

**VARIAÇÃO DA EROSIVIDADE INFLUENCIADA POR FENÔMENOS  
CLIMÁTICOS NA CIDADE DE BELÉM-PA****VARIATION OF EROSIVIDADE INFLUENCED BY CLIMATIC PHENOMENA IN  
BELÉM CITY****VARIATION DE L'ÉROSIVITÉ SOUS L'INFLUENCE DES PHÉNOMÈNES  
CLIMATIQUES DANS LA VILLE DE BELÉM-PA****Carlos Eduardo Aguiar de Souza Costa**Universidade Federal do Pará, Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil, Belém, Brasil  
[cecosta@ufpa.br](mailto:cecosta@ufpa.br)**Claudio José Cavalcante Blanco**Universidade Federal do Pará, Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil, Belém, Brasil  
[blanco@ufpa.br](mailto:blanco@ufpa.br)**RESUMO**

A *Universal Soil Loss Equation* (USLE) é um dos principais modelos para avaliar a erosão hídrica, no qual a perda de solo é o produto de vários fatores, entre eles o de erosividade da chuva ( $R$ ). A importância de estudos sobre a erosividade da chuva em meios urbanos vem ganhando cada vez mais destaque, principalmente porque além das perdas de solo, as chuvas também causam grandes danos em infraestruturas e obras de engenharia hidráulica. Assim, foi determinada a influência das anomalias climáticas ENOS (El Niño Oscilação Sul) e Dipolo do Atlântico sobre o fator  $R$  mensal da cidade de Belém entre os anos de 1986 e 2015. O Índice de Oscilação do Niño (ION) foi usado para verificação da ocorrência do Dipolo do Atlântico através dos índices TNA (*Tropical Northern Atlantic*) e TSA (*Tropical Southern Atlantic*). Os resultados demonstraram que em Belém, Estado do Pará, o potencial erosivo das chuvas é afetado pelo fenômeno ENOS, de modo que um maior número de meses teve menor potencial erosivo durante ocorrência de *El Niño* (EN). Observou-se também que, em períodos de *La Niña* (LN) combinados com períodos de Dipolo Negativo, a erosividade é maior.

**Palavras-chave:** USLE; Erosão; ENOS; Dipolo do Atlântico.**ABSTRACT**

The *Universal Soil Loss Equation* (USLE) is one of the main models for evaluating water erosion, in which soil loss is the product of several factors, including rainfall ( $R$ ) erosivity. The importance of studies on rainfall erosivity in urban environments has been gaining more and more prominence, mainly because in addition to soil losses, rainfall also causes great damage to infrastructure and hydraulic engineering works. Thus, the influence of the climate anomalies ENSO (El Niño Oscilación Sul) and the Atlantic Dipole on the monthly  $R$  factor of the city of Belém between 1986 and 2015 was determined. The Niño Oscillation Index (ION) was used to verify the occurrence of the Atlantic Dipole through the TNA (*Tropical Northern Atlantic*) and TSA (*Tropical Southern Atlantic*) indices. The results showed that in Belém city (State of Pará, Brazil) the erosive potential of the rainfall is affected by the ENSO phenomenon, so that a greater number of months had a lower erosive potential during the El Niño event. It was also observed that in periods of La Niña (LN) combined with periods of Negative Dipole, the erosivity is higher.

**Keywords:** USLE; Erosion; ENSO; Atlantic Dipole.**RÉSUMÉ**

L'équation universelle de perte de sol (USLE) est l'un des principaux modèles d'évaluation de l'érosion hydrique, dans laquelle la perte de sol est le produit de plusieurs facteurs, y compris l'érosion pluviométrique (R). L'importance des études sur l'érosion pluviométrique en milieu urbain a pris de plus en plus d'importance, principalement parce qu'en plus des pertes de sol, les précipitations causent également de grands dommages aux infrastructures et aux ouvrages de génie hydraulique. Ainsi, l'influence des anomalies climatiques ENSO (El Niño Oscilación Sul) et du dipôle atlantique sur le facteur *R* mensuel de la ville de Belém entre 1986 et 2015 a été déterminée. L'indice d'oscillation du Niño (ION) a été utilisé pour vérifier l'occurrence du dipôle atlantique à travers les indices TNA (Atlantique Nord Tropical) et TSA (Atlantique Sud Tropical). Les résultats ont montré qu'à la ville de Belém (l'État du Pará, Brésil) le potentiel d'érosion des précipitations est affecté par le phénomène ENSO, de sorte qu'un plus grand nombre de mois a eu un potentiel érosif inférieur pendant l'épisode El Niño. Il a également été observé que dans les périodes de La Niña (LN) combinées avec des périodes de dipôle négatif, l'érosivité est plus élevée.

**Mots-clés:** USLE ; Erosion; ENSO; Dipole de l'Atlantique.

## INTRODUÇÃO

O fator *R* (erosividade) da *Universal Soil Loss Equation* (USLE) é o que possui maior suscetibilidade a mudanças climáticas e o que mais tem sido utilizado como parâmetro para avaliar a erosão hídrica do solo, desalojamento de sedimentos e monitoramento da qualidade da água (MANCINO et al., 2016). Ele é obtido através da média dos valores anuais ou mensais do índice de erosividade ( $EI_{30}$ ), que, por sua vez, é calculado pelo produto entre a energia cinética específica por lâmina de chuva e a intensidade máxima de chuva ocorrida em 30 minutos

Variações climáticas são causadas em sua maioria por anomalias, como o ENOS (El Niño Oscilação Sul), que são decorrentes das variações de fluxos de calor e de vapor d'água da superfície do Oceano Pacífico Equatorial para a atmosfera (ZHANG et al., 2012). O *El Niño* (EN) é caracterizado pelo enfraquecimento dos ventos alísios e por um aquecimento das águas do Pacífico acima do normal. O fenômeno influencia no posicionamento de um dos principais sistemas formadores de chuvas existentes no Oceano Atlântico, a Zona de Convergência Intertropical (ZCIT), que fica deslocada mais ao norte do Oceano Atlântico Tropical. Em fases de *La Niña* (LN), ocorre o processo contrário, ou seja, os ventos alísios são mais intensos, favorecendo o ressurgimento das águas mais frias à superfície do mesmo oceano e, conseqüentemente, diminuindo a evaporação. Nessa situação, geralmente, a ZCIT fica posicionada mais ao sul.

O Dipolo do Atlântico é outro exemplo de anomalia que influencia ainda mais no posicionamento da ZCIT e, por consequência, nas precipitações pluviométricas. Ele ocorre devido à diferença de temperatura entre o Oceano Atlântico Equatorial Norte e Sul. Por

exemplo, um aquecimento do Atlântico Tropical Norte relativo ao Sul leva a uma mudança para o norte da ZCIT, resultando na diminuição das precipitações pluviométricas na região amazônica (Dipolo Positivo). Por outro lado, um aumento da Temperatura da Superfície do Mar (TSM) do Atlântico Equatorial Sul em relação ao norte leva a formação de chuvas mais intensas, que se caracteriza como Dipolo Negativo (NÓBREGA et al., 2016).

Os estudos que abordam a relação entre erosividade da chuva e anomalias climáticas são escassos na região Amazônica. Diante disto, objetivou-se analisar a influência do ENOS e Dipolo do Atlântico sobre a erosividade mensal no município de Belém (PA) no período de 1986 a 2015. Belém é uma das principais cidades da região Norte do Brasil, situada na zona equatorial (coordenadas 01° 26'S e 48° 26'W), distante 120 quilômetros do Oceano Atlântico, sofrendo fortes influências da ZCIT e dos fenômenos climáticos acima mencionados sobre as precipitações pluviométricas. A média pluviométrica anual é de 3.000 a 4.000 mm e a cidade está localizada na zona climática Af (classificação de Köppen) (ALVARES et al., 2013).

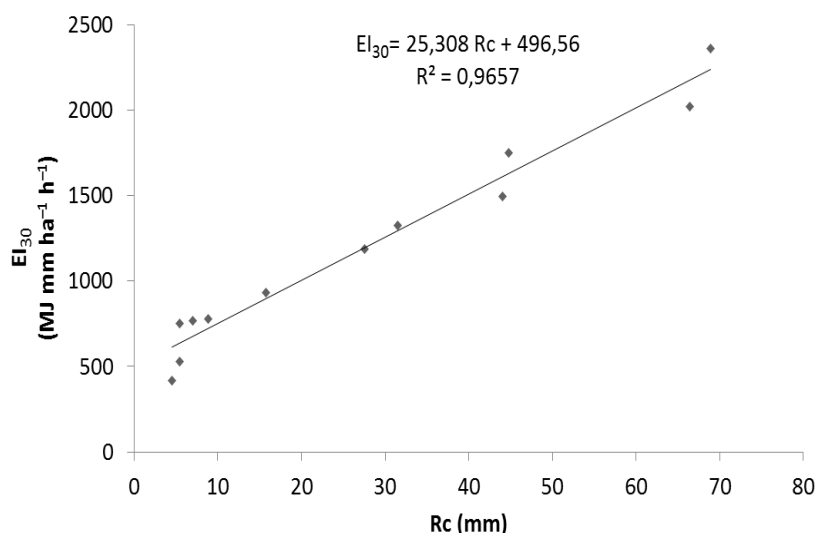
## **MATERIAL E MÉTODOS**

### **Estimativa da Erosividade**

Foram utilizados valores de erosividade determinados por Melo et al. (2014) e atualizados por Barbosa et al. (2015) que adotaram critérios para individualização das chuvas erosivas baseados naqueles propostos por Wischmeier e Smith (1965). De posse de pluviogramas digitalizados dos anos de 2001 a 2011, eles consideraram chuvas erosivas aquelas que apresentaram altura total precipitada igual ou superior a 10 mm. Para totais precipitados inferiores a 10 mm, as chuvas foram consideradas erosivas apenas quando a lâmina precipitada em 15 minutos foi de 6 mm ou mais. Considerou-se chuva individual, ou não erosiva, aquela separada da anterior e da posterior por um período mínimo de 6 horas sem chuva ou com menos de 1 mm. Assim, foram obtidos os valores de  $EI_{30}$  mensais, somando-se os índices de todas as chuvas erosivas de cada mês.

A escassez de dados horários de precipitação sempre foi uma das maiores dificuldades para estimar os índices de erosividade da chuva. Em 1956, Fournier tentou relacionar este fator com parâmetros de mais fácil mensuração, chegando até um coeficiente que permite uma aproximação satisfatória para o cálculo de  $R$ , chamado de índice de Fournier ( $R_c$ ). Este índice, posteriormente, foi modificado e preconizado por diversos autores, como Meshesha et al. (2016) e Mohtar et al. (2015). Diante disto, elaboraram-se relações do tipo linear e

potencial entre o  $EI_{30}$  de todos os anos e o  $Rc$  (obtido através do quadrado da precipitação média mensal, dividido pela precipitação média anual). Assim, a relação que obteve o melhor coeficiente  $R^2$  foi a linear (Figura 1), sendo a mais adequada para extrapolar os dados nos períodos de 1986 a 2000 e de 2012 a 2015, obtendo-se 30 anos de informação, como é recomendado pela organização mundial de meteorologia.



**Figura 1:** Relação Linear entre  $EI_{30}$  e  $Rc$  no período 2001 a 2011.  
**Fonte:** Barbosa et al., 2015.

Os resultados de erosividade foram classificados conforme os valores apresentados na Tabela 1, que se adequam aos valores de uma região com altos valores de erosividade (FEBLES et al., 2009).

**Tabela 1:** Classificação do índice médio mensal de erosividade.

Erosividade (Mj mm ha <sup>-1</sup> h <sup>-1</sup> mês)	Classe de Erosividade
$R \geq 1.250$	Alta
$800 < R < 1.250$	Média
$R \leq 800$	Baixa

**Fonte:** International Soil Reference and Information Center, 1996.

### Definição dos períodos de ENOS e suas intensidades

Segundo a *National Oceanic and Atmospheric Administration* (NOAA, 2016), um episódio de *El Niño* ou *La Niña* é definido pelo Índice de Oscilação do Niño (ION) resultante da média móvel trimestral da TSM do Oceano Pacífico. O *El Niño* é caracterizado quando o índice é  $\geq 0,5^{\circ}\text{C}$  e a *La Niña* quando o índice for  $\leq -0,5^{\circ}\text{C}$  por, no mínimo, cinco meses

consecutivos. Assim, foram coletados os dados de ION disponíveis no site da NOAA referentes aos anos de 1986 até 2015. Em seguida, as anomalias foram classificadas e analisadas quanto à sua intensidade (Tabela 2).

**Tabela 2:** Classificação da Intensidade do Fenômeno ENOS.

<b>Evento</b>	<b>Valor do ION (°C)</b>	<b>Intensidade</b>
El Niño	$\geq 1,5$	Forte
	1 a 1,4	Moderado
	0,5 a 0,9	Fraco
Neutralidade	-0,4 a 0,4	Neutralidade
La Niña	-0,5 a -0,9	Fraco
	-1 a -1,4	Moderado
	$\leq -1,5$	Forte

**Fonte:** Golden Gate Service, 2012.

### **Gradiente Inter-Hemisférico (GIH)**

A NOAA realiza também a medição de dois índices que compõem o Padrão do Dipolo, o TNA (*Tropical Northern Atlantic*) e o TSA (*Tropical Southern Atlantic*). Para calcular os índices de anomalia, a série semanal é linearmente interpolada com a série diária para calcular o ciclo climatológico sazonal com resolução diária. Em seguida, calcula-se a média mensal e, para cada mês da série, obtém-se a anomalia subtraindo-se da média climatológica. Tanto a anomalia TNA, quanto a TSA, são calculadas pelo mesmo método.

Para se definir as fases do Dipolo, foram calculados os gradientes inter-hemisféricos de TSM no Oceano Atlântico Tropical com base na diferença entre os índices (TNA-TSA) para o período de 1986 a 2015. O critério para determinação da fase do gradiente meridional foi baseado no método de Souza et al. (2005). Dipolo Positivo/Negativo ocorre quando o gradiente assume valores consecutivos maiores ou iguais a 0,2 °C ou menores ou iguais a -0,2 °C em pelo menos 4 meses. O sinal positivo ou negativo indica gradiente meridional de TSM para norte ou sul no Atlântico Tropical, influenciando no posicionamento da ZCIT e por sua vez nas precipitações pluviométricas.

### **Correlação entre erosividade e ENOS / Dipolo**

Foi realizada a análise de correlação de Pearson entre os Índices de Erosividade (EI<sub>30</sub>) mensais e os Índices Oceânicos do Niño (ION) mensais dentro dos intervalos anuais, com o

objetivo de verificar o grau de associação entre as duas variáveis. Essa análise visou identificar a previsibilidade do potencial erosivo das chuvas a partir de anomalias de TSM no Oceano Pacífico. Assim, elaboraram-se os mesmos cálculos entre os Índices de erosividade mensais e os Gradientes Inter-Hemisférico do Atlântico Equatorial (GIH) dentro dos períodos anuais, buscando os períodos onde os potenciais erosivos da chuva foram mais sensíveis à influência do Dipolo do Atlântico e, conseqüentemente, ao posicionamento da ZCIT.

A classificação utilizada para o nível de correlação foi baseada no trabalho de Cavalcante (2003), no qual os valores para uma correlação moderada variam de 0,31 a 0,60; e de correlação forte acima de 0,60. Obteve-se um total de 8 (oito) anos com correlação forte, tanto para a relação do  $EI_{30}$  com ION, quanto para a  $EI_{30}$  com GIH. Diante disso, foi realizada uma análise mensal dos intervalos dos anos que se apresentaram fortes, pois, de acordo com outros estudos, como de Paula et al. (2010), percebe-se que os efeitos das anomalias climáticas sobre a erosividade são mais perceptíveis quando observados mensalmente.

## **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

### **Erosividade x ION**

O primeiro período de EN iniciou-se em setembro de 1986, no qual se pode verificar na Figura 2 que, a partir de setembro, a erosividade começa a ficar abaixo da média devido à diminuição das chuvas.

VARIAÇÃO DA EROSIVIDADE INFLUENCIADA POR FENÔMENOS CLIMÁTICOS NA CIDADE DE BELÉM-PA



**Figura 2:** Comparações entre o ION e as médias de erosividades mensais para os anos com correlação forte.

Em 1988, ocorreu o primeiro evento de LN (o mais forte na série), que se iniciou em junho e obteve uma correlação positiva. Em sua maioria, a erosividade manteve-se acima da média. Em meses com influência dos menores valores de ION, pode-se perceber a erosividade com praticamente o dobro da média, como, por exemplo, o mês de novembro. Esses

resultados corroboram com de Fernandes (2014), que no seu estudo em Manaus concluiu que nos meses de janeiro a maio de 1988 foram alcançados altos índices de erosividade e valores além da média anual de precipitação, o que pode firmar o efeito da anomalia neste ano. Embora o ano de 1988 tenha sido considerado como um evento forte de LN, Alves et al. (2007) observaram desvios negativos da cobertura de nuvens na Amazônia. Segundo os autores, mesmo com a existência de um padrão de variabilidade na cobertura de nuvens em conjunto aos eventos LN (acima da média) e EN (abaixo da média), existem outros fatores climáticos que podem modificar este padrão.

O segundo evento de EN durou 14 meses e ocorreu no período de junho de 1991 a julho de 1992, quando 10 meses se mantiveram abaixo da média mensal de erosividade. Assim, como no primeiro evento, dezembro teve uma erosividade muito baixa, menos da metade da média. Segundo Marcuzzo e Romero (2013), o evento de EN de 1991/1992 ocasionou uma forte interferência no regime pluviométrico de Goiás. Os autores afirmam que nesse período observou-se a maior precipitação máxima em todo seu período de estudo (1977-2006). Esse dado é relevante para analisar a intensidade na qual o fenômeno influenciou nestes anos, e também para observar que o ENOS possui efeitos diferentes em várias partes do Brasil. O gráfico, em 1991, mostra correlação negativa, enquanto o de 1992 apresenta correlação positiva, o que pode representar que, assim como em 1988, a erosividade da chuva pode ter sofrido influências não investigadas.

O quarto evento de EN ocorreu no período de maio de 1997 a maio de 1998, no qual, dos 13 meses, 10 apresentaram-se abaixo da média de erosividade. Andrade (2011) afirma que o EN de 1997/1998 influenciou fortemente as médias de precipitação nos meses de maio de 1997 e maio de 1998, ocasionando uma redução no regime de chuva para o município de Paragominas (PA), mês este que marca final de período chuvoso para a região. Novamente, em um período de ocorrência de eventos ENOS, o primeiro gráfico (1997) apresentou-se com correlação negativa e o segundo com correlação positiva, semelhante ao período de 1986/1988. Tal fato pode ser explicado porque em julho de 1998 começou a ocorrência do mais longo período de LN, percebendo-se que os índices de erosividade começam a aumentar. Ainda de acordo com Andrade (2011), o LN de maior influência nas precipitações na sua área de estudo foi justamente o de 1998 a 2001, onde se obtiveram os maiores valores para o mês de maio de 1999 e janeiro de 2001.

Para o ano de 2014, foram obtidos os mais representativos valores de correlação, mesmo sendo considerado um ano neutro. A diferença dele com relação aos outros anos neutros dá-se unicamente no critério para definição de períodos de ENOS, observando-se que



em novembro deste mesmo ano era para se iniciar um período de EN, porém não foi observada a suscetividade de 5 (cinco) meses acima/abaixo de 0,5/-0,5. Em março de 2015, teve início o mais forte evento de EN já ocorrido (que se estendeu por todo o ano de 2016). Para este evento, obteve-se uma correlação negativa e pôde-se perceber no gráfico (Figura 2) que durante a maioria dos meses a erosividade manteve-se abaixo da média esperada, com destaque novamente para dezembro.

### **Erosividade x GIH**

Observa-se na Figura 3 que, em 1986, ocorreram cinco meses com erosividade acima da média, tal fato possivelmente deve-se à influência de Dipolo Negativo durante esse ano.



**Figura 3:** Comparações entre o GIH e as médias de erosividades mensais para os anos com correlação forte.

Em 2015, o primeiro semestre ainda apresentou erosividade acima da média, mesmo com o EN forte presente, havia a ocorrência de Dipolo Negativo, que faz com que ocorra uma maior quantidade de chuvas, o que pode justificar tal fato. É importante frisar que em 2015 ocorreu o evento de EN mais intenso de todos os tempos, que, segundo Alizadeh-Choobari (2017) e Jacox et al. (2016), superou o de 1997/1998 em termos de valores de ION.

No ano de 1989, houve um evento de LN forte, coincidindo com o evento de Dipolo Negativo. Percebe-se que em oito meses a erosividade manteve-se acima da média. Sousa, Almeida e Rolim (2004) ressaltam que, por interferências de outros sistemas atmosféricos

atuantes, o efeito do ENOS e do Dipolo Atlântico pode ser retardatário, como nesse ano, por exemplo, quando os fenômenos ocorreram no primeiro semestre, porém, os efeitos foram observados apenas no segundo semestre.

Em 1994, o  $R^2$  apresentou o maior valor de todos (0,83). Tal valor elevado pode ser devido ao fato de que ele possui a maior média de anomalia dentre todos os outros anos de Dipolo Negativo (-0,73) e não possui interferência do ENOS, juntamente com um evento de Dipolo, já que o evento de EN ocorreu apenas no final deste ano, se estendendo até 1995. Embora não se possa perceber a influência tão elevada das anomalias sob a erosividade em 1994 (mesmo com a elevada correlação), em 1995, pôde-se perceber – de janeiro a abril – erosividade abaixo da média (Influência do EN). Logo após percebe-se que a LN, que começou em agosto, pode ter influenciado nos valores de erosividade mensais acima da média nos meses posteriores.

O ano 2000 segue o padrão dos outros anos, pois possuiu correlação negativa e oito meses acima da média de erosividade. Segundo a Agência Nacional de Águas (ANA, 2012), as duas maiores enchentes na Amazônia ocorreram em 2009 e 2012. Nesses dois anos ocorreram, em meses pontuais, divergências. Em 2009, março e maio apresentaram erosividades altíssimas, já 2012 apenas março (possivelmente porque estavam sob efeito do Dipolo Negativo). Enquanto isso, o segundo semestre de 2009 apresentou um déficit de erosividade, já sob efeito do EN nesse ano. Um fato que demonstra a forte influência do LN 2009 (possivelmente em conjunto com o Dipolo Negativo neste mesmo período) foi o aumento na média de precipitação mensal na região do nordeste do Pará, o que tornou este ano anômalo, com valores de precipitação pluviométrica significativamente acima da média (ANDRADE, 2011).

## CONCLUSÃO

O potencial erosivo das chuvas em Belém é afetado pelo fenômeno ENOS. Tanto que, durante a ocorrência de *El Niño*, foram observados mais meses com menor potencial erosivo. Já, durante *La Niña*, foi observado aumento nos índices de erosividade mensal devido ao acréscimo na precipitação pluviométrica, porém não tanto representativo. Com relação às anomalias no Atlântico Equatorial, no geral, os períodos de Dipolo Negativo, principalmente, coincidindo com períodos de *La Niña*, apresentaram maiores potenciais erosivos. O Dipolo Positivo mostrou pouca influência sobre o potencial erosivo da chuva. O risco de erosão em Belém em períodos de *La Niña* combinados com períodos de Dipolo Negativo é

potencializado. Assim, cabe aos gestores do município analisar estudos já existentes e propor novos estudos, visando tomadas de decisão, que se antecedam a esses períodos de maior risco de desastre ambiental devido à erosão.

## REFERÊNCIAS

ALIZADEH-CHOOBARI, O. Contrasting global teleconnection features of the eastern Pacific and central Pacific El Niño events. **Dynamics of Atmospheres and Oceans**, v. 80, p. 139-154, 2017.

ALVARES, C. A.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C.; GONÇALVES, J. L. M.; SPAROVEK, G. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, v. 22, n. 6, p. 711-728, 2013.

ALVES, M. A. S.; MACHADO, L. A. T.; PRASAD, G. S. S. D. Estudo da variabilidade da cobertura de nuvens altas na Amazônia Central. **Acta Amazônica**, Manaus, v. 37, n. 1, p. 71-79, 2007.

ANDRADE, F. S. Variabilidade da precipitação pluviométrica de um município do estado do Pará. **Revista Engenharia Ambiental: Pesquisa e Tecnologia**, v. 8, n. 4, p. 138-145, 2011.

BARBOSA, A. J. S.; BLANCO, C. J. C.; MELO, A. M. Q. Determinação do Fator Energético da chuva (R) para Belém-PA. In: CONGRESSO INTERNACIONAL DE HIDROSEDIMENTOLOGIA, 1., 2015, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre-RS, 2015.

CAVALCANTE, J. C. **Mortalidade em menores de um ano: utilização de novos indicadores para avaliação**. 2003. Dissertação (Mestrado em Saúde da Criança) – Centro de Ciências da Saúde, Departamento de Tocoginecologia, Universidade Federal de Alagoas, 2003.

FEBLES, J. M.; TOLÓN, A.; VEGA, M. B. Edaphic indicators for assesment of soil erosion in karst regions, province of Havana, Cuba. **Land degradation & development**, v. 20, n. 5, p. 522-534, 2009.

FERNANDES, M. J. S. Índice de erosividade da chuva média anual para Manaus/AM de 1981 a 2010. **Revista Geonorte**, v. 10, p. 46-49, 2014.

FOURNIER, F. The effect of climatic factors on soil erosion estimates of solids transported in suspension in runoff. **Association Hydrologic Int. public**, v. 38, 1956.

GOLDEN GATE WEATHER SERVICES. Disponível em: <<http://ggweather.com/enso/oni.htm>>. Acesso em: 15 ago. 2016.

ISRIC. International Soil Reference an Information Center. Disponível em: <[http://www.isric.org/isric/webdocs/docs/ISRIC\\_Report\\_96\\_08.pdf](http://www.isric.org/isric/webdocs/docs/ISRIC_Report_96_08.pdf)>. Acesso em: 08 jan. 2016.

JACOX, M. G.; HAZEN, E. L.; ZABA, K. D.; RUDNICK, D. L.; EDWARDS, C. A.; MOORE, A. M.; BOGRAD, S. J. Impacts of the 2015-2016 El Niño on the California Current System: early assessment and comparison to past events. **Geophysical Research Letters**, v. 43, n. 13, p. 7072-7080, 2016.

MANCINO, G; NOLÈ, A.; SALVATI, L.; FERRARA, A. In-between forest expansion and cropland decline: A revised USLE model for soil erosion risk under land-use change in a Mediterranean region. **Ecological Indicators**, v. 71, p. 544-550, 2016.

MARCUZZO, F. F. N.; ROMERO, V. Influência do El Niño e La Niña na precipitação máxima diária do Estado de Goiás. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v. 28, n. 4, p. 429-440, 2013.

MELO, A. M. Q.; BLANCO, C. J. C.; BARBOSA, A. J. S.; SILVA, F. S. Digitalização de pluviogramas para fins de determinação do fator energético da chuva (r) para a cidade de Belém-PA. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE SEDIMENTOS, 11., 2014, João Pessoa. **Anais...** João Pessoa-PB, 2014.

MESHESHA, D. T.; TSUNEKAWA, A.; TSUBO, M.; HAREGEWEYN, N.; TEGEGNE, F. Evaluation of kinetic energy and erosivity potential of simulated rainfall using Laser Precipitation Monitor. **Catena**, v. 137, p. 237-243, 2016.

MOHTAR, Z. A.; YAHAYA, A. S.; AHMAD, F. Rainfall Erosivity Estimation for Northern and Southern Peninsular Malaysia using Fournier Indexes. **Procedia Engineering**, v. 125, p. 179-184, 2015.

NÓBREGA, R. S.; SANTIAGO, G. A.; CHAGAS, F.; SOARES, D. B. Tendências do Controle Climático Oceânico sob a variabilidade temporal da precipitação no nordeste do Brasil (Control Trends Oceanic Climate under temporary variability of rainfall in northeast Brazil). **Revista Brasileira de Climatologia**, v. 18, 2016.

NOAA. National Oceanic and Atmospheric Administration. Disponível em: <[http://www.cpc.ncep.noaa.gov/products/analysis\\_monitoring/ensostuff/ensoyears.shtml](http://www.cpc.ncep.noaa.gov/products/analysis_monitoring/ensostuff/ensoyears.shtml)>. Acesso em: 08 ago. 2016.

PAULA, G. M.; STRECK, N. A.; ZANON, A. J.; ELTZ, F. L. F.; HELWEIN, A. B.; FERRAZS, E. T. Influência do fenômeno El Niño na erosividade das chuvas na região de Santa Maria (RS). **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 34, n. 4, p. 1007-1479, 2010.

SOUSA, J. R. A; ALMEIDA, P. A. M.; ROLIM, R. M. B. **Influência do dipolo do atlântico nas Precipitações do Leste da Amazônia/Litoral Norte Brasileiro (Macapá-AP, Belém-PA e São Luís-MA)**. 2004. Disponível em: <[www.cbmet.com/cbm-files/22-72aaf66cf0ad838d959ae9168b2bb9c3.doc](http://www.cbmet.com/cbm-files/22-72aaf66cf0ad838d959ae9168b2bb9c3.doc)>. Acesso em: 10 fev. 2016.

SOUZA, E. B.; KAYANO, M. T.; AMBRIZZI, T. Intraseasonal and submonthly variability over the eastern Amazon and Northeast Brazil during the autumn rainy season. **Theoretical and Applied Climatology**, v. 81, p. 177-191, 2005.

WISCHMEIER, W. H.; SMITH, D. D. Predicting Rainfall-Erosion Losses from Cropland

East of the Rocky Mountain. **Agricultural Handbook**, n. 282, p. 01-47, may 1965.

ZENG, N.; YOON, J.; MARENGO, J. A.; SUBRAMANIAM, A.; NOBRE, C. A.;  
MARIOTTI, A.; NEELIN, J. D. Causes and Impacts of the 2005 Amazon Drought.  
**Environmental Research Letters**, v. 3, n. 1, p. 014002, 2008.