



## RECURSOS HÍDRICOS E DRENAGEM

### EVENTOS DE CHUVAS INTENSAS ASSOCIADOS AOS RISCOS DE ALAGAMENTOS NA ÁREA URBANA DO MUNICÍPIO DE TERRA SANTA, PARÁ

Samária Letícia Carvalho Silva Rocha <sup>1</sup>; Lucieta Guerreiro Martorano <sup>2</sup>; Jonas Sousa Pessoa <sup>3</sup>; Irene Cibelle Sampaio Gonçalves<sup>4</sup>; Raquel Marinho Dias <sup>5</sup>

<sup>1</sup> Engenheira Ambiental, Secretaria Municipal de Meio Ambiente e Mineração, Prefeitura de Terra Santa, Pará, sleticiaeng@gmail.com

<sup>2</sup> Pesquisadora, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, martorano.lucietta@gmail.com.

<sup>3</sup> Secretário Municipal de Meio Ambiente, Secretaria Municipal de Meio Ambiente e Mineração, Prefeitura de Terra Santa, Pará. secretario.semmats@gmail.com.

<sup>4</sup> Docente, Instituto Federal do Pará, irenecibelle@hotmail.com

<sup>5</sup> Bióloga, Ebata Produtos Florestais LTDA, rmarinhodias@gmail.com

#### RESUMO

*Um dos principais problemas enfrentados no período chuvoso é o alagamento de áreas urbanas. O objetivo neste trabalho, foi identificar eventos extremos no período chuvoso capazes de causar alagamentos na área urbana de Terra Santa, Pará. Foram coletados dados de chuvas diárias disponibilizadas pelo Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais (CEMADEN). Os registros de chuva, referem-se ao volume acumulado em 24 horas, contabilizados em milímetros. Foram avaliados os eventos de precipitação no período de dezembro de 2021 a maio de 2022. Durante o período chuvoso analisado, foram observados quinze (15) eventos de chuva em dezembro, vinte e um (21) em janeiro, vinte e um (21) em fevereiro, vinte (20) em abril e dezoito (18) em maio (Figura 2). Em dezembro não houve registro de nenhum evento extremo. Todavia, em janeiro de 2022, foram observados quatro eventos que ultrapassaram a cota de alerta. Esses eventos ocorreram nos dias 1, 4, 27 e 29 e atingiram 59,8, 69,8, 62,3 e 56,2 mm dia<sup>-1</sup>, respectivamente. No mês de fevereiro, ocorreu apenas um evento extremo, no dia 15 com total de 66,6 mm dia<sup>-1</sup> e no mês de março três, nos dias 15, 18 e 21 com volume de 73,6, 74,8 e 84 mm dia<sup>-1</sup>, respectivamente. Dentre os impactos causado pelo alagamento, ocorreu o desabrigo de famílias na área mais afetada da cidade. Dessa forma, deve ocorrer um monitoramento dos eventos extremos e seus impactos a fim de melhor identificar os locais que precisam de maior atenção da gestão pública.*

**Palavras-chave:** Precipitação. Alagamento. Drenagem urbana. Impactos.



## INTRODUÇÃO

A urbanização promove alterações no uso e ocupação do solo. Sem o adequado planejamento ambiental e territorial, alguns centros urbanos enfrentam problemas de infiltração da água das chuvas e intensificação do escoamento superficial. A impermeabilização do solo e ausência de infraestrutura de rede de drenagem pluvial urbana, dificulta o escoamento hídrico em eventos chuvosos, causando problemas como alagamentos, fortes enxurradas e diversos prejuízos ao setor público e à sociedade (MANTIS; VAZ, 2019).

Um dos principais problemas enfrentados no período chuvoso é o alagamento de áreas urbanas, onde as condições de declividade, associadas à falta de drenagem acarreta o acúmulo de água nas vias públicas com sérios impactos ambientais, econômicos e sociais (SANTOS et al., 2017).

O Ministério das Cidades define alagamento como acumulação de água em determinada área, causado pelo grande volume de chuva em curto período (BRASIL, 2007). De acordo com o Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais (CEMADEN), os alagamentos são caracterizados pela extrapolação da capacidade de escoamento de sistemas de drenagem urbana, em decorrência de chuvas intensas. Como consequência dessa extrapolação, há o acúmulo de água em ruas, calçadas ou outras infraestruturas urbanas (CEMADEN, 2022).

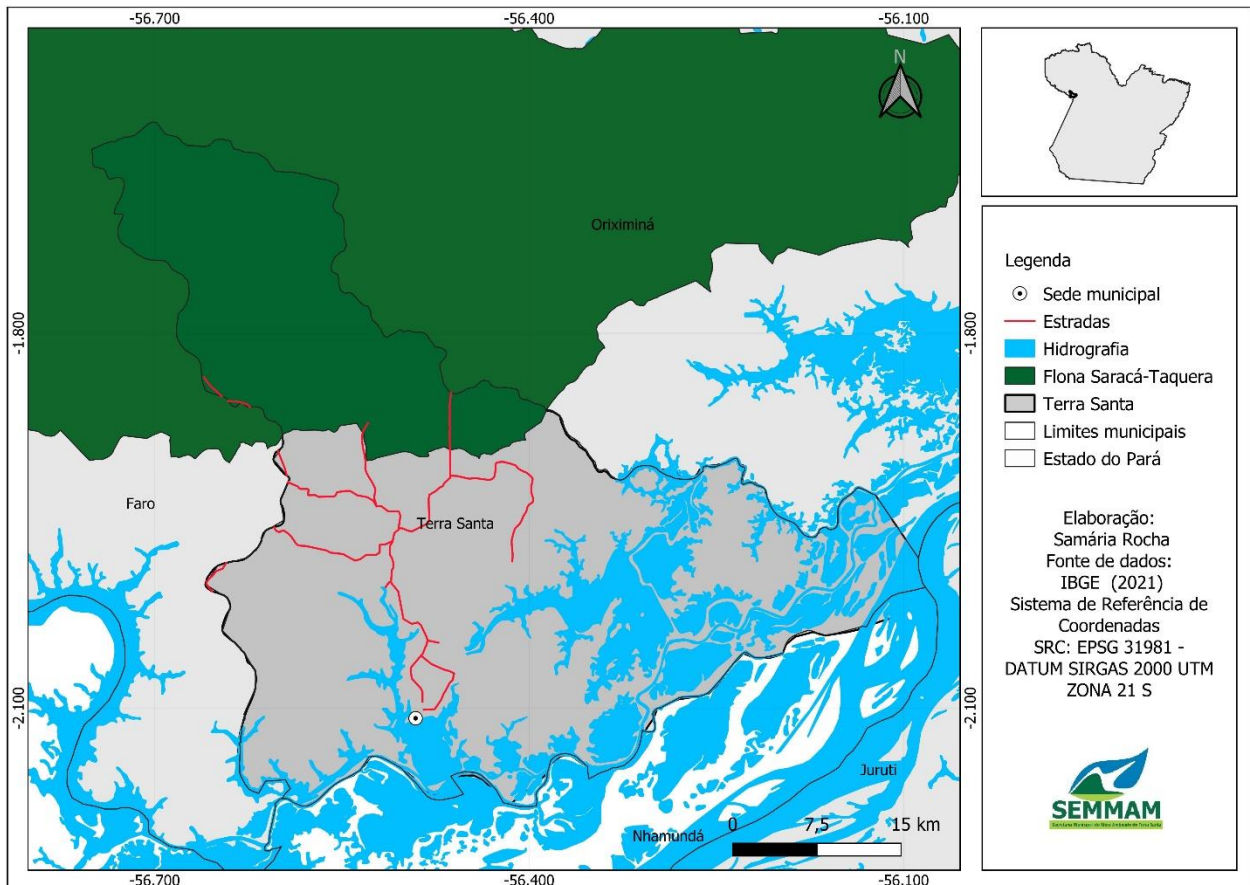
As chuvas intensas caracterizam-se como eventos extremos, com grande acúmulo de chuva no período de 24 horas. Eventos extremos de chuvas são capazes de provocar prejuízos tanto em áreas urbanas quanto nas rurais. Na zona urbana, os principais problemas estão relacionados ao alagamento, enxurradas e deslizamento de solo em locais de ocupação inadequada (KOBİYAMA et al., 2006).

O CEMADEN monitora cerca de 959 municípios em todas as regiões brasileiras que têm histórico de registros de desastres naturais decorrentes de movimentos de massa, processos erosivos e/ou decorrentes de processos hidrológicos como inundações, enxurradas e alagamentos. Na região Norte, Terra Santa é um dos municípios que está incluído nessa rede de monitoramento (CEMADEN, 2022). Diante do exposto, o objetivo neste trabalho foi identificar eventos extremos no período chuvoso capazes de causar alagamentos na área urbana do município de Terra Santa.

## MATERIAL E MÉTODOS

Terra Santa é um dos 144 municípios no Pará, inserido na Mesorregião do Baixo Amazonas, localizado na latitude de 02° 06'15" Sul e longitude 56° 29'13" Oeste. Possui área territorial de 1.895 km<sup>2</sup> e população estimada em 18 mil habitantes, conforme dados do Instituto Brasileiro de Geografia

e Estatística (IBGE, 2022) (Figura 1). A precipitação pluvial média anual varia entre 1.800 a 2.500 mm (milímetros) (ALVARES, 2013).



**Figura 1.** Mapa de localização de Terra Santa, Pará. (Fonte: IBGE, 2021). Elaboração: Primeira autora.

Foram coletados dados de chuvas disponibilizados pelo Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais (CEMADEN), obtidos por meio de um pluviômetro automático no município de Terra Santa, Pará. No Quadro 1, apresentam-se informações do local de instalação do pluviômetro no município de Terra Santa.

**Quadro 1.** Estação do pluviômetro automático na sede do município de Terra Santa, Pará. (Fonte: CEMADEN, 2022). Elaboração: primeira autora.

Município	Código da estação	UF	Nome da estação	Latitude	Longitude
Terra Santa	150797901A	PA	Centro	-56,4916	-2,11037

Nesse contexto, os registros de precipitação pluvial referem-se ao volume de chuva acumulado em 24 horas e contabilizados os milímetros de chuva, automaticamente (CEMADEN, 2022). Para esta análise, foram avaliados os eventos de precipitação no período de dezembro de



2021 a maio de 2022. Após a importação dos dados do CEMADEN para o Excel, foram selecionados os volumes máximos diários (24 horas) superiores a 50 milímetros e, em seguida, inseridos os demais dias do mês com registros de chuva para elaboração do gráfico de precipitação.

O INMET produz diariamente, por meio de publicação de avisos meteorológicos, em seus canais oficiais, prognósticos relacionados aos riscos potenciais em caso de chuvas intensas em todo o Brasil, incluindo o município de Terra Santa (INMET, 2022). De acordo com Monteiro e Zanella (2017) chuvas diárias superiores a 50 milímetros são potencialmente causadoras de danos na área de sua abrangência. Para Santos e Galvani (2014), eventos diários acima de 40 mm já são considerados extremos e podem desencadear riscos de alagamentos.

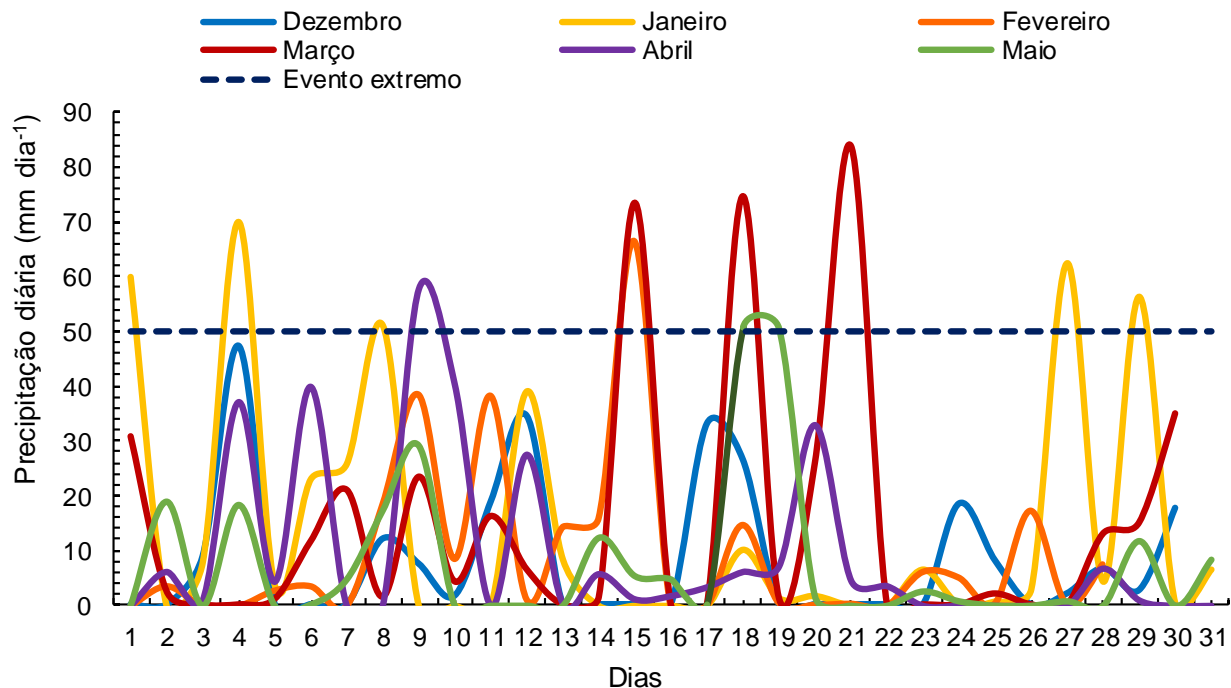
## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Durante o período chuvoso analisado, foram observados quinze (15) eventos de chuva em dezembro, vinte e um (21) em janeiro, vinte e um (21) em fevereiro, vinte (20) em abril e dezoito (18) em maio (Figura 2). Em dezembro não houve registro de nenhum evento extremo. Todavia, em janeiro de 2022, foram observados quatro eventos que ultrapassaram a cota de alerta. Esses eventos ocorreram nos dias 1, 4, 27 e 29 e atingiram 59,8, 69,8, 62,3 e 56,2 mm dia<sup>-1</sup>, respectivamente.

No mês de fevereiro, ocorreu apenas um evento extremo, no dia 15 com total de 66,6 mm dia<sup>-1</sup> e no mês de março dois, nos dias 15, 18 e 21 com volume de 73,6, 74,8 e 84 mm dia<sup>-1</sup>, respectivamente. Apesar da menor ocorrência de eventos extremos, quando comparado ao mês de janeiro, o mês de março apresentou eventos com as maiores cotas do período, ultrapassando 70 mm dia<sup>-1</sup> (CEMADEN, 2022). O período chuvoso na região ocorre entre os meses de dezembro e maio, com destaque para fevereiro e março com total de 442,3 e 444,4 mm na sequência.

Nos dias que a precipitação atingiu a cota de alerta (50 mm dia<sup>-1</sup>) vários danos foram identificados na área urbana de Terra Santa, as fotos na análise de campo demonstram as áreas mais afetadas com alagamentos, que foram principalmente as áreas periurbanas (Figuras 3 a 8).





**Figura 2.** Precipitação pluvial diária de Terra Santa, Pará (dezembro de 2021 a maio 2022). (Fonte: CEMADEN, 2022). Elaboração: primeira autora.

Nas Figuras 3 e 4, apresenta-se os locais com alagamento ocasionados pelas fortes chuvas em Terra Santa. Ressalta-se que esse acúmulo de água ocorreu no bairro da Conquista no dia 21 de março de 2022, data que foi registrado cerca de 84 milímetros de chuva. Dentre os impactos causado pelo alagamento, ocorreu o desabrigo de famílias na área mais afetadas da cidade. Ainda na mesma localidade visitada, após quatro dias sem registro de chuva era perceptível o terreno alagado (Figuras 5 e 6). Devido ao terreno plano, o acúmulo de água é mais evidente e permanece, mesmo após cessarem os eventos pluviais.



**Figura 3.** Alagamento no bairro Conquista. (Fonte: Defesa Civil, Terra Santa).



**Figura 4.** Alagamento no bairro Conquista. (Fonte: Defesa Civil, Terra Santa).



**Figura 5.** Terreno alagado, bairro Conquista. (Fonte: Primeira autora).



**Figura 6.** Via pública alagada, bairro Conquista. (Fonte: Primeira autora).

Nas Figuras 7 e 8, destaca-se mais dois locais na área urbana frequentemente impactados pelo alagamento em dias de chuvas intensas. Na Figura 7, o acúmulo de água é mais evidente mesmo após os quatro dias sem chuva, enquanto na estrada Maria Lopes (Figura 8) o solo já estava completamente seco. Percebeu-se ainda que essa área (Figura 7), é utilizada como depósito improvisado de descarte irregular de resíduos sólidos, que associados ao alagamento no período chuvoso pode provocar a proliferação de vetores entre outros impactos.



**Figura 7.** Via pública com registro de alagamento no bairro Cidade Nova. (Fonte: primeira autora).



**Figura 8.** Via pública com registro de erosão e alagamento na estrada Maria Lopes. (Fonte: primeira autora).

Ainda na estrada Maria Lopes, foi verificada a ocorrência de erosão em sulcos com carreamento do solo deixando exposta a tubulação de distribuição de água de abastecimento público. Destaca-se que, a erosão é o processo de desprendimento e arraste acelerado das partículas do solo causado pela água da chuva e, nas áreas urbanas, acarreta diversos problemas ambientais e econômicos.

De acordo com Souza et al. (2013) as cidades brasileiras têm problema comum em relação a falta de drenagem urbana e os prejuízos estendem-se desde os riscos à população como desabrigo e morte até os custos públicos com ações de emergência decorrentes dos impactos causados pelo alagamento.



## CONSIDERAÇÕES FINAIS

A frequência da chuva não apresenta risco para a infraestrutura urbana de Terra Santa. No entanto, eventos extremos, ainda que não tão frequentes, provocam impactos que pode se prolongar por vários dias após a extinção da chuva. Os meses de janeiro e março no ano de 2022, foram os que apresentaram eventos extremos com maior potencial de risco para a população.

Dessa forma, deve ocorrer um monitoramento dos eventos extremos e seus impactos em Terra Santa a fim de melhor identificar os locais que precisam de maior atenção da gestão pública.

## AGRADECIMENTOS

À Secretaria Municipal de Meio Ambiente e Mineração (SEMMAM) e Prefeitura Municipal de Terra Santa. À Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA). À Coordenadoria Municipal de Proteção e Defesa Civil (COMPDEC) de Terra Santa.

## REFERÊNCIAS

ALVARES, Clayton Alcarde; STAPE, José Luiz; SENTELHAS, Paulo César; GONÇALVES, José Leonardo de Moraes; SPAROVEK, Gerd. Koppen's climate classification map for Brazil. *Meteorologische Zeitschrift*, Vol. 22, No. 6, 711–728 (published online January 2014). DOI 10.1127/0941-2948/2013/0507.

BRASIL. Ministério Das Cidades. **Mapeamento de Riscos em Encostas e Margens de Rios**. Carvalho, C.; Macedo, E. S.; Ogura, A. T. (Orgs.). Brasília. Ministério das Cidades. Instituto de Pesquisas Tecnológicas – IPT. 2007.

CEMADEN. **Inundação**. Disponível em: <<http://www2.cemaden.gov.br/inundacao/>>. Acesso em: 25 mar. 2022.

CEMADEN. **Dados e históricos dos alertas emitidos para apoio no monitoramento das chuvas intensas**. Disponível em: <<http://www2.cemaden.gov.br/cemaden-utiliza-dados-e-historicos-dos-alertas-emitidos-para-apoio-no-monitoramento-das-chuvas-intensas/>>. Acesso em: 25 mar. 2022.

CEMADEN. **Enxurrada**. Disponível em: <<http://www2.cemaden.gov.br/enxurrada/>>. Acesso em: 25 mar. 2022.

CEMADEN. **Municípios Monitorados No Brasil**. Disponível em: <<http://www2.cemaden.gov.br/municipios-monitorados-2/>>. Acesso em: 25 mar. 2022.

IBGE. **Cidades e Estados**. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/pa/terra-santa.html>>. Acesso em: 25 mar. 2022.



INMET. **Alertas**. Disponível em: <<https://alertas2.inmet.gov.br/38467>>. Acesso em: 28 mar. 2022.

INMET. **Alertas**. Disponível em: <<https://alertas2.inmet.gov.br/38470>>. Acesso em: 28 mar. 2022.

KOBIYAMA, Massato, et al. **Prevenção de desastres naturais: conceitos básicos**. Florianópolis: Ed. Organic Trading, 2006. 109p. Disponível em: <<https://cetesb.sp.gov.br/proclima/wp-content/uploads/sites/36/2014/05/prevencaodedesastresnaturaisconceitosbasicos.pdf>>. Acesso em: 28 mar. 2022.

MANTINS, Alexia Bandioli; VAZ, Jhannes Alberto. Mapeamento de áreas de risco de alagamento do município de Guarujá – SP Utilizando Método de Análise Hierárquica. **Leopoldianum**, ano 45, n° 126, 2019.

MONTEIRO, Jander Barbosa; ZANELLA, Maria Elisa. A metodologia dos máximos de precipitação aplicada ao estudo de eventos extremos diários nos municípios de Crato, Fortaleza e Sobral- CE. **Geotextos**, v. 13, ano 13, n. 2, 2017. Disponível em: <<https://periodicos.ufba.br/index.php/geotextos/article/view/24011/15459>>. Acesso em: 17 abr. 2022.

SANTOS, Denise Dias; GALVANI, Emerson. Distribuição sazonal e horária das precipitações em Caraguatatuba/SP e a ocorrência de eventos extremos nos anos de 2007 a 2011. **Ciência e Natura**, v. 36, n. 2, p. 214-229, 2014. Disponível em: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=467546173015>. Acesso em 15 de maio 2020.

SANTOS, Karla Azevedo; RUFINO, Iana Alexandra Alves; BARROS FILHO, Mauro Normando Macêdo. Impactos da ocupação urbana na permeabilidade do solo: o caso de uma área de urbanização consolidada em Campina Grande – PB. **Eng Sanit Ambient** | v.22 n.5 | set/out 2017 | 943-952. DOI: 10.1590/S1413-41522016146661

SOUZA, Vladimir Caramori Borges; MORAES, Luiz Roberto Santos; BORJA, Patrícia Campos. Déficit na drenagem urbana: buscando o entendimento e contribuindo para a definição. **Revista Eletrônica de Gestão e Tecnologias Ambientais**, v. 1, n. 2 – Souza, Moraes e Borja, p. 162-175, 2013 – ISSN: 2317-563X.