



**MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO  
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PIAUÍ  
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO  
COORDENADORIA GERAL DE PÓS-GRADUAÇÃO  
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS  
NÚCLEO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS AGRÁRIAS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA / PRODUÇÃO VEGETAL**

**PAULO ALEXANDRE CRUZ CARVALHO**

**EROSIVIDADE DAS CHUVAS EM PIRIPIRI - PIAUÍ.**

**TERESINA, PIAUÍ – BRASIL**

**2013**

**PAULO ALEXANDRE CRUZ CARVALHO**

**Engenheiro Agrônomo**

**EROSIVIDADE DAS CHUVAS EM PIRIPIRI - PIAUÍ.**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia da Universidade Federal do Piauí, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Agronomia, Área de Concentração: Produção Vegetal.

**Orientador:** Prof. Dr. Adeodato Arí Cavalcante Salviano.

**Co-Orientador:** Prof. Dr. Milcíades Gadelha de Lima

**TERESINA, PIAUÍ – BRASIL**

**2013**

FICHA CATALOGRÁFICA  
Universidade Federal do Piauí  
Biblioteca Comunitária Jornalista Carlos Castello Branco  
Serviço de Processamento Técnico

C331e Carvalho, Paulo Alexandre Cruz  
Erosividade das chuvas em Piripiri-Piauí / Paulo Alexandre  
Cruz Carvalho. – 2013.  
49f. : il.

Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Federal  
do Piauí, Teresina, 2013.  
Orientação: Prof. Dr. Adeodato Ari Cavalcante Salviano  
Co-orientação: Prof. Dr. Milcíades Gadelha de Lima

1. Chuva - Erosividade. 2. Precipitação. 3. Pluviograma.  
4. EI30. I. Título.

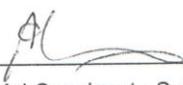
CDD: 551.302

## EROSIVIDADE DAS CHUVAS EM PIRIPIRI, PIAUÍ.

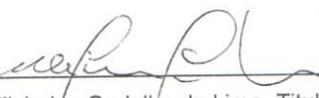
Paulo Alexandre Cruz Carvalho  
Engenheiro Agrônomo

Aprovado em 27,09,2013

Comissão Julgadora:

  
\_\_\_\_\_  
Dr. Adeodato Ari Cavalcante Salviano – Presidente  
CCA/UFPI

  
\_\_\_\_\_  
Dr. Aderson Soares de Andrade Júnior -Titular  
CPAMN

  
\_\_\_\_\_  
Dr. Milciades Gadelha de Lima -Titular  
CCA/UFPI

  
\_\_\_\_\_  
Dr. Francisco Edinaldo Pinto Mousinho – Titular  
CAT/CCA/UFPI

À minha esposa Maria Gessi,

**DEDICO**

## AGRADECIMENTOS

- A Deus, pelo dom da vida e por todas as graças concedidas;
- À Universidade Federal do Piauí – UFPI e ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia – PPGA pela oportunidade e formação acadêmica;
- Ao Prof. Dr. Adeodato Arí Cavalcante Salviano pela valiosa orientação, confiança e o direcionamento na condução deste trabalho;
- Ao Prof. Dr. Milcíades Gadelha de Lima, pela amizade e conhecimentos repassados;
- Ao Prof. Dr. Aderson Soares, pela amizade e por aceitar o convite para compor a banca examinadora.
- Prof. Dr. Aécio pela presteza na colaboração e atenção durante o curso;
- Ao Prof. Dr. Mousinho pela presteza e interesse por solucionar os problemas cotidianos;
- Ao Prof. Dr. Moacyr Dall’Antonia Jr., Coordenador-Geral de Agrometeorologia do Instituto Nacional de Meteorologia – INMET, em Brasília (DF), pela permissão de consulta dos pluviogramas para este estudo;
- À Sr.<sup>a</sup>. Maria Cristina G. Costa, Meteorologista Responsável pela Seção de Armazenamento de Dados Meteorológicos – SADMET / INMET em Brasília (DF), por sua presteza em localizar os dados para consulta.
- À Meteorologista Sra. Bernadete Lira dos Anjos e às estagiárias, Viviane Mirelle Silva e Gecyene Karoline Tavares da Silva, do 3º Distrito de Meteorologia (DISME) do Instituto Nacional de Meteorologia–INMET, em Recife(PE), pelo apoio recebido no momento da coleta dos dados pluviográficos.
- Ao Prof. Flávio Luiz Foletto Eltz, pela atenção na solicitação de apoio para análise de dados.
- Ao Professor Elemer Antonino Cassol, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM) pela presteza de ceder o Programa Chuveros para análise dos dados e pelas orientações repassadas.
- Aos demais Professores e Colaboradores do Programa de Pós-Graduação em Agronomia – PPGA, pelos valiosos ensinamentos, amizade e exemplo de profissionalismo;
- Ao Professor Matemático Jefferson Leite da Universidade Federal do Piauí, pelos conhecimentos repassados.
- Ao secretário do PPGA Vicente de Sousa Paulo, pelo auxílio prestados;
- A todos os amigos do PPGA, turma 2011/2012, pela ótima convivência, união e força para enfrentarmos os momentos difíceis desta jornada durante o curso;
- Aos meus tios Coriolano (In memória) e Noêmia pelo apoio incondicional aos meus objetivos de formação acadêmica, e lições de vida;
- Aos meus pais, Gerson e Elza (In memória), pelo amor incondicional e dedicação ;
- Aos meus Filhos Polliana e Paulo, pela compreensão de minha dedicação em alguns momentos da academia;
- Por fim, agradeço a todos que de uma forma ou de outra sempre me apoiaram para encarar desafios mais difíceis e alcançar objetivos cada vez mais distantes.

*"[...] aprender não é um ato findo. Aprender é um, exercício constante de renovação [...]" (Paulo Freire)*

## SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS .....	xi
LISTA DE TABELAS .....	xii
RESUMO .....	xiii
ABSTRACT .....	ix
<b>INTRODUÇÃO GERAL .....</b>	<b>15</b>
<b>REVISÃO DE LITERATURA.....</b>	<b>16</b>
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>28</b>
<b>RESUMO.....</b>	<b>34</b>
<b>ABSTRACT.....</b>	<b>35</b>
<b>INTRODUÇÃO.....</b>	<b>35</b>
<b>MATERIAL E MÉTODOS.....</b>	<b>38</b>
<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO.....</b>	<b>41</b>
<b>CONCLUSÃO.....</b>	<b>47</b>
<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>46</b>

**LISTA DE FIGURAS**

Figura 1	Média mensal de chuvas erosivas Piripiri, Piauí, no período de 2005 a 2012.....	43
Figura 2.	Índices de erosividade $EI_{30}$ anuais.....	44
Figura 3.	Erosividade média mensal das chuvas em cada ano em Piripiri, Piauí, determinada pelo índice $EI_{30}$ , no período de 2005 a 2012.....	44
Figura 4.	Padrão hidrológico de chuvas erosivas em Piripiri (PI), no período de 2005 a 2012.	45

**LISTA DE TABELAS**

Tabela 1.	Área total e percentual degradadas nos Municípios do Sudoeste do Piauí....	23
Tabela 2.	Erosividade total ( $EI_{30}$ ) / ano e médias mensais de 2005 a 2012.....	39
Tabela 3.	Precipitações pluviométricas erosivas de Piripiri, Piauí no período de 2005 a 2012.....	40
Tabela 4.	Período de retorno e probabilidade de ocorrência das chuvas em Piripiri – Piauí.....	40
Tabela 5.	Padrão hidrológico de chuvas erosivas em Piripiri (PI), no período de 2005 a 2012.....	41
Tabela 6.	Precipitações pluviométricas em Piripiri, Piauí, no período de 2005 a 2012...	42

## **EROSIVIDADE DAS CHUVAS EM PIRIPIRI - PIAUÍ.**

Autor: Paulo Alexandre Cruz Carvalho

Orientação: Prof. Dr. Adeodato Arí Cavalcante

Salviano

**RESUMO GERAL:** O estudo das características e do ciclo de ocorrência das chuvas, um dos principais componentes do clima, permite ao homem fazer o planejamento da produção agrícola ano após ano. Este trabalho teve como objetivo, conhecer a erosividade das chuvas no período de 2005 a 2012, no Município de Piripiri, Piauí, localizado a 04°16'24'' Sul e 41°46'37'' Oeste, cujos resultados irão auxiliar no planejamento do uso e ocupação dos solos, para as mais diversas atividades rurais e urbanas. O trabalho foi realizado utilizando pluviogramas diários da estação meteorológica de Piripiri, que se encontram arquivados no Instituto Nacional de Meteorologia – INMET, 3º DISME, Recife (PE). Para realização dos cálculos de erosividade (R), utilizou-se o software “CHUVEROS”. No período estudado, a precipitação pluvial média anual em Piripiri, Piauí, foi de 1.488,4 mm, com 87,83% das chuvas concentradas de janeiro a maio. Os valores de erosividade anuais variaram de 3.877,1 MJ.mm/ha-1.h<sup>-1</sup>.ano<sup>-1</sup> a 17.906,0 MJ.mm/ha-1.h<sup>-1</sup>.ano<sup>-1</sup>, ficando o fator R igual a 9.018,7 MJ.mm/ha-1.h<sup>-1</sup>.ano<sup>-1</sup> considerado uma erosividade alta. O ano de 2009 foi o que apresentou maior volume de chuvas erosivas 1.832,9 mm, 21,7% do total de chuvas erosivas do período, e o mês de março o que apresentou maior índice médio de chuvas erosivas 272,8 mm e o maior volume de chuvas acumulado com 2.182,5mm, para o período estudado. O ano de menor volume de chuvas foi o de 2012, apresentando apenas 488,1mm, 5,8% da pluviosidade total da série de 2005 a 2012. O padrão hidrológico avançado foi de 48,5% das chuvas erosivas do período estudado. 17,7% foram classificadas no padrão intermediário, e 33,87% no padrão atrasado, observando que este último padrão é o que causa maiores danos erosivo, em função de sua capacidade de promover enxurradas.

**Palavras-chave:** Erosão. EI<sub>30</sub>. Precipitação. Solo. Pluviograma.

## THE EROSIVITY OF RAIN IN PIRIPIRI - PIAUÍ.

**Author:** Paulo Alexandre Cruz Carvalho

**Guidance:** Prof. Dr. Adeodato Arí Cavalcante Salviano

**GENERAL ABSTRACT:** The study of the characteristics and occurrence of rainfall cycle, a primary component of the climate, allows man to make the planning of the production year after year. This study aimed to know the rainfall erosivity in the period from 2005 to 2012, in the Municipality of Piripiri, Piauí, located at 04 ° 16'24" South and 41 ° 46'37" West, whose results will assist in use planning and land use, for a variety of rural and urban activities. The study was conducted using daily rainfalls Piripiri weather station, which are archived at the National Institute of Meteorology - INMET, 3rd DISME, Recife (PE). To calculate the erosivity (R), we used the software "CHUVEROS". In the period studied, the average annual rainfall Piripiri, Piauí, was 1.488,4 mm, with 87,83% of the rainfall concentrated from January to May. The annual erosivity values ranged from 3.877,1 to 17.906,0 MJ.mm/ha-1.h<sup>-1</sup>.ano<sup>-1</sup>, and the R factor, equal to 9.018,7 MJ.mm/ha-1.h<sup>-1</sup>.ano<sup>-1</sup> considered a high erosivity. The year 2009 showed the most erosive rainfall 1.832,9 mm, 21.7% of the total rainfall erosive period, being the month of March had the highest average rate of erosive rainfall 272,8 mm and greater with cumulative rainfall 2182,5 mm for the period studied. The year of lower rainfall was 2012, with only 488.1 mm, 5,8% of the total rainfall series from 2005 to 2012. The hydrological pattern of enhanced rainfall totaled 48,5% of erosive rainfalls of the study period. The remaining 51.5% of rainfall were classified in the intermediate pattern (17,7%) and delayed pattern (33,87%), noting that the latter pattern is causing major erosion damage, due to its ability to promote runoff.

**Keywords:** Erosion. EI30. Precipitation. Solo. Rainfall chart.

## INTRODUÇÃO GERAL

As chuvas que são um fator natural de modificação da paisagem, devem ser estudadas para se obter informações sobre a intensificação do processo de erosão, devido à ação antropica mais recente. A erosão de solos, em áreas tropicais, depende do complexo processo que inclui a erosividade das chuvas, a erodibilidade do solo, do relevo local e da cobertura vegetal.

Observa-se que a degradação ambiental do solo, nos últimos anos, devido à ocorrência de desmatamentos em áreas mais extensas, para plantio de monoculturas graníferas, oleaginosas ou pastagens de pisoteio e a utilização de queimadas como forma de limpeza de áreas, tem ocasionado erosões e assoreamento de nascentes, córregos, riachos, rios e açudes que servem para alimento de seres vivos e para irrigação.

Segundo Rodrigues et al. (2008), o conhecimento das chuvas extremas e suas características de intensidade, duração e frequência são de grande aplicabilidade na elaboração de projetos de engenharia agrícola e hidráulicas.

Os estudos sobre a erosividade das chuvas podem orientar o uso do solo e as ações de conservação que poderão evitar o empobrecimento químico, o desequilíbrio biológico e a fragilidade do ecossistema. Dentre as ações podemos citar a utilização do solo, recurso natural mais utilizado para a produção de alimentos, respeitando-se a quantidade de área a ficar descoberta ou deixando plantas com alto índice de cobertura e elevada produtividade de fitomassa que propiciam melhor proteção ao solo (Cardoso et al., 2012). Com o solo exposto ou mal manejado, a chuva se torna um fator importante para formação do processo erosivo, em especial nas áreas cujo clima é tropical, onde os totais pluviométricos são mais elevados. Evitar este problema de degradação poderá reduzir custos de onerosas práticas corretivas de solos degradados.

O município de Piripiri (PI) apresenta elevada pluviometria, média anual, fato que disponibiliza um grande volume de água para escoamento superficial. Segundo Andrade Junior (2008), o Município possui de acordo com as classificações climáticas de Thornthwaite (1948), no cenário pluviométrico chuvoso, Úmido (B1), no cenário pluviométrico regular, Semiárido (D) e no cenário pluviométrico seco, Árido (E); Considerando as classificações de Thornthwaite & Mather (1955), no cenário pluviométrico chuvoso, Úmido (B2), no cenário

pluviométrico regular, Sub-úmido seco (C1) e no cenário pluviométrico seco, Sub-úmido seco (C1).

Embora disponha outras fontes de água, sua principal e mais importante fonte é o açude caldeirão, seja para a alimentação da população e animais ou para irrigação. O açude possui capacidade de armazenamento de 54.000 m<sup>3</sup> de água e uma bacia hidrográfica com área de 220 km<sup>2</sup>. (DNOCS, 2013). Concluído em 1945, o Açude Caldeirão, anualmente, acumula um grande volume de sedimentos, oriundos de sua bacia hidrográfica. Observa-se, que nos últimos anos, o acúmulo de sedimentos se intensificou, devido à interferência antropica à montante da barragem, onde ocorrem cultivos sem utilizar nenhuma prática conservacionista, principalmente no período das chuvas, reduzindo a cobertura vegetal, através de queimadas, para plantio de pastagens de pisoteio e cultivos agrícolas, tem intensificado as áreas que apresentam erosão cada vez maior após cada período chuvoso.

A ausência de trabalhos sobre erosividade das chuvas no Município de Piripiri e no território dos cocais, microrregião onde está situado, constitui uma justificativa para a realização deste estudo, que tem o objetivo de conhecer a erosividade das chuvas em Piripiri – Piauí, cujos dados irão auxiliar futuros trabalhos na área de conservação de solos e o planejamento para uso e ocupação do solo para fins agrícolas, pecuários como cálculos de dimensionamento da seção transversal ideal do canal de terraceamento agrícola, cálculos do desmatamento máximo possível a montante dos açudes da região, especialmente do açude caldeirão que já sofre por assoreamento.

O presente trabalho foi estruturado na forma de artigo científico de acordo com normas para submissão da Revista Ciência Agronômica

## REVISÃO DE LITERATURA

Segundo Eltz (2013), conhecer o potencial erosivo das chuvas de uma região é importante para prever a erosão, que pode ser estimada com modelos matemáticos, a exemplo da Equação Universal de Perdas de Solo (EUPS).

A energia cinética das gotas de chuvas promove o rompimento dos agregados dos solos levando ao selamento da sua camada superficial. Com isso, a infiltração inicial da água no solo é reduzida e o escoamento superficial é potencializado, acarretando na perda da camada superficial do solo. Desta forma, a recarga dos aquíferos é prejudicada, reduzindo o

volume de água retirado dos poços para consumo humano e animal. A erosão hídrica também acarreta o assoreamento de açudes e canais, decrescendo a água bombeada para a irrigação. (Silva et al. 2009.)

Para o cálculo da erosividade, a maioria dos autores utiliza a análise dos pluviogramas diários segmentando as chuvas por períodos de mesma intensidade (segmentos com mesma inclinação no gráfico). Determina-se para cada segmento, a energia cinética unitária, em unidades do sistema internacional, conforme a expressão de Wischmeier e Smith (1978), dada por:

$$E_c = 0,119 + 0,0873 \log_{10} i \quad (1)$$

Onde:  $E_c$  = energia cinética unitária ( $\text{MJ ha}^{-1} \text{ mm}^{-1}$ ) e  $i$  = intensidade do segmento de chuva ( $\text{mmh}^{-1}$ ). O valor obtido na expressão é multiplicado pela quantidade de chuva no segmento uniforme, para expressar a energia cinética do segmento, em  $\text{MJ ha}^{-1}$ . Somando-se a energia cinética de todos os segmentos uniformes de chuva têm-se a energia cinética total da chuva. Multiplicando-se a energia cinética total da chuva pela intensidade máxima da mesma chuva, calculada com base num período contínuo de 30 minutos de chuva, obtém-se o índice  $EI_{30}$  da chuva em  $\text{MJ mm ha}^{-1} \text{ h}^{-1}$ . Somando-se os índices  $EI_{30}$  de todas as chuvas individuais e erosivas de um mês, obtém-se a erosividade das chuvas daquele mês. Somando-se os índices  $EI_{30}$  das chuvas mensais de um ano, obtém-se a erosividade das chuvas daquele ano. Fazendo-se a média da erosividade anual das chuvas de um período vários anos, de um determinado local, obtém-se o valor do Fator “**R**” da USLE para aplicação naquele local. (Cassol, et al., 2002)

Peñalva Bazzano et al.,(2010), afirma que a partir de índices de erosividade de várias localidades de uma determinada região, pode-se estabelecer um mapa de linhas isoerodentes, que poderá servir para o planejamento adequado de atividades que visem à conservação do solo.

Muitos trabalhos têm determinado a erosividade de chuvas pelo Brasil. Tomamos como referência os trabalhos realizados com dados do Nordeste, como Silva et al (2012), em Cabaceiras (PB) o fator R da área em estudo foi de  $9.471,3 \text{ MJ mm ha}^{-1} \cdot \text{h}^{-1} \cdot \text{ano}^{-1}$ . Dias et al.

(2003), com dados de um período de 20 anos, determinou que o valor do fator R em Fortaleza (CE) foi de 6.774 com uma amplitude de 2.237 a 12.882 MJ mm (ha h ano)<sup>-1</sup>. Santos Junior, (2011), determinou o fator “R” e os padrões chuvas, para o período de 2005 a 2009 de Teresina e Parnaíba. Para Teresina o fator “R” encontrado foi de 9.655 MJ.mm.ha<sup>-1</sup>.h<sup>-1</sup>.ano<sup>-1</sup>, com uma variação de 6.717,8 MJ.mm.ha<sup>-1</sup>.h<sup>-1</sup>.ano<sup>-1</sup> a 11.803,6 MJ.mm.ha<sup>-1</sup>.h<sup>-1</sup>.ano<sup>-1</sup>. Para Parnaíba, o fator “R” encontrado foi de 9.964,3 MJ.mm.ha<sup>-1</sup>.h<sup>-1</sup>.ano<sup>-1</sup>, variando de 6.926,5 MJ.mm.ha<sup>-1</sup>.h<sup>-1</sup>.ano<sup>-1</sup> a 11.279,5 MJ.mm.ha<sup>-1</sup>.h<sup>-1</sup>.ano<sup>-1</sup>. Os meses de janeiro a maio determinam o período crítico, concentrando 87,6% da precipitação e 88,8% da erosividade total estimada.

AQUINO et al. (2013), em estudo sobre erosão hídrica conclui que solos com umidade elevada, antes de chuvas intensas são mais susceptíveis à desagregação.

Fisicamente, define-se erosão como a realização de trabalho no desprendimento do solo e seu transporte.

Segundo Castelo Branco, (2011), a degradação do solo pode ser definida como um processo que reduz a capacidade do solo para produzir bens ou serviços.

Independentemente da capacidade da enxurrada em transportar as partículas minerais e orgânicas do solo, a avaliação da ação erosiva da chuva, em sua fase inicial, não será completa, se os mecanismos de desagregação e salpico do solo pelo impacto das gotas de chuva não forem avaliados. (SILVA e CARVALHO, 2002)

A erosão hídrica é um processo impactante que altera as propriedades do solo, considerada a forma mais prejudicial de degradação e o principal fator causador da insustentabilidade nos sistemas de produção agrícola

Para Bertol et al. (2002), a erosão hídrica resulta da erosividade das chuvas e da erodibilidade dos solos. O conhecimento da erosividade, portanto, torna-se um guia valioso na recomendação de práticas de manejo e conservação do solo que visem à redução a erosão hídrica.

A erosão hídrica ocorre quando as gotas de chuvas atingem os solos, desagregam suas partículas, mais finas, colocam em suspensão e produzem seu arrasto, quando a superfície do solo está saturada ou quando a lâmina precipitada é maior que a capacidade de infiltração, gerando o escoamento superficial para depositá-lo em local de menor energia, depressões naturais ou reservatórios de água, provocando a colmatagem, concluindo assim o processo erosivo.

A erosão hídrica é uma das principais causas de perdas de solo na maioria das regiões do planeta. Nas regiões tropicais e subtropicais, estas perdas são maiores, devido a elevada erosividade das chuvas. ( Waltrick, 2010 ). Segundo Santos (2012), a principal forma dessa erosão nas condições brasileiras é a causada pela energia cinética do impacto das gotas de chuva sobre a superfície do solo, desencadeando o processo. Para Veloso et al. (2010), a erosão hídrica é o fator de maior expressividade no desencadeamento do processo de degradação do solo, afetando diretamente diversas propriedades físicas do solo, como a estabilidade dos agregados.

A erosão hídrica é o resultado da interação do clima, solo, topografia, cobertura e manejo do solo e da adoção de práticas conservacionistas ( WISCHMEIER & SMITH, 1958). É conceituada como um processo físico de desagregação, transporte e deposição de partículas do solo provocadas pela ação da água das chuvas e do escoamento superficial e afetada pela ação antrópica.

Em todo o mundo é cada vez mais freqüente a erosão do solo, em vários graus de intensidade, o que gera danos em diferentes abordagens e impõe crescente desafio à pesquisa em caracterizar e prever a influência dos diferentes fatores causadores do fenômeno, bem como, o uso das informações geradas no desenvolvimento de tecnologias preventivas e corretivas de conservação de solo e água ( Machado et al., 2013 )

A utilização dos recursos naturais, como a água e os solos, de maneira inadequada tem provocado o surgimento de grandes áreas intensamente degradadas, gerando impactos negativos imediatos na qualidade de vida da população, tais como o aumento da escassez hídrica, a perda da fertilidade do solo, a redução da produção de alimentos, a diminuição drástica das reservas de madeira; entre outras. Essa degradação pode evoluir, em algumas situações, para o processo de desertificação. (Salviano et al.,2010).

No mundo inteiro as taxas de erosão e conseqüente desgaste do solo vêm assumindo proporções espantosas, com enormes implicações de ordem física, financeira e social. No Brasil, a erosão hídrica é o principal fator capaz de tornar insustentáveis os sistemas de produção agrícola. (Oliveira et al.,2010).

Apesar de possuir uma grande extensão territorial com potencial agrícola, a maior parte das áreas agricultáveis no Brasil apresenta baixa fertilidade natural, reflexo das próprias condições de origem geológica e características climáticas ou situações topográficas que propiciam o desgaste. Referindo a este desgaste como reflexo da erosão hídrica, apesar das terras brasileiras apresentarem curta história de exploração agrícola, as mesmas já demonstram sinais evidentes de declínio de sua capacidade produtiva. Este tipo de degradação é facilitado e ainda intensificado quando são adotadas práticas inadequadas de manejo agrícola que aceleram o processo erosivo.

No Brasil as áreas suscetíveis à desertificação alcançam 980.711 km<sup>2</sup>, distribuídos em oito estados do Nordeste e no norte do Estado de Minas Gerais. (Costa et al., 2009).

O Estado do Piauí possui um longo histórico no desafio de formular políticas voltadas para o combate à desertificação. Técnicos e pesquisadores do Estado vêm trabalhando desde a década de 70 com o tema e chamando atenção dos governos federal, estadual e municipais para o avanço dos processos de degradação da terra e da desertificação e alertando para os impactos econômicos e sociais resultantes de tais processos e a premente necessidade de reformulação e formulação das políticas direcionadas para as áreas suscetíveis à desertificação. (Lima et al., 2011).

As áreas onde o problema da desertificação é mais acentuado são conhecidas por núcleos de desertificação. São os seguintes no Nordeste: 1) Núcleo do Seridó, localizado na região Centro-Sul do Rio Grande do Norte e Centro-Norte da Paraíba, abrangendo área de aproximadamente 2.341km<sup>2</sup>, envolvendo vários municípios em torno de Parelhas; 2) Núcleo de Irauçuba, no Noroeste do estado do Ceará abrangendo uma área de 4.000km<sup>2</sup> incluindo os municípios de Irauçuba, Forquilha e Sobral; 3) Núcleo de Gilbués no Piauí, com uma área aproximada de 6.131km<sup>2</sup> envolvendo os municípios de Gilbués e Monte Alegre e 4) Núcleo de Cabrobó em Pernambuco que totaliza uma área de 5.960km<sup>2</sup> abrangendo os municípios de Cabrobó, Belém de São Francisco e Floresta.( ACCYOLI, 2013 ).

No Nordeste do Brasil, várias formas de uso podem acarretar em diferentes processos que resultam em desertificação. O extrativismo tanto vegetal (principalmente voltado para obtenção de lenha para fins energéticos) quanto mineral, assim como sobre pastoreio das pastagens nativas ou cultivadas e o uso agrícola por culturas que expõem os solos aos agentes da erosão são as principais causas dos processos de desertificação que atingem as áreas não sujeitas à irrigação.

O estado do Piauí apresenta 45,3% de sua superfície suscetível a desertificação, o que justifica a necessidade de um zoneamento que indique os diferentes níveis de comprometimento das Terras Secas piauienses ou região semi árida. (UNEP ,1991).

Lopes et. al., (2011), em estudo sobre o Núcleo de Desertificação de Gilbués (PI), coloca que a incorreta utilização de solos para agricultura, também é responsável pela erosão, pois as práticas agrícolas, além de reduzir a cobertura vegetal, diminuem a matéria orgânica, fragilizando a resistência dos agregados aos impactos das gotas de chuvas, os quais quebrados com mais facilidade, formam crostas na superfície e a perda do solo.

Neves et al., (2011) alerta que a erosão hídrica tem chamado a atenção dos pesquisadores, pois interfere diretamente na produtividade agrícola e na conservação do meio ambiente

A cobertura do solo proporcionada pelos resíduos culturais deixados na superfície tem ação direta e efetiva na redução da erosão hídrica, em virtude da dissipação de energia cinética das gotas da chuva, diminuindo a desagregação das partículas de solo e o selamento superficial e aumentando a infiltração de água no solo. Ela atua ainda na redução da velocidade do escoamento superficial e, conseqüentemente, da capacidade erosiva da enxurrada. (Leite et. al., 2009)

Salviano et al., (2010), cita que o total de área degradada no Núcleo de Desertificação de Gilbués(PI), chega a 7.759,56km<sup>2</sup>, (tabela 1), e as áreas desertificadas distribuídas em vários Municípios.

Tabela 1. Área Total e percentual degradadas nos Municípios do Sudoeste do Piauí

MUNICÍPIO	ÁREA DEGRADADA (km <sup>2</sup> )	PERCENTUAL DE ÁREA DEGRADADA (%)
<b>Núcleo de Desertificação de Gilbués</b>	7.759,56	21,64
Gilbués	1.760,99	49,32
Barreiras do Piauí	1246,46	60,15
Corrente	790,53	25,33
São Gonçalo do Gurguéia	697,04	49,25
Riacho Frio	689,53	30,37
Monte Alegre do Piauí	579,36	23,51
Bom Jesus do Piauí	532,76	9,54
Redenção do Gurguéia	450,41	49,97
Curimatá	265,19	10,99
Cristalândia	174,95	14,95
Parnaguá	172,19	5,13
Júlio Borges	156,85	12,70
Avelino Lopes	98,57	7,47
Morro Cabeça no Tempo	85,53	3,79
Sebastião Barros	45,77	4,41

Fonte: Adaptado de Silva (2008) por Salviano et al (2010)

Alem da erosividade, o padrão hidrológico constitui uma importante forma de analisar as características das precipitações em causar erosão. Neste sentido, a classificação das precipitações de acordo com os padrões hidrológicos, são denominados: (i) avançado, quando o pico de maior intensidade está no inicio ( 1/3 ); (ii) intermediário meio ( 2/3 ); e (iii) atrasado ou fim ( 3/3 ) do período de duração da precipitação.

Sob condições semelhantes de volume total, intensidade do pico e duração, as chuvas de padrão hidrológico atrasado são mais danosas do ponto de vista da erosão do solo, uma vez que o pico de intensidade ocorre no último terço do tempo de duração da chuva, quando o solo já se encontra com teor de umidade mais elevado.

Oliveira et. al. (2010), verificaram que o padrão de precipitação atrasado (AT) provocou perdas de solo superiores aos padrões constante (CT), avançado (AV) e intermediário (IN) em 61,6%, 46,4% e 13,6%, respectivamente; Comportamento semelhante foi observado com as perdas de água, no qual o padrão AT apresentou uma lâmina de escoamento de 4,8 mm após 1,0 hora de precipitação, mostrando ser superior aos padrões AV, IN e CT em cerca de 42,0%, 19,0% e 19,0%, respectivamente. As perdas de solo refletiram, de forma mais acentuada, as diferenças existentes entre os padrões de precipitação do que as perdas acumuladas de água.

As maiores perdas de solo e água ocorrem nos padrões intermediários e atrasados, devido à maior umidade antecedente ao pico de maior intensidade da chuva. Em solos mais úmidos, a capacidade de infiltração é menor e a desagregação do solo pelo impacto das gotas da chuva também é favorecida, causando o selamento superficial e o escoamento de enxurrada

Mais de 30 anos de determinações em parcelas com coletores de enxurrada indicaram que quando todos os demais fatores que influem na erosão, exceto a chuva, são mantidos constantes, as perdas de solo em áreas cultivadas são diretamente proporcionais ao índice  $EI_{30}$ . (WISCHMEIER, 1978).

Segundo Waltrick (2010) a caracterização do fator R da USLE requer cálculos de índices relacionados com a energia cinética das chuvas, a intensidade, e o total precipitado. Na metodologia original proposta por Wischmeier & Smith, (1978) era necessário somar a intensidade de cada aclave da curva do pluviograma que representa a chuva. Com o objetivo de reduzir o tempo de cálculos, pesquisas foram realizadas e correlacionaram intensidades máximas em determinados intervalos de tempo com a erosividade total da chuva. Os valores sub escritos representam estes intervalos de tempo em minutos. No Brasil pesquisas compararam os índices de erosividade  $EI_5$ ,  $EI_{10}$ ,  $EI_{15}$ ,  $EI_{20}$ ,  $EI_{25}$ ,  $EI_{30}$ ,  $EI_{35}$ ,  $KE > 10$  e  $KE > 25$ . O termo  $EI_t$  indica que a erosividade foi estimada considerando o intervalo de tempo subscrito

em que a chuva foi mais intensa. Os termos  $KE > 10$  e  $KE > 25$ , indicam que a erosividade foi estimada considerando apenas as chuvas com precipitação superior a 10 mm e 25 mm respectivamente.

Santos Junior, (2011), considera que a determinação da erosividade da chuva envolve um trabalho árduo de seleção e leitura de uma série de registros de chuvas. Esses dados são escassos e muitas vezes de difícil acesso. A fim de minimizar estes problemas, diversos autores correlacionaram o índice  $EI_{30}$  com o coeficiente de chuva ( $R_c$ ), conhecido como índice de Fournier, o qual é facilmente obtido a partir do registro dos totais diários das precipitações. Estes dados pluviométricos estão disponíveis em maior número de localidades o que facilita sua obtenção, mas mantém precisão satisfatória na estimativa de  $EI_{30}$ .

A Equação Universal de Perda de Solo – EUPS (WISCHMEIER & SMITH, 1978) tem por objetivo prever a erosão, em  $t\ ha^{-1}\ ano^{-1}$ , que poderá ocorrer em determinada área agrícola, de forma que a magnitude da perda de solo fique situada dentro dos limites toleráveis. (MORETI et al., 2003)

A erosão do solo pela água (A) é um processo complexo que depende, de acordo com a Equação Universal da Perda de Solo – EUPS, dada por:

$A = R.K.L.S.C.P$ , de um conjunto de fatores básicos, tais como:

$R$  = Erosividade das Chuvas,  $MJ.ha^{-1}.mm.h^{-1}.ano^{-1}$ ;

resultante de quantidade, intensidade e duração da chuva;

$K$  = fator de Erodibilidade do Solo,  $(tha^{-1}) / (MJ.ha^{-1}.mm.h^{-1})$ , que é função de características do solo;

$L$  = comprimento do terreno uma das características da vertente;

$S$  = declividade do terreno (adimensional);

$C$  = cobertura vegetal (Presença e natureza); e

$P$  = Tipo de uso da terra pelo homem. (El-Swaify et al., 1982; Vieira et al., 1996; Bertoni & Lombardi Neto, 1999).

As chuvas naturais apresentam consideráveis alterações em termos de intensidade durante sua ocorrência. Por este motivo podem ser classificadas em diferentes padrões ou perfis de acordo com a intensidade e duração.

Uma chuva é classificada como individual quando esta estiver separada por outra por um intervalo de no mínimo 6 horas com precipitação inferior a 1 mm. É considerada erosiva quando a precipitação total for superior a 10 mm ou quando a precipitação for igual ou superior a 6 mm em 15 minutos de chuva. O autor ainda apresentou uma padronização das chuvas em três níveis distintos de acordo a posição de ocorrência do pico de maior intensidade em relação ao tempo total do evento. As chuvas podem ser separadas em padrão avançado, quando a maior intensidade ocorre em um período de tempo menor do que 30 % a partir do tempo inicial da chuva em relação ao tempo de duração total; padrão intermediário, quando a maior intensidade ocorre entre 30 e 60% do tempo total da chuva; e padrão atrasado, quando a maior intensidade ocorre passados mais de 60% do tempo total de duração do evento.

É inadiável, portanto, equacionar e propor soluções para esse grave problema. Nesse sentido, a modelagem do processo da erosão e seu controle é atualmente uma eficiente estratégia que é utilizada no planejamento do uso, manejo e conservação do solo. (DIAS; SILVA,2003).

A caracterização do fator R da EUPS requer o cálculo do índice de erosividade das chuvas (EI30), cujo valor é obtido pela multiplicação de dois parâmetros específicos das precipitações erosivas de dado local: energia cinética total da chuva (E) e intensidade máxima em 30 min (I30). Tomando os valores desse índice para todas as chuvas individuais erosivas que ocorrem em cada mês do ano, tem-se o EI30 mensal, cuja soma caracteriza o EI30 anual. A média anual desse índice, determinada na mais longa série histórica de dados de pluviografia disponível, representa o fator R do local em estudo ( Dias et. al. 2003).

O fator R, que significa a erosividade, é um valor numérico que representa o potencial da chuva e escoamento superficial para proporcionar erosão hídrica em uma área descoberta, podendo variar com as características e, portanto, com a variabilidade espacial e temporal das chuvas (WISCHMEIER & SMITH, 1978).

Para a correta utilização da EUPS, WISCHMEIER & SMITH, (1978), ressaltam ser importante que o fator R seja o mais representativo possível, ou seja, represente o mais fielmente possível a erosividade média anual de uma região.

Para se obter um fator R confiável, WISCHMEIER & SMITH, (1978); estimam que sejam necessários de 10 a 20 anos de coleta de dados. No entanto, devido a falta de registros pluviográficos e a necessidade de maior rapidez na aquisição de conhecimentos sobre a erosividade, trabalhos têm sido realizados e divulgados abrangendo um número inferior de anos.

Esses fatos, aliados ao maior tempo gasto nos cálculos da erosividade tem levado muitos pesquisadores a tentarem relacionar os índices de erosividade da chuva (EI30 ou KE>25) com suas características pluviométricas. Observa-se que as características pluviométricas mais comumente relacionadas com a erosividade são a lâmina precipitada e o coeficiente de chuva (FORNIER, 1960). Desta forma, em vários trabalhos foi possível estimar o fator R (erosividade) a partir do conhecimento das lâminas diárias precipitadas.

Lopes et. al. (2011) cita que a degradação, desde 1970, tem sido tema de discussões pela sociedade, incluindo políticos, acadêmicos, cientistas e técnicos, embora este problema tenha iniciado em décadas anteriores, atingindo direta ou indiretamente a vegetação, a fauna e a população, comprometendo as atividades econômicas pelo assoreamento de rio e barragens.

Em trabalho sobre o núcleo de desertificação de Gilbués, Crepani (2009), relata que as chuvas intensas e de curta duração, como índices superiores a 525 mm/mês que se abatem anualmente sobre os sulcos, primeiramente desenvolvidos em superfícies cobertas por gramíneas, sucedem as voçorocas que destroem todos os horizontes do solo.

Manzatto et. al. (2002) cita que a Convenção das Nações Unidas para o Combate à Desertificação (UNITED NATIONS, 2001) conceituou a desertificação como o “processo de degradação das terras das regiões áridas, semiáridas e sub-úmidas secas, resultante de diferentes fatores, entre eles as variações climáticas e as atividades humanas”. Estão ligados a essa conceituação, as degradações do solo, da fauna, da flora e dos recursos hídricos.

No Brasil, as áreas suscetíveis a este processo localizam-se na região Nordeste caracterizado por baixos índices pluviométricos, elevadas temperaturas médias, acentuado déficit hídrico, solos rasos e pedregosos e vegetação xerofítica. O estado do Piauí apresenta 45,3% de sua superfície suscetível a desertificação, o que justifica a necessidade de um

zoneamento que indique os diferentes níveis de comprometimento das Terras Secas piauienses.

Crepani et al. (2009), considera que a degradação de solos no Município de Gilbués caracteriza-se pela intensa e extensa exposição do substrato rochoso sedimentar incapaz de sustentar a biodiversidade, causada pelo agudo processo de perda das camadas superiores do solo, ricas em nutrientes, que se inicia pela erosão laminar e passa a forma de estreitos sulcos que se transformam nas ravinas que dominam a paisagem.

O início do processo se dá pela retirada da cobertura vegetal nativa, correspondente à Savana Estépica Arborizada, por conta de alguma atividade de uso da terra (pecuária, agricultura de subsistência, lenha e carvão, garimpo de diamantes, etc..

Segundo Lima et al. (2011), a erosão do tipo voçoroca é a que mais chama atenção no processo de degradação do solo no Núcleo de Desertificação de Gilbués, e ameaça não só a zona rural e produção agrícola, mas as cidades, povoados, estradas e propriedades urbanas, constituindo-se, também, numa das maiores fontes de sedimentos para o assoreamento de rios, riachos, e demais corpos d'água a jusante das áreas degradadas.

Por fim Crepani et al. 2009, concluiu que o Núcleo de Desertificação de Gilbués, com essa configuração proposta, não parece ter nenhuma relação com variações climáticas estando relacionado exclusivamente a atividades humanas, que vêm acontecendo por centenas de anos, caracterizadas pela alteração da cobertura vegetal que expõe um raro tipo de associação de solos, de alta fertilidade e pouca resistência à erosão, às severas condições regionais de concentração pluviométrica (alta intensidade pluviométrica) o que implica na exposição do embasamento rochoso sedimentar que, por sua vez, é responsável pela redução ou perda da fertilidade e da produtividade biológica ou econômica, sintomática da degradação de terras.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ACCYOLI, L. J. Oliveira.; Degradação do solo e desertificação no Nordeste do Brasil. Disponível no site [www.diadecampo.com.br](http://www.diadecampo.com.br).  
<http://www.diadecampo.com.br/zpublisher/materias/Materia.asp?id=22136&secao=Artigos%20Especiais>, acesso dia 25/08/2013.
- AGUIAR, R. B. de. Projeto cadastro de fontes de abastecimento por água subterrânea, estado do Piauí: diagnóstico do município de Piripiri. Fortaleza: CPRM - Serviço Geológico do Brasil, 2004.
- ALMEIDA, C. O. S. de. Erosividade das Chuvas no Estado de Mato Grosso. Dissertação de Mestrado submetida ao programa de Pós-graduação em ciências agrárias, da Universidade de Brasília, como parte dos requisitos necessários a obtenção do grau de mestre em ciências agrárias. Brasília, 2009.
- ALMEIDA, C. O. S.; AMORIM, R. S. S.; COUTO, E. G.; ELTZ, FLÁVIO L. F.; BORGES, LAURIENNE E. C. Potencial erosivo da chuva de Cuiabá, MT: Distribuição e correlação com a precipitação pluviométrica. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. Campina Grande, PB. v.15, n.2, p.178–184, 2011.
- ANDRADE JÚNIOR, A.S.; BASTOS, E.A.; BARROS, A.H.C.; SILVA, C.O.; GOMES, A.A.N. Classificação climática do Estado do Piauí. Teresina: Embrapa Meio-Norte, 2004. 86p (**Embrapa Meio-Norte. Documentos, 86**).
- AQUINO, R. F.; SILVA, M. L. N.; FREITAS, D. A. F. de; CURI, N.; AVANZI, J. C. Soil losses from typic cambisols and red latosol as related to three erosive rainfall patterns. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Viçosa, (MG), v. 37, p. 213-220, 2013. Acesso: <http://www.alice.cnptia.embrapa.br/handle/doc/952622>
- AQUINO, C. M. S. de; OLIVEIRA, J. G. B. de; SALES, M. C. L. Estimativa da erosividade das chuvas ( R ) nas terras secas do Estado do Piauí. *Rev. Ciênc. Agron.*, v.37, n3, p.287-291, 2006.
- CARDOSO, D. P.; SILVA, MARX L. N.; CARVALHO, G. J. de; FREITAS, D. A. F. de; AVANZI, JUNIOR C. Plantas de cobertura no controle das perdas de solo, água e nutrientes por erosão hídrica. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, PB v.16, n.6, p.632–638, 2012.
- CASSOL, E. A. ; ELTZ, F. L. F. ; MARTINS, D. ; LEMOS, A. M. de ; LIMA, V. S. ; BUENO, A. C. . Erosividade, padrões hidrológicos, período de retorno e probabilidade de ocorrência das chuvas em São Borja, RS. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 32, p. 1239-1251, 2008.
- CASSOL, E. A. ; ELTZ, F. L. F. ; MARTINS, D. ; FALLEIRO, R. de M. ; HERZOG, R. L. S. . Erosividade das chuvas, determinada pelo índice EI30, no período de 1957 a 1997 em Veranópolis, RS e no período de 1963 a 1997 em Farroupilha, RS. In: IV Reunião Sul-Brasileira de Ciência do Solo, 2002, Porto Alegre. RESUMOS EXPANDIDOS DA IV REUNIÃO SUL-BRASILEIRA DE CIÊNCIA DO SOLO. Porto Alegre: **Sociedade Brasileira de Ciência do Solo - Núcleo Regional Sul**, 2002. v. 1. p. 1-4.

CASTELO BRANCO, S. B.. Influência do relevo e erodibilidade nos atributos químicos de um argissolo vermelho-amarelo em área degradada do município de Gilbués, PI. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal ) - Programa de Pós-Graduação em Agronomia do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Piauí: TERESINA – PIAUÍ – BRASIL setembro/2011.

COSTA, T. C. E C. da; OLIVEIRA, M. A. J. de; ACCIOLY, L. J. de O. AND SILVA, FLÁVIO H. B. B. da. Análise da degradação da caatinga no núcleo de desertificação do Seridó (RN/PB). *Rev. bras. eng. agríc. ambient.* [online]. 2009, vol.13, suppl., pp. 961-974.

CREPANI, E. O Núcleo de Desertificação de Gilbués observado pelo Sensoriamento Remoto e pelo Geoprocessamento. Anais XIV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Natal (RN) 25-30 abril 2009. INPE, p.5185-5192.

DNOCS - Departamento Nacional de Obras contra as Seca -. Dados técnicos da barragem do açude caldeirão. Disponível em: <http://www.dnocs.gov.br/barragens/caldeirao/caldeirao.htm>. Acesso em 20 de Agosto de 2013.

DIAS, A. S.; SILVA, J.R.C. A erosividade das chuvas em fortaleza (CE). I - distribuição, probabilidade de ocorrência e período de retorno - 1ª aproximação. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.27, p. 335-345, 2003.

ELTZ, F. L. F.; CASSOL, E. A.; PASCOTINI, P. B. Potencial erosivo e características das chuvas de Encruzilhada do Sul, RS. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. Campina Grande, PB. v.15, n.4, p.331–337, 2011.

ELTZ, F. L. F.; CASSOL, E. A.; PASCOTINI, P. B.; AMORIM, R. S. S.; Potencial erosivo e características das chuvas de São Gabriel, RS, de 1963 a 1993. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. Campina Grande, PB.v.17, n.6, p.647–654, 2013

FOURNIER, F. (1960) Climat et Erosion. PUF, Paris.

IBGE, Produção Agrícola Municipal 2011. Rio de Janeiro: IBGE, 2012.

VALLE JUNIOR, R. F. do; GALBIATTI, J. A.; PISSARRA, T. C. T. ; FILHO, M. V. MARTINS; SIQUEIRA, H. E.. A erosividade das chuvas na bacia do rio uberaba. **Enciclopédia biosfera**, Centro Científico Conhecer - Goiânia, 2012. v.8, N.14; 15p.

LEITE, M. H. S.; COUTO, E; AMORIM, R. S. S.; COSTA, E. L. da; MARASCHIN, L.; Perdas de solo e nutrientes num latossolo vermelho-amarelo ácrico típico, com diferentes sistemas de preparo e sob chuva natural. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.33: p.689-699, 2009.

LIMA, M. G. de ; SALVIANO, A. A. C. . Recuperação de Áreas Degradadas no Estado do Piauí. *Revista Brasileira de Geografia Física*, v. 06, p. 1254-1265, 2011.

LOPES, L. S. de O.; SANTOS, R. W. P. dos; MIGUEL FILHO, M. A.. Núcleo de desertificação de Gilbués (PI):Causas e Intervenções. **Revista Geográfica. Londrina(PR)**, v. 20, p. 053-066, maio/ago., 2011.

MACHADO, R. L.; CARVALHO, D. F. de; ROUWS, J. R. C.; GOMES, D. P.; EDUARDO, E. N.. Erosividade das chuvas associada a períodos de retorno e probabilidade de ocorrência no estado do rio de janeiro. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.37: p. 529-547, 2013.

MATIAS, M. DA C. B.; SALVIANO, A. A. C.; LEITE, L. F. C.; GALVÃO, S. R. DA S.; Propriedades químicas em Latossolo Amarelo de Cerrado do Piauí sob diferentes sistemas de manejo. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza (CE), v. 40, n. 3, p. 356-362, jul-set, 2009.

MELLO, C. R. de; SÁ, M. A. C. de; CURI, N.; MELLO, J. M. de; VIOLA, M. R.; SILVA, A. M. da. Erosividade mensal e anual da chuva no Estado de Minas Gerais. **Revista Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.42, n.4, p.537-545, abr. 2007

MORAES, A. M.; SALVIANO, A. A. C. Geologia e geomorfologia regionais. In: Milcíades Gadelha de Lima e Roberto José Amorim Rufino Fernandes. (Org.). Combate à desertificação no Piauí - Microbacia do Riacho Sucuruiú "Vaquetá/Gavião" em Gilbués, PI. 01ed.Teresina, Piauí: Secretaria Estadual do Meio Ambiente e Recursos Hídricos, 2010, v. 1, p. 103-110.

MORAES, A. M. ; SALVIANO, A. A. C. ; LOPES, M. M. ; IBIAPINA, T. V. . Estudo dos solos e capacidade de uso das terras da Microbacia do Riacho Sucuruiú. Combate à desertificação no Piauí - Microbacia do Riacho Sucuruiú "Vaquetá/Gavião em Gilbués, PI. 01ed.Teresina, Piauí: Secretaria Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos, 2010, v. 01, p. 111-133.

MORETI, D.; MANNIGEL , A. R.; CARVALHO, M. P. E. Fator erosividade da chuva para o município de Pedrinhas Paulista, Estado de São Paulo. **Acta Scientiarum: Agronomy**, Maringá, v. 25, n. 1, p. 137-145, 2003.

NEVES, S. M. A. da S.; MOTINHO, M. C.; NEVES, R.; SOARES, J. E. R. C.. Estimativa da perda de solo por erosão hídrica na bacia hidrográfica do rio jauru/mt. **Revista Sociedade e Natureza**. Uberlândia(MG). Ano 23, n. 3. P. 423-434. 2011.

OLIVEIRA, J. R.; PINTO, M. F.; SOUZA, W. de J.; GUERRA, J. G. M.; CARVALHO, D. F. de; Erosão hídrica em um Argissolo Vermelho-Amarelo, sob diferentes padrões de chuva simulada. **Revista brasileira de engenharia agrícola e ambiental**. [online]. Campina Grande, PB. vol.14, n.2, pp. 140-147. 2010.

OLIVEIRA, P. T. S. de; YOULTON, C.; OLIVEIRA, D. B. B.; SOBRINHO, T. A.; WENDLAND, E.; MENDIONDO, E. M.. Estimativa do índice de erosividade e obtenção de padrões de precipitação usando séries curtas de dados. **XIX Simposio Brasileiro de Recursos Hídricos**. Maceió (AL). Nov/Dez, 2011

SALVIANO, A. A. C. ; LIMA, M. G. DE; NUNES, L. A. P. L ; MELO, L. F. L. . Levantamento dos principais estudos sobre a desertificação no Piauí. In: Milcíades Gadelha de Lima; Roberto José Amorim Rufino Fernandes. (Org.). Combate à desertificação no Piauí -

Microbacia do Riacho Sucuruiú "Vaquetá/Gavião em Gilbués, PI. 01ed.Teresina, Piauí: Secretaria Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos, 2010, v. 1, p. 23-38.

SALVIANO, A. A. C. ; LIMA, M. G. de; MELO, L. F. L. . Ações previstas para o combate à desertificação - projeto de revitalização da Microbacia do Riacho Sucuruiú em Gilbués, Piauí. In: Milciades Gadelha de Lima e Roberto José Amorim Rufino Fernandes. (Org.). Combate à desertificação no Piauí - Microbacia do Riacho Sucuruiú "Vaqueta/Gavião" em Gilbués, PI. 01ed.Teresina, Piauí: Secretaria Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos, 2010, v. 1, p. 217-222.

SALVIANO, A. A. C. ; LIMA, M. G. de ; NUNES, L. A. P. L ; MELO, L. F. L. . Avaliação dos trabalhos sobre desertificação em gilbués, PI. In: 2ª Conferencia Internacional: clima, sustentabilidade e Desenvolvimento em Regiões Semi-áridas, 2010, Fortaleza. Banco do Nordeste, 2010.

SANTOS, T. E. M. dos; MONTENEGRO, A. A. A.. Erosividade e padrões hidrológicos de precipitação no Agreste Central pernambucano. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. Campina Grande, PB. v.16, n.8, p.871–880, 2012.

SILVA, T. P. N. da; SANTOS, T. E. M. dos; MONTENEGRO, A. A. A.; GUSMÃO, M. A. de M.; PONCIANO, I. de M.; GALINDO, C. T.. Índice de erosividade (ei30) das chuvas para a bacia experimental do riacho mimoso, no semi-árido pernambucano. IN: **7º Simpósio Brasileiro de captação e manejo da água da chuva**, Caruarú(PE), set/out, 2009.

SILVA , V. M. de A.; MEDEIROS, R. M. de; FRANCISCO, P. R. M.; TAVARES, A. L.; PATRÍCIO, M. da C. M.; BORGES, C. K.. Avaliação do índice da erosividade da chuva no município de cabaceiras visando à captação pluvial. 8º Simpósio Brasileiro de Captação e Manejo de água. Campina Grande, agosto, 2012.

SILVA, J. R. C.; CARVALHO, R. J. T. ; métodos de determinação do salpico e influência da cobertura do solo em condições de chuva natural. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.26, p.473-481, 2002.

RODRIGUES, J. O.; ANDRADE, E. M. de; OLIVEIRA, T. S. de; LOBATO, F. A. de O.. Equações de Intensidade – Duração – Frequência de chuvas para as localidades de Fortaleza e Pentecoste, Ceará. **Revista Scientia Agrária**, Curitiba, v,9, n. 4, p. 511-519, 2008.

UNITED NATIONS. Agenda 21, Brasília: Senado Federal , 1994. 591p.

WISCHMEIER, W.H.; SMITH, D.D. Predicting rainfall erosion losses: a guide to conservation planning. Washington, DC: USDA, 1978. 58p. (Agriculture Handbook, 537).

THORNTHWAITE, C.W. An approach toward a rational classification of climate. **Geographical Review**, New York, v. 38, n. 1, p.55-94, 1948.

THORNTHWAITE, C.W. & MATHER, J.R. The water balance. **Publications in Climatology**. New Jersey, Drexel Institute of Technology, 1955. 104p.

VELOSO, M. E. da C; LEITE, L. F. C. R; JUNIOR, A. F; SOUSA, A. C. M. de; MOUSINHO, F. E. P.; SALVIANO, A. A. C. Variabilidade espacial do índice de estabilidade de agregados de um neossolo litólico em área degradada em Gilbués, Piauí. Embrapa Meio-Norte – Artigo em anais de congresso (ALICE) In: REUNIÃO BRASILEIRA DE MANEJO E CONSERVAÇÃO DE SOLO E ÁGUA, 18., 2010, Teresina. Novos caminhos para agricultura conservacionista no Brasil. Teresina:Embrapa Meio-Norte: Universidade Federal do Piauí, 2010.

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

WALTRICK, P. C. Erosividade de chuvas no Paraná: atualização, influência do “el niño” e “la niña. e estimativa para cenários climáticos futuros. Dissertação (Mestrado em Pedlogia) Ciências Agrárias da Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2010.

## **Erosividade das chuvas em Piripiri – Piauí<sup>1</sup>.**

Rainfall erosivity in Piripiri - Piauí.

Paulo Alexandre Cruz Carvalho\*<sup>2</sup>, Adeodato Ari Cavalcante Salviano<sup>2</sup>,  
Milcíades Gadelha de Lima<sup>2</sup>.

**RESUMO:** O estudo das características e do ciclo de ocorrência das chuvas, um dos principais componentes do clima, permite ao homem fazer o planejamento da produção agrícola ano após ano. Este trabalho teve como objetivo, conhecer a erosividade das chuvas, no período de 2005 a 2012, no Município de Piripiri, Piauí, localizado a 04°16'24'' S e 41°46'37'' W, com altitude de 172,0 metros. Utilizou-se dados dos pluviogramas diários da estação meteorológica do INMET situada em Piripiri. Para realização dos cálculos de erosividade (R), utilizou-se o software “Chuveros”. No período estudado, a precipitação pluvial média anual de Piripiri, Piauí, foi de 1.488,4mm, com 87,83% das chuvas concentradas de janeiro a maio. Os valores de erosividade anuais variaram de 3.877,1 MJ.mm/ha-1.h<sup>-1</sup>.ano<sup>-1</sup> a 17.906,0 MJ.mm/ha-1.h<sup>-1</sup>.ano<sup>-1</sup>, e o fator R médio, igual a 9.018,7 MJ.mm/ha-1.h<sup>-1</sup>.ano<sup>-1</sup>, considerado como uma erosividade alta. O ano de 2009 foi o que apresentou maior volume de chuvas erosivas 1.832,9 mm, 21,7% do total de chuvas erosivas do período, e o mês de março o que apresentou maior índice médio de chuvas erosivas 272,8 mm e o maior volume de chuvas acumulado com 2.182,5mm, para o período estudado. O ano de menor volume de chuvas foi o de 2012, apresentando apenas 488,1mm, 5,8% da pluviosidade total da série de 2005 a 2012. O padrão hidrológico de chuvas avançado totalizou 48,5% das chuvas erosivas do período estudado. 17,7% foram classificadas no padrão intermediário e 33,87% no padrão atrasado destacando que este último padrão é o que causa maiores danos erosivos, em função de sua capacidade de promover enxurradas.

**Palavras-chave:** Erosão. EI<sub>30</sub>. Precipitação. Solo. Pluviograma.

---

<sup>1</sup> Extraído de dissertação apresentada ao PPGA, CCA, UFPI. <sup>2</sup> Programa de Pós-Graduação em Agronomia-Produção Vegetal, Centro de Ciências Agrárias (CCA), Universidade Federal do Piauí (UFPI), Campus Petrônio Portela, Bairro Ininga, 64049-550, Teresina, Piauí - Brasil. E-mail:pauloaccarvalho@gmail.com;

## Rainfall erosivity in Piripiri - Piauí.

**ABSTRACT:** The study of the characteristics and occurrence of rainfall cycle, a primary component of the climate, allows man to make the planning of the production year after year. This study aimed to know the rainfall erosivity in the period from 2005 to 2012, in the Municipality of Piripiri, Piauí, located at 04 ° 16'24" South and 41 ° 46'37" West and was conducted using data from pluviograms daily meteorological station located in INMET Piripiri. To calculate the erosivity (R), we used the software "CHUVEROS". In the period studied, the average annual rainfall Piripiri, Piauí, was 1,488.4 mm, with 87.83% of the rainfall concentrated from January to May. The annual erosivity values ranged from 3.877,1 to 17.906,0MJ.mm/ha-1.h-1.ano-1 MJ.mm/ha-1.h-1.ano-1, and the R factor, equal to 9.018,7 MJ.mm/ha-1.h-1.ano-1 considered a high erosivity. The year 2009 showed the most erosive rainfall 1832.9 mm, 21.7% of the total rainfall erosive period, being the month of March had the highest average rate of erosive rainfall 272.8 mm and greater with cumulative rainfall 2182.5 mm for the period studied. The year of lower rainfall was 2012, with only 488.1 mm, 5.8% of the total rainfall series from 2005 to 2012. The hydrological pattern of enhanced rainfall totaled 48.5% of erosive rainfalls of the study period. The remaining 51.5% of rainfall were classified in the intermediate pattern (17.7%) and delayed pattern (33.87%), noting that the latter pattern is causing major erosion damage, due to its ability to promote runoff.

**Key words:** Erosion. EI30. Precipitation. Solo. Rainfall chart.

## INTRODUÇÃO

A chuva é um dos principais componentes da caracterização do clima de uma região. O estudo do ciclo de ocorrência e de suas características permite ao homem fazer o planejamento da produção agrícola ano após ano. Incluem-se neste planejamento as épocas e

formas dos plantios, os tipos de culturas, as técnicas mais adequadas de manejo e exploração do solo, que favoreçam manter sua produção e conservação na forma mais econômica.

O município de Piripiri (PI) apresenta uma elevada pluviometria média anual de 1300 mm, fato que disponibiliza um grande volume de água para escoamento superficial. Sua principal e mais importante fonte de água, seja para a alimentação da população, animais, seja para irrigação é o açude caldeirão que possui capacidade de armazenamento de 54.000 m<sup>3</sup> e uma bacia hidrográfica com área de 220 km<sup>2</sup>, com topografia ondulada e acidentada, muito susceptível à erosão hídrica anualmente, devido a ação antrópica.

A utilização dos recursos naturais, como a água e os solos, de maneira inadequada tem provocado o surgimento de grandes áreas intensamente degradadas, gerando impactos negativos imediatos na qualidade de vida da população, tais como o aumento da escassez hídrica, a perda da fertilidade do solo, a redução da produção de alimentos, a diminuição drástica das reservas de madeira; entre outras. Essa degradação pode evoluir, em algumas situações, para o processo de desertificação. (Salviano et al.,2010)

Com o solo exposto ou mal manejado a chuva se torna um fator importante para formação do processo erosivo, em especial nas áreas cujo clima é tropical, onde os totais pluviométricos são elevados. Paralelamente aos estudos sobre erosividade e erosão são feitos estudos de cobertura de solos com plantas com alto índice de cobertura e elevada produtividade de fitomassa que propiciam melhor proteção ao solo, amortecendo o impacto das gotas de chuva sobre a superfície do solo reduzindo, conseqüentemente, os processos erosivos. (Cardoso et al, 2012)

Além da redução da produtividade das culturas, a erosão do solo pode causar sérios problemas ambientais, especialmente pelo assoreamento de rios e reservatórios e pela poluição dos recursos hídricos. (Cassol et al. 2008).

Muitos trabalhos têm determinado a erosividade de chuvas pelo Brasil. Tomamos como referência os trabalhos realizados com dados do Nordeste, como Silva et al (2012), em Cabaceiras (PB) o fator R da área em estudo foi de 9.471,3 MJ mm ha<sup>-1</sup>. h<sup>-1</sup>. ano<sup>-1</sup>. Dias et al. (2003), com dados de um período de 20 anos, determinou que o valor do fator R em Fortaleza (CE) foi de 6.774 com uma amplitude de 2.237 a 12.882 MJ mm (ha h ano)<sup>-1</sup>. Santos Junior, (2011), determinou o fator “R” e os padrões chuvas, para o período de 2005 a 2009 de Teresina e Parnaíba. Para Teresina o fator “R” encontrado foi de 9.655 MJ.mm.ha<sup>-1</sup>.h<sup>-1</sup>.ano<sup>-1</sup>, com uma variação de 6.717,8 MJ.mm.ha<sup>-1</sup>.h<sup>-1</sup>.ano<sup>-1</sup> a 11.803,6 MJ.mm.ha<sup>-1</sup>.h<sup>-1</sup>.ano<sup>-1</sup>. Para Parnaíba, o fator “R” encontrado foi de 9.964,3 MJ.mm.ha<sup>-1</sup>.h<sup>-1</sup>.ano<sup>-1</sup>, variando de 6.926,5 MJ.mm.ha<sup>-1</sup>.h<sup>-1</sup>.ano<sup>-1</sup> a 11.279,5 MJ.mm.ha<sup>-1</sup>.h<sup>-1</sup>.ano<sup>-1</sup>. Os meses de janeiro a maio determinam o período crítico, concentrando 87,6% da precipitação e 88,8% da erosividade total estimada.

Peñalva Bazzano, et al., (2010), afirma que a partir de índices de erosividade de várias localidades de uma determinada região, pode-se estabelecer um mapa de linhas isoerodentes, que poderá servir para o planejamento adequado de atividades que visem à conservação do solo.

A ausência de trabalhos sobre erosividade das chuvas no Município de Piripiri e no território dos cocais, microrregião onde está situado, constitui uma justificativa para a realização deste estudo, que tem o objetivo de conhecer a erosividade das chuvas em PIRIPIRI – PIAUÍ, cujos dados irão auxiliar futuros trabalhos na área de conservação de solos e o planejamento para uso e ocupação do solo.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

Os dados, relativos ao período de oito anos, compreendidos de 2005 a 2012, são originados da estação de coleta de pluviografia de Piripiri, PiauÍ, localizada no Bairro Vista

Alegre, com as coordenadas geográficas de 4°28' de latitude Sul e 41°79' de longitude Oeste, cadastrada sob n°.:82.480, em pluviógrafo marca FUESS, N° 8086.

Os dados foram coletados de 2.793 pluviogramas, que se encontravam nos arquivos do Instituto Nacional de Meteorologia, (3° DISME), na cidade de Recife, os quais foram, agrupados por anos e meses. Em seguida, foram verificados e fotografados com máquina digital Nikon Coolpix L315, totalizando 3.186 fotografias.

O índice de erosividade  $EI_{30}$  foi determinado para cada chuva individual classificada como erosiva. Considerou-se chuva individual aquela separada da anterior e da posterior por um período mínimo de 6 horas sem chuva ou com menos de 1,0 mm nesse período, e chuva erosiva toda aquela com lamina igual ou superior a 10,0 mm. (Wischmeier, 1978). Os dados de cada segmento de chuvas individuais e erosivas foram anotados em planilha e processados no software Chuveros, desenvolvido pelo Prof. Elemar Antonino Cassol do Departamento de Solos, da UFRGS, possibilitando a estimativa da erosividade mensal, anual e media das chuvas (Wischmeier, 1978).

Para cada segmento uniforme de chuva foi determinada a energia cinética unitária, conforme a expressão de Wischmeier & Smith (1978) que, em unidades do sistema internacional (Foster et al., 1981) .é dada por:

$$e = 0,119 + 0,0873 \log_{10} i \quad (1)$$

onde, “e”, representa a energia cinética unitária ( $MJ \text{ ha}^{-1} \text{ mm}^{-1}$ ) e “i” é a intensidade da chuva ( $\text{mm h}^{-1}$ ) no segmento considerado. O valor obtido na expressão (1) é multiplicado pela quantidade de chuva no respectivo segmento uniforme, para expressar a energia cinética do segmento, em  $MJ \text{ ha}^{-1}$ . Somando a energia cinética de todos os segmentos uniformes de chuva, obtém-se a energia cinética total da chuva ( $Ect$ ). (Cassol et al., 2008)

A erosividade da chuva pelo índice  $EI_{30}$ , é dada pela seguinte expressão:

$$EI_{30} = Ect \times I_{30} \quad (2)$$

em que  $EI_{30}$  é o índice de erosividade da chuva erosiva individual, em  $MJ\ mm\ ha^{-1}\ h^{-1}$ ,  $Ect$  é a energia cinética total da chuva, em  $MJ\ ha^{-1}$ , e  $I_{30}$  é a intensidade máxima da chuva em período contínuo de 30 min de chuva, em  $mm\ h^{-1}$ , ou seja, a quantidade máxima de chuva em um período contínuo de 30 min multiplicada por dois, determinada a partir dos dados levantados do pluviograma. (Cassol et al., 2008)

A caracterização do fator R da EUPS requer o cálculo do índice de erosividade das chuvas ( $EI_{30}$ ), cujo valor é obtido pela multiplicação de dois parâmetros específicos das precipitações erosivas de dado local: energia cinética total da chuva (E) e intensidade máxima em 30 min ( $I_{30}$ ). A erosividade mensal das chuvas foi obtida pelo somatório dos índices  $EI_{30}$  de todas as chuvas individuais e erosivas de cada mês. Somando os índices  $EI_{30}$  mensais, obteve-se a erosividade anual das chuvas (Dias et al., 2003). Calculando a média da erosividade anual das chuvas no período dos oito anos estudados (2005 a 2012), obteve-se o valor do fator “R” da EUPS para aplicação em Piripiri, Piauí e na região do entorno com características climáticas semelhantes.

O período de retorno e a probabilidade de ocorrência da erosividade anual foram determinados, Schwab et al. (1981), por meio das seguintes expressões:

$$T = (N+1)/m \quad (3)$$

$$Pr = 100/T \quad (4)$$

onde: T é o período de retorno, em anos, no qual o índice de erosividade é igualado ou superado; N é o número de anos de registro de dados; m é o número de ordem do índice de erosividade da série considerada, quando a erosividade é colocada em ordem decrescente de magnitude, e Pr é a probabilidade de ocorrência do índice de erosividade, em percentagem.

Os padrões hidrológicos foram obtidos a partir do software Chuveros. Para cada chuva individual e erosiva, foram separados os segmentos de mesma inclinação e determinada a intensidade da chuva em cada segmento. Com isso, obteve-se uma distribuição de

intensidades ao longo do tempo de duração da chuva. Esse software verificou em que tempo ocorre o pico de maior intensidade da chuva, para classificar os padrões hidrológicos da precipitação segundo a classificação proposta por Horner & Jens (1942). Com base no padrão hidrológico de cada precipitação foi calculada a percentagem do total das chuvas que representa cada padrão hidrológico.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados da análise da erosividade das chuvas no Município de Piripiri, para o período de 2005 a 2012, obtidos através do software Chuveros, listados na Tabela 1, observa-se que o valor R encontrado foi de 9.502,89 MJ.mm/ha-1.h<sup>-1</sup>.ano<sup>-1</sup>, variando de 3.877,00 MJ.mm/ha-1.h<sup>-1</sup>.ano<sup>-1</sup> em 2012, a 17.922,90 MJ.mm/ha-1.h<sup>-1</sup>.ano<sup>-1</sup> em 2009.

Tabela 1 – Erosividade total (EI<sub>30</sub>) / ano e Erosividade média ( R ) no período de 2005 a 2012.

ANOS	TOTAL
2005	9.546,5
2006	9.078,9
2007	6.528,6
2008	10.176,2
2009	17.906,0
2010	7.098,5
2011	7.938,1
2012	3.877,1
<b>TOTAL</b>	<b>72.149,9</b>
<b>EROSIVIDADE (R)</b>	<b>9.018,7</b>

Comparando com os diversos trabalhos de pesquisa que foram realizados na região Nordeste do Brasil, por Dias & Silva (2003), em Fortaleza, CE, que encontrou o R= 6.774 MJ.mm/ha-1.h<sup>-1</sup>.ano<sup>-1</sup>; Silva et al. (2012), em Cabaceiras (PB), com R= 9.471,3 MJ.mm/ha-1.h<sup>-1</sup>.ano<sup>-1</sup>; e Silva et al. (2009), na bacia hidrográfica do riacho mimoso no semi-árido Pernambucano, com R= 10.152,31 MJ.mm/ha-1.h<sup>-1</sup>.ano<sup>-1</sup> e Santos et al, (2012), no agreste Pernambucano, com R= 2.779,79 MJ.mm/ha-1.h<sup>-1</sup>.ano<sup>-1</sup>, observa-se que os valores encontrados para Piripiri, Piauí são superiores à maioria destes outros dados do Nordeste A

região onde está situado o Município possui características de clima úmido no cenário de pluviometria chuvosa, de sub-úmido, no cenário de pluviometria média, de sub-úmido seco no cenário de pluviometria regular de sub-úmido seco no cenário de pluviometria seco (Andrade Junior, 2004).

O ano de 2009 foi o que apresentou maior volume de chuvas erosivas 1.832,9 mm, (Tabela 2 ), 21,7% da pluviosidade total erosiva, enquanto o de menor volume foi o de 2012, apresentando apenas 488,1mm, 5,8% da pluviosidade total erosiva. O período de maior concentração de chuvas erosivas no período foi de janeiro a maio (90,0 %), e o mês de março o que apresentou maior índice médio de chuvas erosivas 272,8 mm e o maior volume acumulado 2.182,5 mm, para o período estudado. Por outro lado, o mês que apresentou o menor índice médio de precipitações erosivas, foi o de agosto com 4,6 mm com um volume acumulado de 36,6 mm.

Tabela 2. Precipitações pluviométricas erosivas de Piripiri, Piauí no período de 2005 a 2012.

ANOS	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OU T	NOV	DEZ	TOTA L
2005	222,6	202,2	287,6	116,6	107,1	10,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	109,6	1.056,5
2006	24,5	200,8	359,4	231,1	158,2	22,7	0,0	13,0	0,0	19,6	0,0	12,1	1.041,4
2007	20,3	217,1	166,5	275,4	95,6	18,5	25,3	0,0	0,0	0,0	28,0	0,0	846,6
2008	214,2	222,8	313,8	386,6	138,7	0,0	0,0	13,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1.289,1
2009	94,7	275,4	359,6	716,7	294,2	11,8	43,2	10,6	0,0	26,7	0,0	0,0	1.832,9
2010	57,8	61,1	251,9	128,4	96,6	29,3	0,0-	0,0	0,0	36,4	17,9	279,8	959,2
2011	241,9	145,7	229,3	0,0	205,4	32,7	25,8	0,0	0,0	30,0	0,0	10,2	921,0
2012	27,1	199,6	214,4	19,4	14,0	13,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	488,1
MÉDIA	112,9	190,6	272,8	234,3	138,7	17,4	11,8	4,6	0,0	14,1	5,7	51,5	1.054,3

Esta variação dos valores anuais está de acordo com as observações de Wischimeier (1978), que valores muito variáveis para o  $EI_{30}$  médio anual, ocorrem em função da grande variabilidade temporal das chuvas.

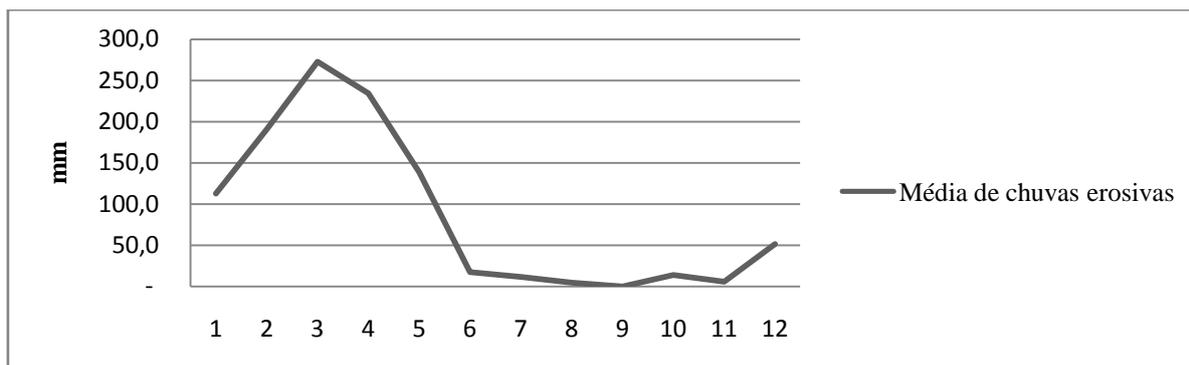
O período de retorno e probabilidade de ocorrência dos índices de erosividades  $EI_{30}$  (Tabela 3), indicam que, maiores índices pluviométricos, tem menores probabilidades de acontecer. Os valores encontrados estão próximos dos encontrados para Teresina e Parnaíba por Santos Junior, (2011).

Tabela 3. Período de retorno e probabilidade de ocorrência das chuvas em Piripiri - Piauí

ANO	Médias $EI_{30}$	Período de Retorno (anos)	Probabilidade de Ocorrência (%)
2005	9.546,5	2,25	44,4
2006	9.078,9	1,80	55,6
2007	6.534,6	1,29	77,8
2008	10.309,6	3,00	33,3
2009	17.922,9	9,00	11,1
2010	10.815,7	4,50	22,2
2011	7.938,1	1,50	66,7
2012	3.877,1	1,13	88,9

Os valores mais elevados de média mensais de chuvas erosivas encontrado em Piripiri foram de 190,6 em fevereiro, 272,8mm, em março e 234,3mm, em abril, muito próximos aos encontrados por Santos Junior (2011) em Teresina, para fevereiro com 203,0mm, março com 332mm e abril com 343 mm, meses que apresentaram as médias mais elevadas do período de 2005 a 2009.

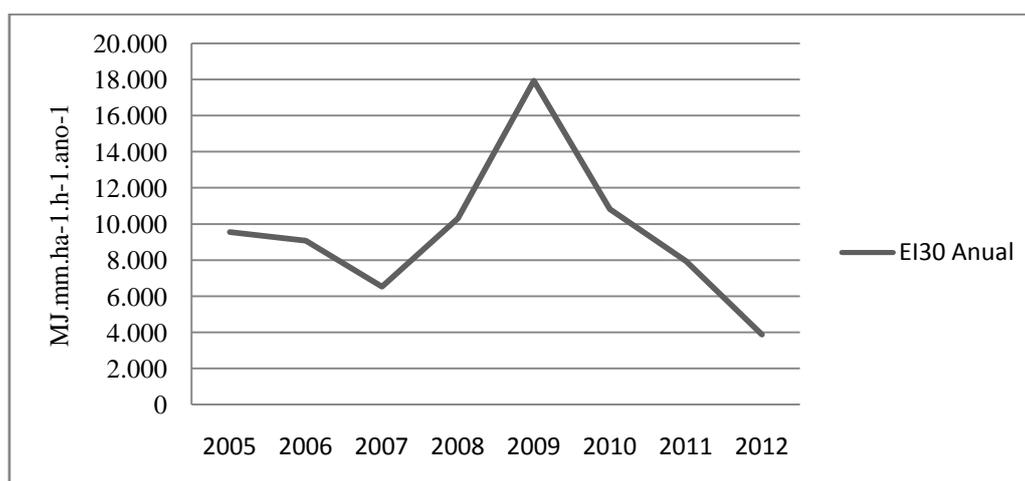
Figura 1. Média mensal de chuvas erosivas de Piripiri, Piauí, no período de 2005 a 2012.



Os resultados demonstram que os valores determinados de “R” para Piripiri, estão dentro dos estudos realizados por outros autores, e um pouco abaixo se comparado, por exemplo, com os determinados por Santos Junior, (2011), para Teresina cujo EI médio anual foi de  $9.655 \text{ MJ.mm.ha}^{-1}.\text{h}^{-1}.\text{ano}^{-1}$ , variando de  $6.717,8 \text{ MJ.mm.ha}^{-1}.\text{h}^{-1}.\text{ano}^{-1}$  a  $11.803,6 \text{ MJ.mm.ha}^{-1}.\text{h}^{-1}.\text{ano}^{-1}$ , e Parnaíba, foi de  $9.964,3 \text{ MJ.mm.ha}^{-1}.\text{h}^{-1}.\text{ano}^{-1}$ , variando de  $6.926,5 \text{ MJ.mm.ha}^{-1}.\text{h}^{-1}.\text{ano}^{-1}$ , a  $11.279,5 \text{ MJ.mm.ha}^{-1}.\text{h}^{-1}.\text{ano}^{-1}$ .

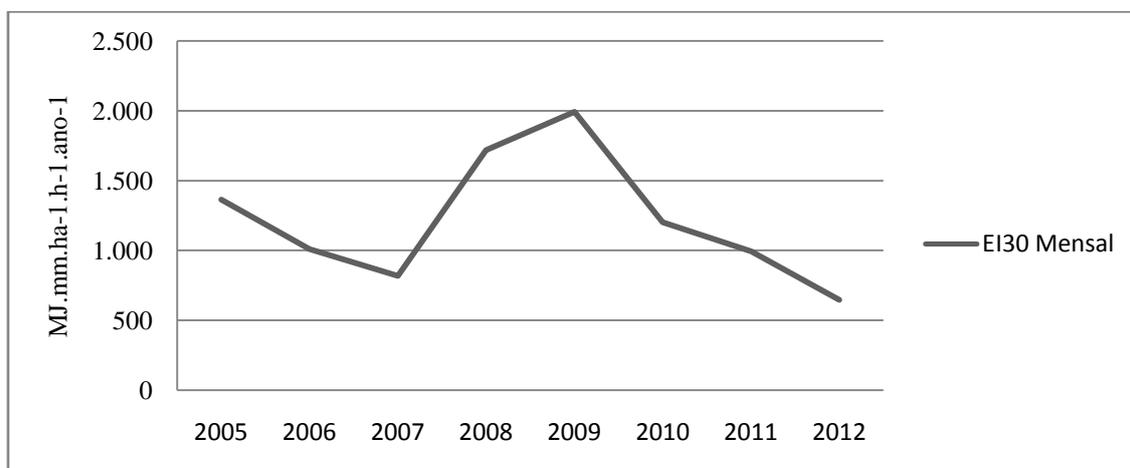
As erosividades mensais variaram de  $37,1 \text{ MJ.mm.ha}^{-1}.\text{h}^{-1}$  em janeiro 2007 a  $7.977,4 \text{ MJ.mm.ha}^{-1}.\text{h}^{-1}.\text{mês}^{-1}$  em abril 2009 ano que apresentou o maior índice  $\text{EI}_{30}$ .(tabela 2)

Figura 2. Índices de erosividade  $\text{EI}_{30}$  anuais no período de 2005 a 2012.



Observa-se que a curva de erosividade média mensal acompanha a curva de erosividade anual, ou seja, indicando, como era de se esperar que a erosividade está em função da ocorrência de chuvas.

Figura 3. Erosividade médio  $EI_{30}$  /ano das chuvas em cada ano de Piripiri, Piauí, determinada pelo índice  $EI_{30}$ , no período de 2005 a 2012.



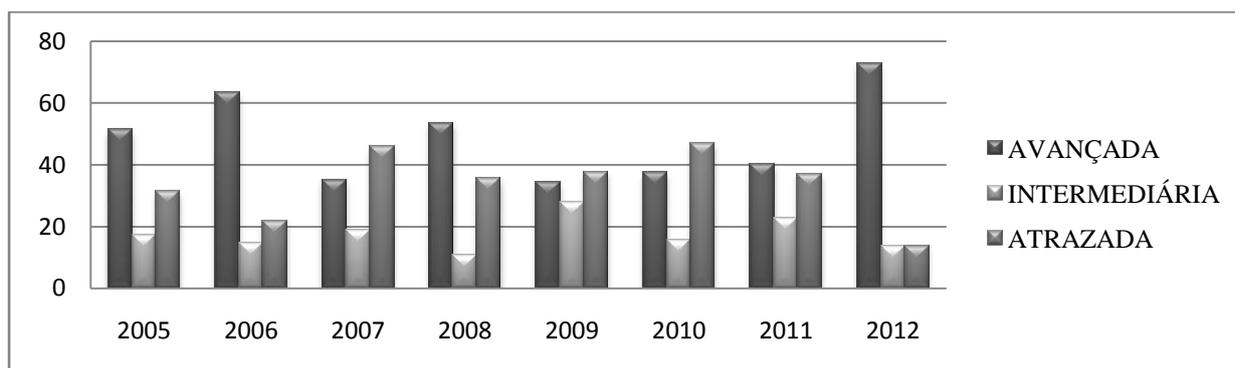
A distribuição dos padrões de chuvas (tabela 5) pode ser visto na figura 5, As chuvas de padrão avançado, totalizam 48,5% das chuvas erosivas do período estudado. As de padrão intermediário 17,7% e no padrão atrasado de 34,8%. A distribuição das chuvas concentrada no padrão avançado permite esperar menores perdas de solo devido ao fato de que no momento do pico da chuva este estaria menos úmido que no caso dos outros padrões;

Por outro lado, como mais da metade do total foram de chuvas intermediárias e atrasadas, espera-se que cause maiores danos aos solos, especialmente os que estiverem sem cobertura vegetal.

Tabela 5. Padrão Hidrológico das chuvas erosivas em Piripiri (PI), no período de 2005 a 2012.

ANO	PADRÃO HIDROLÓGICO DAS CHUVAS (%)		
	AVANÇADA	INTERMEDIÁRIA	ATRASADA
2005	51,43	17,14	31,43
2006	63,41	14,63	21,96
2007	35,14	18,92	45,94
2008	53,57	10,71	35,72
2009	34,43	27,87	37,7
2010	37,50	15,63	46,87
2011	40,00	22,86	37,14
2012	72,72	13,64	13,64

Figura 4. Padrão hidrológico de chuvas erosivas em Piripiri (PI), no período de 2005 a 2012.



No período de 2005 a 2012, a precipitação média anual de Piripiri, Piauí, foi de 1.488,4 mm (tabela 2), com a concentração de 87,83% das chuvas ocorrendo de janeiro a maio. O ano de 2009 foi o que ocorreu o maior volume de precipitação, totalizando 2.243,8 mm, ( tabela 2), enquanto que o ano de 2012 apresentou o menor volume, com 842,5 mm ( tabela 2), de chuva. Em relação às médias mensais de chuvas totais, os meses os meses de fevereiro, março e abril, apresentaram os maiores índices de precipitação durante a série estudada com 2.067,5 mm, 2.807,3 mm e 2.880,0 mm de chuva acumulada nos 8 anos estudados e médias anuais de 258,4 mm, 350,9 mm, 360,0 mm, respectivamente (Tabela 2 ). Os meses de menor média mensal de pluviosidade, foram de junho até dezembro.

Tabela 6. Precipitações pluviométricas de Piripiri, Piauí no período de 2005 a 2012.

ANOS	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	TOTAL
2005	255,1	191,4	300,3	193,9	143,3	13,2	2,1	0,0	0,0	5,3	2,0	88,4	1.195,0
2006	104,4	225,0	386,5	348,9	201,9	36,8	3,7	17,2	1,6	27,4	13,1	32,7	1.399,2
2007	27,1	444,7	236,9	375,6	107,2	81,5	26,9	0,0	0,1	0,4	27,8	16,2	1.344,4
2008	238,0	338,6	418,1	509,8	175,2	6,1	13,4	24,7	0,0	6,7	2,1	1,8	1.734,5
2009	138,1	274,1	500,6	720,6	426,1	54,8	63,6	13,7	1,3	31,1	6,4	13,4	2.243,8
2010	91,6	97,3	343,6	204,5	140,4	41,6	0,1	2,4	0,4	47,9	44,3	351,4	1.365,5
2011	288,0	247,9	371,0	448,6	252,4	40,0	43,1	10,1	0,6	56,7	13,7	10,2	1.782,3
2012	84,7	248,5	250,3	78,1	30,0	22,4	3,5	0,3	0,0	6,6	78,1	40,0	842,5
MÉDIA	153,4	258,4	350,9	360,0	184,6	37,1	19,6	8,6	0,5	22,8	23,4	69,3	1.488,4

## CONCLUSÃO

1. O  $EI_{30}$  médio anual de Piripiri, Piauí, foi de  $9.018,7 \text{ MJ.mm.ha}^{-1}.\text{h}^{-1}.\text{ano}^{-1}$ , indicando um elevado potencial erosivo das chuvas.
2. O índice de erosividade variou de  $3.877,0 \text{ MJ.mm.ha}^{-1}.\text{h}^{-1}.\text{ano}^{-1}$ , a  $17.906,0 \text{ MJ.mm.ha}^{-1}.\text{h}^{-1}.\text{ano}^{-1}$ , considerados alto e muito alto, respectivamente. Para o fator R médio de  $9.018,7 \text{ MJ.mm.ha}^{-1}.\text{h}^{-1}.\text{ano}^{-1}$ , a erosividade foi considerada alta.
3. Os meses de janeiro a maio determinam o período crítico, concentrando 90,0% da precipitação e 89,4% da erosividade total estimada.
4. O padrão hidrológico das chuvas indica que 30% das chuvas são atrasadas fato que deve ser observado nos dimensionamentos de áreas para plantio.

## REFERÊNCIAS

ALMEIDA, CRISTIANA O. S.; AMORIM, RICARDO S. S.; COUTO, EDUARDO G.; ELTZ, FLÁVIO L. F.; JORDANI, SARA A., Erosividade da chuva em municípios do Mato Grosso: Distribuição sazonal e correlações com dados pluviométricos **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental** , v.16, n.2, p.142–152, 2012.

ALMEIDA, CRISTIANA O. S.; AMORIM, RICARDO S. S.; COUTO, EDUARDO G.; ELTZ, FLÁVIO L. F.; BORGES, LAURIENNE E. C. Potencial erosivo da chuva de Cuiabá, MT: Distribuição e correlação com a precipitação pluviométrica. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. Campina Grande, PB. v.15, n.2, p.178–184, 2011.

ANDRADE JÚNIOR, A.S.; BASTOS, E.A.; BARROS, A.H.C.; SILVA, C.O.; GOMES, A.A.N. Classificação climática do Estado do Piauí. Teresina: Embrapa Meio-Norte, 2004. 86p (**Embrapa Meio-Norte. Documentos, 86**).

AQUINO, R. F.; SILVA, M. L. N.; FREITAS, D. A. F. de; CURI, N.; AVANZI, J. C. Soil losses from typic cambisols and red latosol as related to three erosive rainfall patterns. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, (MG), v. 37, p. 213-220, 2013. Acesso: <http://www.alice.cnptia.embrapa.br/handle/doc/952622>

AQUINO, CLÁUDIA MARIA SABÓIA DE; OLIVEIRA, JOSÉ GERARDO BESERRA DE; SALES, MARTA CELINA LINHARES. Estimativa da erosividade das chuvas ( R ) nas terras secas do Estado do Piauí. **Rev. Ciênc. Agron.**, v.37, n3, p.287-291, 2006.

CARDOSO, DIONE P.; SILVA, MARX L. N.; CARVALHO, GABRIEL J. DE; FREITAS, DIEGO A. F. DE; AVANZI, JUNIOR C. Plantas de cobertura no controle das perdas de solo, água e nutrientes por erosão hídric. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, PB v.16, n.6, p.632–638, 2012.

CASSOL, E. A. ; ELTZ, F. L. F. ; MARTINS, D. ; LEMOS, A. M. de ; LIMA, V. S.; BUENO, A. C. . Erosividade, padrões hidrológicos, período de retorno e probabilidade de ocorrência das chuvas em São Borja, RS. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 32, p. 1239-1251, 2008.

CASSOL, E. A. ; ELTZ, F. L. F. ; MARTINS, D. ; FALLEIRO, R. de M. ; HERZOG, R. L. S. . Erosividade das chuvas, determinada pelo índice EI30, no período de 1957 a 1997 em Veranópolis, RS e no período de 1963 a 1997 em Farroupilha, RS. In: IV Reunião Sul-Brasileira de Ciência do Solo, 2002, Porto Alegre. RESUMOS EXPANDIDOS DA IV REUNIÃO SUL-BRASILEIRA DE CIÊNCIA DO SOLO. Porto Alegre: **Sociedade Brasileira de Ciência do Solo - Nucleo Regional Sul**, 2002. v. 1. p. 1-4.

DIAS, A. S.; SILVA, J.R.C. A erosividade das chuvas em fortaleza (CE). I - distribuição, probabilidade de ocorrência e período de retorno - 1ª aproximação. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.27, p. 335-345, 2003.

ELTZ, F.L.; CASSOL, E.A.; SCOPEL, I.; GUERRA, M. Perdas de solo e água por erosão em diferentes sistemas de manejo e coberturas vegetais em solo Laterítico Buro-Avermelhado distrófico (São Jerônimo) sob chuva natural. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.8, p. 117-125, 1984.

ELTZ, FLÁVIO L. F.; CASSOL, ELEMAR A.; PASCOTINI, PEDRO B. Potencial erosivo e características das chuvas de Encruzilhada do Sul, RS. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. Campina Grande, PB. v.15, n.4, p.331–337, 2011.

ELTZ, FLÁVIO L. F.; CASSOL, ELEMAR A.; PASCOTINI, PEDRO B.; AMORIM, RICARDO S. S.; Potencial erosivo e características das chuvas de São Gabriel, RS, de 1963 a 1993. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. Campina Grande, PB.v.17, n.6, p.647–654, 2013

FOSTER, G.R.; McCOOL, D.K.; RENARD, K.G. & MOLDENHAUER, W.C. Conversion of the universal soil loss equation to SI units. *J. Soil Water Conserv.*, 36:355-359, 1981.

HORNER, W.W. & JENS, S.W. Surface runoff determination from rainfall without using coefficients. *Trans. Am. Soc. Civil Eng.*, 107:1039-1117, 1942.

IBGE, Produção Agrícola Municipal 2011. Rio de Janeiro: IBGE, 2012.

VALLE JUNIOR, RENATO FARIAS DO; GALBIATTI, JOÃO ANTONIO; PISSARRA, TERESA CRISTINA TARLE ; FILHO, MARCÍLIO VIEIRA MARTINS; SIQUEIRA, HYGOR EVANGELISTA. A erosividade das chuvas na bacia do rio uberaba. **Enciclopédia biosfera**, Centro Científico Conhecer - Goiânia, 2012. v.8, N.14; 15p.

LIMA, MILCÍADES GADELHA DE ; SALVIANO, A. A. C. . Recuperação de Áreas Degradadas no Estado do Piauí. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 06, p. 1254-1265, 2011.

MACHADO, RORIZ LUCIANO; CARVALHO, DANIEL FONSECA DE; ROUWS, JANAINA RIBEIRO COSTA; GOMES, DANIELA PINTO; EDUARDO, ELIETE NAZARE. Erosividade das chuvas associada a períodos de retorno e probabilidade de ocorrência no estado do rio de janeiro. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.37: p. 529-547, 2013.

MELLO, CARLOS ROGÉRIO DE; SÁ, MARCOS AURÉLIO CAROLINO DE; CURI, NILTON; MELLO, JOSÉ MARCIO DE; VIOLA, MARCELO RIBEIRO; SILVA, ANTÔNIO MARCIANO DA. Erosividade mensal e anual da chuva no Estado de Minas Gerais. **Revista Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.42, n.4, p.537-545, abr. 2007

MORAES, A. M.; SALVIANO, A. A. C. Geologia e geomorfologia regionais. In: Milcíades Gadelha de Lima e Roberto José Amorim Rufino Fernandes. (Org.). Combate à desertificação no Piauí - Microbacia do Riacho Sucuruiú "Vaquetá/Gavião" em Gilbués, PI. 01ed.Teresina, Piauí: Secretaria Estadual do Meio Ambiente e Recursos Hídricos, 2010, v. 1, p. 103-110.

MORETI, DOLORICE; MANNIGEL , ANNY ROSI; CARVALHO, MOREL PASSO E. Fator erosividade da chuva para o município de Pedrinhas Paulista, Estado de São Paulo. **Acta Scientiarum: Agronomy**, Maringá, v. 25, n. 1, p. 137-145, 2003.

OLIVEIRA, JOÃO R.; PINTO, MARINALDO F.; SOUZA, WANDERLEY DE J.; GUERRA, JOSÉ G. M.; CARVALHO, DANIEL F. DE; Erosão hídrica em um Argissolo Vermelho-Amarelo, sob diferentes padrões de chuva simulada. **Revista brasileira de engenharia agrícola e ambiental**. [online]. Campina Grande, PB. vol.14, n.2, pp. 140-147. 2010.

OLIVEIRA, JOÃO RICARDO DE. Perdas de solo, água e nutrientes em um argissolo vermelho-amarelo sob diferentes padrões de chuva simulada. Seropédica, RJ. 2007. 52p. Dissertação (Mestrado em Agronomia)

OLIVEIRA, PAULO TARSO SANCHES DE; YOULTON, CRISTIAN; OLIVEIRA, DULCE BUCHALA BICCA; SOBRINHO, TEODORICO ALVES; WENDLAND, EDSON; MENDIONDO, EDUARDO MARIO. Estimativa do índice de erosividade e obtenção de padrões de precipitação usando séries curtas de dados. **XIX Simposio Brasileiro de Recursos Hídricos**. Maceió (AL). Nov/Dez, 2011

SALVIANO, A. A. C. ; LIMA, MILCIADES GADELHA DE ; NUNES, L. A. P. L ; MELO, L. F. L. . Levantamento dos principais estudos sobre a desertificação no Piauí. In: Milcíades Gadelha de Lima; Roberto José Amorim Rufino Fernandes. (Org.). Combate à desertificação no Piauí - Microbacia do Riacho Sucuruíú "Vaquetá/Gavião em Gilbués, PI. 01ed.Teresina, Piauí: Secretaria Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos, 2010, v. 1, p. 23-38.

SALVIANO, A. A. C. ; LIMA, MILCÍADES GADELHA DE ; MELO, L. F. L. . Ações previstas para o combate à desertificação - projeto de revitalização da Microbacia do Riacho Sucuruíú em Gilbués, Piauí. In: Milcíades Gadelha de Lima e Roberto José Amorim Rufino

Fernandes. (Org.). Combate à desertificação no Piauí - Microbacia do Riacho Sucuruíú "Vaqueta/Gavião" em Gilbués, PI. 01 ed. Teresina, Piauí: Secretaria Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos, 2010, v. 1, p. 217-222.

SALVIANO, A. A. C. ; LIMA, MILCIADES GADELHA DE ; NUNES, L. A. P. L ; MELO, L. F. L. . Avaliação dos trabalhos sobre desertificação em gilbués, PI. In: 2ª Conferencia Internacional: clima, sustentabilidade e Desenvolvimento em Regiões Semi-áridas, 2010, Fortaleza. Banco do Nordeste, 2010.

SANTOS, THAIS E. M. DOS; MONTENEGRO, ABELARDO A. A.. Erosividade e padrões hidrológicos de precipitação no Agreste Central pernambucano. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. Campina Grande, PB. v.16, n.8, p.871–880, 2012.

SCHWAB, G.O.; FREVERT, R.K.; EDMINSTER, T.W. & BARNES, K.K. Soil and water conservation engineering. 3.ed. New York, John Wiley & Sons, 1981. 525p.

SILVA, TATIANA P. N. DA; SANTOS, THAÍS E. M. DOS; MONTENEGRO, ABELARDO A. A.; GUSMÃO, MATHEUS A. DE M.; PONCIANO, ISAAC DE M.; GALINDO, CÍCERO T.. Índice de erosividade (ei30) das chuvas para a bacia experimental do riacho mimoso, no semi-árido pernambucano. IN: **7º Simpósio Brasileiro de captação e manejo da água da chuva**, Caruarú(PE), set/out, 2009.

SILVA , VIRGINIA M. DE A.; MEDEIROS, RAIMUNDO MAINAR DE; FRANCISCO, PAULO R. M.; TAVARES, ALEXANDRA L.; PATRÍCIO, MARIA DA C. M.; BORGES, CAMILLA K.. Avaliação do índice da erosividade da chuva no município de cabaceiras visando à captação pluvial. 8º Simpósio Brasileiro de Captação e Manejo de água. Campina Grande, agosto, 2012.

SILVA, J. R. C.; CARVALHO, R. J. T. ; métodos de determinação do salpico e influência da cobertura do solo em condições de chuva natural. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.26, p.473-481, 2002.

WISCHMEIER, W.H.; SMITH, D.D. Predicting rainfall erosion losses: a guide to conservation planning. Washington, DC: USDA, 1978. 58p. (Agriculture Handbook, 537).

VITTE, ANTÔNIO C.; MELLO, JULIANO P. DE; Considerações sobre a erodibilidade dos solos e a erosividade das chuvas e suas conseqüências na morfogênese das vertentes: um balanço bibliográfico **Climatologia e Estudos da Paisagem** Rio Claro - Vol.2 - n.2 -, p. 107, julho/dezembro/2007

WALTRICK, PAULO CESAR. Erosividade de chuvas no Paraná: atualização, influência do “el niño” e “la niña. e estimativa para cenários climáticos futuros. Dissertação (Mestrado em Pedlogia) Ciências Agrárias da Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2010.