultivos do uso do solo (Wischmeier e Smith, 1978).

A utilização de resíduos culturais como cobertura do solo é uma das maneiras mais simples, eficazes e econômicas de se controlar as perdas de solo. Uma cobertura de 60% pode resultar na redução de 80% das perdas de solo, em relação à ausência de cobertura (Bertol *et al.*, 1987). A eficácia dos resíduos culturais, por outro lado, depende de vários fatores, tais como, percentagem de cobertura do solo e tipo, quantidade, forma de manejo e estágio de decomposição dos resíduos (Cogo, 1987).

#### 2.2.5. Práticas conservacionistas

Na EUPS, o fator práticas conservacionistas (fator P) se refere à relação entre as perdas de solo de uma área sob dada prática conservacionista e a perda de solo de uma área sem nenhuma destas práticas (Wischmeier e Smith, 1978). As práticas conservacionistas mais comuns para as culturas anuais são: plantio em contorno, plantio em faixas de contorno, terraceamento e alternância de capinas, as quais são mais eficazes na redução da erosão hídrica quando associadas às práticas de manejo do solo (Bertoni e Lombardi Neto, 1990).

## **2.3. Métodos para determinação da erosão hídrica**

Os métodos utilizados para estudar a erosão pela água compreendem grande número de técnicas e procedimentos diferentes. Dentre os mais utilizados estão os métodos diretos e métodos indiretos.

### **2.3.1. Métodos diretos**

Os métodos diretos são todos aqueles que se baseiam na coleta, na medição e na análise do material erodido, com o auxílio de instalações coletoras e medidoras especiais.

O sistema coletor para determinação das perdas de solo e água pela erosão bastante utilizada em vários países é aquela instalada em talhões, que consiste em cercar os talhões com lamina de metal que limitam as parcelas, enterrando de 15 a 20 cm no solo, ficando fora da superfície 15 a 20 cm, estas por sua vez estão munidos de calhas coletoras de erosão, tanques coletores de material erodido e de divisores tipo Geib.

### **2.3.2. Métodos indiretos**

Os métodos indiretos são aqueles que se baseiam nos vestígios deixados nos solos ou nas diferenças apresentadas em relação ao solo não erodido. De modo geral, são mais imprecisos do que os baseados no estudo do material erodido, mesmo porque quase sempre outros fatores se associam a erosão, somando com esta seus efeitos sobre o relevo ou sobre a constituição do solo, de tal modo que é difícil isolar e diferenciar as causas primárias (Bertoni e Lombardi Neto, 1990).

O método mais simples é cravar 15 cm no solo um pino de ferro galvanizado, de 30 cm de comprimento: as medições da cabeça do pino até a superfície do solo mostram as mudanças no nível da superfície.

### **3. OBJETIVOS**

#### **3.1. Objetivo geral**

Avaliar as perdas de água e de solos através da medição em parcelas coletoras padrão na Base de Operações Geólogo Pedro – Coari - AM.

#### **3.2. Objetivos específicos**

Quantificar as perdas de solo e água causadas por erosão hídrica nas seguintes condições: solo descoberto, coberto pela liteira e nas condições originais sob cobertura de floresta primária.

Ajustar os parâmetros da Equação Universal de perda de solo (EUPS) para as condições de Urucu (R, K, L, S, C, P).

Avaliar a perda do solo por meio do método na mudança da superfície (pinos) e correlacioná-lo com o método da parcela padrão (EUPS).

## 4. MATERIAIS E MÉTODOS

### 4.1. Localização da área de estudo

A área de estudo encontra-se localizada na Província petrolífera de Urucu - Base de Operações Geólogo Pedro de Moura (BOGPM) pertencente ao município de Coari, estado do Amazonas, localizada entre os paralelos de 04° 45' e 05° 05' S e os meridianos de 65° 00' e 65° 25' W (Figura 7).

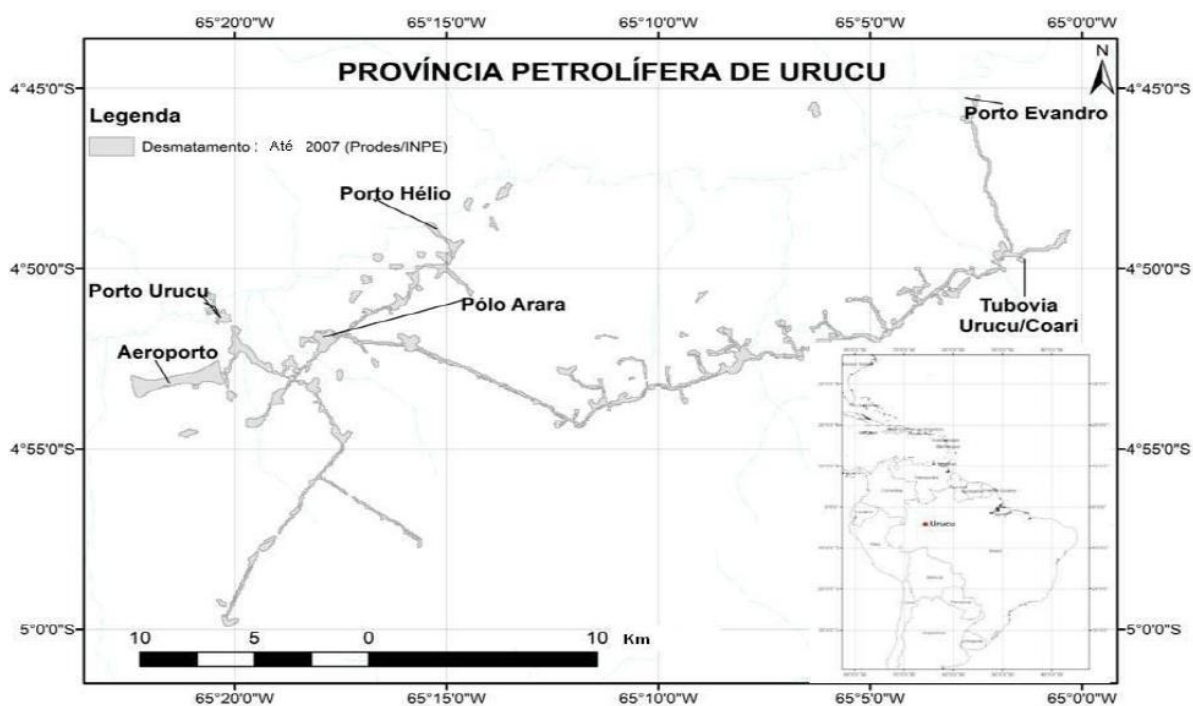


Figura 7. Localização da Base de Operações Geólogo Pedro de Moura - Coari - AM. (Fonte: Nascimento, 2009)

### 4.2. Clima

O clima da área de estudo é considerado tropical úmido, tipo Afi pela classificação de Köppen, apresentando chuvas relativamente abundantes durante todo o ano com média de 2.518 mm (Arruda 2005). Segundo Vieira e Santos (1987), a temperatura média anual da região é de aproximadamente 26°C.

Dados obtidos entre 1994 e 2004, evidenciam que o mês mais chuvoso é março (média de 338 mm). O mês que menos chove é o de agosto (média de 79 mm). A média anual acumulada é de 2.486 mm. O mês que tem menos dias chuvoso é o de agosto, com 12 dias. A temperatura média anual é de 25,9 °C. O mês mais quente é setembro, com média de 26,4 °C. O mês mais frio é julho, com média de 25,5 °C. A média da umidade relativa do ar é de 91% (Figura 8 e Figura 9).

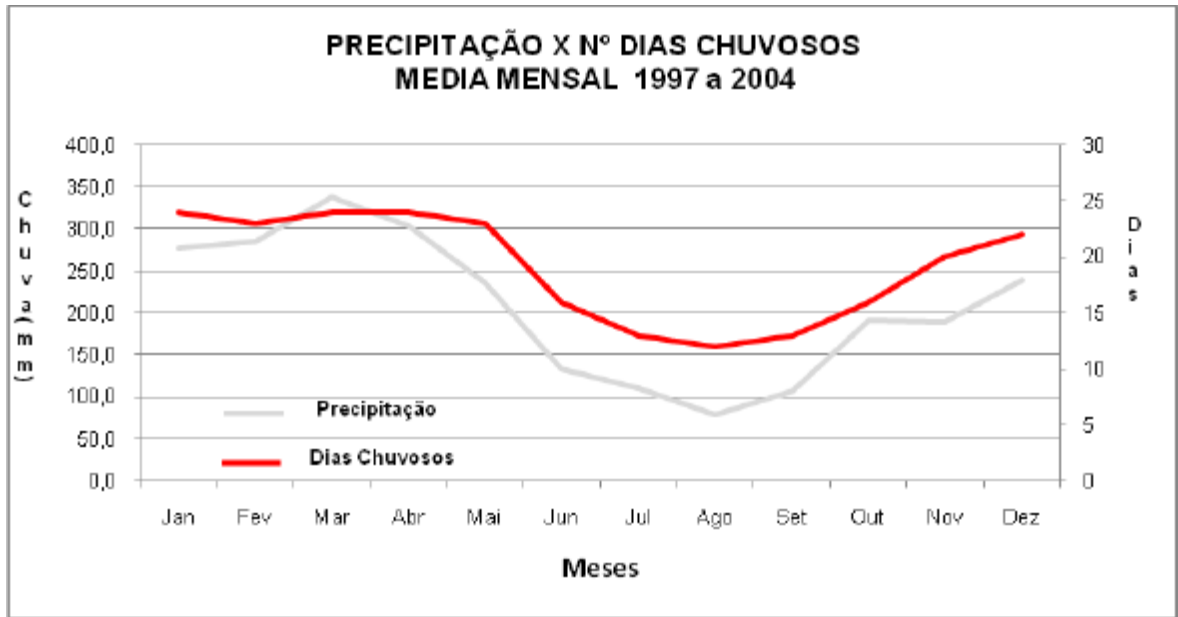


Figura 8. Precipitação média e número de dias chuvosos, Base de Operações Geólogo Pedro de Moura, Urucu – AM. (Fonte: estação meteorológica Urucu).

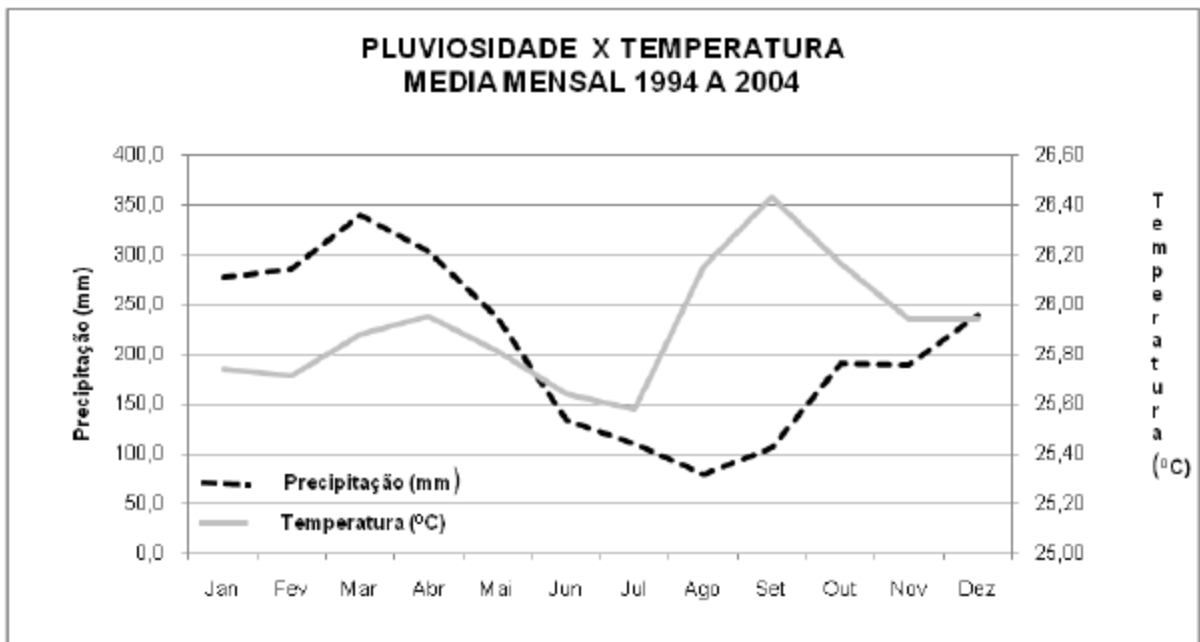


Figura 9. Temperatura média mensal e pluviosidade, Base de Operações Geólogo Pedro de Moura, Urucu – AM. (Fonte: estação meteorológica Urucu).

### 4.3. Solos

Os solos predominantes na área de estudo são derivados da meteorização do material da formação Solimões e estão em duas associações: Laterita Hidromorfica álica de elevação e Podzólico Vermelho–Amarelo álico (RADAMBRASIL 1978).

O fator pedogenético mais atuante na evolução pedogenética de alguns solos no Urucu parece ter sido o material de origem que imprimiu nos solos características morfológicas e propriedades físicas e químicas herdadas do material parental (Ferraz *et al.*, 2009) (dados não publicados).

Trabalhos realizados por Teixeira *et al.* (2007), sobre o levantamento das bases pedológicas disponíveis para o município de Coari – AM, encontraram que as classes de solos dominantes da área do município de Coari são: Argissolo Vermelho Amarelo, Latossolo Vermelho Amarelo, Espodossolo, Gleissolo, Neossolo Fluvico e Plintossolo (Figura 10) .

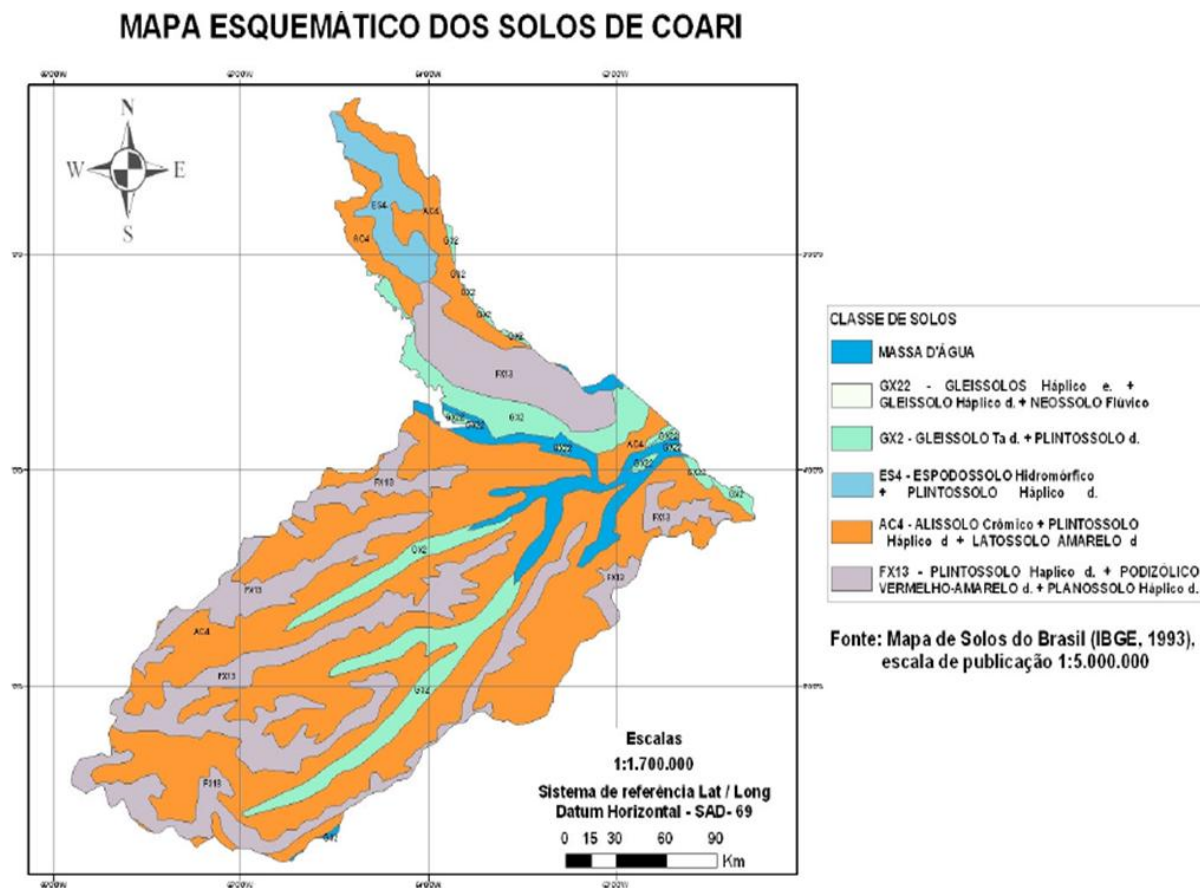


Figura 10. Mapa esquemático (1:5000.000) dos solos do município de Coari – AM – compilado a partir de das informações disponíveis no Mapa de solos do Brasil (IBGE, 2003). (Fonte: Teixeira *et al.*, 2007- modificado).

#### 4.4. Vegetação

A vegetação da área de estudo é caracterizada por possuir florestas altas e densas de terra firme, denominadas por Pires (1973) como Matas pesadas de terra firme. Posteriormente foram denominadas como Floresta ombrófila de terra firme (Prance, 1987).

Esta tipologia florestal possui diversas variantes de pequenas comunidades vegetais, destacando-se as comunidades de platô, declive e baixio. Apresentando grande diversidade de espécies lenhosas e arbustivas, havendo algumas espécies que são exclusivas de determinados habitats (Figura 11). A altura das árvores está entre 20 a 30 m e a maioria tem diâmetro na altura do peito (DAP) entre 10 e 30 cm. Dentre as espécies mais abundantes estão a *Eschweilera coriácea*, *Eschweilera wachenheim*, *Microphollis guyanensis*, *Oenocarpus bataua* e *Chrysophllum sanguinolentum* (Amaral, 1996).

A abundancia total de espécies encontradas, esta representada em mais de 50%, por indivíduos da família Lecythidaceae, Sapotaceae, Chrysobalanaceae, Myristicaceae e Moraceae (Lima Filho *et al.*, 2001). A diversidade florística é alta, 247/500 indivíduos, índice próximo ao encontrado para o Peru e superior aos encontrados em estudos similares na Amazônia central e oriental (Amaral, 1996).

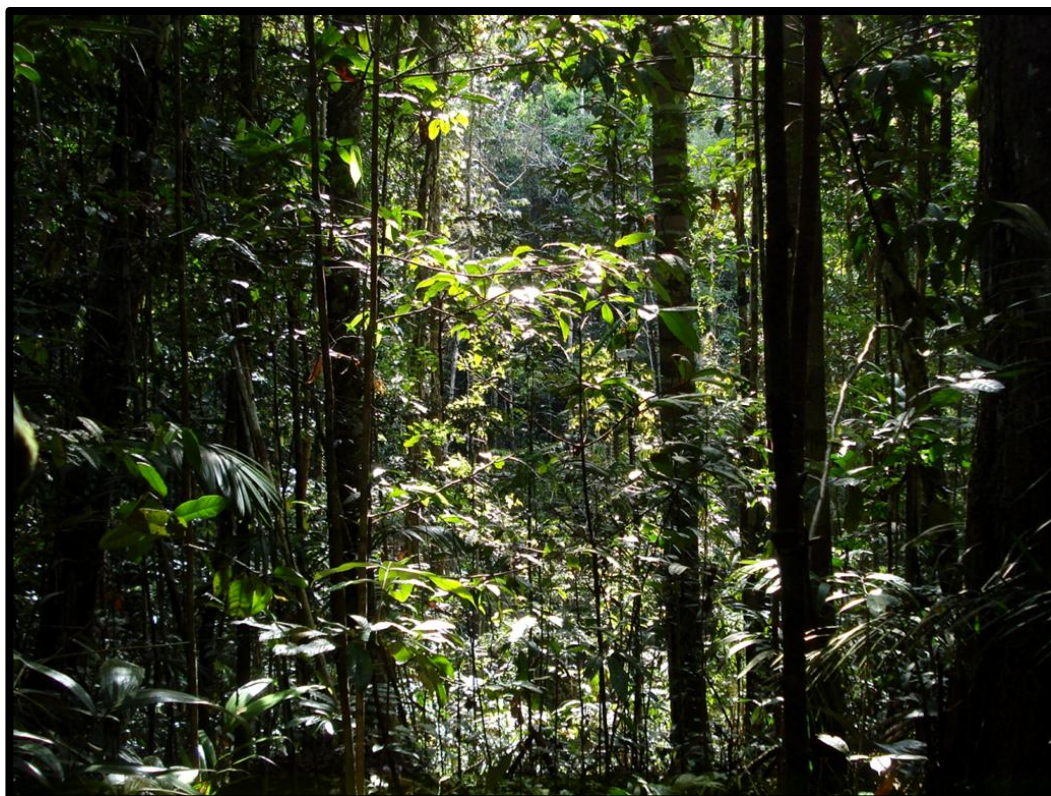


Figura 11. Diversidade florística na Base de Operações Geólogo Pedro de Moura.



#### 4.5. Histórico de uso da área em estudo

As parcelas foram instaladas numa micro bacia representativa das condições médias de solo e declive da BOGPM, para quantificação do processo erosivo natural da região. A área em estudo denomina-se Jazida 21, localizada nas seguintes coordenadas: 04°52'55" S e 65°14'19" W na margem direita da estrada de LUC, no sentido do porto Evandro, contando com aproximadamente dois hectares (Figura 12).



**Figura 12. Jazida 21 na Base de Operações Geólogo Pedro de Moura – Coari – AM.**

A área em estudo foi coberta por floresta primária até o ano 2000, quando foi feita a derrubada manual (motoserra), seguida pela retirada dos horizontes superficiais do solo para a utilização na construção de estradas e de obras civis. Na retirada dos horizontes superficiais, foi utilizada máquinas pesadas (tratores e motoniveladoras). Posteriormente a área foi utilizada como área de bota-fora (principalmente para depósito de material da reforma das estradas).

Em 2004 foi instalado um experimento em parte da área da Jazida constituído de mudas de *Carapa guianensis* Aub (Andiroba), *Flemingia congesta* (Flemingia), *Stizolobium sp.* (Tefrocia) e de algumas espécies madeiráveis (Figura 13). Este experimento contava com um sistema de monitoramento da dinâmica da água no (Teixeira, 2004).





**Figura 13.** Experimento instalado por Teixeira em 2004 na Jazida 21 (Fonte: Teixeira, *et al.*, 2004).

Durante o experimento, o controle das ervas daninhas realizou-se com roçadeira mecânica até 2007, ano em que o experimento foi abandonado. No ano seguinte constatou-se que a maioria das mudas plantadas no experimento morreram devido à competição com a pueraria, que apresenta um crescimento muito agressivo e para seu uso é necessário um controle sistemático. (Figura 14).



**Figura 14.** Área do experimento da Jazida 21 na BOGPM, mostrando o crescimento agressivo da pueraria.



#### 4.6. Procedimentos experimentais

Em 2009, realizou-se uma capina manual e a retirada dos três primeiros centímetros do solo de uma área de 10 m de largura x 25 m de comprimento, deixando o solo completamente exposto (Figura 15). Cabe ressaltar que a área em estudo esta a 50 m do experimento realizado por Teixeira *et al.* (2004).



**Figura 15. Capina manual e retirada dos três primeiros centímetros do solo para instalação das parcelas coletoras padrão de erosão na Jazida 21 da Base de Operações Geólogo Pedro de Moura - Coari - AM.**

As avaliações e estimativas da perda de solo e água na Jazida 21 foram realizadas em duas parcelas coletoras de erosão, com quatro metros de largura por vinte dois metros de comprimento, sendo uma com solo descoberto (Figura 16) e uma com solo coberto por 5 cm de liteira distribuída manualmente (Figura 17). Uma terceira parcela foi instalada numa área de floresta primária adjacente (Figura 18), esta parcela foi instalada com três metros de largura por onze metros de comprimento.





Figura 16. Parcelas coletoras de solo e água com solo descoberto instalada na Jazida 21.



Figura 17. Parcelas coletoras de solo e água com liteira de floresta primária adjacente instalada na Jazida 21.





**Figura 18.** Parcela coletora de solo e água instalada em floresta primária adjacente.

Cada parcela contém uma calha coletora, que conduziu a água e sedimentos de cada evento de chuva por meio de um cano plástico de 100 mm, o qual está conectado a uma primeira caixa de água 500 L. Esta por sua vez, foi montada com um divisor tipo Geib que permite a coleta 1/15 do volume da primeira caixa, para uma segunda caixa de água 500 L (Figura 19).

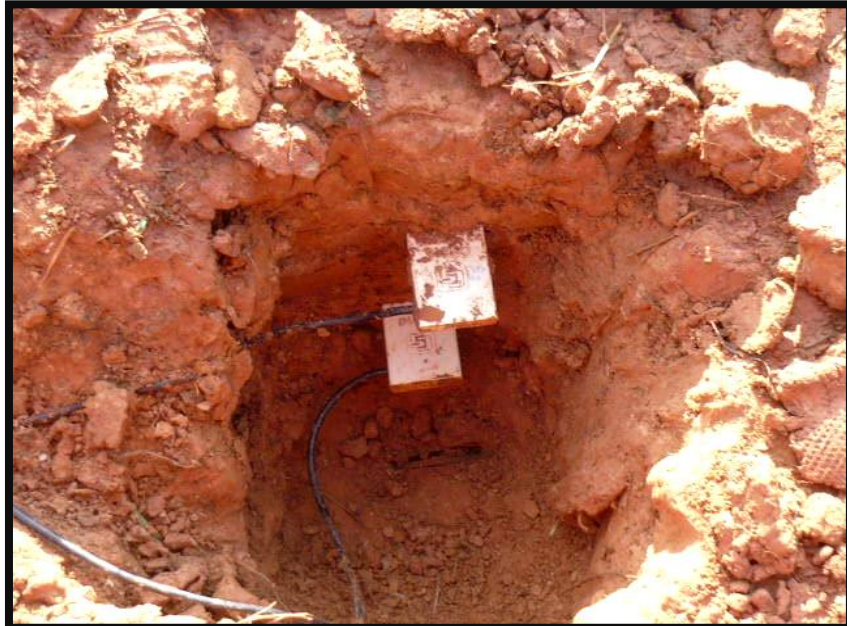
Os parâmetros coletados nas parcelas de monitoramento de perdas de solo e água foram: precipitação, infiltração da água até 40 cm de profundidade, volume de água escoado e massa de sedimentos transportados e umidade volumétrica do solo.

Dentro da parcela com solo descoberto, foram instalados quatro sensores (CS616 *Water Content Reflectometer* – Campbell EUA) para o monitoramento da umidade volumétrica do solo e estimativa da infiltração da água; sendo que dois sensores foram instalados no meio da parcela 20 e 40 cm de profundidade, e os outros dois foram instalados no final da parcela (jusante) a 20 e 40 cm de profundidade (Figura 20).



**Figura 19.** Calha coletora de água e sedimentos, Caixas de água de 500 L e divisor tipo Geib.

Os dados de precipitação pluviométrica da área em estudo e infiltração da água até 40 cm de profundidade foram coletados em tempo real, através de pluviômetro e sensores automatizados conectados em um datalogger (CR23X Campbell - EUA) alimentado por um painel solar, o qual registrou os dados em intervalos de cinco minutos ( Figura 21).



**Figura 20.** Sensores de umidade volumétrica instalados a 20 e 40 cm de profundidade dentro da parcela de controle de erosão com solo descoberto.



**Figura 21.** Pluviômetro e datalogger (CR23X Campbell - EUA) alimentados por painel solar, instalados na Jazida 21.



Os dados de volume de água escoado e da massa de sedimentos transportados foram obtidos da seguinte forma:

A água da chuva que não infiltrou, e conseqüentemente, escoou superficialmente, foi conduzida pela calha coletora até a primeira caixa, onde foi realizada a leitura do volume d'água utilizando uma régua calibrada com o volume da caixa. Em seguida, foi realizada a homogeneização do material e coletada a alíquota de 1 L d'água com sedimentos (Figura 22).



**Figura 22. Leitura do volume de água e coleta do material erodido (água e sedimentos)**

Se o volume de água e sedimentos transportados excedeu o volume da primeira caixa; 1/15 desse excesso foi transportado através do divisor tipo Geib para a segunda caixa de água de 500 L de capacidade, onde se realizou a medição do volume d'água e sedimentos transportados. Após as medições e as coletas de amostras, as caixas foram esvaziadas, limpas e instaladas novamente para coletar o material do próximo evento de chuva. O mesmo procedimento foi realizado para as três parcelas coletoras.

A metodologia de coleta de água e sedimentos seguiu as recomendações de Martins *et al.* (2003), Cardoso *et al.* (2004). Posteriormente, as amostra coletadas (alíquota de 1 L), foram levadas ao laboratório de Solos e Plantas (LASP) da Embrapa Amazônia Ocidental em Manaus – Amazonas. As amostras foram colocadas em Becker de 1 L da capacidade. Posteriormente, desta alíquota foi separada a fração água e solo em suspensão, utilizando Acido Clorídrico a 37%. Uma vez separados, o sedimento que ficou no fundo do Becker, foi levado para estufa a 65° C durante 24 horas, logo foi separado e pesado em balança de três casas decimais. Para o cálculo do sedimento perdido, o peso do sedimento seco nos Beckers foi multiplicado pelo quantidade de litros de água perdidos durante cada evento coletado.

Foram coletadas amostras de solo com estrutura deformada na profundidade de (0-10 cm) e indeformadas em cilindros (0-5 cm) das áreas em estudo para análises físicas e químicas. No laboratório, as amostras deformadas foram secas ao ar, destorroadas e peneiradas, obtendo-se a fração com diâmetro menor que 2 mm, denominada Terra Fina Seca ao ar (TFSA).

As amostras coletadas em cilindros metálicos foram preparadas retirando-se o excesso de solo, de maneira que o solo amostrado ocupasse somente o volume interno do anel. Em seguida, uma tela permeável foi colocada no fundo dos cilindros de maneira que a mesma permitisse o fluxo de água/ar e impedisse a perda de solo. Após a realização desses procedimentos, os anéis foram saturados numa bandeja por meio da elevação gradual de uma lâmina de água.

#### 4.7. Análises físicas

##### 4.7.1. Granulometria, argila dispersa em água (ADA) e grau de floculação (GF)

A análise granulométrica foi realizada após agitação mecânica e dispersão química com solução NaOH 0,1 mol L<sup>-1</sup> e a ADA por meio de agitação mecânica e água destilada (Figura 23A). A fração areia foi separada em peneiras de 2,00 – 0,20 mm (areia grossa) e de 0,20 – 0,05 mm (areia fina) (Figura 23B). Em seguida, essas foram secas em estufa e pesadas em balança eletrônica. O teor de argila foi determinado pelo método da pipeta (EMBRAPA, 1997).

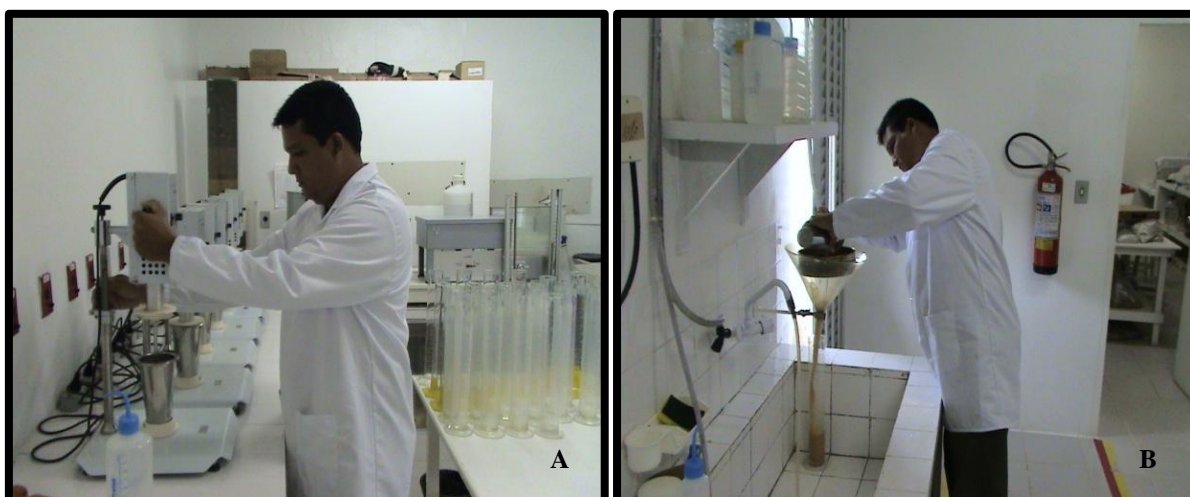


Figura 23. A) Agitação mecânica e dispersão química com NaOH 0,1 mol L<sup>-1</sup>. B) Separação da fração areia

O grau de flocculação foi calculado por meio da expressão:

$$GF(\%) = [(At - ADA)/At] * 100$$

Em que:

GF = grau de flocculação (%)

At = Argila total ( $g\ kg^{-1}$ )

ADA = Argila dispersa em água ( $g\ kg^{-1}$ )

#### 4.7.2. Densidade de partículas ( $\rho_p$ )

A densidade de partículas ( $\rho_p$ ) foi realizada a partir da amostra seca em estufa por 24 horas, ao qual foram retiradas 10 g de solo para serem processados em picnômetros de 50 ml (Figura 24), conforme Embrapa (1997).



Figura 24. Picnômetros de 50 ml utilizados para determinação da densidade de partículas do solo

#### 4.7.3. Curva de retenção de água no solo

Após um período de 24 horas na bandeja com água, a retenção de umidade foi determinada sucessivamente nas tensões de 1.0, 1.5 e 1.8 pF ( $pF = \log_{10} cm\ H_2O$ ) empregando o método da mesa de tensão (Figura 25). Detalhes metodológicos podem ser vistos em Klute e Dirksen (1986).





Figura 25. Mesa de tensão (Eijkelkamp) para determinação das tensões de 1.0, 1.5 e 1.8 pF

#### 4.7.4. Densidade do solo ( $\rho_s$ ) e volume de poros

Após a curva de retenção, as amostras foram levadas à estufa onde foram secas a 105° C por 24 horas para determinação do conteúdo da massa de solo seco e assim obter-se a densidade do solo ( $\rho_s$ ), conforme Blake e Hartge (1986), dada pela seguinte expressão:

$$\rho_s = \left( \frac{m_{ss}}{v_t} \right)$$

Em que:

$\rho_s$  = densidade do solo ( $\text{Mg m}^{-3}$ )

$m_{ss}$  = massa do solo seco a 105° C (Mg)

$v_t$  = volume total de poros ( $\text{m}^3$ )

O volume total de poros (VTP) foi calculado a partir dos valores de densidade do solo e de densidade de partículas, segundo a expressão:

$$\text{VTP} = [1 - (\rho_s / \rho_p)]$$

Em que:

VTP = volume total de poros ( $\text{m}^3 \text{ m}^{-3}$ )

$\rho_s$  = densidade do solo ( $\text{Mg m}^{-3}$ )

$\rho_p$  = densidade de partículas ( $\text{Mg m}^{-3}$ )

A microporosidade foi calculada por meio da expressão:

$$\text{Microporosidade} = 100 * (\text{pF } 1.8 - \text{mss}) / (\text{mss} - \text{pcil} - \text{pano} + \text{liga})$$

Em que:

mss = massa do solo seco a 105° C (Mg)

pcil = peso do cilindro metálico (g)

peso da liga + pano = liga e tela permeável colocados no fundo dos cilindros.

A macroporosidade foi calculada por meio da diferença entre o VTP e volume de microporos:

$$\text{Macroporosidade} = \text{VTP} - \text{microporosidade}$$

Em que:

VTP = volume total de poros

#### **4.8. Análises químicas**

As análises químicas realizadas foram as seguintes: pH (em água – relação 1-2.5 v/v), alumínio trocável ( $\text{Al}^{3+}$ ) extraído com solução KCl 1 mol<sup>-1</sup> e quantificado por titulometria com solução NaOH 0,025 mol L<sup>-1</sup>, acidez potencial (H+Al), extraída com solução de acetato de cálcio 0,5 mol L<sup>-1</sup> a pH 7,0 e quantificada por titulometria com solução NaOH 0,025 mol L<sup>-1</sup>, fósforo disponível (P) pelo extrator Mehlich-1, quantificado espectrofotometricamente por meio da leitura da intensidade da cor do complexo fosfomolibídico produzido pela redução do molibdato de amônio com o ácido ascórbico, cálcio e magnésio ( $\text{Ca}^{2+}$  e  $\text{Mg}^{2+}$ ), extraídos com solução KCl 1 mol<sup>-1</sup> e quantificados por titulometria pelo método complexométrico, potássio ( $\text{K}^+$ ) extraído com solução HCl 0,05 mol L<sup>-1</sup> + H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 0,0125 mol L<sup>-1</sup> e quantificado por fotometria de chama e carbono orgânico total pelo método do Walkley-Black. Detalhes do procedimento metodológico estão descritos em Embrapa (1997). Foram calculados os seguintes índices: saturação por bases (V) = 100 S/T e saturação por alumínio (m) = 100 Al (S + Al).

#### **4.9. Cálculos dos fatores da equação universal de perdas de solo (EUPS)**

O cálculo dos fatores da equação universal de perda de solo (EUPS) foi realizado da seguinte forma:

#### 4.9.1. Fator Erosividade (R):

Foi calculada utilizando as equações, conforme Lombardi (1977).

$$EI = 67,355 (r^2/P)^{0,85}$$

Em que:

EI = media mensal do índice de erosividade, MJ/ha mm

r = media mensal de precipitação, em mm

P = media anual de precipitação, em mm

Para determinar R, se soma os valores mensais do índice de erosividade para todo o período avaliado.

$$R = \sum EI$$

Em que:

R = erosividade da chuva (MJ/ha mm/ano)

EI = media mensal do índice de erosividade

Para o cálculo do índice de erosividade (EI30), foi utilizada equação proposta por Wischmeier e Smith (1958):

$$E = 0,119 + 0,0873 \log I$$

Em que:

E = energia cinética (MJ ha<sup>-1</sup> mm<sup>-1</sup>)

I = intensidade da chuva (mm h<sup>-1</sup>)

O índice EI30 foi obtido a partir da multiplicação da energia cinética total (E) de uma chuva erosiva pela máxima intensidade ocorrida em um período de 30 minutos consecutivos (I<sub>30</sub>).

#### 4.9.2. Fator Erodibilidade (K):

A erodibilidade do solo da área em estudo foi obtida por meio de regressão linear simples ( $y = a + bx$ ), utilizando as perdas de solo no eixo (y) e erosividade da chuva no eixo (x) em que o coeficiente b, após correções do declive, representa a erodibilidade do solo.

O fator erodibilidade do solo foi corrigido para o declive referente à parcela padrão (9 %), conforme preconizado por Wischmeier e Smith (1978) e transformado para o sistema internacional de unidades proposto por Bertoni *et al.* (1975):

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

Em que:

LS = fator topográfico

L = comprimento de rampa, expresso em m

S = declividade do terreno, expresso em %

#### 4.9.3. Fator uso do solo, manejo e práticas conservacionistas (CP):

O cálculo destes fatores foi realizado segundo Wischmeier e Smith (1978), utilizando a seguinte expressão.

$$RPS = \frac{PC}{PD}$$

Em que:

RPS = é a razão de perda de solo

PC = é a perda de solo no tratamento com liteira ou floresta ( $Mg\ ha^{-1}\ ano^{-1}$ )

PD = é a perda de solo no tratamento com solo descoberto ( $Mg\ ha^{-1}\ ano^{-1}$ )

Com os valores das RPS dos tratamentos e a distribuição da erosividade, foi calculado o fator cobertura e práticas conservacionistas:

$$CP = \sum \frac{RPS}{R}$$

Em que:

CP: é o fator cobertura do solo e pratica conservacionista

RPS: é a razão de perda de solo

R: é a erosividade.

#### **4.10. Metodologia para avaliação da perda de solo pelo método do pino cravado no solo**

As avaliações das perdas de solo pelo método do pino cravado no solo oriundas da erosão hídrica foram realizadas dentro da parcela com solo descoberto.

A dimensão dos pinos foi de 0,30 e 0,015 m para altura e diâmetro respectivamente. Os pinos foram instalados conforme mostra a Figura 26A. Os pinos foram cravados no solo até 0,15 m de profundidade (Figura 26B), a uma distância de 0,20 x 0,20 m em 1 m<sup>2</sup>, na parte superior, média e inferior da parcela, seguindo o sentido da declividade do terreno, perfazendo um total de 60 pinos. As leituras dos pinos foram trimestrais ao longo de um ano e feitas diretamente nos pinos (em frente dos pinos, no sentido contrário ao declive do terreno), utilizando-se uma régua de 30 cm. Foram considerados 0,15 m como a superfície de referência correspondente a zero; leituras acima desse valor indicarão deposição de solo, e abaixo, arraste de solo.

A avaliação das perdas pela mudança na superfície do solo foi realizada indiretamente através da mudança no relevo do solo conforme metodologia sugerida por Bertoni e Lombardi Neto (1990), onde as perdas de solo foram calculadas de acordo com a seguinte expressão:

$$P = h * A * Ds$$

Em que:

P = perda de solo (t ha<sup>-1</sup>)

h = media da alteração de nível da superfície do solo (m)

A = área da parcela (m<sup>2</sup>)

Ds = densidade do solo (t m<sup>-3</sup>).

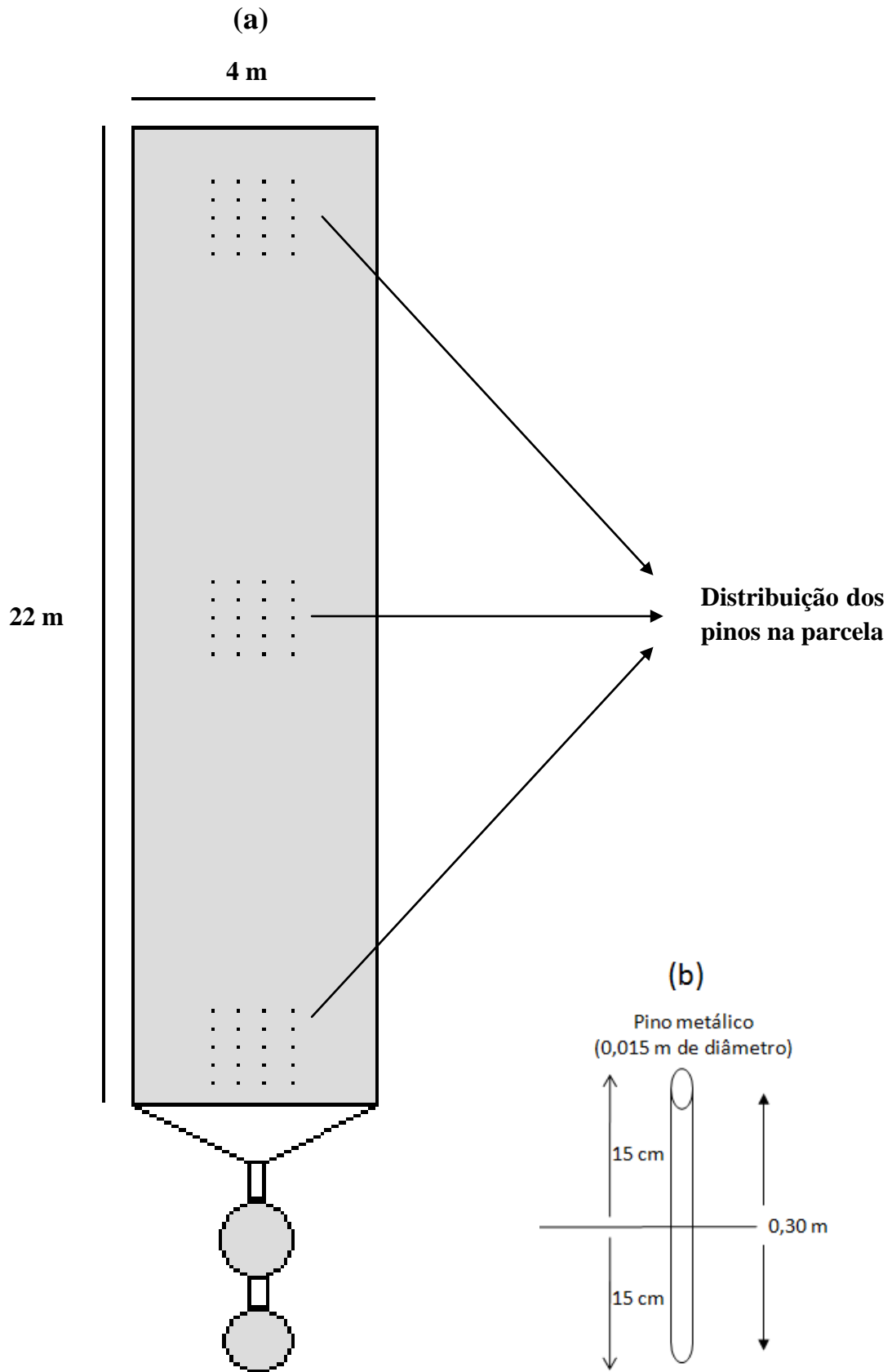


Figura 26. A) Detalhe esquemático da parcela descoberta para avaliação das perdas de solo pelo método dos pinos cravados no solo. B) Detalhe do pino cravado no solo

## 5. ANÁLISES DOS DADOS

Para a análise dos dados, foi realizada estatística descritiva, utilizando programa estatístico R (Development Core Team, 2009).

Foram feitas comparações entre as perdas de solos e de água entre as parcelas descoberta, coberta com liteira e na floresta após a normatização dos dados para o tamanho da parcela. Cada evento de precipitação erosiva será considerado uma repetição, os dados foram comparados por análise de variância e teste de médias, após o agrupamento dos dados em faixas de precipitação erosivas (baixa, média e alta).

## 6. RESULTADOS E DISCUSSÕES

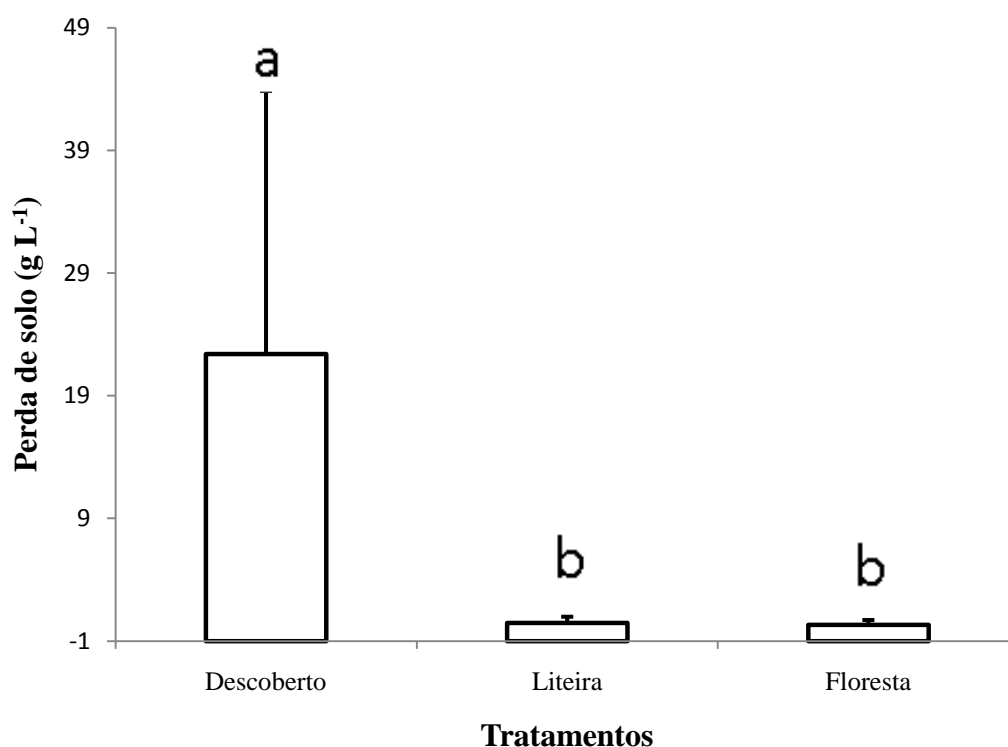
### 6.1. Perdas de solo e água

As perdas de solo e água dos 36 eventos de chuva coletados, bem como os parâmetros estatísticos (média e desvio-padrão), podem ser observadas na

Tabela 1. A maior perda de solo e água foi observada no tratamento com solo descoberto  $89,77 \text{ g L}^{-1}$  e  $42,82 \text{ mm}$  respectivamente, onde o índice de erosividade de cada evento de chuva foi de  $47,11 \text{ MJ mm ha}^{-1} \text{ h}^{-1}$  respectivamente, e a menor perda de solo e água foi observado no tratamento sobre floresta primária,  $0,02 \text{ g L}^{-1}$  e  $0,14 \text{ mm}$  com erosividades de  $7,72$  e  $4,08 \text{ MJ mm ha}^{-1} \text{ h}^{-1}$  respectivamente. Ainda na Tabela 1, também podemos encontrar o valor total de chuva dos 36 eventos coletados ( $458 \text{ mm}$ ), onde  $77\%$  da água que caiu dentro da parcela com solo descoberto foi perdido. Assim mesmo,  $53$  e  $3\%$  da água que caiu dentro das parcelas com liteira e floresta primária foram perdidos respectivamente.

O resultado da análise de variância mostra diferença estatisticamente significativa de perda de solo entre os tratamentos ( $F = 9.597$ ,  $p < 0,001$ ,  $gl=2$ ). Quando comparados as médias de cada tratamento pelo teste Tukey podemos observar que existe um aumento significativo das perdas de solo entre os tratamentos com proteção do solo (solo coberto com liteira ( $0,48 \text{ g L}^{-1}$ ) e solo sobre floresta primária ( $0,31 \text{ g L}^{-1}$ ) em relação ao solo descoberto ( $22,40 \text{ g L}^{-1}$ ), entretanto, observa-se que não houve diferença significativa entre o solo coberto por floresta primária e com liteira mostrando a eficiência da cobertura do solo na redução do processo erosivo (Figura 27).

Na comparação da perda média de solo dos três tratamentos, as perdas de solo no tratamento com solo descoberto são aproximadamente 50 vezes maiores que as perdas de solo no tratamento com liteira e aproximadamente 70,5 vezes maiores que as perdas de solo sobre floresta primária. Estudos de perdas de solo realizados de forma direta na região do Apiaú, no estado de Roraima, apresentados por Barbosa e Fearnside (2000), comparando uma pastagem com floresta primária, indicam que a perda de solo da pastagem (*Brachiaria humidicola*) é sete vezes maior que na floresta primária. Outros estudos realizados por Barros *et al.* (2009), sobre perdas de solo e água em plantio de *Acacia mangium* Wild e Savana em Roraima, norte da Amazônia, mostram que quando comparadas as perdas média de solo dos tratamentos plantio jovem (plantas com um ano de idade e linhas de plantas no sentido do declive) são aproximadamente 3,5 vezes maiores que as perdas de solo sobre plantio estabelecido (plantas com 4 anos de idade e linhas no sentido do declive) e aproximadamente 10,5 vezes maiores que as da savana natural (cobertura natural sem antropização).



**Figura 27.** Valores médios com seus respectivos desvio padrão de perda de solo dos tratamentos solo descoberto (D), solo com liteira (L) e solo sobre floresta primária (F). Letras diferentes indicam diferenças significativas com uma probabilidade de  $p < 0.001$  pelo Teste de Tukey.

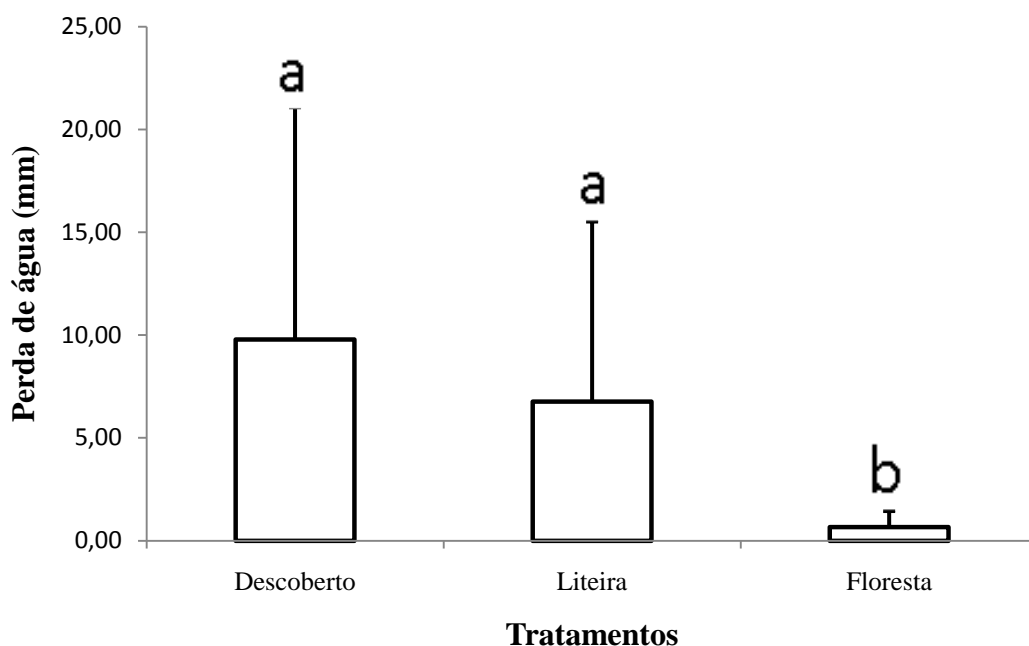
Perdas de solo sobre diferentes sistemas de cultivo estudados no nordeste paraense por Lopes *et al.* (1999), evidenciam que quando comparadas as perdas medias de solo dos



tratamentos solo descoberto sem aração e gradagem foram 2,5 vezes maiores que o tratamento pimenta-do-reino sem aração e gradagem, 3,5 vezes maiores que o tratamento pimenta-do-reino com aração e gradagem, 4 vezes maiores que o tratamento rotação e consorciamento com culturas anuais e 56 vezes maiores que a pastagem (*Brachiaria humidicola*) sem aração e gradagem. Mesmo sendo diferente a magnitude das perdas de solo observadas neste estudo, reconfirma a importância da cobertura vegetal para a proteção do solo contra erosão.

O resultado da análise de variância para perda de água, mostra diferença estatisticamente significativa entre os tratamentos ( $F = 11,38$   $p < 0,001$ ,  $gl=2$ ). Quando comparados as medias de cada tratamento pelo teste Tukey, observa-se que as perdas de água foram semelhantes entre a parcela com solo descoberto (9,93 mm) e solo coberto com liteira (6,76 mm), mas significativamente menores nas áreas com solos cobertos por floresta primária (0,65 mm) (Figura 28). Isto provavelmente esta relacionado com a capacidade reduzida de infiltração e transmissão de água nos horizontes subsuperficiais que foram expostos ao se retirarem os horizontes superficiais da jazida aonde se localizam as parcelas coletoras (Teixeira *et al.*, 2004 a e b). Este processo estaria agravado pelos elevados teores de silte nestas camadas (Arruda, 2005), e a baixa resistência dos agregados que ficam expostos na superfície (Martins *et al.*, 2004).

A ausência de proteção do solo devido à remoção da cobertura vegetal e dos horizontes superficiais da Jazida, combinada aos eventos de maior precipitação, que foram os de maior erosividade, tornou o horizonte subsuperficial exposto da Jazida 21 mais suscetível à enxurrada, concordando com (Dedececk *et al.*, 1986; Dedececk *et al.*, 1997; Leite *et al.*, 2003 e Cogo *et al.*, 2003), onde afirmam que a cobertura vegetal oferece a proteção necessária ao solo durante chuvas altamente erosivas.



**Figura 28.** Valores médios com seus respectivos desvio padrão de perda de água dos tratamentos solo descobertos (D), solo com liteira (L) e solo sobre floresta primária (F). Letras diferentes indicam diferenças significativas com uma probabilidade de  $p < 0.001$  pelo Teste de Tukey.

As menores perdas de solo observadas no tratamento com solo sobre floresta primária neste estudo podem também ser explicadas pela interceptação das gotas de chuvas do dossel da floresta, que possui um extrato vertical muito diversificado, que fragmenta os pingos das chuvas em frações menores, dissipando a energia sintética no impacto com as folhas, aliado a uma maior proteção do solo pela existência de uma rica camada de folhas, (serapilheira) que fragmenta ainda mais as gotas de chuva amortecendo o impacto da água sobre o solo, coincidindo com trabalhos realizados por Martins *et al.* (2003), onde realizando estudos de perdas de solo e água por erosão hídrica em sistemas florestais na região de Aracruz (ES) encontrou que em três tipos de solos, a floresta perde menos água, mesmo para diferentes declives. Albuquerque *et al.* (2001), mencionam que maiores teores de matéria orgânica encontrados em solos de floresta primária, condicionam agregados de maior estabilidade e consequentemente melhor estrutura e maior permeabilidade. Para Garcia-Fayos (2004), a vegetação interfere no sentido de minimizar a erosão na medida em que aumenta a estabilidade dos agregados do solo, aumenta a coesão do solo, protege do impacto das gotas de chuva, aumenta a capacidade de infiltração e reduz o escoamento superficial. Os dados de carbono do solo presentes na Jazida 21 e na floresta primária corroboram esta importância.

**Tabela 1. Valores de perda de solo e água por erosão hídrica em solo descoberto, solo coberto com liteira e solo sobre floresta primária na Província petrolífera de Urucu, Coari-AM.**

EI30	Erosividade		Perda de solo			Perda de água				Precipitação	
	(R)	Descoberto	Liteira	Floresta	Descoberto	Liteira	Floresta	Pluvial			
	MJ mm ha <sup>-1</sup>	g L <sup>-1</sup>			mm	%	mm	%	mm		
> 20	47,11	89,77	1,56	0,97	42,82	93	37,53	82	1,09	2	46
	31,42	25,39	0,57	0,64	32,59	88	22,53	61	2,06	6	37,2
	30,85	58,03	0,49	0,51	25,6	72	19,98	56	2,64	7	35,8
	6,26	49,72	0,5	0,46	34,47	90	19,24	50	2,06	5	38,2
	21,45	76,99	0,63	0,91	28,16	90	21,34	68	2,64	8	31,4
x ± dp*	31,4 ± 9,6	59,9 ± 24,9	0,75 ± 0,46	0,70 ± 0,23	32,7 ± 6,6		24,1 ± 7,6		2,1 ± 0,6		37,7 ± 5,3
< 20 > 10	16,99	13,55	0,25	0,29	20,66	93	8,9	40	1,09	5	22,2
	14,12	20,46	1,35	1,76	16,4	67	16,4	67	1,94	8	24,4
	13,34	18,34	0,12	0,11	9,41	64	7,88	54	0,73	5	14,6
	12,5	33,18	0,42	0,31	15,89	88	12,14	67	1,09	6	18
	11,63	12,27	2,31	1,01	12,14	71	6,85	40	1	6	17,2
	10,6	35,45	0,11	0,1	10,94	80	9,41	69	0,55	4	13,6
	10,43	9,84	0,17	0,11	16,4	85	10,94	57	1,27	7	19,2
x ± dp*	12,8 ± 2,2	20,4 ± 10,1	0,68 ± 0,84	0,53 ± 0,63	14,5 ± 3,9		10,3 ± 3,2		1,1 ± 0,4		18,4 ± 3,8
< 10	9,42	37,3	1,32	0,41	17,59	97	14,35	79	1,18	6	18,2
	8,39	53,94	0,23	0,36	13,16	84	7,36	47	0,55	4	15,6
	7,72	13,38	0,29	0,02	8,9	62	2,32	16	0,45	3	14,4
	6,38	26,06	0,31	0,3	9,92	90	7,36	67	1	9	11
	4,08	24,25	0,43	0,16	2,76	35	2,49	31	0,14	2	8
	4,08	9,79	0,42	0,24	2,76	63	0,69	16	0,18	4	4,4
	3,25	25,45	0,89	0,25	2,76	37	0,88	12	0,18	2	7,4
	3,16	38,96	0,2	0,2	8,39	89	5,83	62	0,55	6	9,4
	3,07	17,7	0,91	0,89	2,76	51	0,84	16	0,18	3	5,4
	2,99	29,41	0,2	0,2	3,78	63	2,49	42	0,09	2	6
	2,8	19,04	0,39	0,02	2,36	37	0,41	6	0,18	3	6,4
	2,15	4,58	0,48	0,3	2,49	54	2,11	46	0,14	3	4,6
	1,6	7,11	0,59	0	0,69	16	0,2	5	0	0	4,4
	1,56	13,96	0,58	0,49	2,76	73	1,78	47	0,55	14	3,8
	1,01	5,68	0	0	0,34	13	0	0	0	0	2,6
	0,98	8,03	0,19	0	1,91	45	0,14	3	0	0	4,2
	0,95	5,94	0,12	0	0,63	21	0,24	8	0	0	3
	0,67	1,75	0,18	0	0,41	15	0,07	3	0	0	2,8
	0,58	4,03	0,25	0	0,55	25	0,14	6	0	0	2,2
	0,41	0,55	0	0	0,17	9	0	0	0	0	1,8
0,29	12,05	0,71	0,18	0,77	43	0,48	27	0,27	15	1,8	
0,26	3,01	0,18	0	0,51	43	0,2	17	0	0	1,2	
0,15	1,27	0	0	0,27	27	0	0	0	0	1	
0,13	0,56	0,02	0	0,14	14	0,14	14	0	0	1	
x ± dp*	2,7 ± 2,4	15,1 ± 14,2	0,37 ± 0,33	0,17 ± 0,16	3,6 ± 3,0		2,1 ± 1,5		0,23 ± 0,20		5,8 ± 5,3
Total	313	807	17	11	352	77	243	53	24	5	458

\*Media ± Desvio Padrão

## 6.2. Fatores da equação universal de perda de solo (EUPS)

### 6.2.1. Fator erosividade (R)

Foram coletados 36 eventos de chuva ao longo do experimento, onde o maior e menor índice de erosividade ( $EI_{30}$ ) dos 36 eventos foi de 47,11 e 0,13 MJ mm ha<sup>-1</sup> h<sup>-1</sup> onde a precipitação de cada evento foi de 46 e 1 mm respectivamente (Tabela 1). Cabe ressaltar que o maior índice de erosividade ( $EI_{30}$ ) foi observado em um único dia (31 de maio de 2010) e em um curto período de tempo (90 minutos), fato similar também foi observado por Macedo *et al.* (2006) na região de Urucu. Erosividade muito alta também foi observado na região de Aracruz, ES, onde em apenas um único dia ocorreu uma precipitação de 230 mm, que gerou uma erosividade de 9.552 mm ha<sup>-1</sup> h<sup>-1</sup> dia (Martins, 2005).

Na Tabela 1, de forma geral, observa-se que foram mais comuns chuvas com maior índice de erosividade (> 20 MJ mm ha<sup>-1</sup>) produzirem maiores perdas de solo; entretanto, foram também observados valores de baixo índice de erosividade (< 10 MJ mm ha<sup>-1</sup>) produzindo grandes perdas de solo. Isso pode estar atribuído, provavelmente, à variabilidade do grau de umidade antecedente do solo por ocasião das chuvas como pode ser observado no dia 121 do calendário Juliano, que corresponde ao dia 01 de maio de 2010, onde a umidade nos 20 e 40 cm de profundidade foi de 62,75 e 73,4 % respectivamente. Nesse dia, teve uma chuva de 22,2 mm com uma  $EI_{30}$  de 8,39 MJ mm ha<sup>-1</sup>, que produziu uma perda de solo de 53,94 g L<sup>-1</sup> (Figura 29).

Este efeito poderia estar sendo atenuado nas parcelas com liteira e floresta primária pelo efeito da serapilheira e da cobertura vegetal. Silva *et al.* (2009) também observaram que algumas chuvas de baixa erosividade produziam maiores perdas de solo do que as altas, indicando que, possivelmente, a umidade antecedente do solo estava alta em alguma época do ano.

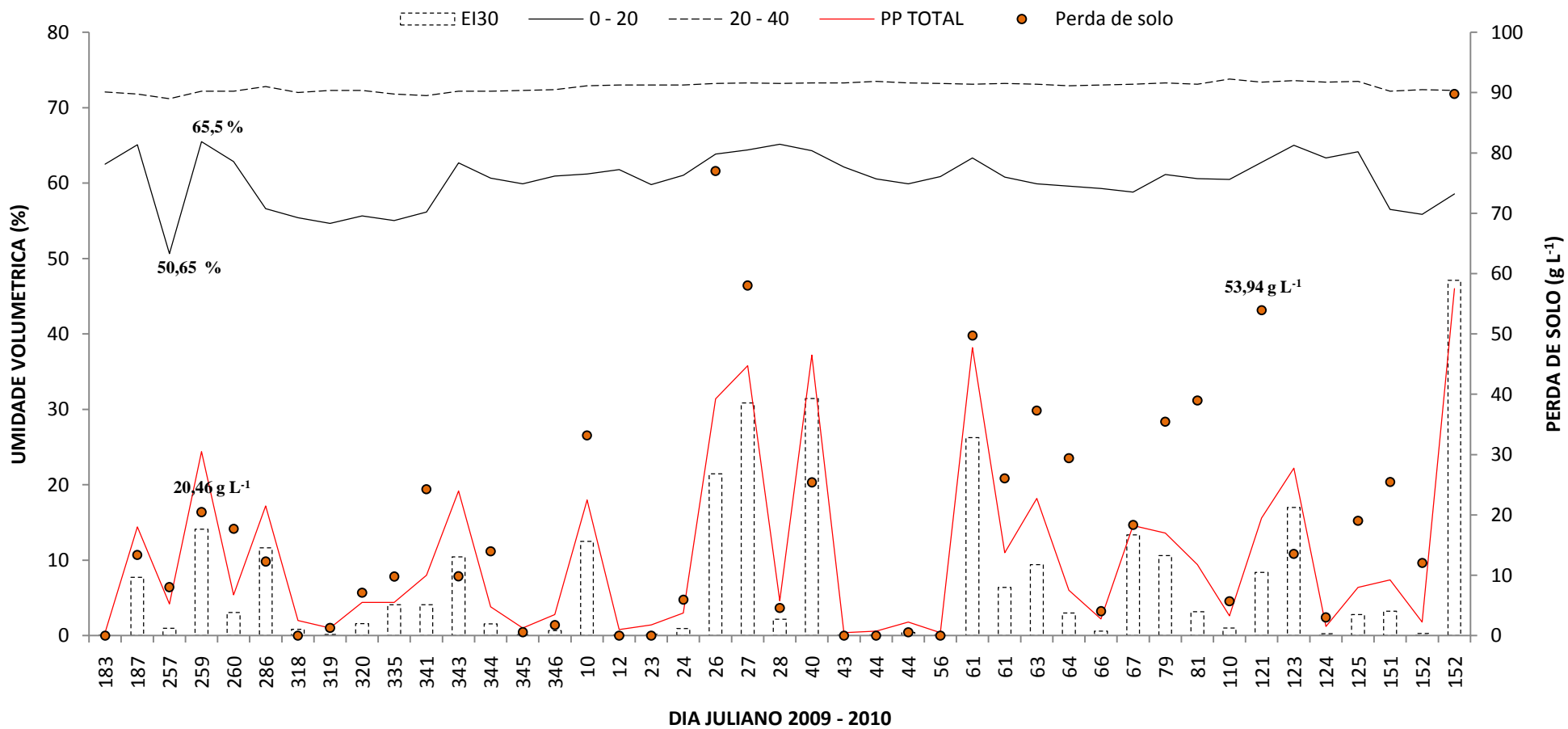


Figura 29. Valores de perda de solo, Índice de erosividade (EI<sub>30</sub>) da chuva e da umidade volumétrica dos eventos de chuva coletados no período de estudo (Julho de 2009 a Julho de 2010) na Província Petrolífera de Urucu.

Na Figura 29 também podemos observar que a variação da umidade do solo na profundidade de 40 cm na parcela com solo descoberto é baixa, mostrando uma monotonia da dinâmica da água nesta profundidade. Este fato indica uma reduzida infiltração da água das chuvas o que poderia estar relacionado à presença de uma estrutura em blocos e à baixa porosidade do solo da área estudada (Tabela 4).

Ainda na Figura 29, observa-se que no dia 257 do calendário Juliano, que corresponde ao dia 14 de setembro de 2009, a umidade do solo na camada superficial (0 – 20 cm) era de 50,65 % e no dia 259 (16 de setembro de 2009) após uma precipitação total de 24,4 mm a umidade do solo subiu de 50,65 a 65,5 % em um período de duas horas indicando uma rápida infiltração nesta camada e uma perda de solo de 20,46 g L<sup>-1</sup>, enquanto que na camada de 20 – 40 cm de profundidade houve apenas uma alteração de 0,4% evidenciando a baixa infiltração da água dentro do perfil. A camada mais profunda (20 – 40 cm) apresenta baixa variação quanto à alteração na umidade do solo mantendo-se bem mais úmidos que a camada superficial.

Na Figura 30 observa-se a distribuição da precipitação e do índice de erosividade (EI<sub>30</sub>) dos 36 eventos de chuva estudados, onde os valores de EI<sub>30</sub> acompanham as mesmas tendências dos valores da precipitação, fato que também foi observado por Marques (1996). Aparentemente, os maiores e menores valores de precipitação correspondem aos meses encontrados na estação chuvosa (Dezembro a Maio) e estação seca (Junho a Novembro) respectivamente, referentes à cidade de Coari (Macedo *et al.*, 2007) e à região de Urucu (Arruda, 2005), época em que se observam os maiores e menores valores de erosividade respectivamente.

Na Tabela 2, são observados os dados de precipitação e erosividade das chuvas mensais referentes à Província petrolífera de Urucu durante o período de estudo. Nela observa-se que a precipitação total durante o período de estudo foi de 2.335,5 mm. O regime da precipitação pluviométrica se divide em dois períodos: O primeiro período que corresponde a um período chuvoso, que abarca os meses de dezembro a junho. Neste período, os riscos de perda de solo por erosão hídrica são aumentados devido ao maior poder erosivo das chuvas (82%). O segundo período corresponde a um período seco, abrangendo os meses de julho a novembro, época que é recomendada para a realização de práticas de manejo onde o solo fica exposto ao impacto das gotas de chuva. Lopes e Brito (1993), também observaram que na região do médio São Francisco há duas estações bem definidas, chuvosa e seca; a



estação chuvosa corresponde ao período de maior risco à erosão, enquanto no período seco o risco é quase nulo.

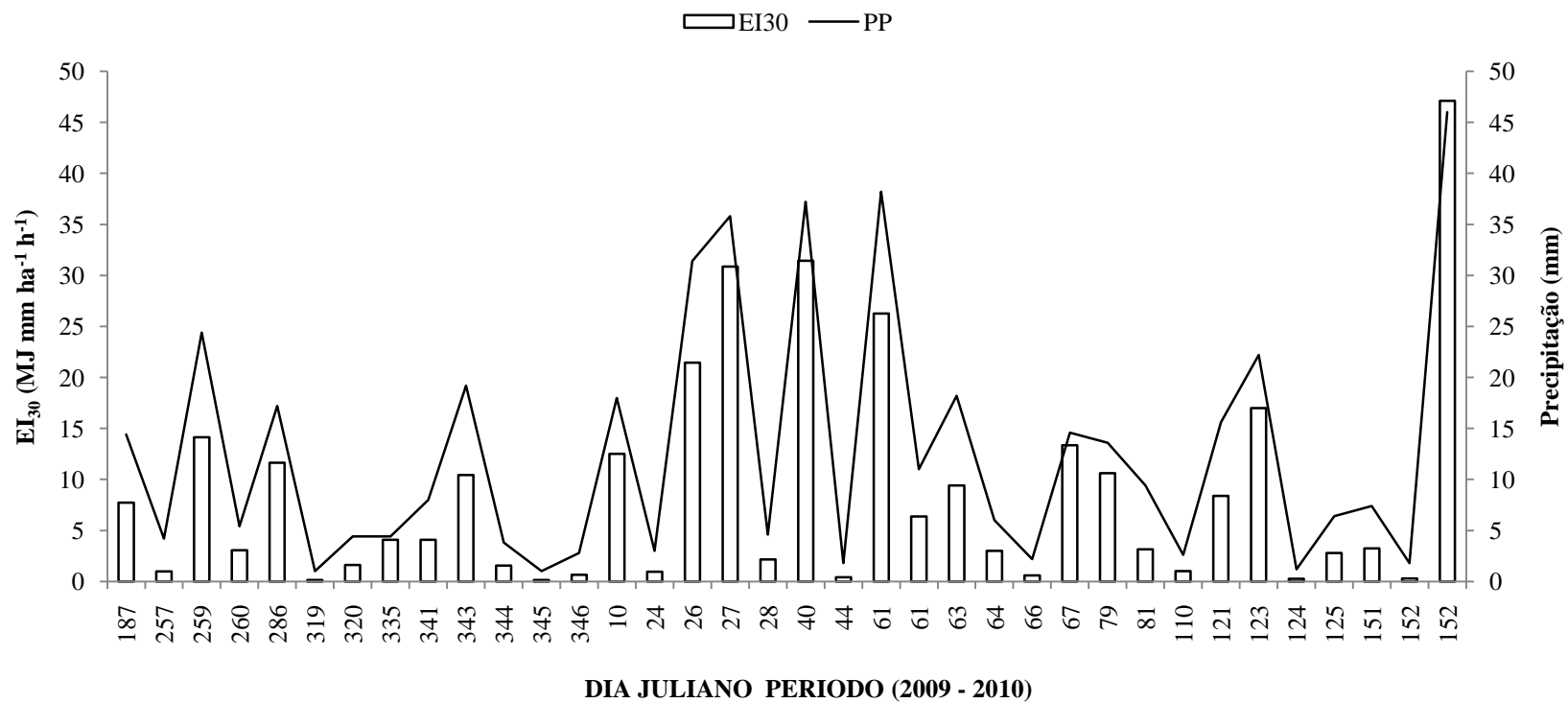
**Tabela 2. Valores mensais e totais da precipitação pluviométrica, do índice de erosividade das chuvas (EI) e do fator erosividade da chuva (R) no período de Julho de 2009 a Junho de 2010, na Base de Operações Geólogo Pedro de Moura, Coari – AM.**

Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	TOTAL
<b>Precipitação (mm)</b>												
102,5	93,2	114,4	153,8	150,8	259,4	264,1	141,2	221,6	288,2	282	264,3	2335,5
<b>Índice de erosividade – EI (MJ ha<sup>-1</sup> mm<sup>-1</sup>)</b>												
241,81	205,70	291,45	482,02	466,15	1172,18	1208,51	416,83	896,84	1401,93	1351,04	1210,07	9344,59*

\*Valor do fator erosividade (R)

O mês de maior precipitação e maior poder erosivo anual foi abril, totalizando 288 mm e 1.401,93 MJ ha mm<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> respectivamente, contrastando com o mês de agosto, que apresentou o menor valor de precipitação e menor poder erosivo, 93 mm e 205,70 MJ ha mm<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> respectivamente. De forma geral, os valores de precipitação não apresentaram muitas diferenças quando comparados com os valores de precipitação obtidos por Aguiar (2001), Macedo *et al.* (2007) e Arruda (2005), com exceção dos meses de Fevereiro e Junho, fato que poderia estar associado as anomalias positivas de precipitação registradas no estado de Amazonas neste ano (INMET, 2010).

O fator erosividade (R) da chuva encontrado durante o presente estudo foi de 9.344,59 MJ ha mm<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> (Tabela 2). Estes valores são bem próximos aos encontrado por Arruda (2005) para a localidade de Urucu, 10.326,72 MJ ha mm<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> e aos encontrados por Macedo *et al.* (2007), 8.899,90 MJ ha mm<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> e diferente ao encontrado por Oliveira Jr. e Medina (1990), 14,129,6 MJ ha mm<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> para a cidade de Manaus.



**Figura 30. Distribuição do índice de erosividade (EI30) da chuva e da precipitação total dos 36 eventos de chuva coletados no período de estudo ( Julho de 2009 a Julho de 2010) na Província Petrolífera de Urucu.**

### 6.2.2. Fator erodibilidade (K)

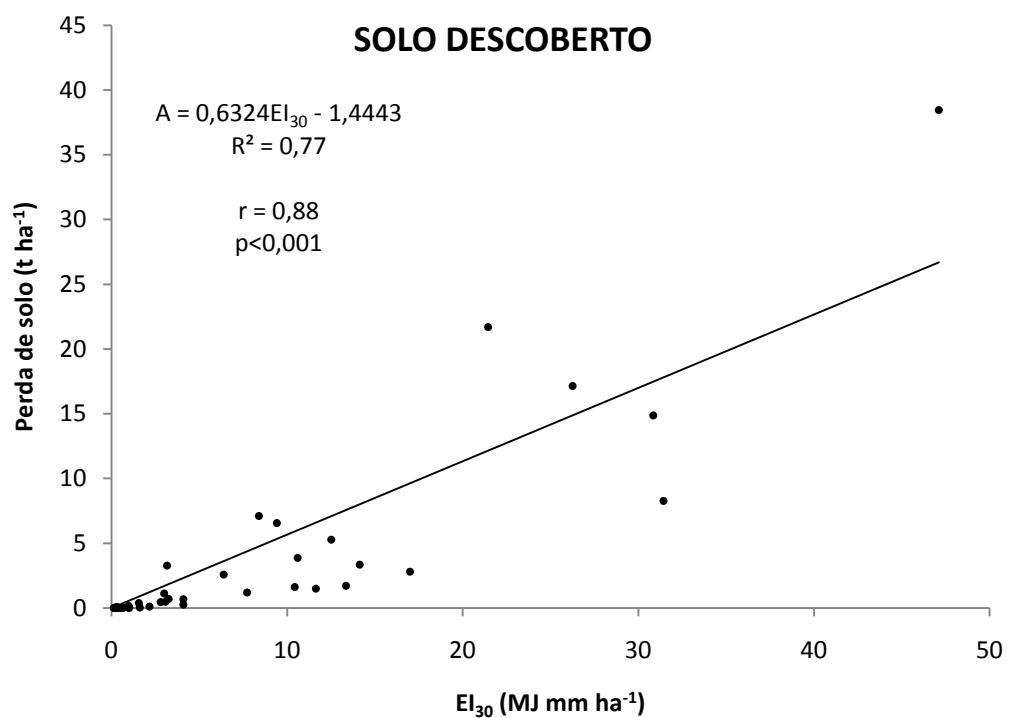
Segundo Wischmeier (1972), o coeficiente angular (b) das equações de regressão, obtidas por meio das variáveis erosividade, expressa pelo índice  $EI_{30}$  e as perdas de solo, na determinação da erodibilidade, apresenta uma boa estimativa deste fator. Com essa premissa, Tomaram-se os valores dos 36 eventos de chuva e perda de solo avaliados neste estudo para determinar as equações lineares dos tratamentos em estudo, onde os coeficientes dos modelos lineares ajustados aos dados podem ser observados na Tabela 3.

**Tabela 3. Parâmetros das equações de regressão entre os índices  $EI_{30}$  (x) e perdas de solo (y) com seus respectivos coeficiente de determinação ( $R^2$ ), para os tratamentos (solo descoberto, com liteira e floresta primária). Base de Operações Geólogo Pedro de Moura, Coari – AM.**

TRATAMENTO	PARAMETROS DA EQUAÇÃO		COEFICIENTE DE DETERMINAÇÃO
	a	b	$R^2$
Solo descoberto	-1,4443	0,6324	0,7771
Solo coberto com liteira	0,0179	0,0079	0,6239
Solo sobre floresta primária	0,0004	0,0004	0,3601

Os modelos  $A = 0,6324EI_{30} - 1,4443$  ( $R^2 = 0,77$ ) para o solo descoberto,  $A = 0,0079EI_{30} + 0,0179$  ( $R^2 = 0,62$ ) para o solo sobre liteira e  $A = 0,0004EI_{30} + 0,0004$  ( $R^2 = 0,36$ ) e para o solo sobre floresta primária, consideram valores anuais, onde o maior valor de coeficiente de determinação foi obtido entre o índice de erosividade da chuva ( $EI_{30}$ ) e as perdas de solo no tratamento com solo descoberto (Tabela 3). Os tratamentos de solo com liteira e solo sobre floresta primária, apresentam um reduzido ajuste ao modelo linear, indicado pelos baixos coeficientes de determinação (Tabela 3). Os três tratamentos apresentaram aumento das perdas de solo com o incremento do índice de erosividade da chuva ( $EI_{30}$ ) (Figura 31,32 e 33), nelas também se observa uma concentração dos pontos próxima à origem dos pontos cartesianos, como também observado por Biscaia *et al.*, (1981), mas também pode se disser que existe uma variação ampla tanto para baixos quanto para altos índices de erosividade nos três tratamentos, o que pode ser explicado pelo curto período de tempo e reduzido numero de eventos estudados, coincidindo com Bertol, (1994). Isto mostra que algumas chuvas de alta erosividade ocasionaram baixas perdas de solo e algumas chuvas de baixa erosividade ocasionaram altas perdas de solo. Esse comportamento pode ser explicado principalmente pela variação do teor de umidade antecedente do solo ao evento de chuva. Ainda nas Figura 31, 32 e 33, observa-se que os eventos de maior índice de erosividade  $EI_{30}$  ocorreram em menor frequência e foram responsáveis pela maior parte das

perdas de solo e os eventos de menor índice de erosividade  $EI_{30}$  ocorreram em maior frequência e, com algumas exceções, explicadas pela elevada umidade antecedente do solo, foram responsáveis por pequenas perdas de solo. Assim, eventos de alta energia podem, eventualmente, provocar baixas perdas de solo, especialmente no solo com baixa umidade antecedente, como aconteceu algumas vezes durante o período de estudo e mostrado na Figura 29.



**Figura 31. Regressão linear simples entre as perdas de solo e o índice de erosividade ( $EI_{30}$ ), para o tratamento solo descoberto da BOGPM, Coari, AM.**

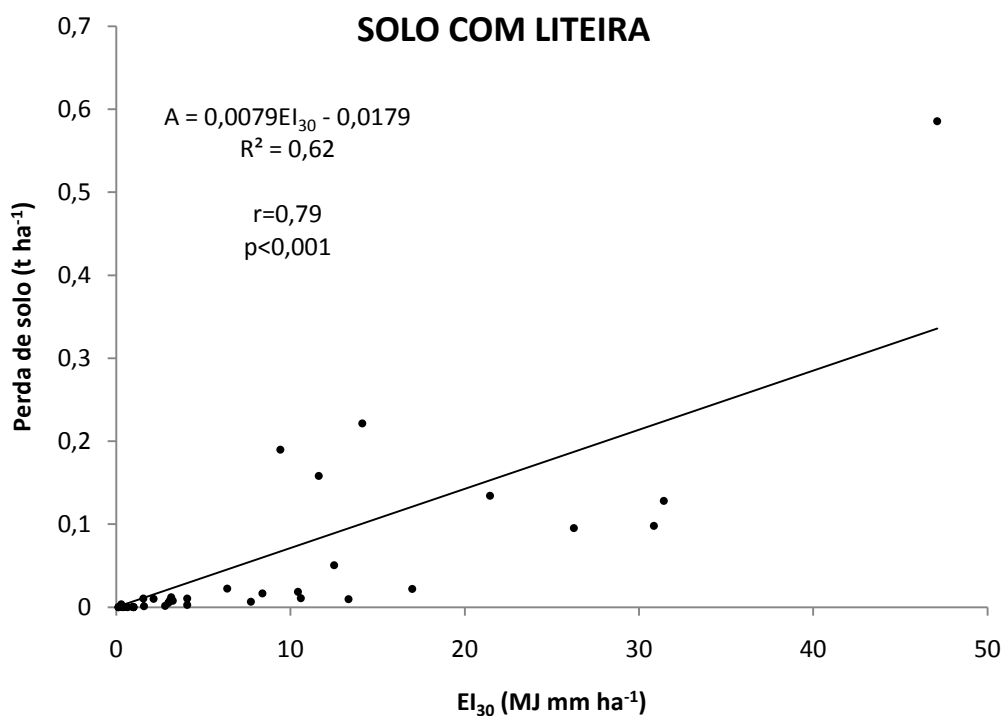


Figura 32. Regressão linear simples entre as perdas de solo e o índice de erosividade ( $EI_{30}$ ), para o tratamento solo coberto com liteira da BOGPM, Coari, AM.

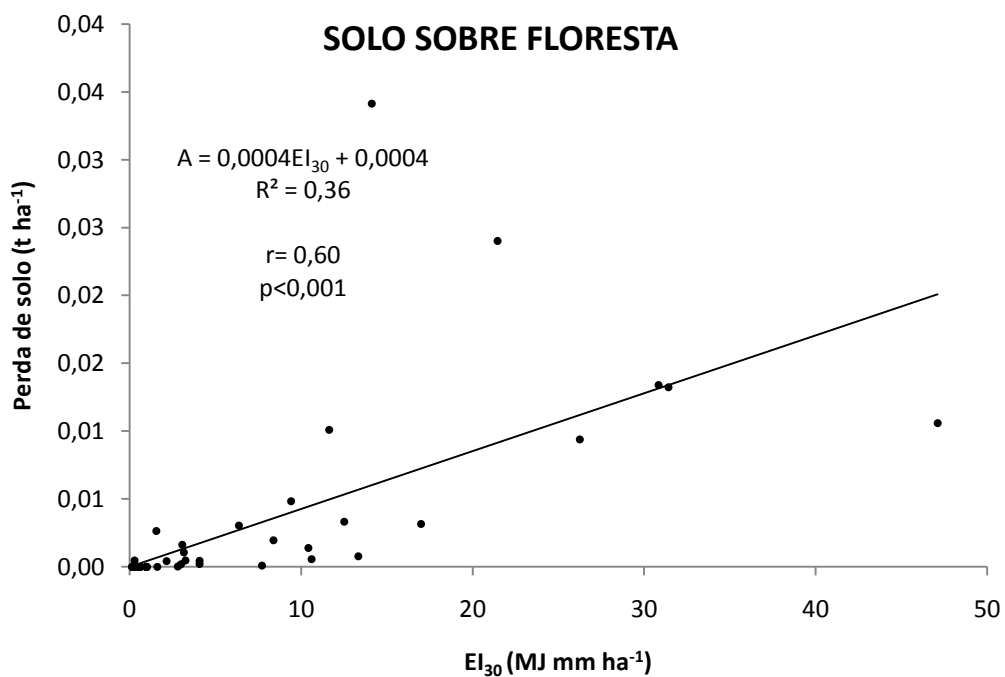


Figura 33. Regressão linear simples entre as perdas de solo e o índice de erosividade ( $EI_{30}$ ), para o tratamento solo sobre floresta primária da BOGPM, Coari, AM.

Na Figura 31, 32 e 33, são apresentados os modelos lineares, que foram ajustado com a condicionante de passar pela origem (0,0). A saber:  $A = 0,5664EI_{30}$  ( $R^2 = 0,75$ ),  $A = 0,0071EI_{30}$  ( $R^2 = 0,60$ ) e  $A = 0,0004EI_{30}$  ( $R^2 = 0,35$ ) para o solo descoberto, solo sobre liteira e solo sobre floresta primária, respectivamente. Posteriormente, o coeficiente angular ajustado de cada equação foi corrigido pelo fator topográfico para determinação do fator erodibilidade (K). Para a obtenção do fator topográfico, determinaram-se os comprimento de todas as parcelas (Fator L) e depois a declividade (Fator S) das áreas em estudo. Após isso, o fator topográfico (LS) foi determinado em 0,70 para os tratamentos com solo descoberto e solo com liteira e 1,23 para o solo sobre floresta primária (Tabela 5).

Os coeficientes, depois de corrigido pelo fator topográfico dos respectivos tratamentos, permitiram obter os valores do fator erodibilidade (K) dos tratamentos, a saber: 0,9026, 0,0112 e 0,0032 t ha MJ<sup>-1</sup> mm<sup>-1</sup> para os tratamentos solo descoberto, solo com liteira e solo sobre floresta primária respectivamente (Tabela 5).

O valor obtido para o fator erodibilidade (K) no tratamento solo descoberto é considerado muito alto de acordo com a classificação estabelecida por Ranzani (1980). Santos *et al.* (2002), mencionam que a erosão tende a ser maior em solos com maiores teores de silte e areia e menor nos solos argilosos, devido a baixa agregação e maior erodibilidade dessas partículas, sendo facilmente dispersos e transportados, constituindo um dos fatores mais importante da erodibilidade, devido apresentar semelhança de comportamento com a fração areia fina do solo.

O valor muito alto do fator erodibilidade (K) no tratamento solo descoberto foi devido provavelmente à remoção dos horizontes A, B e parte do horizonte C da Jazida 2, alterando as propriedades físicas e carbono orgânico total, aliado aos elevados valores de silte encontrados nas duas áreas em estudo (Tabela 4) como mencionado por Teixeira *et al.*, (2004 c), Arruda, (2005) e Mollinaro, (2005), donde as partículas do tamanho de areia fina e silte predominantes nos horizontes superficiais aumentam a susceptibilidade ao processo erosivo.

O valor do fator K encontrado no tratamento solo descoberto é muito superior ao valor médio anual (0,03 Mg h MJ<sup>-1</sup> mm<sup>-1</sup>) observado em parcelas instaladas em campo por Silva *et al.* (2009) para um Cambissolo Háplico Tb Distrófico típico e ao valor de 0,01 Mg h MJ<sup>-1</sup> mm<sup>-1</sup> e 0,009 Mg h MJ<sup>-1</sup> mm<sup>-1</sup> encontrado por Bertol *et al.* (2002) para um Cambissolo



Húmico de Lages (SC) e por Silva *et al.* (1997) para um Latossolo vermelho escuro de textura argilosa de Goiânia (GO), respectivamente.

O alto valor de K, também pode ser explicado devido ao solo estudado apresentar elevados valores de densidade do solo (Tabela 4), reduzida capacidade de infiltração e transmissão de água no horizonte exposto (Teixeira *et al.*, 2004 a, b), e baixa resistência dos agregados (Martins *et al.*, 2004). Adicionalmente o horizonte superficial apresenta baixos teores de C (Tabela 4), o que provavelmente lhe confere uma estrutura em blocos e/ou maciça, consequentemente uma baixa infiltração de água no solo.

Estudos nos quais se analisou a influência da umidade na determinação do fator K para chuvas individuais, foram realizados por Wischmeier (1976), constatando que eventos ocorridos em períodos extremos, solo muito seco ou muito saturado, provocam variações no valor de erodibilidade. Segundo Wischmeier e Mannering (1969), na equação de regressão  $A = a + bx$ , o coeficiente (**a**) representa outras influências no fenômeno, tais como a umidade antecedente, infiltração anterior ao escoamento e retenção por rugosidade superficial. Isto também mostra a dificuldade que existe para determinar a erodibilidade (K), devido às características intrínsecas de cada solo em particular e de seu estado de umidade no momento do evento erosivo.

A erodibilidade por ser uma propriedade do solo resultante da interação entre suas características físicas, químicas, mineralógicas e biológicas, considerou-se necessário determiná-las. Nesse sentido, na Tabela 4 encontram-se as características químicas, físicas e morfológicas do solo das duas áreas em estudo, onde de forma geral observa-se que as características do solo da Jazida 21 são bem diferentes aos do solo da área de floresta primária adjacente, provavelmente como consequência das atividades antropicas nela realizadas.

Claramente, os teores de pH,  $Ca^{+2}$ ,  $Mg^{+2}$ , P e K da Jazida 21 são bem superiores quando comparados aos da floresta primária, onde o pH ( $H_2O$ ) foi neutro (7,19) e o teor de Ca ( $7,05 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ ) foi elevado. Isto devido provavelmente a que na Jazida 21 foi realizado uma calagem ( $2 \text{ t ha}^{-1}$ ) e adubação com 200 gramas de formulado 10-30-10 (N- $P_2O_5$ - $K_2O$ ) e 50 g de sulfato de magnésio por cova durante a implantação de outros experimentos (Rodrigues, *et al.*, 2003; Moreira, *et al.*, 2004; Ribeiro, *et al.*, 2005). Já os teores de  $Al^{+3}$ , H+Al, V e m, obviamente estão sendo influenciados pela calagem, como mostra a Tabela 4.

Os teores de pH, Ca<sup>+2</sup>, Mg<sup>+2</sup>, P, K, Al<sup>+3</sup>, H+Al, V e m encontrado na área de floresta primária adjacente estão bem próximos aos encontrados em outros trabalhos realizados na BOGPM (Moreira A. e Costa D.G. 2004; Rodrigues, *et al.*, 2003; Moreira, *et al.*, 2005; Ribeiro, *et al.*, 2005; Falcao, *et al.*, 2005), onde se apresentam com baixa fertilidade natural, caracterizados pelos baixos teores de nutrientes (Ribeiro *at al.*, 1999). Os valores de Al trocável foram superiores a 2,28 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>, estando dentro da faixa considerado muito alta, provavelmente ao fato desses solos serem originários da formação Geológica Solimões, que apresentam teores naturalmente altos de Al, conforme estudos realizados por Marques *et al.* (2002), o qual discutem que esses teores de Al trocável extraível por KCL provavelmente não reflete a concentração desse elemento na solução do solo.

O teor de C no solo da área do experimento foi menor do que o teor de C na área de floresta primária adjacente (Tabela 4), devido provavelmente ao desmatamento desta área e à remoção dos horizontes A, B e parte do C da Jazida (Moreira e Costa, 2004; Teixeira, *et al.*, 2004c). Junto a isto, foram retirados os três primeiros centímetros do solo da área onde foi instalado este experimento. O resultado do teor de C na área de floresta primária adjacente já era esperado, devido ao aporte de matéria orgânica proveniente da floresta primária adjacente ser em torno de 13 Mg ha<sup>-1</sup> (Luizão, 1989).

Os maiores teores de AF, AT e Silte foram observados na área de floresta primária, com exceção da AG e de Argila, onde se apresentam com baixos teores (Tabela 4). É importante mencionar que os teores elevados de silte são devido à camada que se encontra na superfície ser um dos horizontes subsuperficiais do solo original, que alcançou a superfície devido à escavação para extração de material de solo para construção e reformas de estradas e obras civis. A fração areia tanto nas duas áreas é composta em sua maioria por areia fina, o qual é semelhante ao comportamento do silte, constituindo uma das características que aumenta a erodibilidade dos solos (Wischmeier *et al.*, 1971).

A diferença observada entre a Ds da Jazida 21 e a área de floresta primária, é o resultado das práticas de manejo e uso do solo inadequado e provavelmente acrescentado pelos elevados teores de silte, que ao ser levados facilmente pelas enxurradas, acabam tampando e ocupando os espaços deixados pelas partículas do solo da Jazida. A alteração da Ds na Jazida 21 é mais expressiva sobre a micro porosidade, como consequência, observa-se uma diminuição da porosidade total. Já a porosidade da área de floresta primária é composta em sua grande maioria de microporos.

O DMG dos agregados da área de floresta foi superior ao da Jazida 21 (Tabela 4), fato que pode ser atribuído ao maior teor de matéria orgânica (Tabela 4) e seu respectivo papel na formação e estabilização de agregados, por meio do acúmulo de liteira na superfície e menor mobilização do solo para sua incorporação.

Encinas *et al.* (2009), realizando estudos sobre argila dispersa em água e grau de floculação em clareiras com diferente idade de reflorestamento e em área de floresta da província petrolífera de Urucu, encontrou valores bem próximos aos encontrados na jazida 21 e na área de floresta deste estudo. Esses valores elevados de ADA nas áreas reflorestadas refletem as modificações na camada superficial destes locais, o que favorece a desagregação do solo e em vista das práticas de calagem e adubação, que promovem à dispersão da argila e aumento dos valores de ADA.

De acordo com Jucksch (1987), Sumner (1992) e Nunes (2003), a dispersão de argila se dá pelas intensas calagens e adubações realizadas nos solos quando em produção. Do ponto de vista agrícola, Lemos e Silva (2005) afirmam que a floculação é importante para o controle da erosão, já que propicia a formação de agregados estáveis ou grânulos. Isso se justifica, pois ocorre uma maior permeabilidade do solo à penetração das águas, favorecendo o crescimento vegetal (Buckman, 1979, citado por Lemos e Silva, 2005). Eltz *et al.* (2001), consideram que quanto maior o teor de argila dispersa em água, menores são as taxas de infiltração da água no solo e maior a erodibilidade entre sulcos. O mesmo autor considera como limite crítico para este processo, o teor de argila superior o igual a 35%.

**Tabela 4. Atributos morfológicos, químicos e físicos das áreas em estudo.**

Local	Características Químicas (0 - 10 cm)												
	pH	C	P	K	Ca+2	Mg+2	Al+3	H+Al	V	m			
	H <sub>2</sub> O	g kg <sup>-1</sup>	mg dm <sup>-3</sup>				cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>		%				
Jazida 21	7,19	5,28	0,66	32,33	7,05	0,64	0,0	0,0	100	0,0			
Floresta	3,65	24,89	2	0,13	0,07	0,16	2,28	8,15	4,5	85,53			
Local	Características Físicas (0 - 10 cm)												
	AG	AF	AT	SIL	ARGILA	Ds	Dp	MP	MIP	PT	ADA	GF	DMG
				g kg <sup>-1</sup>		Mg m <sup>-3</sup>				%	g kg <sup>-1</sup>	%	mm
Jazida 21	27	144	171	473	348	1,6	1,17	16,8	23,1	39,9	250,67	0,72	0,3886
Floresta	9	300	309	602	87	0,8	2,48	25,1	43,9	69	166,7	0,27	2,17

### 6.2.3. Fator uso do solo, manejo e práticas conservacionistas (CP)

O valor dos fatores CP para o tratamento solo descoberto foi considerado 1 devido ao solo permanecer completamente descoberto e sem nenhum tipo de pratica conservacionista que possa diminuir a perda de solo pela erosão hídrica. Os fatores CP do tratamento solo com liteira obtidos por meio das razões de perda de solo e do índice de erosividade foi de 0,004 e, para floresta primária, foi 0,0017 (Tabela 5). Por não existir no Brasil valores destes fatores (CP) utilizando lietira de floresta primaria, torna-se de fundamental importância a determinação destes parâmetros na aplicação da Equação Universal de Perda de Solo (EUPS) a fim de subsidiar o planejamento das atividades de uso da terra.

**Tabela 5. 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*
Solo descoberto	9.344.59	0,902	0,70	1
Solo com liteira	9.344.59	0,011	0,70	0,0040
Solo sobre floresta primária	9.344.59	0,003	1,23	0,0017

\*(R)= erosividade, (K)= erodibilidade, (LS)= fator topográfico e (CP)= uso do solo, manejo e praticas conservacionistas

O valor obtido no tratamento com liteira 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 arraste das partículas, apesar de não ter reduzido significativamente o escoamento superficial.

Albuquerque *et al.*, (2005), determinando os fatores da EUPS em Sumé, (PB), encontrou que o efeito da cobertura vegetal sobre as perdas médias anuais de solo contribuiu para que as mesmas fossem reduzidas de 65,37 t ha<sup>-1</sup>(Parcela padrão) para 0,37 t ha<sup>-1</sup>representando uma redução de 99,43% nas perdas de solo. Assim mesmo, Margolis *et al.*, (1985), também determinando os fatores da EUPS em Caruaru, (PE), encontrou que os efeitos da cobertura vegetal sobre as perdas medias anuais de solo por erosão caíram de 29,11 t ha<sup>-1</sup> para 0,025 t ha<sup>-1</sup>, representando com isso uma redução da perda de solo de 99,9 %, coincidindo com este estudo, onde o efeito da proteção sobre as perdas de solo contribuem para que as mesmas fossem reduzidas de 5.909 a 0,3 t ha<sup>-1</sup> (Tabela 6), representando uma redução de 99,95% nas perdas de solo, indicando a importância desta prática no controle das perdas de solo na PPU.

Com os valores dos fatores da EUPS encontrados neste estudo, foram estimados os valores de perda de solo da PPU nos tratamentos solo descoberto, solo com liteira e solo sobre floresta primária (Tabela 6). O valor estimado no tratamento solo descoberto ( $5.909,52 \text{ t ha}^{-1}$ ) deste estudo é bem próximo ao encontrados por Arruda (2005) ( $5.678,38 \text{ t ha}^{-1}\text{ano}^{-1}$ ) numa área de solo descoberto, e os valores encontrados nos tratamentos solo coberto com liteira ( $0,3 \text{ t ha}^{-1}$ ) e solo sobre floresta primária ( $0,06 \text{ t ha}^{-1}$ ) são muito próximos aos encontrados no tratamento com eucalipto ( $0,68 \text{ Mg ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ ) e mata nativa ( $0,047 \text{ Mg ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ ) e muito diferentes ao tratamento solo descoberto ( $2188 \text{ Mg ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ ) em um Argissolo Amarelo determinados por Martins em Minas Gerais (2005).

Perdas de solo por erosão hídrica foram quantificadas em vários estados do Brasil utilizando métodos diretos e indiretos. No município de Mucajaí, RO, utilizando métodos diretos para quantificar as perdas de solo sobre pastagem derivada de florestas e floresta primária, provocada por chuvas naturais foi de  $1.128$  e  $150 \text{ kg ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$  (Barbosa e Fearnside, 2000). Bono *et al.* (1996) em São João do Rei MG, encontraram perdas de solo em diversos sistemas, que variaram de  $18,0$  a  $6,8 \text{ t ha}^{-1}\text{ano}^{-1}$  para pastagens nativas e *B. brizantha* a lanço com escarificação de toda a parcela, e  $39,7$  a  $24,4 \text{ t ha}^{-1}\text{ano}^{-1}$  para pastagens nativas e *B. brizantha* cv. Marandú em covas respectivamente, utilizando métodos diretos. Em Lavras, MG, utilizando-se os mesmos métodos, se determinou perdas de solo com valores médios anuais de  $205,65$  e  $14,90 \text{ Mg ha}^{-1}\text{ano}^{-1}$  em um Cambissolo Haplíco e Latossolo Vermelho sem cobertura (Silva *et al.*, 2005). Albuquerque *et al.* (2005), também utilizando métodos diretos para determinar os fatores da equação universal de perda de solo no município de Sume, PB, encontraram valores médios de perda de solo de  $15,40$  e  $33,36 \text{ t ha}^{-1}\text{ano}^{-1}$  para palma morro abaixo e palma em nível respectivamente. Estes valores encontrados por estes autores, mesmo sendo quantificados em áreas de floresta primária ou utilizando diferentes plantas como cobertura, são superiores aos encontrados neste estudo, fato que provavelmente estaria relacionado às características intrínsecas dos solos onde foram determinados e ao fator erosividade da chuva, que em cada localidade se apresentam com duração, intensidade e frequência diferente.

O monitoramento das perdas de solo por erosão hídrica, por comparação com os limites estabelecidos pela tolerância de perdas, é imprescindível para o manejo adequado das atividades agrícolas. A FAO (1967) admite perdas da ordem de  $12,5 \text{ Mg ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$  para solos profundos, permeáveis e bem drenados;  $2$  a  $4 \text{ Mg ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$  para solos rasos ou impermeáveis e, para outros solos, admite perdas intermediárias àqueles limites. Nesse sentido, os elevados

valores encontrados neste estudo estariam acima dos limites e considerados como as máximas perdas de solo por erosão hídricas encontradas no Brasil.

Estudos realizados em florestas mostram que ela é capaz de interceptar em torno de 25,6% a 11,6% do total de chuvas (Ferreira e Dallarosa, 2005). Outros estudos mostram que nos arredores de Manaus, a interceptação da chuva pela floresta chega em média a 23% da precipitação (Franken *et al*, 1992) e na Amazônia Venezuelana 95% da precipitação chega ao solo (Jordan e Heuvelop, 1981). Isto provavelmente também contribuiu para a obtenção dos menores valores de perda de solo sobre floresta primária deste estudo (Tabela 6).

De acordo com os resultados observados na Tabela 6, a perda do solo apresentou o seguinte comportamento em relação à cobertura do solo: solo descoberto ( $5909,52 \text{ t ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ ) > solo coberto com liteira de floresta ( $0,30 \text{ t ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ ) > solo sobre floresta primária ( $0,06 \text{ t ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ ).

**Tabela 6. Valores de perda de solo estimados pela equação universal de perda de solo (EUPS) no período de estudo, nos tratamentos: solo descoberto, com liteira e floresta primária na Província Petrolífera de Urucu, Coari – AM.**

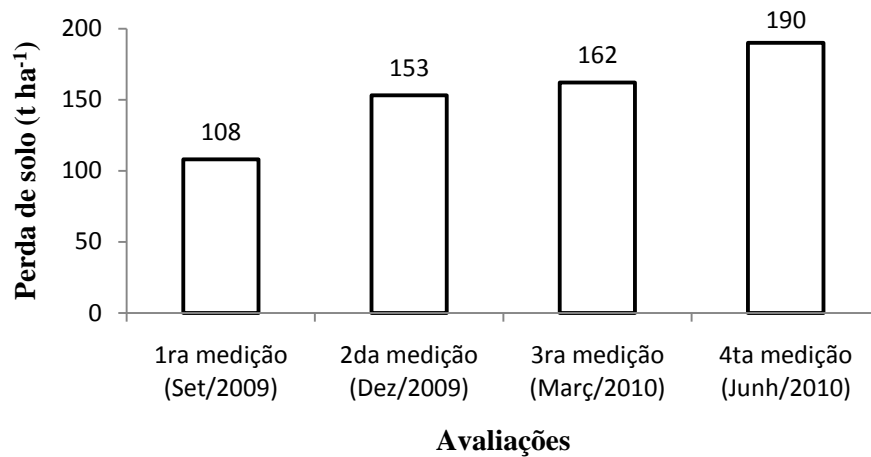
ANO	MÊS	PERDA DE SOLO					
		D*		L*		F*	
		t ha <sup>-1</sup>	%	t ha <sup>-1</sup>	%	t ha <sup>-1</sup>	%
2009	Julho	152,92	2,59	0,0076	2,53	0,0016	2,67
	Agosto	130,09	2,20	0,0065	2,17	0,0013	2,17
	Setembro	184,32	3,12	0,0092	3,07	0,0019	3,17
	Outubro	304,83	5,16	0,0152	5,07	0,0032	5,33
	Novembro	294,80	4,99	0,0147	4,90	0,0031	5,17
	Dezembro	741,29	12,54	0,0370	12,33	0,0079	13,17
2010	Janeiro	764,27	12,93	0,0381	12,70	0,0082	13,67
	Fevereiro	263,61	4,46	0,0131	4,37	0,0028	4,67
	Marco	567,16	9,60	0,0283	9,43	0,0060	10,00
	Abril	886,58	15,00	0,0443	14,77	0,0095	15,83
	Mai	854,40	14,46	0,0426	14,20	0,0091	15,17
	Junho	765,25	12,95	0,0382	12,73	0,0082	13,67
<b>Total</b>	<b>t ha<sup>-1</sup>ano<sup>-1</sup></b>	<b>5909,52</b>	<b>100</b>	<b>0,30</b>	<b>100</b>	<b>0,06</b>	<b>100</b>

\*(D)= tratamento solo descoberto, (L)= tratamento solo com liteira e (F)= tratamento solo sobre floresta primária

### 6.3. Estimativa das perdas de solo por meio da variação do nível da superfície do solo

No período de estudo de perda de solo no tratamento solo descoberto avaliados pelo método da mudança de nível da superfície do solo, as perdas de solo estimadas variaram de 108 a  $190 \text{ t ha}^{-1}$  (Figura 34).

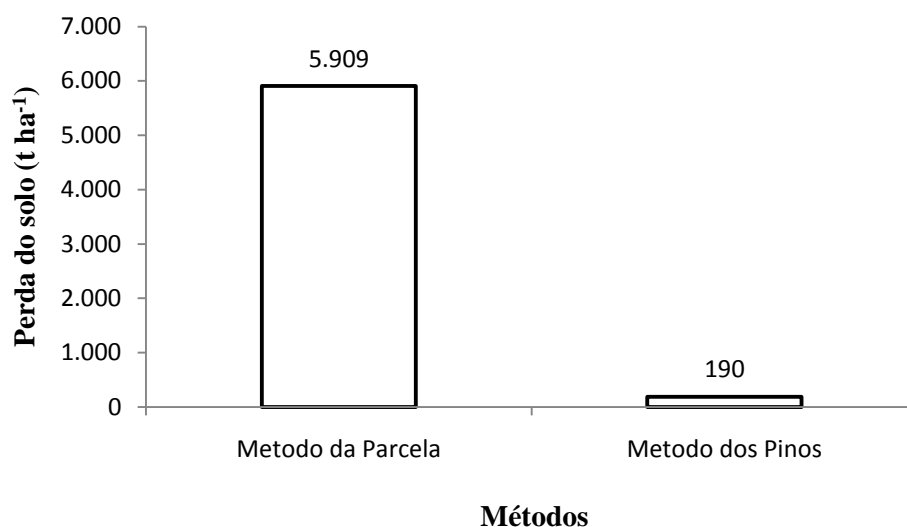




**Figura 34.** Perdas de solo determinadas pelo método da variação do nível da superfície do solo no tratamento solo descoberto da BOGPM, Coari, AM.

Arruda (2005), utilizando o mesmo método para estimar a perda de solo na região de Urucu, obteve nos primeiros 6 meses uma perda de 233,61 t ha<sup>-1</sup> em uma área de solo descoberto e aos 12 meses, a perda estimada foi de 254,43 t ha<sup>-1</sup>. Costa (2009), também utilizando o mesmo método para estimar a perda de solo em diferentes tipos de cobertura na região de Urucu, obteve uma perda de 49,7 t ha<sup>-1</sup> nos primeiros 6 meses de avaliação, já aos 12 meses, as estimativas de perda de solo foram de 63,2 t ha<sup>-1</sup> em uma área de solo descoberto. A diferença que existe entre estes valores de perda de solo com os encontrados neste estudo, poderia estar relacionada ao controle realizado neste estudo pelas chapas galvanizadas da parcela coletora de erosão, que impediram o ingresso de água e sedimentos de áreas vizinhas evitando o transporte e deposição dos mesmos para dentro da parcela.

Quando os métodos utilizados para calcular a perda de solo neste estudo foram comparados, observou-se uma grande diferença. O método da parcela padrão estimou a perda de solo em 5.909 t ha<sup>-1</sup>, no entanto, o método por meio da variação da superfície do solo estimou a perda de solo em 190 t ha<sup>-1</sup> (Figura 35).



**Figura 35.** Comparação de perdas de solo determinadas pelo método da parcela padrão e pela variação do nível da superfície do solo no tratamento solo descoberto da BOGPM, Coari, AM.

Estes resultados coincidem com os estudos de perda de solo pela alteração da superfície do solo em sistemas florestais realizados por Cardoso *et al.* (2004) no município de Aracruz, ES. Os resultados obtidos por este autor mostraram que o método da mudança na superfície do solo, apresentou valores próximos do método da parcela-padrão para os tratamentos Eucalipto e Floresta Natural nos três diferentes solos estudados, indicando seu potencial para uso em estudos dessa natureza, com exceção do tratamento solo descoberto onde os valores encontrados foram bem abaixo dos encontrados pela parcela padrão.

## 7. CONCLUSÕES

As perdas de solo e água foram maior no tratamento solo descoberto (5909,52 t ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>; 77%), seguido pelo tratamento solo coberto por liteira (0,30 t ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>; 53%) e solo coberto por floresta primaria (0,06 t ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>; 5%).

Os valores de perda de solo estimados pela EUPS para as condições de solo descoberto na BOGPM foram os maiores já registrados para o Brasil, o qual esta acima do aceitado pela FAO. Onde a simples cobertura com liteira o coloca em níveis aceitáveis.

O método da mudança da superfície do solo estimou valores muito inferiores (190 t ha<sup>-1</sup>) aos do método da parcela padrão (5.909 t ha<sup>-1</sup>).

Não houve diferença entre o solo coberto por floresta primária com liteira, mostrando a eficiência da cobertura do solo na redução do processo erosivo, onde a simples cobertura do solo com a liteira é possível reduzir as perdas de solo em até 99,95 %, o que tornaria o uso da liteira em uma boa prática para o controle da erosão na BOGPM, por ser de baixo custo, de fácil obtenção, utilização, abundância e renovável.

A erosão nas áreas de floresta primária são bastante reduzidas ( $0.06 \text{ t ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ ) o que pode ser explicadas pela interceptação das gotas de chuvas do dossel da floresta, que fragmenta os pingos das chuvas em frações menores, dissipando a energia sintética no impacto com as folhas, aliado a uma maior proteção do solo pela existência de uma rica camada de folhas, (serapilheira) que fragmenta ainda mais as gotas de chuva amortecendo o impacto da água sobre o solo.

As perdas de água foram semelhantes entre o solo descoberto e solo coberto com liteira, mas menores na área com solos cobertos por floresta primária. No entanto, a perdas de água no solo sobre floresta primária quando comparados com o tratamento com liteira é menor, devido provavelmente à maior capacidade de armazenamento de água, menor densidade do solo e maior porcentagem de poros desta área, características que estariam influenciando a capacidade de infiltração e transmissão de água nos horizontes.

As equações ajustadas passando pela origem entre as perdas de solo e o índice de erosividade  $EI_{30}$  das chuvas foram as seguintes:  $A = 0,5664EI_{30}$  ( $R^2 = 0,75$ ),  $A = 0,0071EI_{30}$  ( $R^2 = 0,60$ ) e  $A = 0,0004EI_{30}$  ( $R^2 = 0,35$ ) para o solo descoberto, solo coberto com liteira e solo sobre floresta primária, respectivamente.

## 8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aguiar, F.E.O. 2001. *Análise climática da Província Petrolífera do Rio Urucu (AM) – Identificação de possíveis impactos do clima de uma área de floresta tropical sob processo de intervenção antrópica e seus reflexos em meso e macro escala*. Tese de Doutorado, FFLCH/USP, São Paulo. 107pp.
- 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 e Ambiental*, 9(2): 153-160.
- Albuquerque, A.W.; Lombardi Neto, F.; Srinivasan, V.S. 2001. Efeito do desmatamento da caatinga sobre as perdas de solo e água de um Luvissole em Sumé (PB). *Revista Brasileira de Ciência Solo*, Viçosa, 25(1): 121-128.
- Albuquerque, A.W. 1997. *Determinação de fatores para a equação universal de perdas de solo nas condições de Sumé-PB*. Tese Doutorado, Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba. 100pp.
- Amaral, I.L. 1996. *Diversidade florística em floresta de terra firme, na região do rio Urucu – AM*. Dissertação Mestrado, Universidade Federal do Amazonas, Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Manaus. 104pp.
- Arruda, W.C. 2005. *Estimativa dos processos erosivos na Base de Operações Geólogo Pedro de Moura Urucu–Coari–AM*. Dissertação de mestrado, Universidade Federal do Amazonas, Manaus, AM. 80pp.
- Barbosa, R.I.; Fearnside, P.M. 2000. Erosão do solo na Amazônia: Estudo de caso na região do Apiaú, Roraima, Brasil. *Acta Amazonica*, Manaus, 30(4): 601 – 613.
- Barretto, A.G. de O.P., M.G.E. Barros & G. Sparovek. 2008. Bibliometria, história e geografia da pesquisa brasileira em erosão acelerada do solo. *R. Bras. Ci. Solo*, 32: 2443-2460.
- Barros L. da,S., Vale, Jr. J.F., Schaefer, C.E.G.R. & Mourão, M.Jr. 2009, Perdas de solo e água em plantio de *Acacia mangium* Wild e Savana em Roraima, norte da Amazônia. *R. Bras. Ci. Solo*, 33:447-454.

- Bertol, I. 1994. Erodibilidade de um cambissolo húmico distrófico determinada sob chuva natural: Primeira aproximação. *R. bras. Ci. Solo*. Campinas. 18:335-338.
- Bertol, I.; Schick, J.; Batistela, O.; Leite, D.; Visentin, D.; Cogo, N.P. 2002a. Erosividade das chuvas e sua distribuição entre 1989 e 1998 no município de Lages- (SC). *R. Bras. Ci. Solo*, 26: 455-464.
- Bertoni, J.; Lombardi N.F. 1990. *Conservação do solo*. Ícone. São Paulo 355 pp.
- Bertoni, J.; Lombardi Neto, F.; Benati Júnior, R. 1975. Equação de Perdas de Solo. Campinas: *Instituto Agrônomo*, (Boletim Técnico, 21), 25pp.
- Bertoni, J.; Lombardi N.F. 1985. *Conservação do solo*. Livro Ceres, Piracicaba, São Paulo 392 pp
- Biscaia, R.C.M; Rufino, R.L.; Henklain J.C 1981. Calculo da erodibilidade (fator k) de dois solos do estado do Parana. *R. Bras. Ci. Solo*. 5: 183-186.
- Blake, G.R.; Hartge, K.H. 1986. Particle density. In: KLUTE, A. ed. *Methods of soil analysis: physical and mineralogical methods*. Madison: American Society of Agronomy. 363-375.
- Bono, J.A.M.; Curi, N.; Ferreira, M.M.; Evangelista, A.R.; Carvalho, M.M.; Silva, M.L.N. 1996. Cobertura vegetal e perdas de solo por erosão em diversos sistemas de melhoramento de pastagens nativas. *Pasturas Tropicales*, Cali, 18(2): 2-8.
- Cardoso, D.P.; Silva, M.L.N.; Curi, N.; Sáfyadi, T.; Fonseca, S.; Ferreira, M.M.; Martins, S.G.; Marques, J.J.G.S.M. 2004. Erosão hídrica avaliada pela alteração na superfície do solo em sistemas florestais. *Scientia Forestalis*, Piracicaba, 66: 25-37.
- Cogo, N.P.; Levien, R. & Schwarz, R.A. 2003. Perdas de solo e água por erosão hídrica influenciadas por métodos de preparo, classes de declive e níveis de fertilidade do solo. *R. Bras. Ci. Solo*, Viçosa, 27: 743-753.
- Cogo, N. P. Conceitos e princípios científicos envolvidos no manejo de solos para fins de controle da erosão hídrica. In: *Congresso brasileiro de ciência do solo, 21, 1987*, Campinas, Anais... Campinas, Soc. Bras. Ci. Solo, 1988.

- Costa, A.G.Z. 2010. *Estimativa da perda de solo e sua relação com as propriedades físicas em áreas com diferentes tipos de cobertura vegetal na Província petrolífera de Urucu, Coari – AM*. Monografia, Universidade do Norte, UNINORTE. 35pp.
- Dedecek, R.A.; Resck, D.V.S.; De Freitas JR., E. 1986. Perdas de solo água e nutrientes por erosão em Latossolo vermelho escuro nos cerrados em diferentes cultivos sob chuva natural. *R. Bras. Ci. Solo*, Campinas, 10: 265-272.
- De Maria, I.C., Lombardi Neto, F. 1997. Razão de perdas de solo e fator C para sistemas de manejo da cultura do milho. *R. Bras. Ci. Solo*, Campinas, 21: 263-270.
- Eltz, F.L.F.; Mehl, H.U.; Reichert, J.M. 2001. Perdas de solo e água em um argissolo vermelho amarelo submetido a quatro padrões de chuva. *R. Bras. Ci. Solo*, 25: 485-493.
- EMBRAPA. 1997. Manual de Métodos de Análise de Solo. 2aed. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Rio de Janeiro, EMBRAPA-CNPQ. 212 pp.
- Encinas, O.C.; Teixeira, W.G.; Macedo, R.S.; Costa, A.G. 2009. Argila dispersa em água e grau de floculação de argilas na camada superficial do solo como parâmetro indicador de recuperação de áreas alteradas na Província petrolífera de Urucu, Coari –AM. *In: Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência, SBPC, Manaus/AM*.
- Falcão, N.P.S.; Ferreira, D.S.; Pardo, N.S.B. 2004. Caracterização da fertilidade de solos sob floresta primária e em clareiras reflorestada 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: Fundação Djalma Batista, CD ROM.
- Food and Agriculture Organization of the United Nations. La erosión del suelo por el agua: algunas medidas para combatirla en las tierras de cultivo. Roma: FAO, 1967. 207 p.
- Fearnside, P.M. 2003. Homem e Ambiente na Amazônia. *In: Fearnside, P.M. A floresta Amazônica nas Mudanças Globais. Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia*, Manaus, Amazonas. 1-8.
- Fearnside, P. M., et al. 1986. Erosão do solo na Amazônia brasileira: métodos de medição e resultados preliminares. Manuscrito (*Departamento de Ecologia, Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, INPA*), 24pp.

- Fearnside, P.M. 1982. Deforestation in the Brazilian Amazon: How fast is it occurring? *Interciencia* 7: 82-88.
- Ferraz, R.P.D. et al. 2009. Caracterização pedológica de alguns solos da Província Petrolífera de Urucu, Município de Coari, AM. *Acta Amazonica*. (no prelo)
- Fonseca, A.C. 1999. Geoquímica dos Solos. In: Guerra, A.J.T., Da Silva, A.S., Botelho, R.G.M. (Eds.). *Erosão e Conservação dos Solos: conceitos, temas e aplicações*. Rio de Janeiro, Bertrand Brasil. p.165-193.
- Forsberg, B.R., Godoy, J.M., Victoria, R.L. and Martinelli, L.A. 1989. Development and erosion in the Brazilian Amazon: A geochronological case study. *GeoJournal*, 19: 399-405.
- Ferreira, S.J.F; Luizão, F.J; Dallarosa, R.L.G. 2005. Precipitação interna e interceptação da chuva em floresta de terra firme submetida à extração seletiva de madeira na Amazônia Central. *Acta Amazonica* 35(1): 55-62
- Franken, W; Leopoldo, P.R; Matsui, E; Ribeiro, M de. N.G. 1992. Estudo da interceptação da água de chuva em cobertura florestal amazônica do tipo terra firme. *Acta Amazonica* 12(2):327 – 331.
- Garcia-Fayos, P. 2004. Interacciones entre la vegetación y la erosión hídrica. In Valadares, F. *Ecología del bosque mediterráneo en un mundo cambiante*. Ministério de Medio Ambiente, EGRAF S.A. Madrid, 11: 309-334
- Gawona, D. 2003. *URUCU – Impactos sociais, ecológicos e econômicos do projeto de petróleo e gás “URUCU” no estado do Amazonas*, Manaus, AM. 444pp.
- Goch, Y.G de F. 2007. *Efeitos do assoreamento sobre as comunidades de peixes de igarapés do rio Urucu*. Tese de doutorado. Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia. Manaus, AM. 96pp.
- Guerra, A.J.T.; Silva, A.S.; Botelho, R.G.M. 1999. *Erosão e conservação dos solos: conceitos, temas e aplicações*. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil. 340pp.
- Guerra, A.J.T. 2007. O início do processo erosivo. In *Erosão e Conservação dos Solos: conceitos, temas e aplicações*. Guerra, A. J. T.; Silva, A.S.da; Botelho, R.M (Eds), 3a Ed Bertrand Brasil. Rio de Janeiro, Brasil. 340pp.



INPE, 2001. Monitoring of the Brazilian Amazonian Forest by Satellite 1999-2000. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), São José dos Campos, São Paulo, Brazil. (aceso em Junho de 2010)

Jordan, C.F; Heuveldop, J. 1981. The water budget of an Amazonian rain forest. *Acta Amazonica* 11(1):87-92.

Jucksch, I. 1987. *Calagem e dispersão de argila em amostra de um Latossolo Vermelho-Amarelo*. Dissertação (Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas) - Viçosa, UFV. 37p .

Klute A.; Dirksen C. 1986. Hydraulic conductivity and diffusivity: laboratory methods. In: Klute A. (Ed.) *Methods of soil analysis*. Madison: American Society of Agronomy. p. 687-734.

Lal, R.; Lawson, T.L.; Anastase, A.H. 1980. Erosivity of tropical rains. In: Boodt, M.; Gabriels, D. (Eds). *Assesment of erosion*. Chichester, J. Wiley. p. 3-80.

Lemos, C.F. de; Silva, E.T. da. 2005. Comparação das características morfológicas, mineralógicas, químicas e físicas do solo entre áreas de cultivo com plantio direto e plantio convencional. *Revista Acadêmica: ciências agrárias e ambientais*, Curitiba, 3(1):11- 18,

Lepsch, I.F.; 2002. *Formação e conservação dos solos*, São Paulo. 178pp.

Lima Filho, D.A.; Matos, F.D.A.; Amaral, I.L.; Revilla, J.; Coelho, L.S.; Ramos, J.F.; Santos, J. L. 2001. Inventário florístico de Floresta Ombrófila Densa de terra firme, na região do Rio Urucu, Amazonas, Brasil. *Acta Amazonica*, 31(4): 565-579.

Lombardi Neto, F.; Bertoni, J. Erodibilidade de solos paulistas. *Campinas: Instituto Agrônomo*, 1975. (Boletim Técnico, 27).

Lombardi Neto, F. 1977. *Rainfall erosivity: ista distribution and relationship with soil loss at Campinas, Brasil*. Dissertação Mestrado. West Lafayette, Purdue University. 53p.

Lopes, P.R.; Brito, L.T.L. 1993. Erosividade da chuva no médio São Francisco. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Viçosa, 1(17): 129-133.

Lopes, O.M.N.; Rodrigues, T.E; Oliveira J, R.C. 1999. Determinação de perdas de solo, água e nutrientes em latossolo amarelo, textura argilosa do nordeste Paraense. Belém. Embrapa Amazônia Oriental. *Boletim de pesquisa N°19*. 36p.

- Luizão, F.J. 1989. Litter production and mineral element input to the forest floor in central Amazonian forest. *Geojournal*, 19: 407-417.
- Macedo, R.S.; Teixeira, W.G. 2006 a. Avaliação da intensidade das chuvas na bacia do rio Urucu – Município de Coari - AM. *XVI Reunião Brasileira de Manejo e Conservação da Água e do Carbono*, Aracaju. SBCS. CD ROM.
- Macedo, R.S.; Teixeira, W.G. 2006 b. Erosividade das chuvas em eventos de alta intensidade na bacia do rio URUCU – Município de Coari – AM. *I Simpósio da Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência – SBPC. Tema: “Desafios e Perspectivas da realidade amazônica: Pesquisa e sustentabilidade”*. Universidade Federal do Amazonas, Manaus, AM. CD ROM.
- Macedo, R.S.; Teixeira, W.G.; Martins, G.C.; Rodrigues, M.R.L. 2007. Índice de erosividade da chuva em Coari-AM. *XXXI Congresso Brasileiro de Ciência do Solo* Gramado-RS.
- Macedo, R.S.; Teixeira, W.G.; Martins, G.C.; Rodrigues, M.R.L. 2008. Caracterização química e física da camada superficial do solo em clareiras com diferentes idades de revegetação na Província Petrolífera de Urucu, Coari-AM. *XVII Reunião Brasileira de Manejo e Conservação do Solo e da Água no contexto das mudanças ambientais*, Rio de Janeiro.
- Macedo, R.S.; Teixeira, W.G.; Martins, G.C.; Souza, A.C.G.; Encinas, O.C. 2009. Dinâmica do carbono em solos sobre floresta primária e em áreas com diferentes idades de reflorestamento na província petrolífera de Urucu, Coari-AM. *XXXII Congresso Brasileiro de Ciência do Solo: O solo e a Produção de Bioenergia: Perspectivas e Desafios*. Fortaleza-CE.
- Margolis, E.; Silva, da A.B.; Jacques, O. de F. 1985. Determinação dos fatores da equação universal de perda de solo para as condições de Caruaru, (PE). *R. Bras. Ci. Solo*. 9: 165-169.
- Martins. G.C.; Teixeira, W.G. 2004. 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: Fundação Djalma Batista, CD ROM.
- Martins, G.C.; Teixeira, W.G.; Macedo, R.S. 2006. Resistência a penetração como indicador da qualidade física do solo na Província Petrolífera de Urucu – Coari – AM. *In: Workshop da Rede CTPetro*, 2. Manaus.

- Martins, S.G.; Silva, M.L.N.; Curi, N.; Ferreira, M.M.; Fonseca, S.; Marques, J.J.G.S.M. 2003. Perdas de solo e água em sistemas florestais na região de Aracruz (ES). *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Viçosa, 27(3): 395-403.
- Martins, S.G. 2005. *Erosão hídrica em povoamento de eucalipto sobre solos coesos nos Tabuleiros Costeiros, ES*. Tese Doutorado, Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG. 106pp.
- Marques, J.J.G.S.M. 1996. *Estimativas e comparações dos fatores erosividade das chuvas e erodibilidades de solos com horizonte B textural no Brasil*. Dissertação Mestrado, Universidade Federal de Lavras - MG. 119pp.
- Marques, J.J.; Teixeira, W.G.; Schulze, D.G.; Curi, N. 2002 Mineralogy of soil with unusually high exchangeable Al from the western Amazon Region. *Clay Minerals*. 37: 651
- Medina, B.F.; Oliveira J. R.C. 1987. A aplicabilidade de alguns índices erosivos em latossolo amarelo de Manaus, (AM). *R. Bras. Ci. Solo* 11:67-70.
- Molinaro, L. 2005. *Função ecológica de espécies arbóreas (Vismia guianensis (Aubl.) Choisy, Inga edulis Mart. e Inga sp.) na sucessão vegetal em áreas degradadas pela exploração petrolífera, na região de Urucu (AM)*. Tese de mestrado. Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Manaus, AM. 79pp.
- Morais, L.F.B. de; Silva, V. de Naschenven, T.M. de C.; Hardoin, P.C.; Almeida, J.E.L. de; Weber, O.L. dos S.; Boel, E.; Durigon, V. 1991. Índice EI30 e sua relação com o coeficiente de chuva do sudoeste do Mato Grosso. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Campinas, 15(3): 339-344.
- Moreira, A.; Costa, D. G. 2004. Dinâmica da matéria orgânica na recuperação de clareiras da floresta amazônica. *Pesq. agropec. bras.*39(10): 1013-1019.
- Moreira, A.; Teixeira, W.G. Martins, G.C. 2006. Limitações da fertilidade do solo e uso de fertilizantes e composto orgânico no reflorestamento das áreas de clareiras do pólo petrolífero de Urucu, Amazonas. In: *II Workshop Técnico Científico da rede CT-Petro Amazônia, Manaus*. Rede CT Petro Amazônia. Manaus: Fundação Djalma Batista, CD-ROM.
- Nascimento, J.G.C. 2009. *A influência da erosão na regeneração de clareiras*. Tese de Doutorado, Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, INPA/UFAM, Manaus-AM. 162p.

- Nunes, L.A.P.L. 2003. *Qualidade de um solo cultivado com café e sob mata secundária no município de Viçosa-MG*. Tese (Doutorado em Solos e Nutrição de Plantas) - Viçosa, UFV. 102p
- Oliveira J, R.C; Medina, B.F. 1990. A erosividade das chuvas em Manaus (AM). *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Viçosa, 14: 235-239.
- Panachuki, E.; Sobrinho, T.A.; Vitorino, A.C.T.; Carvalho, D.F. e Urchei, M.A. 2006. Parâmetros físicos do solo e erosão hídrica simulada, em área de integração agricultura-pequaria. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, Campina Grande, PB, 10(2): 261-268.
- Pires, J.M. 1973 Tipos de vegetação da Amazônia. Belém, CNPq/INPA/MPEG (*Publicações avulsas*): 179-202.
- Prance, G.T. Vegetation. In: Whitmore, T.C.C.Prance, G. T. 1987 (Eds.) *Biogeography and quaternary history in tropical America*. Oxford: Claredon Prees: 28-44.
- Radambrasil. 1978. Min. das Minas e Energia. *Programa de Integração Nacional: levantamento de recursos naturais*. Rio de Janeiro, 17(Folha SB, 20 Purus): 556 pp.
- Ranzani, G. 1980. Erodibilidade de alguns solos do estado do Amazonas. *Acta Amazonica*, Manaus, 10(2): 263-269.
- Ribeiro, A.C.; Guimaraes, P.T.G.; Alvares , V.H. 1999. *Recomendações para uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais*. 5ta Aproximação, Viçosa. SFSEMG. 359p.
- Ribeiro, G.A.A; Teixeira, P.C.; Rodrigues, M.R.L. 2006. Caracterização das propriedades químicas de diferentes solos da província petrolífera de Urucu –AM. *II Workshop Técnico Científico da rede CT-Petro Amazônia, Manaus*. Rede CT Petro Amazônia. Manaus: Fundação Djalma Batista, CD-ROM.
- Rodrigues, M.R.L.; Barros, M.E.; Teixeira, W.G. 2004. Resposta de espécies florestais nativas da Amazonia à adubação em área degradada na província petrolífera de Urucu, AM. In: *I Workshop Técnico Científico da Rede CT Petro Amazônia, Manaus*. Rede CT Petro Amazônia. Manaus: Fundação Djalma Batista, CD ROM.
- Santos, A.C. 2002. Relação entre o relevo e as classes texturais do solo na microbacia hidrográfica de Vaca Brava, PB. *Revista Brasileira de Cartografia*, 54.

Silva, M.L.N.; Curi, N.; Lima, J.M.; Ferreira, M.M. 2000. Avaliação de métodos indiretos de determinação da erodibilidade de Latossolos Brasileiros. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, 35(6): 1207-1220.

Silva, A.M.; Silva, M.L.N.S.; Curi, N.; Avanzi, J.C.; Ferreira, M.M. 2009. Erosividade da chuva e erodibilidade de Cambissolo e Latossolo na região de Lavras, Sul de Minas Gerais. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 33:1811-1820.

Silva, A.M.; Silva, M.L.N.; Curi, N.; Avanzi, J.C.; Ferreira, M.M. 2005. Erosividade da chuva e erodibilidade de Cambissolo e Latossolo na região de Lavras, Sul de Minas Gerais. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 33:1811-1820.

Silva, M.L.N.; Freitas, P.L.; Blancaneuax, P.; Curi, N.; Lima, J.M. 1997. Relacao entre parâmetros da chuva e perdas de solo e determinação da erodibilidade de um latossolo-vermelho escuro em Goiânia (GO). *R. Bras. Ci. Solo*. 21: 131-137.

Sioli, H. 1985. *Amazônia: Fundamentos da ecologia da maior região de florestas tropicais*, Petrópolis – Rio de Janeiro, 72pp.

Sumner, M.E. 1992. Uso atual do gesso no mundo em solos ácidos. In: *Seminário sobre o uso do gesso na agricultura*. Uberaba. Anais. Brasília: Nagy, p.7-40.

Teixeira, W.G., Marques, A.O., Iwata, S.A., Martins, G.C., Reis, A.R., Rodrigues, M.R.; Barros, M.E. 2004 b. 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 Científico da Rede CT Petro Amazônia, Manaus*. Rede CT Petro Amazônia. Manaus: Fundação Djalma Batista, CD ROM.

Teixeira, W.G.; Macedo, R.S.; Martins, G.C.; Warley, A.C. 2006. Processos erosivos na Base Geólogo Pedro de Moura – Coari – AM: A presença de “demoisseles” e a relação com a intensidade e erosividade das chuvas e erodibilidade do solo. In: *II Workshop Técnico Científico da rede CT-Petro Amazônia, Manaus*. Rede CT Petro Amazônia. Manaus: Fundação Djalma Batista, CD-ROM.

Teixeira, W. G.; Cruz, M. E. G.; Martins, G. C.; Macedo, R. S.; Correia, M. R.; Lima, H. N.; Rodrigues, M. do R. L. 2006. Levantamento das bases pedológicas disponíveis para o município de Coari - AM. *II Workshop de avaliação técnica e científica - Rede CT-PETRO Amazonia*. - CD - ROM.

Teixeira, W.G; Macedo, R.S.; Martins, G.C.; Rodrigues, M. do R. L. 2006. Dinâmica da água no solo numa área de revegetação da Base de Operações Geólogo Pedro de Moura – Coari – AM. In *Anais do II Workshop de Avaliação Técnica e Científica. Rede CT-Petro Amazônia*. Manaus. Fundação Djalma Batista CD ROM

Teixeira, W.G; Martins, G.C; Macedo, R.S. 2006. A qualidade física do solo como Indicador da recuperação de áreas alteradas na base geólogo Pedro de Moura, Coari, AM. Disponível em [http://projetos.inpa.gov.br/ctpetro/workshop\\_site/Resumos\\_PT2/pdf/QUALIDADE\\_FISICA\\_TEIXEIRA\\_REV.pdf](http://projetos.inpa.gov.br/ctpetro/workshop_site/Resumos_PT2/pdf/QUALIDADE_FISICA_TEIXEIRA_REV.pdf) , consultado em 05/03/2010.

Teixeira, W.G.; Martins, G.C.; Iwata, S.A.; Reis, A.R; Marques, J.J.G. de Sá e Melo; Rodrigues, M.R.L. 2004 c. Caracterização e identificação das principais classes de solo da província petrolífera do Rio Urucu, Amazonas. In: *I Workshop Técnico Científico da Rede CT-Petro Amazônia, 2004, Manaus. Rede Ct Petro Amazônia. Manaus: Fundação Djalma Batista, CD-ROM.*

Teixeira, W.G.; Martins, G.C.; Iwata, S.A.; Souza, G.K.A.; Reis, A.R.; Marques, J.J.G. de Sá e Melo; Falcao, N.P. 2004 a. Indicadores físicos da qualidade do solo no monitoramento da recuperação de clareiras da província petrolífera de Urucu, Amazonas. In: *I Workshop Técnico Científico da Rede CT-Petro Amazônia, Manaus. Rede CT Petro Amazônia. Manaus: Fundação Djalma Batista, CD ROM.*

Teixeira, W.G.; Martins, G.C.; Macdeo, R.S.; Rodrigues, M. R. L. 2007. Parâmetros físicos e hídricos para monitoramento da recuperação de uma área degradada pela retirada dos horizontes superficiais do solo na Província Petrolífera de Urucu – AM. In: *XXXI Congresso Brasileiro de Ciência do Solo Gramado-RS.*

Vieira, L.S.; Santos, P.C.T.C. *Amazônia: seus solos e outros recursos naturais*. São Paulo: Ceres, 1987. 416p.

Vieira, A.F.G; Molinari, D.G; Albuquerque, A.R da C. 2005. Dinâmica erosiva em estradas: BR - 174 e Urucu (Amazonas). *Anais II Simpósio sobre Solos Tropicais e Processos Erosivos no Centro Oeste*. UFG, Goiânia. 49-57pp.

Wischmeier, W.H.; Smith, D.D. 1965. Predicting rainfall-erosion losses from cropland east of the Rocky mountains. *Agriculture Handbook*. (282).

Wischmeier, W.H.; Smith, D.D. 1965. Predicting rainfall-erosion losses from cropland east of the Rocky mountains. *Agriculture Handbook*. (282).

Wischmeier, W. H.; Mannering, J. V. 1969. Relation of soil properties to its erodibility. *Soil Science Society of America Proceedings*, Madison, 33(1): 131-137.

Wischmeier, W.H.; Johnson, C.B.; Cross, B.V. 1971. A soil erodibility nomogram for farmland and construction sites. *Journal of Soil and Water Conservation*. Ankeny, 26(5): p. 189-193.

Wischmeier, W.H. 1976. Cropland erosion and sedimentation. In: *ARS-EPA. Control of water pollution from cropland. An Overview* Washington USDA, 2(3): 31-57.

Wischmeier, W.H.; Smith, D.D. 1978. Predicting rainfall erosion losses: A guide to conservation planning. Washington, DC, USDA, (*Agriculture Handbook*, 537): 58p.

Wischmeier, W. H., Smith d. D. 1958. Rainfall energy and its relationship to soil loss. *Trans. Am. Geophys. Un.*, 39(2): 285-291.

Wischmeyer, W. H., Mannering, J. V. 1969. Relation of soil properties to its erodibilityt.



# Livros Grátis

( <http://www.livrosgratis.com.br> )

Milhares de Livros para Download:

[Baixar livros de Administração](#)

[Baixar livros de Agronomia](#)

[Baixar livros de Arquitetura](#)

[Baixar livros de Artes](#)

[Baixar livros de Astronomia](#)

[Baixar livros de Biologia Geral](#)

[Baixar livros de Ciência da Computação](#)

[Baixar livros de Ciência da Informação](#)

[Baixar livros de Ciência Política](#)

[Baixar livros de Ciências da Saúde](#)

[Baixar livros de Comunicação](#)

[Baixar livros do Conselho Nacional de Educação - CNE](#)

[Baixar livros de Defesa civil](#)

[Baixar livros de Direito](#)

[Baixar livros de Direitos humanos](#)

[Baixar livros de Economia](#)

[Baixar livros de Economia Doméstica](#)

[Baixar livros de Educação](#)

[Baixar livros de Educação - Trânsito](#)

[Baixar livros de Educação Física](#)

[Baixar livros de Engenharia Aeroespacial](#)

[Baixar livros de Farmácia](#)

[Baixar livros de Filosofia](#)

[Baixar livros de Física](#)

[Baixar livros de Geociências](#)

[Baixar livros de Geografia](#)

[Baixar livros de História](#)

[Baixar livros de Línguas](#)

[Baixar livros de Literatura](#)  
[Baixar livros de Literatura de Cordel](#)  
[Baixar livros de Literatura Infantil](#)  
[Baixar livros de Matemática](#)  
[Baixar livros de Medicina](#)  
[Baixar livros de Medicina Veterinária](#)  
[Baixar livros de Meio Ambiente](#)  
[Baixar livros de Meteorologia](#)  
[Baixar Monografias e TCC](#)  
[Baixar livros Multidisciplinar](#)  
[Baixar livros de Música](#)  
[Baixar livros de Psicologia](#)  
[Baixar livros de Química](#)  
[Baixar livros de Saúde Coletiva](#)  
[Baixar livros de Serviço Social](#)  
[Baixar livros de Sociologia](#)  
[Baixar livros de Teologia](#)  
[Baixar livros de Trabalho](#)  
[Baixar livros de Turismo](#)