



XVIII  
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE  
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

**GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS**

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

## **Uso de dados de disdrômetro para avaliar a relação entre a energia cinética e a intensidade da chuva no verão e inverno**

Rafael Adriano de Castro <sup>(a)</sup>, Edivaldo Lopes Thomaz <sup>(b)</sup>

<sup>(a)</sup> Doutorando em Geografia, Universidade Estadual do Centro Oeste, rafael\_acastro@hotmail.com

<sup>(b)</sup> Professor Associado Departamento de Geografia, Universidade Estadual do Centro Oeste, edilopes.thomaz@gmail.com

### **Eixo:**

Geotecnologias e modelagem aplicada aos estudos ambientais

### **Resumo**

A energia cinética da chuva (KE) é um indicador amplamente utilizado da capacidade potencial da chuva para separar o solo. No entanto, a energia cinética da chuva não é um parâmetro meteorológico comumente medido. Portanto, leis empíricas ligando a energia cinética da chuva com a intensidade da chuva mais facilmente disponível (I) foram propostas com base em medidas do tamanho da gota e velocidade da gota. As características das chuvas em condições naturais foram monitoradas no município de Guarapuava (25°22'56.34"S, 51°29'41.82"O), utilizando um monitor de precipitação disdrômetro laser Thies Clima. Foram registradas observações de precipitação de um minuto, e os episódios de precipitação foram identificados de acordo com os seguintes critérios, episódio de chuva contínua por menos 10 min e para as análises foram escolhidas 3 intensidades de 10, 30 e 68 mm e essa intensidade ocorridas no inverno e no verão.

**Palavras chave:** Disdrômetro, Energia cinética, Intensidade, Distribuição de tamanho de gota.

## **1. Introdução**

A erosão do solo é um processo mecânico de degradação do solo causado por forças erosivas naturais e antropogênicas. Pode afetar criticamente as funções ecológicas mais importantes do solo como



XVIII  
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE  
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

**GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS**

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

produção de alimentos para seres humanos e animais, capacidade de filtrar, tamponar e transformar materiais que circulam na biosfera, e habitat biológico para os organismos vivos.

A característica da chuva representa a entrada de matéria e energia que se propaga na paisagem. Parte dessa energia é dissipada na forma de desprendimento (respingo e fluxo) e transporte (Morgan, 2005). Portanto, a compreensão do processo erosivo depende da quantificação precisa das quantidades de energia que atingem a superfície do solo, suas consequências na rede de drenagem e a conexão entre ambos os processos (Zhou et al., 2002).

Neste contexto, a energia cinética de um dado evento de precipitação representa a energia total que está disponível para separar as partículas do solo através de respingos de chuva. O entendimento das características da precipitação, como a distribuição do tamanho da gota a intensidade e a energia cinética, é importante para a previsão da erosão do solo.

Embora seja amplamente reconhecido que o conhecimento da energia cinética da chuva é de grande importância para os estudos de erosão, sua determinação por medição direta não é tão comum quanto a medida da intensidade da chuva. Isso ocorre porque a medição direta da energia cinética da chuva requer instrumentos sofisticados e dispendiosos.

Uma abordagem alternativa é estimar a energia cinética da intensidade da chuva, uma característica que pode ser facilmente medida e está comumente disponível na maioria dos países. Essa abordagem requer a disponibilidade de uma relação entre a energia cinética e a intensidade da chuva aplicável à área de interesse. Já existem relações cinéticas de intensidade de energia cinética-chuva em vários países, mas estas podem não ser aplicáveis em outros países porque locais diferentes têm diferentes origens e tipos de precipitação.

O presente trabalho teve como objetivo estabelecer uma relação entre a energia cinética (KE) e intensidade (I), medidas no período do inverno e no verão. A relação KE entre I foi estabelecida com base nas medições distribuição de tamanho e velocidade de gotas de chuva realizadas com o equipamento disdrômetro instalado no município de Guarapuava. Medimos o tamanho e a velocidade terminal das gotas de chuva usando um disdrômetro óptico a laser de janeiro de 2016 a dezembro de 2018.



XVIII  
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE  
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

**GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS**

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

## 2. Materiais e Métodos

As características das chuvas em condições naturais foram monitoradas no município de Guarapuava ( $25^{\circ}22'56.34''S$ ,  $51^{\circ}29'41.82''O$ ), utilizando um monitor de precipitação disdrômetro laser Thies Clima. Foram registradas observações de precipitação de um minuto, e os episódios de precipitação foram identificados de acordo com os seguintes critérios, episódio de chuva contínua por menos 10 min e a para as análise foram escolhidas 3 intensidades de 10, 30 e 68 mm e essa intensidade ocorridas no inverno e no verão.

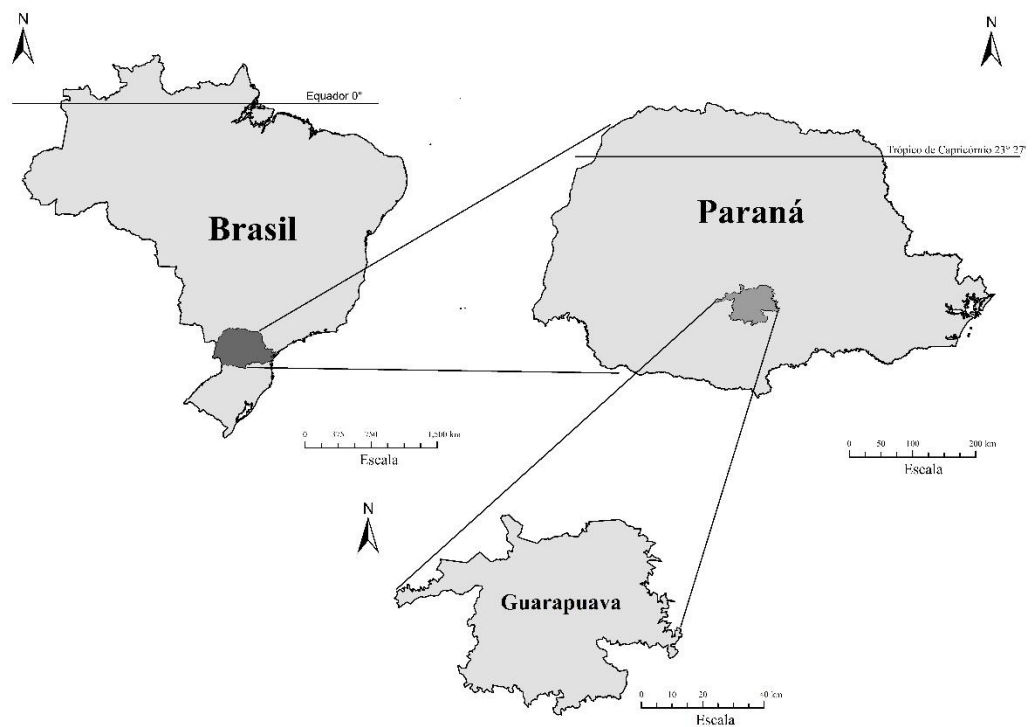


Figura 1 – Localização da área de estudo



XVIII  
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE  
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

Thies é um disdrômetro laser-óptico, que pode simultaneamente contar e medir o tamanho e a velocidade de queda dos hidrometeoros (Bloemink e Lanzinger 2005). Thies instrumentos foram avaliados em detalhe por Sarkar et al. (2015) e têm utilizado em muitos outros estudos (por exemplo, Jameson et al.2015). O elemento central do instrumento é um sensor óptico que gera uma luz horizontal paralela viga de 0,75 mm de espessura com uma área de 45,6 cm<sup>2</sup> (228 mm de comprimento, 20 mm de largura). Quando as partículas de precipitação caem através deste feixe, o receptor sinal é reduzido.

A amplitude da redução é relacionada ao tamanho das partículas e à duração da redução está relacionada à velocidade de queda. Tamanhos de Partículas são subdivididos em 22 classes, e a medida a faixa é de 0,2 a 8 mm de diâmetro. A largura da classe de tamanho é variou de 0,125 a 0,5 mm. As velocidades de queda são subdivididas em 20 classes, e a faixa de medição é de 0,2– 10 m s<sup>-1</sup>. A largura da classe de velocidade também é variada de 0,2 para 1,0 m s<sup>-1</sup>.

## 2.1. Expressões de energia cinética

A energia cinética de precipitação pode ser obtida a partir de medições diretas, por cálculo a partir da distribuição do tamanho das gotas e velocidade terminal de gotas de chuva usando um disdrômetro. A energia cinética é expressa em duas formas nas análises de dados de precipitação: energia cinética por unidade de área por unidade de tempo ( $KE_t \text{ Jm}^2\text{h}^{-1}$ ).

Porque o tamanho da gota está fortemente relacionado com a velocidade terminal e energia cinética, KE de uma determinada gota é derivada do produto de sua massa e o quadrado da sua velocidade terminal.

O instrumento usado neste estudo soma o número de gotas em cada classe de tamanho de gota juntamente com sua velocidade de queda e produz a saída para cada período de tempo de 1 min. Agregamos essas medições de 1 min em energia de chuva total usando a seguinte expressão, segundos os fundamentos de Halliday (2009).

$$KE_t = \left(\frac{\rho\pi}{12}\right) \left(\frac{1}{10^6}\right) \left(\frac{3600}{t}\right) \left(\frac{10^4}{A}\right) \sum_{i=1}^n N_i D_i^3 V_{Di}^2$$



XVIII  
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE  
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

**GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS**

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

onde  $\rho$  é a densidade da água ( $kg\ m^3$ ),  $t$  é o tempo de exposição (s),  $N_i$  é o número de gotas na classe  $i$ ,  $D_i$  é o diâmetro de queda da classe  $i$  (mm),  $V_{D_i}^2$  é a velocidade queda de  $D_i$  ( $ms^{-1}$ ) e  $A$  é a área de amostragem do sensor ( $45\ cm^2$ ).

### 3. Resultados e discussões

Os disdrômetro ópticos modernos estão se tornando mais acessíveis e estão calibrados e prontos para serem implantados no campo após a compra, simplificando o uso e facilitando as comparações. Estes instrumentos fornecem medições do tamanho e velocidade da gota de chuva, a partir dos quais a energia cinética (KE) pode ser determinada. Os resultados deste estudo, semelhantes a estudos anteriores (por exemplo, Zhang et al., 2003), destacam a grande variabilidade no tamanho, velocidade e KE de gotas de chuva entre eventos de chuva que possuem intensidade similar.

Os eventos de precipitação considerados aqui são aqueles que satisfazem os seguintes critérios, a duração é de 10 min ou mais e foram relacionados 3 picos de intensidades 10 mm, 30 mm e 68 mm, demonstradas a destruição de gotas (tamanho mm, velocidade  $m/s^2$  e número de gotas) na figura 2. Fica evidenciado que as distribuições de gotas são diferentes mesmo em nas intensidades iguais.



XVIII  
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE  
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

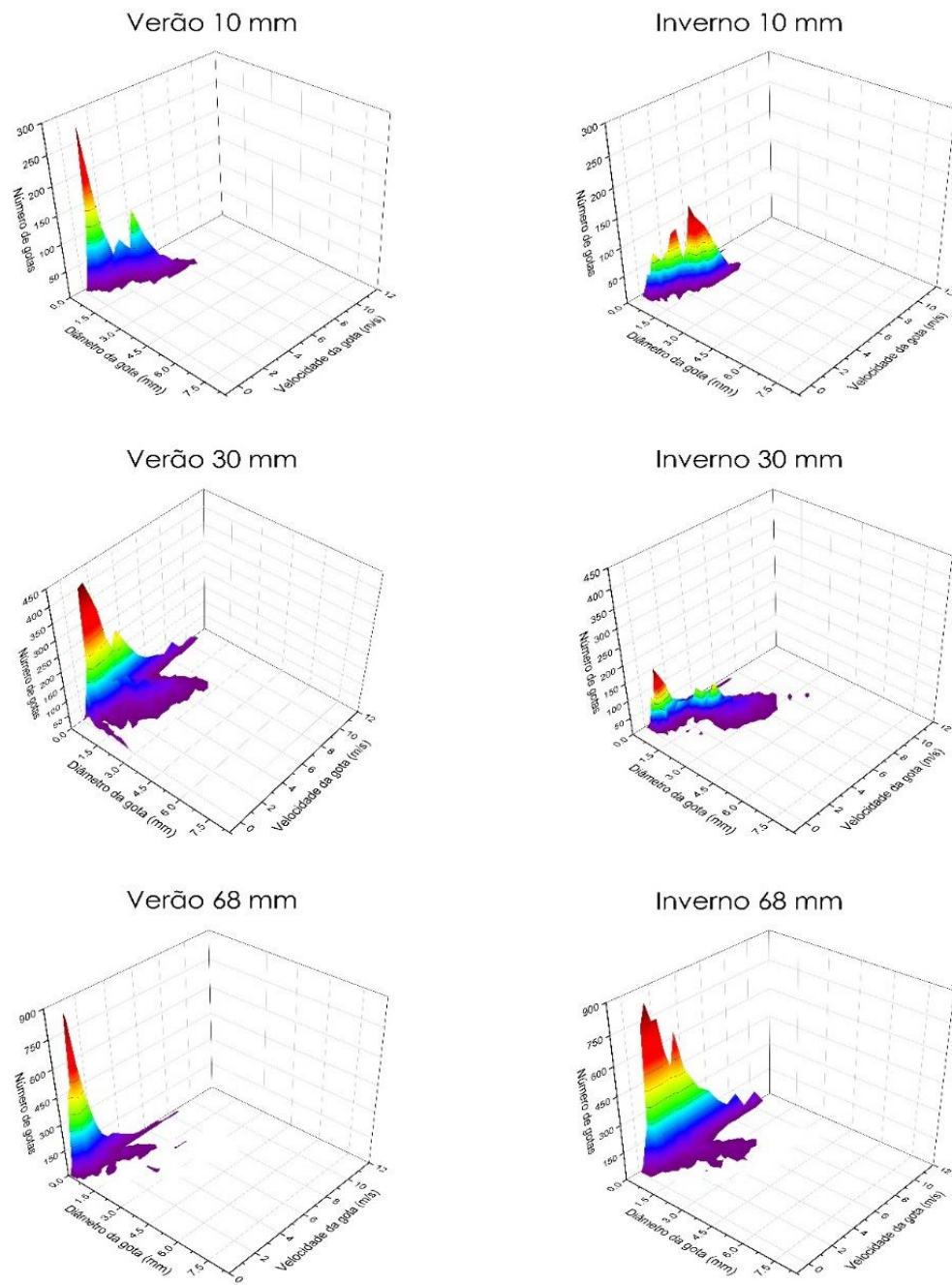


Figura 2 – Distribuição das gotas de chuva



XVIII  
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE  
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

A energia cinética é uma grandeza que seu valor é dependente do tamanho, da velocidade de queda e do número de gotas de chuva que atingem a área de amostragem por um determinado período de tempo. O tamanho e a velocidade do pingo de chuva têm alta variabilidade, com base na comparação dos eventos de precipitação selecionados ( Figura 3 ). A energia cinética da precipitação e a intensidade máxima de curtos intervalos de tempo têm sido extremamente importantes nas estimativas do potencial erosivo do clima.

O efeito sazonal foi avaliado considerando os diferentes padrões de chuva ocorridos na região (frontal - outono e inverno e convectivo - primavera e verão) e sua possível influência nas características das gotas de chuva. Os resultados revelam que o período outono-inverno exibiu uma leve tendência a maior E em relação ao período primavera-verão.

A concentração média de gotas de chuva no verão e no inverno mostra claramente uma demarcação com gotas menores no inverno e gotas maiores e médias no verão.

A distribuição granulométrica das gotas de chuva estratificada com base na taxa de chuva mostra demarcações distintas em pequenas, médias e grandes gotas entre as chuvas de verão e inverno.

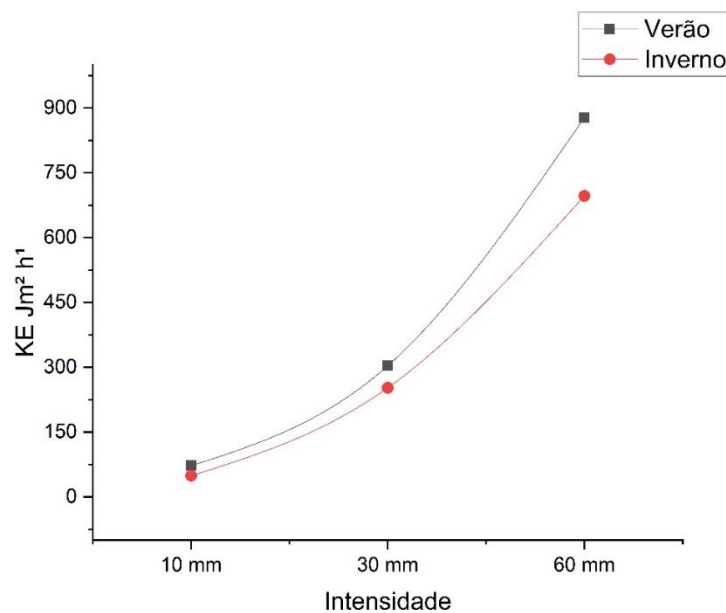


Figura 3 – Energia cinética dos eventos de chuva



XVIII  
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE  
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

**GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS**

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

#### **4. Considerações finais**

A relação entre energia cinética e intensidade de precipitação estabelecida deve ser testada em algum outro conjunto de medições realizadas.

A compreensão das características da chuva, como a distribuição do tamanho da gota intensidade e energia cinética, permite estabelecer um indicador de erosividade da chuva útil para a previsão da erosão do solo.

Os dados indicaram que o conteúdo de energia cinética da chuva é influenciado pelas condições sinóticas, portanto, para estabelecer uma relação mais precisa da energia cinética da intensidade da chuva no município de Guarapuava, o banco de dados tem que ser expandido. Os mecanismos que produzem os eventos de precipitação devem ser levados em conta.

A medição foi feita em um único local, por isso é recomendado transferir os instrumentos (disdrômetro) para outros locais dentro do município para avaliar a variabilidade espacial.

#### **5. Referências Bibliográficas**

Bloemink, H. I., and E. Lanzinger, 2005: **Precipitation type from the Thies disdrometer**. WMO Technical Conf. on Meteorological and Environmental Instruments and Methods of Observation 2005, Bucharest, Romania, WMO, 7 p.

Halliday, David; Resnick, Robert; Walker, Jearl. **Fundamentos de física**. 8. ed. Rio de Janeiro, RJ: LTC, 2009 vol 4;

Jameson, A. R., M. L. Larsen, and A. B. Kostinski, 2015b: **On the variability of drop size distributions over areas**. J. Atmos. Sci., 72, 1386–1397.

Morgan, R.P.C. (2005). **Soil erosion and conservation**. Blackwell Publishing, Inglaterra, 3.ed. 304p.





XVIII  
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE  
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

**GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS**

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

Sarkar, T., S. Das, and A. Maitra, 2015: **Assessment of different raindrop size measuring techniques: Inter-comparison of Doppler radar, impact and optical disdrometer.** Atmos. Res., 160, 15–27.

Zhang, G.F., Vivekanandan, J., Brandes, E.A., Meneghini, R., Kozu, T., 2003. **The shape–slope relation in observed gamma raindrop size distributions: statistical error or useful information?** Journal of Atmospheric and Oceanic Technology 20 (8), 1106–1119.

Zhou, Q., L. Zhang, X.-Q. Fu and G.-Q. Chen (2002). **Quantitation of yeast ceramides using high-performance liquid chromatography coupled with evaporative light-scattering detection.** Journal of Chromatography B 780(1): 161-169.