



Impactos da erosão hídrica na cidade de Cametá (PA) e a definição do fator de erosividade da chuva

Márcia Evellyn Portilho Cruz*; Carlos Eduardo Aguiar de Souza Costa*; Amanda Sena de Sá*; Rodrigo Cândido Passos da Silva*; Antonio Jorge Silva Araújo Junior**.

*Universidade Federal do Pará.

**Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará.

*Autor para correspondência e-mail: eduardoaguiarsc@hotmail.com

Palavras-chave

Erosão
USLE
Sedimentos

Keywords

Erosion
USLE
Sediments

Resumo: A erosão hídrica é um dos fatores que mais contribui para a degradação do solo, sua ocorrência sofre a influência de diversos fatores, como a chuva, que causam diversos impactos socioambientais. Assim, objetivou-se realizar um levantamento das feições erosivas, mais expostas, e determinar o fator de erosividade da chuva para o município de Cametá (PA). Realizou-se o levantamento fotográfico na orla da cidade durante dois dias do mês de novembro de 2023, mês escolhido por ser um período mais seco e melhor para identificação das feições. Realizou-se o cálculo do fator de erosividade da chuva, componente do modelo USLE (Universal Soil Loss Equation), utilizando a série histórica de 1980 a 2022. A erosividade média mensal das chuvas apresentou valores de 307,55 a 2.719,20 MJ mm ha⁻¹ h⁻¹ mês⁻¹. A erosividade anual variou de 17.445,44 (em 1980) a 19.118,38 MJ mm ha⁻¹ h⁻¹ ano⁻¹ (em 2022). O Fator de erosividade da chuva (R componente da USLE) foi de 16.781,97 MJ mm ha⁻¹ h⁻¹ ano⁻¹. Resultados apresentados foram superiores aos encontrados em outros trabalhos, próximos a área de estudo e em outras regiões, sendo Cametá considerada uma área com alto potencial erosivo. Todas as informações obtidas no estudo podem ser utilizadas com segurança para localidades próximas e com características climáticas semelhantes, o que estende a possibilidade da utilização no planejamento tanto de atividades, tanto agrícola quanto urbana.

Impacts of water erosion in the city of Cametá (PA) and the definition of the rain erosivity factor

Abstract Water erosion is one of the factors that most contributes to soil degradation, its occurrence is influenced by several factors, such as rain, which cause various socio-environmental impacts. Thus, the objective was to carry out a survey of the most exposed erosive features and determine the rain erosivity factor for the municipality of Cametá (PA). A bibliographic and photographic survey was carried out on the shore for two days in November, a month chosen because it is a drier and better period for identifying features. The rainfall erosivity factor, a component of the USLE (Universal Soil Loss Equation) model, was calculated using the historical series from 1980 to 2022. The average monthly rainfall erosivity presented values from 307.55 to 2,719.20 MJ mm ha⁻¹ h⁻¹ month⁻¹. Annual erosivity ranged from 17,445.44 (in 1980) to 19,118.38 MJ mm ha⁻¹ h⁻¹ year⁻¹ (in 2022). The Rain Erosivity Factor (R component of USLE) was 16,781.97 MJ mm ha⁻¹ h⁻¹ year⁻¹. Results presented were superior to those found in other studies, close to the study area and in other regions, with Cametá being considered an area with high erosion potential. All information obtained in the study can be safely used in nearby locations with similar climatic characteristics, which extends the possibility of use in planning both agricultural and urban activities.

Recebido em: 03/05/2023

Aprovação final em: 22/08/2023



Introdução

No Brasil, a erosão hídrica (pluvial e fluvial) é um dos fatores que mais contribui para o desgaste na erosão do solo (FERREIRA; SANTANA, 2017). Para Ávila e Carneiro (2018), fatores naturais e antrópicos influenciam na dinâmica, intensidade e magnitude da ocorrência de uma feição erosiva, trazendo riscos aos locais atingidos, deixando-os sujeitos a perdas de vida, prejuízos ambientais e/ou danos materiais.

Para De Sá *et al.* (2020), a erosão hídrica é responsável por causar diversos impactos como a poluição e assoreamento dos mananciais, além de causar prejuízos na produção, ocasionado pelo desgaste do solo e danos à infraestrutura (POSTHUMUS *et al.*, 2015). Couto (2015) afirma que esses prejuízos tendem a ser mais salientados em decorrência dos altos índices de precipitação e elevadas taxas de intemperismo químico, os quais tendem a acelerar os processos erosivos.

As feições erosivas acontecem a partir da combinação de diversos fatores, dentre eles a ação da água da chuva e dos rios (BIGHETTI *et al.*, 2021). Considerando a chuva um dos principais agentes ativos no processo da erosão hídrica, é de extrema importância avaliar a resposta do solo às diferentes precipitações, tanto em termos do volume precipitado quanto pela duração e característica do evento (CARVALHO *et al.*, 2009). O aniquilamento do solo por erosão pode ser estimado com a utilização de modelos de predição, sendo a Equação Universal de Perdas de Solo um dos modelos mais utilizados no mundo (WISCHMEIER E SMITH, 1978; DE MATOS *et al.*, 2013).

Por estar localizado na região amazônica e possuir elevados índices pluviométricos, Cametá, um município no estado do Pará, sofre com esse processo erosivo, que é responsável pela ação de desagregação das partículas do solo e pela ação do intemperismo, provocando o desgaste do solo sendo agravados também por sua posição às margens do Rio Tocantins. Além disso, o município apresenta ainda mais suscetibilidade a esses processos erosivos principalmente por dois fatores: estar na porção mais côncava do rio, que é a parte mais profunda do corpo hídrico, e a concentração de ilhas no trecho entre Mocajuba e Cametá, o que, hidraulicamente, transforma o canal num conduto que faz com que as águas adquiram maiores velocidades, causando desmoronamento dos barrancos (CPRM, 2013).

Sepêda Filho e Santos (2016) afirmam que a cidade, desde sua fundação, é marcada por uma forte relação com o rio, que garantia a Cametá uma forte influência econômica do espaço regional imediato, devido sua localização estratégica. Desde sua fundação, a cidade sofre com a ação do processo erosivo, que já danificou várias vezes a orla da cidade. Casas e ruas foram perdidas, patrimônios públicos e privados são ameaçados constantemente (PANTOJA, 2018). Em vista disso, a partir de 2015 Cametá foi incluída no mapeamento dos municípios com risco, pois apresenta muitas famílias com perigo de serem atingidas pela erosão (CPRM, 2013).

Esse assunto também é pauta de discussões internacionais presentes na Agenda 2030, que reúne 17 Objetivos para Desenvolvimento Sustentável (ODS). Nessa perspectiva, destacam-se o ODS 11 (Cidades e Comunidades Sustentáveis), que possui várias metas dentre elas o fortalecimento, esforços para proteger e salvaguardar o patrimônio cultural e natural do mundo, e o ODS 15 (Vida Terrestre), que traça diversas metas, dentre elas, combater a desertificação, restaurar a terra e o solo degradado, incluindo terrenos afetados pela desertificação, secas e inundações, e lutar para alcançar um mundo neutro em termos de degradação do solo até 2030 (AGENDA 2030, 2015).

Para além de acordos internacionais, diversos instrumentos legais nacionais retificam a importância desde estudo. Nesse sentido, a Constituição Federal de 1998, define em seu art. 30, que compete aos municípios “promover, no que couber, adequado ordenamento territorial, mediante planejamento e controle do uso, do parcelamento e da ocupação do solo urbano” e “promover a proteção do patrimônio histórico-cultural local, observada a legislação e a ação fiscalizadora federal e estadual”. Outro instrumento legal é o Plano Diretor (artigo 182, parágrafos 1º e 2º da C. F.), que consiste em lei municipal de diretrizes de ocupação da cidade, onde deve constar segundo suas características físicas e vocações, as regras básicas que determinem o que é permitido e o que não é em cada parte de seu território (BRASIL, 1998).



As informações obtidas podem ser utilizadas para localidades próximas e com características climáticas semelhantes (ELTZ *et al.*, 2013), o que estende a possibilidade da utilização dos resultados no planejamento tanto de atividades agrícolas, quanto urbanas, tendo em vista que essa região como um todo sofre com a erosão hídrica, tendo influência na economia rural ou em suas diversas estruturas do meio urbano.

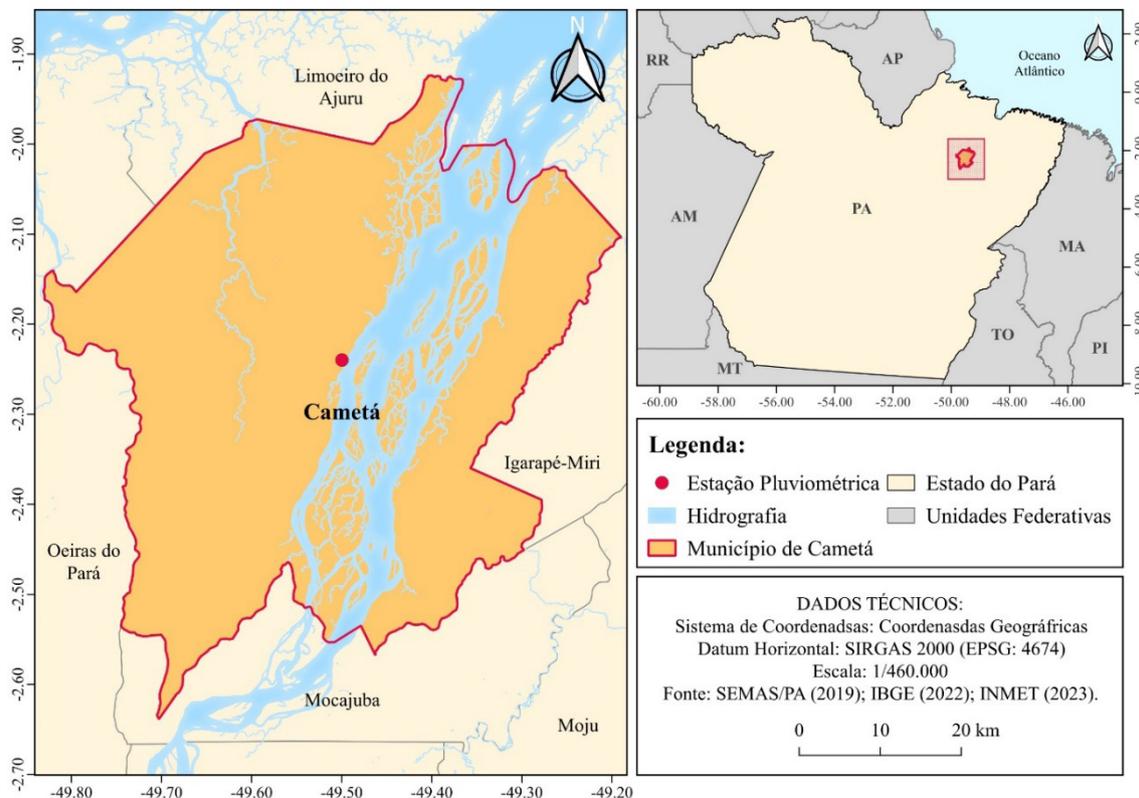
Para Falcão *et al.* (2018), as medidas preventivas sobre os danos causados por erosão hídrica consistem na adoção de um planejamento prévio em qualquer atividade ligada ao uso do solo. São escassos os trabalhos que abordam a erosividade na região, e diante disto, o objetivo deste estudo foi realizar levantamento de feições erosivas na orla, local onde já ocorreram processos erosivos anteriormente e possuem mais visibilidade por estar na parte frontal da cidade, posteriormente analisar seus impactos e calcular o fator de erosividade da chuva para a região.

Metodologia

Área De Estudo

Cametá é um município brasileiro do estado do Pará e localiza-se a margem esquerda do rio Tocantins. Limita-se ao norte com o município de Limoeiro do Ajuru, ao sul com Mocajuba, ao leste com Igarapé Mirim e ao oeste com Oeiras do Pará (Figura 1). Fica a uma distância aproximada de 150 km em linha reta da capital paraense. Pertence a mesorregião do Nordeste Paraense e a microrregião de Cametá e possui uma área de 3.081,367 km² (SEBRAE, 2022).

Figura 1 – Mapa de Localização do Município de Cametá.



Fonte: Elaborado pelos autores, 2023.

De acordo com a classificação de Köppen-Geiger, a região possui um clima do tipo Am, tropical úmido, onde apresenta um índice pluviométrico intenso e distribuído de forma irregular durante todo o ano com duas estações mais ou menos definidas, sendo o período mais chuvoso de janeiro



a maio, correspondendo a cerca de 70% da precipitação anual, e a menos chuvosa que vai de junho a dezembro, com média total anual de 2.484mm (INMET, 2017).

O solo que predomina na região do Nordeste Paraense é do tipo Latossolo Amarelo com textura média, ácido e com baixa fertilidade natural. Além desse, existe também a presença do Latossolo amarelo cascalheno com textura média, Latossolo vermelho, Latossolo vermelho amarelo distrófico, solos concrecionários lateríticos; areias quartzosas; Pdzólico vermelho amarelo, vermelho com textura argilosa hidromórfico, Plintossolo, Gley pouco húmico, solos aluviais e hidromórficos indiscriminados (CORDEIRO; ARBAGE; ACHWARTZ, 2017). O relatório da CPRM (2013) complementa que na área estudada encontram-se sedimentos com textura areno-argilosa depositados entre 1,8 milhões e 10 mil anos atrás (Pleistoceno), que atualmente estão muito intemperizados e inconsolidados.

Levantamento das Feições Erosivas

Inicialmente foi realizado uma pesquisa bibliográfica com objetivo de obter informações que pudessem contribuir com os resultados obtidos durante as análises. Realizou-se o levantamento em dois dias consecutivos, sendo os dias 9 e 10 do mês de novembro de 2023, escolhido por ser um período mais seco e com facilidade para realização das identificações das feições. Posteriormente as imagens serão analisadas visando identificar o grau de degradação e seus impactos ocasionados a cidade de Cametá.

Ressalta-se que foram selecionadas localizações na cidade onde o efeito da erosão hídrica estava mais em evidência (simultaneamente pluvial quanto fluvial), o que segundo informações da Secretaria de Transportes, Terras e Obras da prefeitura municipal de Cametá (SETTOB), seria “a frente” da cidade, onde está localizada a orla.

Dados Pluviométricos e Erosividade da Chuva

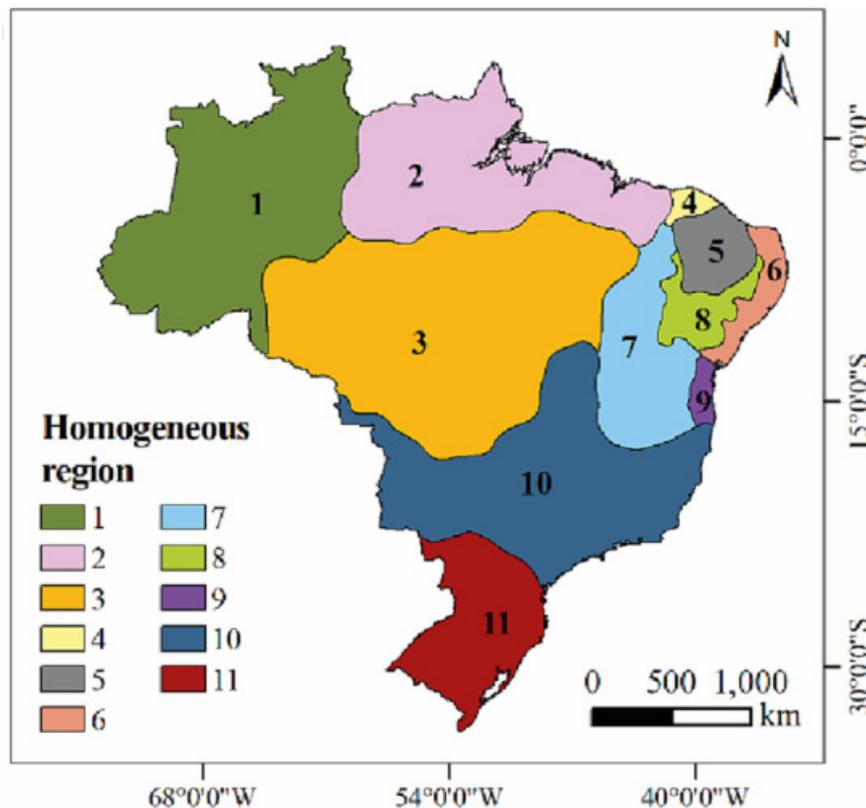
Para realização do estudo, foram selecionados dados de uma única estação pluviométrica do Município de Cametá, código 82263 (Figura 1). Os dados foram obtidos do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), foram realizadas análises a partir da série histórica de 42 anos, de 1980 a 2022. Após a aquisição, os dados foram organizados em totais mensais e tratados em planilha eletrônica. Posteriormente realizou-se a estatística descritiva dos mesmos. Buscando quantificar a erosão hídrica, pluvial e fluvial, no que se diz respeito a erosão fluvial, não foi possível obter informações suficientes para a investigação precisa, haja vista que não existia base de dados pluviométricos na área, um fator essencial para realização dessa análise.

Wischmeier e Smith em 1965 criaram a Equação Universal de Perdas de Solo (ou USLE - Universal Soil Loss Equation), que tem por objetivo prever a erosão que ocorrerá em determinada área, servindo como método para auxiliar na tomada de decisão sobre o uso e o manejo do solo e, conseqüentemente, relacionar as práticas conservacionistas de maior eficiência (OTIM *et al.*, 2019). Segundo este modelo, a determinação do potencial erosivo consiste no produto dos fatores: erosividade (R), erodibilidade (K), topografia (LS), cobertura vegetal (C) e práticas de conservação agrícolas (P). Lee e Heo (2011) afirmam que o fator R tem sido o mais usado como o principal parâmetro na avaliação da erosão hídrica do solo, produção de sedimentos e monitoramento da qualidade da água. A motivação para o uso deste fator deve-se ao fato de que, dentre todas as outras variáveis, ele é o mais suscetível a mudanças climáticas e ambientais.

Originalmente o fator é indicado a partir do EI_{30} , que era determinado a partir do produto entre a energia cinética da chuva e a intensidade máxima ocorrida em 30 minutos, porém exigia grande quantidade de dados específicos, o que era um obstáculo (ROSA; SOUSA, 2018). A partir de então, outros trabalhos facilitaram o cálculo desta variável. A metodologia utilizada neste trabalho foi a proposta por Teixeira *et al.* (2023), que propôs que o Brasil fosse dividido em 11 regiões homogêneas em termos de erosividade (Figura 2), sendo que cada região possuiria uma equação específica de acordo com as suas condições regionais. Cametá está na região 2 da divisão do trabalho citado, que possui como método de cálculo de erosividade a Equação 1.



Figura 2 – Regiões Homogêneas de erosividade da chuva.



Fonte: Teixeira *et al.*, 2023.

$$Ei_{30} = 4,1374x(Pr)^{1,0755} \quad (1)$$

Sendo o Ei_{30} o índice de erosividade e Pr a precipitação pluviométrica mensal.

A partir desta equação, foram calculados os índices mensais de erosividade de 1980 a 2022, e a partir da soma dos índices mensais, foram gerados índices anuais para os 42 anos de dados, obtendo-se o Fator R. Vale ressaltar que este fator é a média dos índices de erosividade anuais.

Resultados e Discussões

Análises das Feições Erosivas Registradas

Na Tabela 1, observa-se as feições nomeadas, suas localizações geográficas e os respectivos bairros onde foi realizado o levantamento fotográfico.

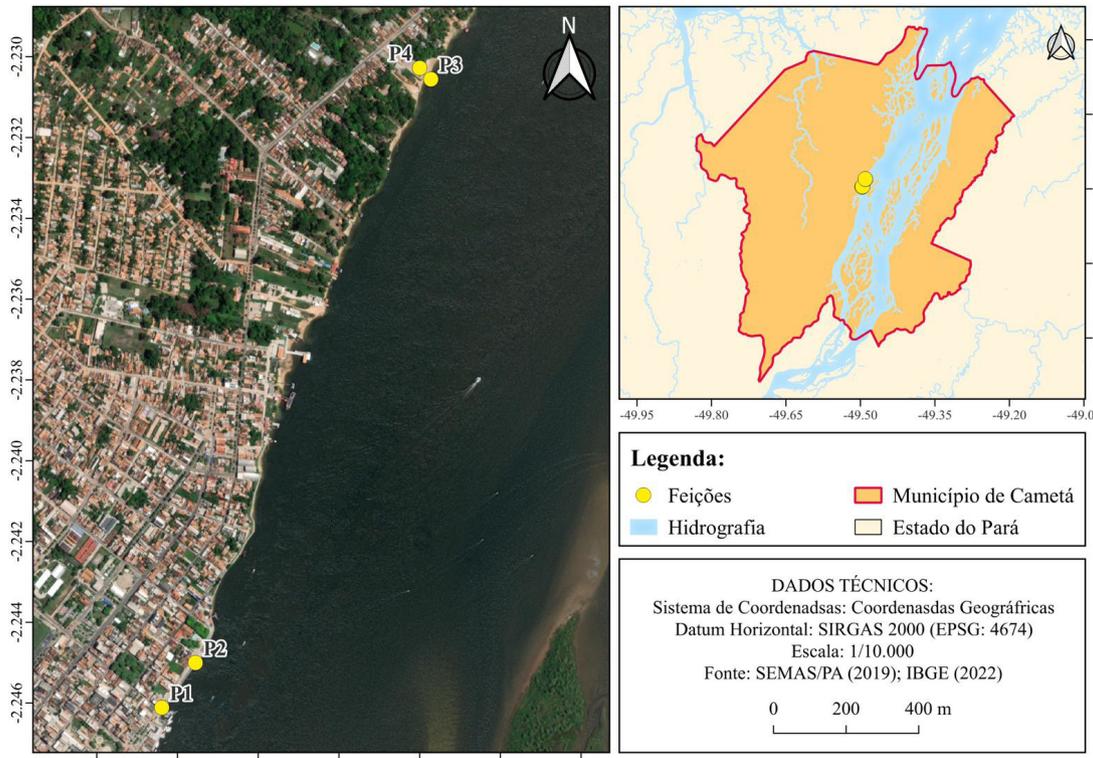
Tabela 1 – Tabela de feições erosivas registradas no mês de novembro de 2023.

| Nº da Feição | Localização geográfica | Bairro |
|--------------|------------------------|------------------|
| Ponto 1 | 2°14'46"S 49°29'47"W | São João Batista |
| Ponto 2 | 2°14'42"S 49°29'44"W | São João Batista |
| Ponto 3 | 2°13'50"S 49°29'23"W | Aldeia |
| Ponto 4 | 2°13'49"S 49°29'24"W | Aldeia |

Fonte: Autores, 2022.

A Figura 3 aponta onde estão localizadas as feições registradas no levantamento para a pesquisa. Todas estão localizadas às margens do Rio Tocantins. A Feição 1 (P1) está situada no bairro São João Batista, próximo ao Porto das embarcações, onde também está localizado o Cais e de acordo com a CPRM - Companhia de Pesquisas de Recursos Minerais (2013), é um setor de risco muito alto para desmoronamento. A Feição 2 (P2) também está localizada no mesmo bairro e em especial já passou por episódios de desabamento onde já foram realizadas algumas intervenções. As feições 3 (P3) e 4 (P4) estão localizadas no bairro da Aldeia, mais especificamente no Porto da Balsa, onde também já sofreu medidas para tentar conter as erosões.

Figura 3 - Mapeamento das feições erosivas.



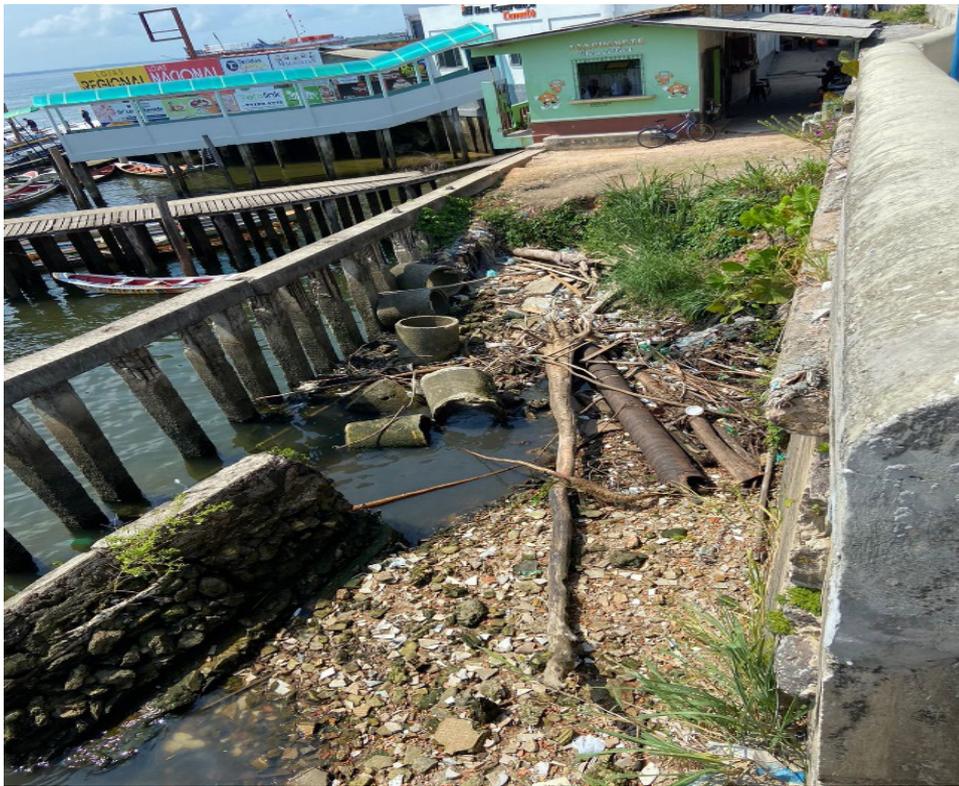
Fonte: Autores, 2023.

A Figura 4 representa o P1, onde nota-se que o muro já possui diversas rachaduras e que o solo aparenta estar em situação de risco. Vale ressaltar que nesse ponto funciona o porto de embarcações, ou seja, é um ponto onde pessoas frequentam diariamente. Essas áreas estão bastante impactadas pelo processo de uso e ocupação que ocorre nesses locais (PANTOJA, 2018). Ressalta-se ainda que os principais fatores responsáveis por essas rachaduras estão relacionados a erosão fluvial e pluvial, as diversas modificações que já foram realizadas, na sua maioria são sem um planejamento e estudo adequado da área.

É possível observar os pilares antigos e o antigo cais de pedra que foram construídos na intenção de conter o processo erosivo.



Figura 4 – Feições erosivas do P1 presentes no mês de novembro.



Fonte: Autores, 2023.

A Figura 5A apresenta uma imagem do P2, possui algumas rupturas no calçamento onde ocorreu o processo erosivo há alguns anos, causado por chuvas intensas. Na Figura 5B observa-se o mesmo local quando sofreu com o processo erosivo registrado pelo relatório da CPRM em 2013.

Figura 5 – A) Feição 2 atual; B) Cratera no mesmo ponto causada por chuvas intensas, provocando erosão em 2013.



Fonte: Autores, 2023; CPRM, 2013.

Conforme a CPRM, o P2 é uma área de alto risco de desmoronamento, está localizada no bairro São João Batista, na orla em frente a cidade (Figura 3). Na Figura 6, pode-se observar os pilares e os cais de pedra degradados pela ação da erosão hídrica, essas obras foram realizadas com intuito de reduzir o processo erosivo causado na orla de Cametá, no entanto elas não foram suficientes para conter esta ação natural.



Figura 6 – Pilares e cais de pedra no P2, ainda no mês de novembro.



Fonte: Autores, 2023.

Figura 7 – A) Trapiche destruído por conta da erosão; B) Trapiche reconstruído.



Fonte: CPRM, 2013; Autores, 2023.

O P3 está representado na Figura 8, no bairro da Aldeia, onde se localiza o Porto da Balsa, é outro ponto que permite a entrada na cidade. Observa-se que o processo erosivo está presente neste ponto, por mais que tenha ocorrido uma intervenção há pouco tempo, nota-se que os agregados estão quebrando e sendo depositados no corpo hídrico, correndo risco de problemas ambientais tais como assoreamento, que é o acúmulo de sedimentos no corpo d'água, implicando também em impactos na paisagem, também conhecido como "terras caídas". Carvalho (2006) afirma que terras caídas é usualmente conhecida pelos ribeirinhos da região amazônica para caracterizar o processo de erosão fluvial lateral como escorregamento, deslizamento, desmoronamento e desabamento do solo.



Figura 8 – Feição 3 situada no P3.



Fonte: Autores, 2023.

No P4 representado pela Figura 9, observa-se que o talude já está com grande parte do solo comprometida, e isso é presente em toda a áreas nas margens do Rio Tocantins. Nota-se, que as partículas do solo sofreram impacto da ação erosiva ocasionando a remoção e transporte do solo degradado para o corpo hídrico, isso pode ser acelerado pela ação antrópica em decorrência de desmatamentos, em específico das matas ciliares, o que pode comprometer os sistemas florestais estabelecidos naturalmente em faixas às margens dos rios e riachos, no entorno de lagos, represas e nascentes, exercendo função de instrumento redutor do assoreamento e da degradação do meio ambiente e como meio natural de processamento e transformação da diversidade ambiental (CASTRO *et al.*, 2013).

Figura 9 – Feição 4 situada no P4, talude comprometido.



Fonte: Autores, 2023.

O relatório da CPRM (2013) reforça que o bairro da Aldeia tem alto risco ao processo erosivo, onde já atingiu algumas ruas causando a interdição de algumas residências em torno do bairro. Em Cametá essa erosão, mais profunda, movimenta o material do leito, desagrega a base dos



taludes, ocasionando deslizamentos de volumes substanciais de material, o que resulta em taludes excessivamente íngremes (FURTADO FILHO *et al.*, 2012).

Na Figura 10A é possível confirmar a suscetibilidade que o município tem para ocorrência de processos erosivos. Com objetivo de controlar as erosões as margens do rio Tocantins, algumas medidas de contenção foram tomadas ao longo dos anos e em 2018 deu-se início as obras de reconstrução do Cais, com muros de arrimo de concreto na orla da cidade (Figura 10B).

Figura 10 – A) Antes do muro de Arrimo; B) Depois do Muro de Arrimo no Cais para conter as erosões.



Fonte: Prefeitura Municipal de Cametá, 2019; Autores, 2023.

Segundo Quevedo (2010), também já ocorreu o afundamento de cinco navios próximo à margem, na tentativa de redirecionar o canal a partir desta barreira para um nível mais distante das áreas ocupadas. Contudo, mesmo com as diversas medidas para amenizar essas ações, elas continuam acontecendo e ameaçando destruir partes dos patrimônios históricos da cidade. O muro de arrimo está vigente há quatro anos, e até então não apresentou nenhuma falha ou ruptura aparente.

Precipitações Pluviométricas e Erosividade da Chuva

Analisando a média mensal da erosividade para toda série histórica, observa-se que de janeiro a maio foram os meses que apresentaram maiores índice de erosividade, variando de 2.105,79 a 2.719,20 MJ mm ha⁻¹ h⁻¹ mês⁻¹ (Figura 11). O mês de março registrou o maior valor, alcançando 2.719,20 MJ mm ha⁻¹ h⁻¹ mês⁻¹, e o mês de outubro obteve o menor valor, de 307,55 MJ mm ha⁻¹ h⁻¹ mês⁻¹.

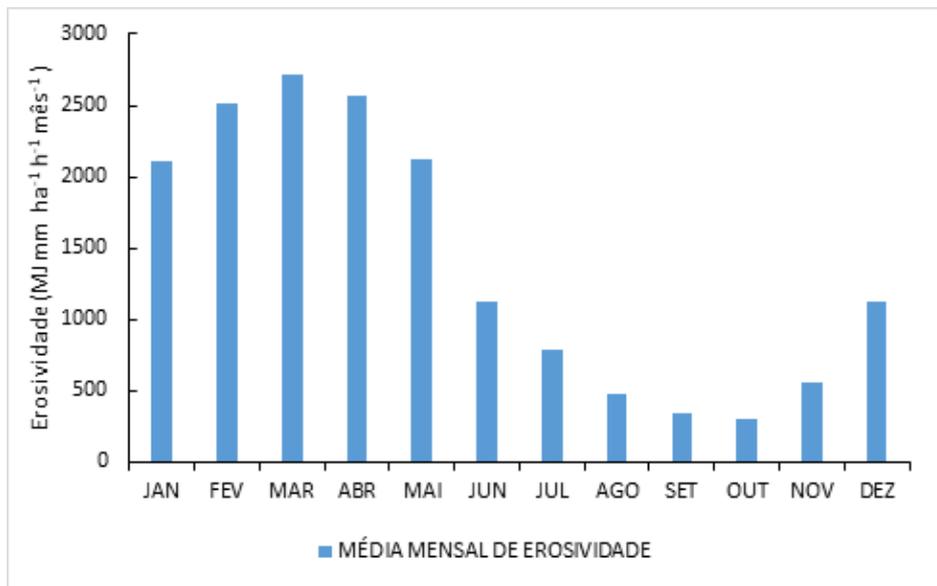
É importante destacar que em todo período chuvoso a erosividade esteve acima de 2.105,79 MJ mm ha⁻¹ h⁻¹ mês⁻¹, reforçando a influência da intensidade da precipitação em caracterizar o potencial erosivo (ROSA *et al.*, 2016). Nota-se que nos meses de janeiro a maio, conhecidos como o período de inverno amazônico, período de maior precipitação na região, registram maiores valores de erosividade das chuvas, especialmente março e abril, enquanto que os meses de julho a novembro, que apresentam período de estiagem, registram os menores valores de erosividade das chuvas.

O fator de erosividade da chuva (R) determinado para Cametá, com base nos dados de precipitação observados na série histórica de 1980 a 2022, foi de 16.781,97 MJ mm ha⁻¹ h⁻¹ mês⁻¹ (Figura 12), considerado alto quando comparado a outros estados. É possível identificar na série histórica que o índice máximo anual ocorreu no ano de 1994, com valor de 22.020,37 MJ mm ha⁻¹ h⁻¹ mês⁻¹, e o menor valor registrado foi de 10.367,15 MJ mm ha⁻¹ h⁻¹ mês⁻¹ no ano de 1981.

O estudo realizado por Rosa *et al.* (2016) apresenta índices de erosividade mais próximos da área de estudo, Rondon do Pará, onde foram analisados 16 anos de série histórica, que registrou 16.390 MJ mm ha⁻¹ h⁻¹ ano⁻¹ e classificou a área com alto índice de erosividade. Trindade *et al.* (2016) afirma que na região Norte são encontrados os maiores valores de erosividade anual em todo território brasileiro.

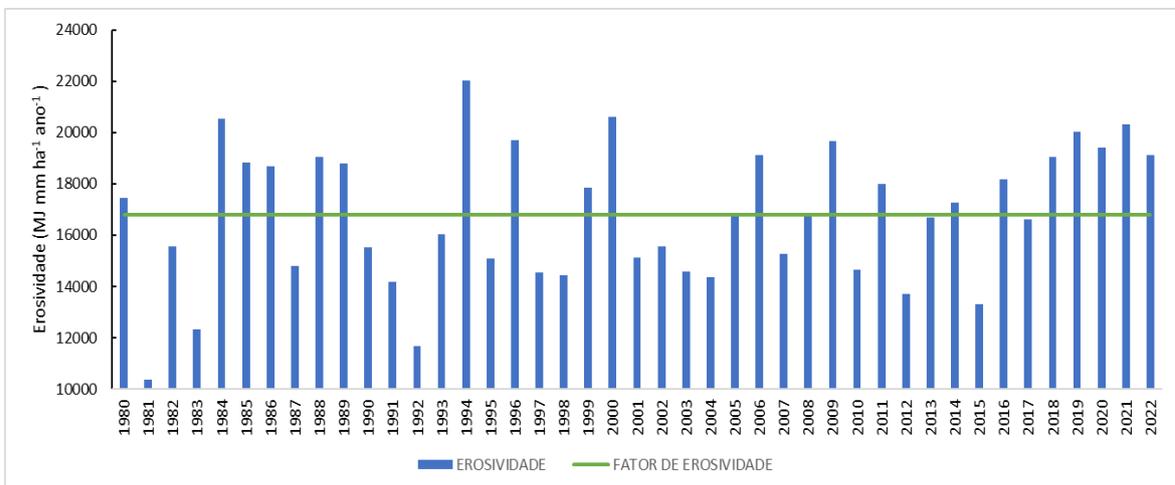


Figura 11 – Erosividade mensal da série histórica de 1980-2022 no município de Cametá.



Fonte: Elaborado pelos autores, 2023.

Figura 12 – Série histórica anual de erosividade 1980-2022.



Nascimento (2023) apresenta a erosividade da chuva na Bacia do Rio Peixe Boi, na qual utilizou estações pluviométricas dos municípios de Salinópolis, que apresentou índices de 15.596,49 MJ mm ha⁻¹ h⁻¹ ano⁻¹, Primavera com 13.189,49 MJ mm ha⁻¹ h⁻¹ ano⁻¹, Capanema 11.350,90 MJ mm ha⁻¹ h⁻¹ ano⁻¹, Nova Timboteua 10.278,41 MJ mm ha⁻¹ h⁻¹ ano⁻¹ e o município de Ourém com erosividade de 10.092,37 MJ mm ha⁻¹ h⁻¹ ano⁻¹, provando assim, que a região Norte apresenta fortes índices de erosividade.

Quando comparado com o fator erosividade (R) distrito de Marudá (PA), analisados por Costa *et al.* (2020), observa-se uma discrepância significativa de acordo com os demais valores analisados no Estado do Pará, na qual o distrito registra um índice de 1.831,92 MJ mm ha⁻¹ h⁻¹ ano⁻¹. Os autores fundamentam essa divergência devido à alta oscilação climática que a região sofre devido a Zona de Convergência Intertropical (ZCIT) e fenômenos climáticos interagindo.

No ano de 1994, período que Cametá obteve o maior índice de erosividade, Costa e Blanco (2018) também observaram um aumento no mesmo ano para Belém, e justificaram essa ocorrência devido ao acontecimento do fenômeno atmosférico dipolo negativo. Quando comparado a Região do Sul do Brasil, os índices erosivos mais uma vez foram superiores, em Florianópolis por Trindade *et al.* (2016) com média anual de 7.522 MJ mm ha⁻¹ h⁻¹ ano⁻¹.



Contudo, vale ressaltar que no ano de 2013, ano em que o município apresentou elevados índices de erosividade, foi o mesmo ano em que a orla sofreu com processos erosivos e teve parte do trapiche da orla destruído (Figura 5 e 7), causando perigo à população.

Conclusões

A partir dos levantamentos das feições erosivas para a pesquisa foi possível observar que as mesmas sofrem influência da erosão hídrica, causando riscos socioambientais, fato que se dá por conta de diversos agentes, sendo um deles a ocorrência das chuvas erosivas. Isso foi possível observar nos resultados percorridos, nos quais os períodos mais chuvosos obtiveram maiores índices de erosividade, apresentando maior vulnerabilidade para perda de solo.

O fator de erosividade da chuva (R) para o município de Cametá foi de 16.781,97 MJ mm ha⁻¹ h⁻¹ ano⁻¹, consideravelmente alto quando comparado com outros locais próximos a área de estudo e até mesmo de outras regiões. Nos meses de janeiro a maio, apresentaram as maiores medias mensais de erosividade, indicando períodos de maior perda anual de solo por erosão, quando que os meses de julho a novembro foram os meses com menor índice.

Todas as informações obtidas no estudo podem ser utilizadas com segurança para localidades próximas e com características climáticas semelhantes, o que estende a possibilidade da utilização no planejamento tanto de atividades, tanto agrícola quanto urbana.

Referências

AGENDA 2030. **A Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável**. 2015.

ÁVILA, A. S. N.; CARNEIRO, V. A. Evolução espacial de feições erosivas em área urbana: estudo de caso da voçoroca do córrego boa vista em anápolis/go. **Revista Sapiência: Sociedade, Saberes e Práticas Educacionais (UEG)**, v. 2, n. 7, p. 142-173, jul. 2018.

BIGHETTI, P. S. W.; CASTRO, R. S.; BATTISTELLE, R. A. G.; FUREGATTI, S. A. Análise dos fatores de influência dos processos erosivos, a partir do estudo da feição da Quinta da Bela Olinda, na cidade de Bauru/SP. *In: Anais... 9º Congresso Luso-Brasileiro para o planejamento urbano, regional, integrado e sustentável (PLURIS 2020)*. Águas de Lindóia, SP. 2021.

BRASIL. Constituição (1988). **Constituição da República Federativa do Brasil de 1988**.

CARVALHO, D. F.; CRUZ, E. S.; PINTO, M. F.; SILVA, L. D. B.; GUERRA, J. G. M. Características da chuva e perdas por erosão sob diferentes práticas de manejo do solo. **R Bras Eng Agríc Ambiental**, v. 13, n. 1, p. 3-9, 2009.

CARVALHO, J. A. L de. **Terras Caídas e consequências sociais**: Costa do Miracauera – Paraná Trindade, Município de Itacoatiara – AM, Brasil. Manaus: Universidade Federal do Amazonas – UFAM. 2006.

CASTRO, M. N.; CASTRO, R. M.; DESOUSA, C. A importância da mata ciliar no contexto da conservação do solo. **Revista Uniaraguaia**, v.4, n.4, p.230-241, 2013.

CORDEIRO, I. M. C. C.; ARBAGE, M. J. C.; SCHWARTZ, G. Nordeste do Pará: Configuração atual e aspectos identitários. *In: CORDEIRO, I.M.C.C; RANGEL-VASCONCELOS, L. G. T; SCHWARTZ.G; OLIVEIRA, F. de A. Nordeste Paraense: Panorama geral e uso sustentável das florestas secundárias*. Belém: EDUFRA, 2017. p 19-58.

DE SOUZA COSTA, C. E. A.; DE SOUZA, M. M.; RAMOS, C. C. Determinação do fator de erosividade da chuva para o distrito de Marudá (PA). **Nature And Conservation**, v. 13, n. 4, p. 55-62, 15 jul. 2020.

COSTA, C. E. A. D. S.; BLANCO, C. J. C. Influência da variabilidade climática sobre a erosividade em



Belém (PA). **Revista Brasileira de Meteorologia**, v. 33, p. 509-520, 2018.

COUTO, B. de O. C. **Análise de erodibilidade em taludes com horizontes resistentes e suscetíveis aos processos erosivos**. 2015.

CPRM (Serviço Geológico do Brasil). Relatório de avaliação de risco à erosão fluvial na cidade de Cametá. 2013.

DE MATOS, R. M.; DA SILVA, P. F.; DE MEDEIROS, R. M.; SABOYA, L. M. F.; BORGES, V. E.; SOBRINHO, T. G. Erosividade da chuva no período de 1973 a 2013 no município de Barbalha-CE. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 10, n. 3, p. 641-649, 2017.

DE SÁ, L. N.; DA ROCHA FILHO, G. B. A importância da cobertura vegetal no processo de erosão e degradação do solo no ensino da geografia. **INTERNATIONAL JOURNAL EDUCATION AND TEACHING (PDVL)** ISSN 2595-2498, v. 3, n. 3, p. 173-188, 2020.

ELTZ, F. L.; CASSOL, E. A.; PASCOTINI, P. B.; AMORIM, R. S. Erosive potential and rainfall characteristics of São Gabriel, RS, Brazil, from 1963 to 1993. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 17, n. 6, p. 647-654, 2013.

DOS SANTOS FALCÃO, K.; LEITE, E. F. Avaliação do Potencial Natural à Erosão Hídrica na Bacia do Rio Nioaque. **Revista Geoaraguaia**, v. 8, n. 3, 2018.

FERREIRA, A. R.; SANTANA, J. E. N. Análise da fragilidade ambiental a partir de processos erosivos na sub-bacia do córrego Peraputanga, reserva do Cabaçal-MT. **Os Desafios da Geografia Física na Fronteira do Conhecimento**, v. 1, p. 4020-4031, 2017.

FURTADO FILHO, M. D. C.; BLANCO, C. J. C.; DA SILVA HOLANDA, P.; SECRETAN, Y. **Modelagem hidrodinâmica tipo águas rasas de um trecho do Rio Tocantins**. (2012).

INMET (Instituto Nacional de Meteorologia) (2017). Banco de Dados Meteorológicos para Ensino e Pesquisa.

LEE, J. H.; HEO, J. H. Evaluation of estimation methods for rainfall erosivity based on annual precipitation in Korea. **Journal of Hydrology**, v. 409, n. 1-2, p. 30-48, 2011.

OTIM, D.; SMITHERS, J.; SENZANJE, A.; VAN ANTWERPEN, R. Design norms for soil and water conservation structures in the sugar industry of South Africa. **Water SA**, v. 45, n. 1, p. 29-40, 2019.

PANTOJA, I. L. da V. **Avaliação de impactos ambientais: um estudo sobre os processos erosivos na orla da cidade de Cametá-Pará**. 2018. 52 f. TCC (Graduação) - Curso de Geografia, Universidade Federal do Pará, Cametá, 2018.

NASCIMENTO, D. da S. **Perdas de solo por erosão hídrica na bacia hidrográfica do Rio Peixe-Boi, nordeste paraense**. 2023.

POSTHUMUS, H.; DEEKS, L.K.; RICKSON, R.J.; QUINTON, J.N. Costs and benefits of erosion control measures in the UK. **Soil Use and Management**, London, v. 31, p. 16-33, 2015.

QUEVEDO, B. (2010): Poraquê a usina flutuante. Corrente Continua: **Revista da Eletrobrás Eletronorte**, julho-Agosto, v. 33, n 233, p. 4-9.

ROSA, A. G.; SOUSA, A. M. L. D. Erosividade da Chuva: Distribuição e Correlação com a Precipitação em Óbidos-PA (Brasil). **Revista GeoAmazônia**, v. 6, n. 11, p. 256-272, 2018.



ROSA, A. G.; SOUSA, A. M. LEÃO DE; COSTA, J. A. ; SOUZA, E. B. DE. Erosividade da chuva em Rondon do Pará, PA, Brasil de 1999 a 2015 e projetada para 2035. **Revista Ambiente & Água**, v. 11, p. 1006-1021, 2016.

SEPÊDA FILHO, M. G.; SANTOS, M. C. ESTUDO DAS DIRETRIZES DO PLANO DIRETOR MUNICIPAL DE CAMETÁ-PA: REFLEXÕES SOBRE A ÁREA CENTRAL DA CIDADE. **XVII Encontro Nacional de Geógrafos**, jul. 2016.

SEBRAE, Cametá em números 2022. **Cidade Empreendedora**. 2022.

DE SOUSA TEIXEIRA, D. B.; CECÍLIO, R. A.; MOREIRA, M. C.; PIRES, G. F.; FERNANDES FILHO, E. I. Assessment, regionalization, and modeling rainfall erosivity over Brazil: Findings from a large national database. **Science of The Total Environment**, v. 891, p. 164557, 2023.

TRINDADE, A. L. F.; OLIVEIRA, P. T. S. D.; ANACHE, J. A. A.; WENDLAND, E. Variabilidade espacial da erosividade das chuvas no Brasil. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 51, n. 12, p. 1918-1928, dez. 2016.

WISCHMEIER, W.H.; Smith, D.D. 1978. **Predicting rainfall erosion losses: a guide to conservation planning**, No. 537. USDA, Washington