Revista Multidisciplinar do Nordeste Mineiro, v.10, 2024
ISSN 2178-6925

CAUSAS E IMPACTOS CAUSADOS POR PROBLEMAS DE DRENAGEM PLUVIAL EFETIVA NA CIDADE DE GUARAÍ NO ESTADO DO TOCANTINS

CAUSES AND IMPACTS CAUSED BY EFFECTIVE STORM DRAINAGE PROBLEMS IN THE CITY OF GUARAÍ IN THE STATE OF TOCANTINS

Marco Túlio Souza Coêlho
Acadêmico em Engenharia Civil, IESC/FAG – Faculdade Guaraí, Brasil
E-mail: marco_tulio0730@yahoo.com
Kaibes Pereira da Silva
Acadêmico em Engenharia Civil, IESC/FAG – Faculdade Guaraí, Brasil
E-mail: kaibespereiradasilva03@gmail.com
Lázaro Lourenço Neto
Mestrando em Agroenergia- UFT, Especialista em Engenharia de Avaliações e Perícias, Brasil
E-mail: lazarol.neto@hotmail.com
Karla Cristina Bentes Moreira
Mestre em Engenharia Civil, UFSCar, e Docente Especialista IESC/FAG – Faculdade Guaraí, Brasil
E-mail: kaarlamoreira@gmail.com

Resumo

A ocorrência de alagamentos tem se tornado cada vez mais comum em cidades brasileiras. A crescente onda de migração do campo para as cidades (êxodo rural) fez com que a área permeável no perímetro urbano fosse reduzida, dando lugares as construções civis. As causas de alagamentos são multifatoriais, mas pode-se citar também a falta de planejamento e poluição. A ocorrência desse fenômeno merece atenção uma vez que a ocorrência sazonal da estação chuvosa traz consigo prejuízos relacionados ao acúmulo de águas da chuva. A ação da chuva e os meios propícios para incidência de alagamento no centro da cidade de Guaraí, no estado do Tocantins é objeto de estudo da presente pesquisa. Esta visa levantar e indicar as possíveis causas, os prejuízos decorrentes e as eventuais formas de prevenção para tais alagamentos. As

causas principais levantadas são a grande quantidade de áreas impermeáveis, associados ao sistema de escoamento de água ineficiente e ao acúmulo de lixo no próprio sistema de drenagem.

Palavras-chave: Alagamentos; Enchentes; Drenagem Urbana

Abstract

The occurrence of flooding has become increasingly common in Brazilian cities. The growing wave of migration from the countryside to the cities (rural exodus) caused the permeable area in the urban perimeter to be reduced, giving way to civil constructions. The causes of flooding are multifactorial, but one can also mention the lack of planning and pollution. The occurrence of this phenomenon deserves attention since the seasonal occurrence of the rainy season brings with it losses related to the accumulation of rainwater. The action of rain and the conditions conducive to the incidence of flooding in the center of the city of Guaraí, in the state of Tocantins, is the object of study in this research. This aims to raise and indicate the possible causes, the resulting losses and possible forms of prevention for such flooding, which are mainly caused by the large number of impermeable areas, associated with the inefficient water drainage system and the accumulation of garbage in the drainage system itself. drainage.

Keys Words: Flooding; Floods; Urban Drainage

1. Introdução

A cidade de Guaraí, no interior do estado do Tocantins, enfrenta na atualidade um grande problema relacionado à drenagem urbana. Em decorrência de chuvas com bastante intensidade em um curto período, percebe-se a reincidência de alagamentos e consequentemente grandes prejuízos à população e à cidade. Com as chuvas intensas e/ou duradouras podem surgir pontos de inundação ou alagamentos temporários, promovendo colapsos em infraestruturas e ocasionando a perda de vidas humanas através de acidentes, ou da propagação de doenças de veiculação hídrica (SOUZA; DE AZEVEDO; DE ARAÚJO, 2012).

O crescimento urbano é uma das consequências da intensa migração do campo para cidade. Esse êxodo gera a necessidade de mais edificações e pavimentos, áreas impermeáveis que dificultam escoamento superficial e aumentam o tempo de infiltração da água nos terrenos. A intensidade da chuva também é outro fator contribuinte para gerar alagamentos, já que a quantidade de chuva prevista em um mês pode cair toda em um único dia (POLI, 2013).

Mediante o pressuposto, surge a seguinte problemática: Quais os impactos causados pelos alagamentos em Guaraí e quais as medidas que podem ser tomadas para evitar ou minimizar esses alagamentos?

Logo, frente aos recorrentes casos de alagamento dentro do perímetro urbano de Guaraí nos períodos chuvosos nos últimos anos, as diversas reportagens no jornal local e os prejuízos relacionados aos bens materiais causados pela ação pluviométrica em Guaraí, fez-se necessário uma investigação sobre quais os motivos que levam à ocorrência desse fenômeno, bem como o apontamento de algumas das medidas mitigadoras.

2. Metodologia

A pesquisa bibliográfica foi realizada de forma contínua desde o início até o fim do trabalho. Através dela buscou-se conhecimento sobre os alagamentos em geral e os ocorridos em Guaraí, bem como suas possíveis causas e soluções. A análise referencial foi feita de forma descritiva, buscando descrever os processos e meios que levam aos alagamentos nesta cidade.

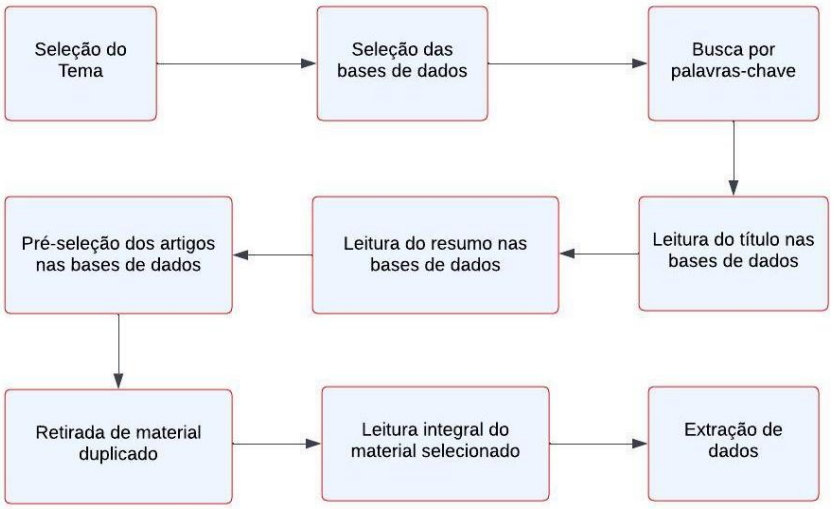
Segundo Nunes *et al*. (2016), a pesquisa descritiva inclui um estudo observacional, onde se compara dois grupos similares, sendo assim, o processo descritivo visa à identificação, registro e análise das características, fatores ou variáveis que se relacionam com o fenômeno ou processo. A grande contribuição da pesquisa descritiva é proporcionar novas visões sobre uma realidade já conhecida.

A pesquisa foi realizada entre janeiro e março de 2024. As bases pesquisadas foram Google Scholar e Scielo. As palavras chaves utilizadas para pesquisa foram: “Alagamentos”, “causas de alagamentos”, “prejuízos causados pelos alagamentos”.

As publicações levadas em consideração para seleção de material deste artigo, foram materiais publicados majoritariamente nos últimos 15 anos. A pré-seleção dos textos de referência foi realizada por meio de análise de título e palavras-chave, seguido da seleção por meio do resumo e introdução. A partir da seleção, foram identificados os textos de relevância para a pesquisa e realizada sua leitura de forma integral.

Na Figura 1 estão descritos os procedimentos metodológicos realizados na presente pesquisa.

Figura 1 – Fluxograma dos procedimentos metodológicos.



Fonte: Autores (2024)

A seleção do tema foi diante da visão cotidiana de contato com o que estava acontecendo na cidade em períodos chuvosos, observando-se certa recorrência no fenômeno. As fontes de dados selecionadas foram escolhidas com base na disponibilidade de acesso e na quantidade de material. Realizou-se primeiramente a leitura dos títulos dos materiais, observado a concordância com o assunto a ser abordado.

Na etapa de pré-seleção, 34 documentos entre artigos científicos, dissertações e teses foram selecionados. A seleção aconteceu a partir da leitura do resumo e introdução, sendo constatado sua relevância para o tema proposto, o documento era lido de forma integral. Para fase de extração, foram selecionados

12 documentos entre artigos científicos, dissertações e teses para leitura integral e seguiu-se para a etapa final de análise e extração de dados, propriamente dito.

3. Revisão da Literatura

3.1. Prejuízos causados por alagamentos

Alagamento é a extrapolação da capacidade de escoamento de sistemas de drenagem urbanos e consequente acúmulo de água em ruas, calçadas ou outras infraestruturas das cidades, em decorrência de precipitações intensas, e podendo afetar populações vulneráveis com mais frequência (AZEVEDO, 2021). Partindo disso o Instituto de Estudos em Saúde Coletiva, IESC, (2013) define alagamento como sendo a água acumulada no leito das ruas e no perímetro urbano por fortes precipitações pluviométricas, em cidades com sistemas de drenagem deficientes.

Os prejuízos contabilizados com os alagamentos são enormes, variando de perdas parciais a totais de veículos, móveis e bens residenciais, produtos no comércio e na indústria, interrupção das atividades normais da comunidade, atrasos e paralizações nos transportes (LICCO; MAC DOWELL, 2015).

Foto 1 – Alagamento registrado na Av. Bernardo Sayão em Guaraí.



(A) (B)

Fonte: Guaraí Notícias, 2023.

A foto 2 demonstra uma rua no perímetro urbano de Guaraí completamente alagada impossibilitando a passagem de pedestres.

Foto 2 – Rua Alagada em Guaraí



Fonte: Acervo pessoal, 2024.

A foto 3 (A) e 3 (B) mostram reportagens de um jornal local relacionadas aos casos de alagamento no ano de 2023.

Foto 3 – Reportagens Guaraí Notícias



CHUVA FORTE VOLTA A CAUSAR ALAGAMENTOS EM GUARAÍ; VEJA ALGUNS VÍDEOS GRAVADOS POR MORADORES

Publicado em: **09/01/2023 09:01**
Atualizado em: **09/01/2023 09:01**
Autor: **Marcelo Gris**

Compartilhe:

Pluviômetros instalados no Guaraí Notícias (Jardim Brasília) registraram pouco mais de 80 milímetros de chuva dentro de um intervalo de 45 minutos durante a tarde deste último domingo (08/01). O volume equivalente a 80 litros de água por metro quadrado, situação que provou vários pontos de alagamento pela cidade.

CHUVA FORTE, QUASE 100MM EM 50MIN, PROVOCA ALAGAMENTOS EM GUARAÍ; DESTA VEZ SEM VENTANIA

Publicado em: **18/04/2023 09:02**
Atualizado em: **18/04/2023 09:02**
Autor: **Marcelo Gris**

Compartilhe:

Uma chuva muito forte, iniciada por volta das 6h da manhã, voltou a provocar alagamentos em Guaraí nesta terça-feira (18/04). Em aproximadamente 50 minutos foram registrados quase 100 milímetros no pluviômetro instalado na redação do Guaraí Notícias (Jardim Brasília), porém, desta vez, o temporal veio sem ventania, diferentemente do registrado há pouco mais de 20 dias (26/03).

(A) (B)

Fonte: Guaraí Notícias (2023)

Haddad e Teixeira (2013) afirmam que, em São Paulo, um dia de alagamento pode gerar prejuízos de 1 milhão de reais. Por se tratar de uma cidade pequena, em Guaraí os prejuízos são menores, porém ainda acontecem. A área mais atingida é a Avenida Bernardo Sayão, principal via da cidade, e o principal prejuízo é relacionado aos automóveis e às lojas à margem da avenida, durante o período chuvoso.

Um exemplo claro foi o episódio do dia 28 de dezembro de 2023, no qual uma chuva com duração de 40 minutos onde choveu o equivalente a 60 mm. Uma moto foi carregada pela enxurrada na Avenida Bernardo Sayão (via paralela à rodovia Federal BR-153), logo após forte temporal, local onde alagamentos têm sido cada vez mais comuns nos últimos anos (Guaraí Noticias, 2023). A foto 4 mostra uma das reportagens a respeito do assunto.

Foto 4 – Reportagens Guaraí Notícias moto carregada por enxurrada.



Fonte: Guaraí Notícias, 2023.

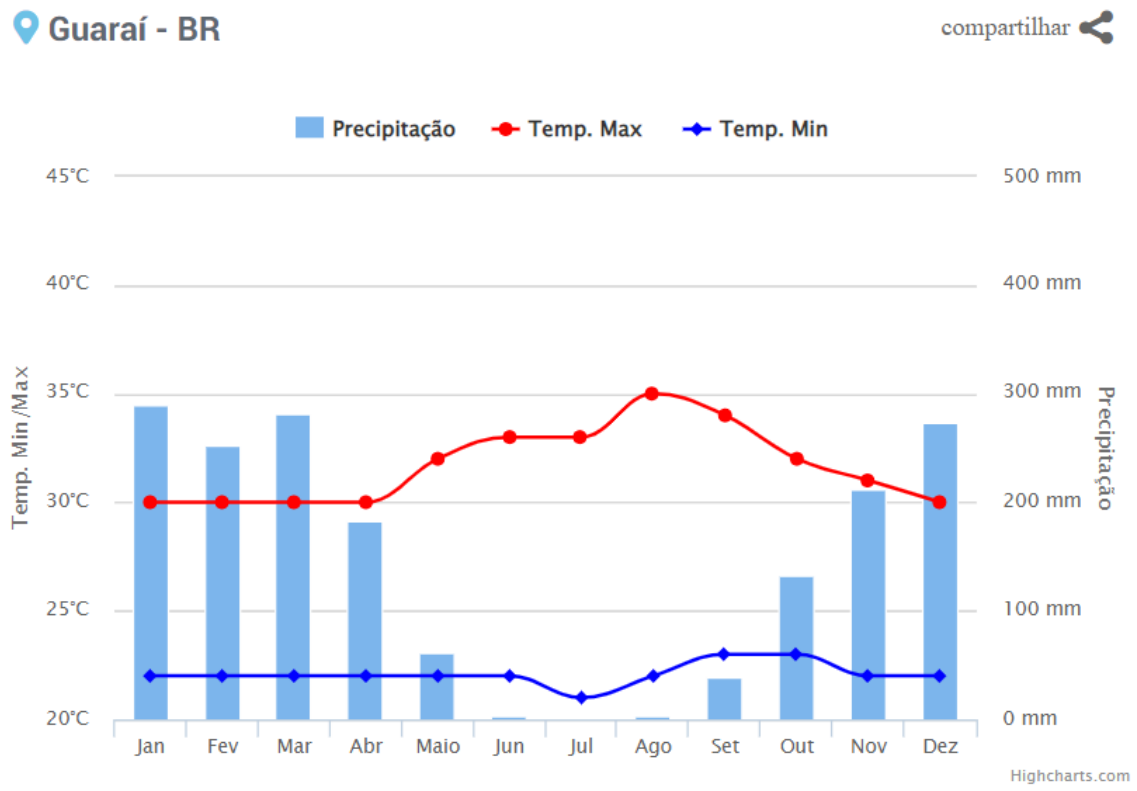
3.2 Índices pluviométricos

A cidade de Guaraí encontra-se na região centro oeste do estado do Tocantins. De acordo com o site Fazenda no Brasil (2023), o índice pluviométrico

para essa região varia entre 1700 mm/ano e 2100 mm/ano. Especificamente para a região de Guaraí, o site nos informa que a média é de 1800 mm/ano.

O site CLIMATEMPO (2024) traz consigo uma análise mensal dos últimos 30 anos em relação ao índice pluviométrico da cidade. A foto 5 mostra o gráfico de índices pluviométricos médios ao longo dos meses nos últimos 30 anos.

Foto 5: Gráfico de índices pluviométricos ao logo dos meses nos últimos 30 anos.



Fonte: CLIMATEMPO (2024)

O quadro 1 reforça o gráfico de índices pluviométricos dos últimos 30 anos, trazendo consigo uma análise mensal média da precipitação em relação aos meses dos anos.

Quadro 1- Precipitação média ao longo dos meses.

Mês	Precipitação em (mm)
Janeiro	289
Fevereiro	253
Março	281
Abril	183
Maio	61
Junho	4

Julho	2
Agosto	4
Setembro	39
Outubro	132
Novembro	212
Dezembro	273

Fonte: Adaptado de CLIMATEMPO (2024)

Foi feita a tentativa de acesso aos dados pluviométricos fornecidos pela ANA (Agência Nacional de Águas), através do HIDROWEB, todavia todas as estações pluviométricas próximas à cidade Guaraí estavam desatualizadas. Então por esses motivos adotou-se os dados fornecidos pelo Climatempo e os casos excepcionais de chuva intensa das reportagens do Guaraí Notícias. O Quadro 2 mostra as estações Pluviométricas próximas a cidade de Guaraí e as datas de última leitura.

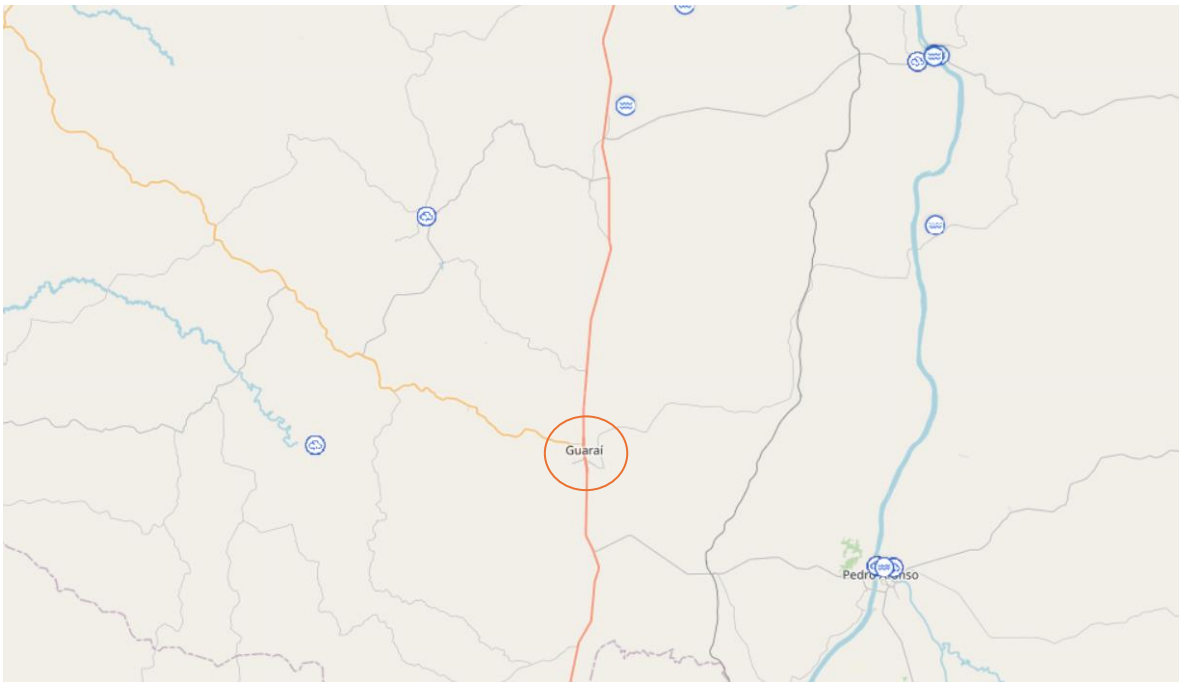
Quadro 2- Estações Pluviométricas próximas a Guaraí.

Estação Pluviométrica			
Código	Cidade	Distância de Guaraí	Última data de alteração
848005	Pedro Afonso	57 km	27/04/2010
848004	Pedro Afonso	57 km	11/11/2010
848006	Bom Jesus do Tocantins	59 km	11/09/2018
848002	Itaporã do Tocantins	60 km	11/09/2018
848000	Colinas do Tocantins	89 km	11/09/2018
848001	Guaraí	0 km	21/10/2019
949001	Dois Irmãos do Tocantins	1154 km	01/12/2019
949000	Abreulândia	197 km	11/09/2018
948000	Miracema do Tocantins	104 k m	11/09/2018
748002	Nova Olinda	137 km	21/10/2019
748004	Araguaína	195 km	11/11/2010
748008	Araguaína	195 km	08/06/2020

Fonte: Adaptado de HIDROWEB, 2024.

A Foto 6 mostra as estações pluviométricas e fluviométricas presentes nas regiões próximas a Guaraí.

Foto 6: Estações Pluviométricas próximas a Guaraí (TO).



Fonte: HIDROWEB, 2024.

Sendo assim, não foi possível a análise pluviométrica aprofundada com base nos dados fornecidos pelo site Hidroweb, que é utilizado pela Agência Nacional de Águas (ANA).

3.3. Causas e formas de mitigação

A impermeabilização do solo, associada ao crescimento desordenado das grandes cidades fez com que o planejamento desordenado dos sistemas pluviais ficasse sem a efetividade necessária. O planejamento deve ser feito de modo aos projetos de impermeabilização do solo serem realizados juntos com projetos de galerias de águas pluviais, evitado assim enchentes nas vias. (BOTELHO, 2011)

A permeabilidade do solo está diretamente relacionada à capacidade de infiltração, ou seja, quanto mais permeável for o solo, maior será a quantidade de água que ele pode absorver, diminuindo assim as consequências de excessos de precipitação. A gerência inadequada, inexistência de planejamento de sistema de drenagem associado ao entupimento de bocas de lobo são fatores que colaboram com a incidência de alagamentos urbanos (DE OLIVEIRA *et. al*, 2020).

De acordo com De Souza, Moraes e Borja (2013), os sistemas de drenagem foram projetados e planejados para falhar. Os autores apresentam fatos

relativos à incidência de eventos que ultrapassam o tempo de recorrência de projetos (período de tempo analisado para captação de dados de índice pluviométrico na região) e utilização do Coeficiente de escoamento superficial referentes ao momento do projeto, desconsiderando assim o crescimento de áreas impermeabilizadas e possivelmente podem acarretar na sobrecarga do sistema. Por fim, apontam que os sistemas de drenagem são projetados para transportar água da chuva e não a mistura de sedimentos e resíduos sólidos que obstruem e aumentam a rugosidade das redes de esgoto.

A definição de alagamento pode ser entendida como um acúmulo momentâneo de água proveniente da chuva em decorrência da ineficiência de sistemas de drenagem (SOUZA; SOUZA, 2023).

Segundo Dias (2019), a falta de manutenção e a quantidade de lixo jogado nas ruas são fatores contribuintes para o entupimento e falhas no sistema de drenagem pluvial. Ou seja, são fatores que contribuem para que ocorram os alagamentos. Outra importante análise que pode ser feita é que a previsão pluviométrica para um mês inteiro pode cair quase toda em um curto período, ocasionando assim sobrecarga do sistema de drenagem.

O processo de limpeza dos locais de escoamento de água são uma tentativa de evitar novos alagamentos em regiões onde existe a incidência desse fenômeno. A foto 7 mostra o processo de limpeza das valetas realizado pela prefeitura de Guaraí no dia 06 de janeiro de 2024.

Foto 7: Limpeza de locais de escoamento de água.



Fonte: Prefeitura de Guaraí (2024)

Segundo IESC (2013), mesmo tendo a adoção destas políticas e/ou medidas, ainda é indispensável a avaliação dos riscos, que contemplam desde a identificação das ameaças até as condições de vulnerabilidade, as quais se expressam como fatores de riscos de desastres. Só então serão tomadas as medidas corretas para resolver tais problemas.

Assim, técnicas como um correto planejamento urbano e rural das redes de drenagem do município podem ser vistas como uma prática para diminuição dos efeitos causados pelas inundações, visto que envolvem medidas institucionais, não-estruturais e estruturais (LAMB, 2014). Além disso, existem as medidas não estruturais que se baseiam na implantação de lixeiras, sinalização educativas sobre conscientização ambiental, ampliação do sistema de coleta de lixo e incentivar a população a armazenarem e utilizarem a água proveniente da chuva (CANUTO, 2021).

4. Conclusão.

As causas dos alagamentos presentes na cidade de Guaraí no estado do

Tocantins têm relação direta com o sistema de drenagem pluvial presente na cidade. Fatores como a falta de áreas permeáveis e a ineficiência dos sistemas de drenagem associados ao acúmulo de lixo nos sistemas de drenagem são fatores que contribuem para que ocorram alagamentos na cidade.

Por mais que medidas de limpeza sejam tomadas, o lixo presente no sistema de drenagem é algo comum, tendo em vista que o principal trecho desse sistema fica as margens da Rodovia BR-153, que contribui ainda mais para a deposição de lixo as margens e consequentemente no sistema de drenagem. Por mais que alguns estudos tenham sido iniciados para propor uma solução nenhum pode continuar pela ausência de mapas que mostrassem o sistema de Drenagem urbano da cidade.

Sendo assim para trabalhos futuros o estudo das galerias subterrâneas da cidade de Guaraí no estado do Tocantins e mapeamento das mesmas são temas que merecem atenção.

5. Referências

AZEVEDO, J. **Alagamento: o que é e o que fazer?**. [*S. l.*], 13 jan. 2021. Disponível em: https://www.ecycle.com.br/alagamento/. Acesso em: 8 fev. 2024.

BOTELHO, M. H. C. Águas de Chuva: Engenharia das águas pluviais nas cidades". Edição 4. São Paulo: Blucher, 2017.

CANUTO, A. R.. Alagamento urbano na cidade de Fortaleza: causas, efeitos e solução–um estudo de caso da avenida Heráclito Graça. 2021.

CLIMATEMPO. **Climatologia e histórico de previsão do tempo em Guaraí, BR**. [*S. l.*], 2 maio 2023. Disponível em: https://www.climatempo.com.br/climatologia/4764/guarai-to. Acesso em: 2 maio 2023

DE OLIVEIRA, G. T. et al. PROBLEMAS CAUSADOS PELA IMPERMEABILIZAÇÃO DO SOLO DEVIDA À URBANIZAÇÃO. **Salão do Conhecimento**, v. 6, n. 6, 2020.

DE SOUZA, V. C. B.; MORAES, L. R. S.; BORJA, P. C. Déficit na drenagem urbana: buscando o entendimento e contribuindo para a definição. **Revista Eletrônica de Gestão e Tecnologias Ambientais**, v. 1, n. 2, p. 162-175, 2013.

DIAS, S. O. EFICIÊNCIA NA DRENAGEM URBANA: UMA ABORDAGEM SOCIAL. 2019.

FAZENDANOBRASIL.COM. **ÍNDICES PLUVIOMÉTRICOS TOCANTINS**. [*S. l.*], 7 mar. 2023. Disponível em: https://fazendanobrasil.com/indice-pluviometrico-tocantins/. Acesso em: 2 maio 2023.

GUARAÍ NOTICIAS. **CHUVA FORTE VOLTA A CAUSAR ALAGAMENTOS EM GUARAÍ; VEJA ALGUNS VÍDEOS GRAVADOS POR MORADORES**. [*S. l.*], 9 jan. 2023. Disponível em: https://guarainoticias.com.br/noticia/chuva-forte-volta-a-causar-alagamentos-em-guarai-veja-alguns-videos-gravados-por-moradores. Acesso em: 8 fev. 2024.

GUARAÍ NOTICIAS. **CHUVA FORTE, QUASE 100MM EM 50MIN, PROVOCA ALAGAMENTOS EM GUARAÍ; DESTA VEZ SEM VENTANIA**. [*S. l.*], 18 abr. 2023. Disponível em: https://guarainoticias.com.br/noticia/chuva-forte-quase-100mm-em-50min-provoca-alagamentos-em-guarai-desta-vez-sem-ventania. Acesso em: 8 fev. 2024.

GUARAÍ NOTICIAS. **Uma moto foi carregada pela enxurrada na Avenida Bernardo Sayão (Centro), logo após forte temporal. O incidente foi registrado na tarde desta quinta-feira, 28 de dezembro, na via paralela a travessia urbana da rodovia Federal BR-153, local onde alagamentos têm sido cada vez mais comuns nos últimos anos**. [*S. l.*], 28 dez. 2023. Disponível em: https://guarainoticias.com.br/noticia/moto-e-carregada-por-enxurrada-em-pleno-centro-de-guarai-local-onde-alagamentos-sao-constantes. Acesso em: 8 fev. 2024.

HADDAD, E.A., TEIXEIRA, E**. Economic Impacts of Natural Disasters in Megacities: The Case of Floods in São Paulo, Brazil**. TD Nereus, 04- 2013, São Paulo, 2013. Disponível em http://www.usp.br/nereus/wp-content/uploads/TD_Nereus_04_2013b.pdf 2013.

HIDROWEB. **Series historicas de estações**. [*S. l.*], 12 jan. 2022. Disponível em: https://www.snirh.gov.br/hidroweb/serieshistoricas. Acesso em: 7 fev. 2024.

INSTITUTO DE ESTUDOS EM SAÚDE COLETIVA – IESC. Curso de Capacitação a Distância em Saúde, Desastres e Desenvolvimento. UFRJ, 2013.

LAMB, G. S. Desenvolvimento e análise do desempenho de elementos de drenagem fabricados em concreto permeável. 2014. 152 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2014.

LICCO, E. A.; MAC DOWELL, S. F.. Alagamentos, Enchentes Enxurradas e Inundações: Digressões sobre seus impactos sócio econômicos e governança. **Revista de Iniciação Científica, Tecnológica e Artística**, v. 5, n. 3, p. 159-174, 2015.

NUNES, G. C.; NASCIMENTO, M. C. D. DE ALENCAR, M. A. C.. Pesquisa científica: conceitos básicos. **ID on line. Revista de psicologia**, v. 10, n. 29, p. 144-151, 2016.

POLI, C. M. B. As causas e as formas de prevenção sustentáveis das enchentes urbanas. **II Seminário Nacional de Construções Sustentáveis**, 2013.

PREFEITURA DE GUARAÍ. **Secretária da Agricultura em parceria com a empresa Ecolur realiza mais uma vez a limpeza de lixos que foram acumulados em área pública**. [*S. l.*], 6 fev. 2024. Disponível em: https://www.instagram.com/p/C3A8iwZx2jz/. Acesso em: 8 fev. 2024.

SOUZA, C. M. de; SOUZA, J. de. **Análise de risco e prevenção de alagamentos e inundações em Cajazeiras-PB**. 2023. Trabalho de Conclusão de Curso.

SOUZA, W. M.; DE AZEVEDO, P. V.; DE ARAÚJO, L. E. Classificação da precipitação diária e impactos decorrentes dos desastres associados às chuvas na cidade do Recife-PE. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 5, n. 2, p. 250-268, 2012.