Revista Multidisciplinar do Nordeste Mineiro, v.09, 2025
ISSN 2178-6925
DOI: 10.61164/rmnm.v9i1.3954

ANÁLISE E DIMENSIONAMENTO DOS PONTOS CRÍTICOS DE DRENAGEM NA AVENIDA JOAQUIM BATISTA DE OLIVEIRA NO MUNICÍPIO DE FORMOSO DO ARAGUAIA - TO: UM ESTUDO PARA MITIGAÇÃO DE PROBLEMAS DE INUNDAÇÕES

ANALYSIS AND DIMENSIONING OF CRITICAL DRAINAGE POINTS ON JOAQUIM BATISTA DE OLIVEIRA AVENUE IN THE MUNICIPALITY OF FORMOSO DO ARAGUAIA - TO: A STUDY TO MITIGATE FLOOD PROBLEMS

Marlon Silva Santos
ORCID: https://orcid.org/0009-0009-6588-5843
Acadêmico do 10º perído do Curso de Engenharia Civil, Universidade de Gurupi (UNIRG) Gurupi-TO, Brasil
E-mail: marlonssantos@unirg.edu.br

Camila Ribeiro Rodrigues
ORCID: https://orcid.org/0000-0001-9417-376X
Engenheira Civil, e Mestra em Engenharia Ambiental, com ênfase em Saneamento
Professora de Engenharia Civil da Universidade de Gurupi – UnirG
Gurupi/TO, Brasil
E-mail I: camilaribeiro@unirg.edu.br

Recebido: 01/04/2025 – Aceito: 22/05/2025

Resumo

Este estudo tem como objetivo analisar os pontos críticos de drenagem urbana na Avenida Joaquim Batista de Oliveira, no município de Formoso do Araguaia - TO, propondo soluções técnicas para melhorar o escoamento das águas pluviais. A pesquisa surge diante dos impactos da urbanização acelerada, como a impermeabilização do solo e a deficiência na infraestrutura de drenagem, que têm favorecido o acúmulo de água nas vias públicas durante eventos chuvosos.

A metodologia adotada envolveu o mapeamento da área de estudo, análises topográficas e hidrológicas, além da avaliação da eficiência do sistema atual de microdrenagem. Os resultados indicaram a necessidade de melhorias estruturais e operacionais, como a implantação de dispositivos de captação, redimensionamento de sarjetas e readequação do perfil das vias.

As propostas apresentadas visam promover um sistema de drenagem mais eficiente e sustentável, capaz de reduzir os transtornos causados pelo acúmulo de águas pluviais, contribuindo para o planejamento urbano e a qualidade de vida da população.

Palavras-chave: drenagem urbana; escoamento pluvial; infraestrutura; microdrenagem; planejamento urbano.

Revista Multidisciplinar do Nordeste Mineiro, v.09, 2025
ISSN 2178-6925
DOI: 10.61164/rmnm.v9i1.3954

Abstract

This study aims to analyze the critical points of urban drainage on Avenida Joaquim Batista de Oliveira, in the municipality of Formoso do Araguaia - TO, proposing technical solutions to improve rainwater runoff. The research arises from the impacts of accelerated urbanization, such as soil sealing and deficient drainage infrastructure, which have favoured the accumulation of water on public roads during rainy events. The methodology adopted involved mapping the study area, topographical and hydrological analysis, as well as assessing the efficiency of the current micro-drainage system. The results indicated the need for structural and operational improvements, such as the implementation of catchment devices, the resizing of gutters and the readjustment of the road profile. The proposals presented aim to promote a more efficient and sustainable drainage system, capable of reducing the inconvenience caused by the accumulation of rainwater, contributing to urban planning and the population's quality of life.
Keywords: urban drainage; rainwater runoff; infrastructure; microdrainage; urban planning.

1. Introdução

Com o crescimento acelerado das cidades e a expansão desordenada dos centros urbanos, os problemas relacionados à drenagem urbana tornaram-se cada vez mais frequentes e complexos. A impermeabilização do solo, resultado direto da urbanização, reduz a capacidade de infiltração da água da chuva, aumentando o volume e a velocidade do escoamento superficial. Esse cenário favorece a ocorrência de alagamentos, erosões e degradação da infraestrutura urbana, afetando diretamente a qualidade de vida da população.

Além disso, observa-se que os projetos de drenagem priorizam o escoamento rápido das águas pluviais para fora das áreas urbanas, o que acaba por aumentar significativamente as vazões de pico e os riscos de inundação nas regiões a jusante, agravando os impactos negativos tanto para o meio ambiente quanto para a população.

De acordo com a Agência Reguladora de Águas, Energia e Saneamento Básico do Distrito Federal, os serviços de saneamento básico, conforme estabelecido pelas Leis Federais nº 11.445/2007 e nº 14.026/2020, têm como

ISSN 2178-6925
DOI: 10.61164/rmnm.v9i1.3954

principais funções garantir o acesso da população à água potável, promover condições sanitárias adequadas à saúde pública, preservar os recursos naturais, proteger o meio ambiente, reduzir os impactos ambientais negativos dos assentamentos humanos, restabelecer o ciclo hidrológico natural e assegurar água de qualidade e em quantidade suficiente para a manutenção da vida e dos ecossistemas.

De tal forma, a implementação de sistemas de drenagem eficientes torna-se indispensável para o manejo adequado das águas pluviais. Este trabalho tem como objetivo analisar a vazão de escoamento superficial em pontos críticos da Avenida Joaquim Batista de Oliveira, identificando os fatores que contribuem para os alagamentos e propondo diretrizes para melhoria do escoamento pluvial com base em critérios técnicos e normas de drenagem.

2. Revisão da Literatura.

2.1 ASPECTOS CONCEITUAIS E LEGAIS DA DRENAGEM URBANA.

A drenagem urbana, conforme estabelecido pela Lei Federal nº 11.445/2007, é um dos componentes essenciais do saneamento básico e compreende o conjunto de intervenções destinadas ao manejo adequado das águas pluviais. Embora essa definição legal seja amplamente conhecida, sua aplicação prática esbarra em diversos desafios urbanos, como a ausência de planejamento territorial e a ocupação irregular de áreas ribeirinhas, conforme destacado pela SUDERHSA (2020).

As águas urbanas fazem parte do sistema de água e esgotos sanitários, a drenagem urbana, manejo de águas pluviais, controle de inundações ribeirinhas e gestão dos sólidos tendo como principal objetivo a saúde e preservação ambiental (TUCCI, 2016).

Segundo Tucci (2016), deve-se realizar o planejamento de infra-estrutura de água afim de conter problemas como: a falta de tratamento de esgoto em que o efluente e despejado no rio sem o devido tratamento, aumento de vazão

ISSN 2178-6925
DOI: 10.61164/rmnm.v9i1.3954

causando inundações relacionado ao aumento da impermeabilização e falta do sistema de drenagem, ocupação de leito de inundações ribeirinhas e aumento da carga de resíduos sólidos e da qualidade da água pluvial sobre os rios próximos das áreas urbanas.

Segundo Silva et.al (2019), devido ao crescimento e avanços da humanidade, a natureza sofreu diversas transformações em seus elementos de ações, com isso fortes chuvas, trouxeram a necessidade de criar elementos para ajudar no escoamento da água afim de solucionar problemas como as enchentes e inundações.

2.2 INFRAESTRUTURA DE DRENAGEM: ELEMENTOS E DESAFIOS.

Os sistemas de drenagem urbana podem ser classificados em microdrenagem e macrodrenagem. A microdrenagem é composta por dispositivos como sarjetas, bocas de lobo, galerias subterrâneas e poços de visita, que fazem a coleta e condução inicial das águas pluviais em pequena escala. A macrodrenagem, por sua vez, envolve estruturas de maior porte, como canais artificiais, galerias de grandes dimensões e reservatórios de detenção, com a função de transportar grandes volumes de água até os pontos de lançamento. Essa classificação está de acordo com as diretrizes da FUNASA (2016), que define os sistemas de drenagem e manejo das águas pluviais conforme suas dimensões e funções operacionais.

Embora amplamente utilizados, esses sistemas apresentam limitações. Segundo Gallina (2018), os poços de visita são elementos constituintes das redes de esgoto ou drenagem e servem para conectar trechos com mudanças de diâmetro, nível ou direção, além de possibilitar o acesso para manutenção. Assim, a ausência de planejamento adequado na localização desses dispositivos pode comprometer significativamente a eficiência do sistema de drenagem. Problemas como a obstrução por resíduos sólidos, a impermeabilização excessiva do solo urbano e a ausência de manutenção periódica agravam a sobrecarga dos sistemas, resultando em alagamentos recorrentes.

Revista Multidisciplinar do Nordeste Mineiro, v.09, 2025
ISSN 2178-6925
DOI: 10.61164/rmnm.v9i1.3954

2.3 PROBLEMAS URBANOS DECORRENTES DA DRENAGEM INEFICIENTE.

A deficiência na infraestrutura de drenagem está diretamente relacionada a três principais problemas: inundações, erosão urbana e poluição hídrica. As inundações urbanas são resultado direto da incapacidade do sistema de drenagem em absorver o volume de água precipitado em curto espaço de tempo. Esse fenômeno costuma ser agravado pela impermeabilização extensiva das superfícies urbanas e pelo acúmulo de resíduos sólidos nos dispositivos de escoamento. A FUNASA (2016) ressalta que a presença de alagamentos temporários ou recorrentes em centros urbanos pode comprometer não apenas a mobilidade e a infraestrutura, mas também provocar riscos sanitários significativos à população exposta.

De acordo com FUREGATTI et.al (2021), a erosão hídrica é identificada como o principal tipo de erosão urbana, com ênfase na erosão linear. Afirmam ainda que a erosão linear é resultado do escoamento superficial concentrado, manifestando-se inicialmente em formas como sulcos e podendo evoluir para ravinas e voçorocas conforme a erosão progride.

A Agência Nacional de Águas (ANA) do Brasil aborda a questão da poluição hídrica como um dos principais desafios para a gestão dos recursos hídricos no país. Segundo o Plano Nacional de Recursos Hídricos (PNRH), estabelecido pela Lei nº 9.433/97, para ANA a poluição hídrica é causada pela introdução de substâncias ou agentes contaminantes nos corpos d'água, comprometendo sua qualidade e tornando-os impróprios para usos diversos, como abastecimento humano, recreação, irrigação, entre outros.

A ANA destaca que a poluição hídrica pode ser originada por diversas fontes, incluindo lançamento de esgotos domésticos e industriais sem tratamento adequado, despejo de resíduos químicos e agrotóxicos, deposição de sedimentos, entre outros. Essa contaminação pode afetar não apenas a qualidade da água, mas também os ecossistemas aquáticos e a saúde humana.

Revista Multidisciplinar do Nordeste Mineiro, v.09, 2025
ISSN 2178-6925
DOI: 10.61164/rmnm.v9i1.3954

2.4 PRÁTICAS SUSTENTÁVEIS E SOLUÇÕES INOVADORAS.

De acordo com Almeida (2020), a implementação de sistemas de infiltração oferece uma solução multifacetada para o manejo das águas pluviais. Esses sistemas não apenas reduzem as taxas de escoamento superficial, mas também promovem a recarga dos lençóis freáticos. Compostos por elementos como poços, trincheiras e bacias de infiltração, proporcionam canais e áreas de armazenamento para a água da chuva. No entanto, é crucial considerar a permeabilidade do solo local, pois ela influencia diretamente na eficácia desses sistemas.

Segundo Olival et.al. (2017), o Ecopavimento representa uma inovação na pavimentação urbana, utilizando grelhas alveoladas de plástico reciclado para redefinir os padrões de sustentabilidade e eficiência. Ao redistribuir as cargas do tráfego, promove a permeabilidade do solo, permitindo a passagem de água e ar, e, por consequência, fomentando ecossistemas urbanos mais saudáveis. Sua distinção dos pavimentos convencionais não se resume apenas ao seu desempenho ambiental superior, mas também à sua estética atraente e à viabilidade econômica que oferece. Desde espaços residenciais a comerciais, o Ecopavimento se adapta com versatilidade, transformando não apenas ruas e estradas, mas também áreas de convívio em locais mais sustentáveis e harmoniosos.

Almeida (2020) nos lembra que os telhados verdes vão muito além de uma simples cobertura; são verdadeiros jardins suspensos que não apenas embelezam, mas também trazem uma série de benefícios. Ao integrar áreas de vegetação nos topos dos edifícios, criam-se espaços multifuncionais que agregam valor estético, promovem a ecologia urbana e oferecem melhorias significativas em termos de conforto térmico e gestão sustentável da água pluvial.

Revista Multidisciplinar do Nordeste Mineiro, v.09, 2025
ISSN 2178-6925
DOI: 10.61164/rmnm.v9i1.3954

3. Metodologia.

A metodologia adotada para a análise e dimensionamento dos pontos críticos de drenagem urbana na Avenida Joaquim Batista de Oliveira, no município de Formoso do Araguaia, foi estruturada em sete etapas fundamentais, compreendendo a seleção do local de estudo, coleta de dados, análises topográficas e hidrológicas, e dimensionamento dos sistemas de drenagem.

1. Escolha dos Pontos Críticos (Pontos A e B):

Os pontos foram selecionados com base em registros recorrentes de alagamentos, relatos de moradores e observações diretas de acúmulo de água durante eventos chuvosos. A ausência de dispositivos adequados de captação pluvial e a topografia desfavorável nesses locais justificam a escolha como objeto de estudo.

2. Levantamento Topográfico e Caracterização da Área:

Foi utilizado o software Google Earth Pro para delimitação das bacias de contribuição e análise topográfica da área. Essa ferramenta permitiu identificar desníveis, traçar o percurso do escoamento e medir áreas e comprimentos característicos das ruas e trechos urbanizados.

3. Cálculo do Tempo de Concentração (tc):

A obtenção do tempo de concentração foi realizada com o auxílio do software HidroTerraço 1.0, que, a partir das características físicas do terreno observadas via imagem satelital, possibilitou a análise do tempo necessário para que a água da chuva percorra toda a bacia de contribuição até o ponto de saída.

4. Determinação do Valor para as Chuvas Intensas (I):

Adotou-se um período de retorno de 5 anos, conforme indicado pelo Manual de Hidrologia Básica do DNIT (2005). A intensidade da chuva foi calculada por meio do software Plúvio 2.1, que forneceu os parâmetros “a”, “b”, “K” e “c” específicos para a região de estudo.

5. Determinação do Valor da Área de Contribuição:

A área de contribuição foi determinada com base em dados do Google Earth Pro, considerando o traçado das ruas, lotes adjacentes e o sistema viário existente. Essa área influencia diretamente o volume de água escoada durante

ISSN 2178-6925
DOI: 10.61164/rmnm.v9i1.3954

um evento de chuva.

6. Determinação do Valor da Vazão Máxima:

A vazão máxima dos pontos críticos de drenagem será calculada utilizando o método racional, que considera a intensidade da chuva, a área de contribuição e o coeficiente de escoamento superficial da região. Este valor representa a quantidade máxima de água que precisa ser escoada em cada ponto crítico para evitar alagamentos.

6. Determinação das Dimensões das Sarjetas:

Com base na vazão máxima calculada, será realizada uma análise da capacidade atual de escoamento das sarjetas existentes, verificando sua suficiência para mitigar os alagamentos nos pontos críticos.

7. Análise da Vazão Máxima Escoada

Será realizado o cálculo a partir dos valores do coeficiente de rugosidade, raio do triângulo, área do triângulo e declividade. Esta análise permitirá identificar os pontos críticos de drenagem e verificar se o sistema existente é capaz de escoar a vazão máxima calculada.

4. Resultados e Discussão

O local de estudo está situado no município de Formoso do Araguaia, especificamente na rotatória em frente à Casa Bela Materiais para Construção (Ponto A), no cruzamento da Avenida Joaquim Batista de Oliveira com a Avenida Jorge Monte, e em frente à Autoescola Destak (Ponto B), conforme ilustrado nas Figuras 1 e 2.

Revista Multidisciplinar do Nordeste Mineiro, v.09, 2025
ISSN 2178-6925
DOI: 10.61164/rmnm.v9i1.3954

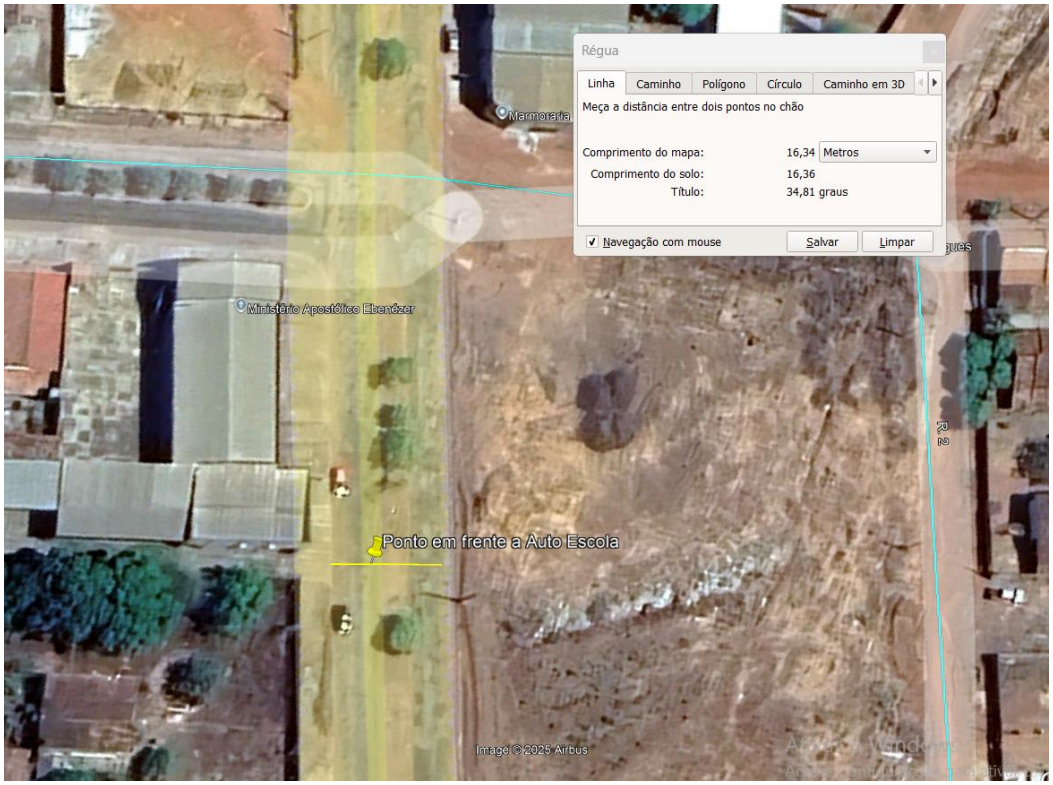
Figura 1 - Ponto de alagamento em frente ao ponto comercial Casa Bela



Fonte: Google Earth, 2025.

Revista Multidisciplinar do Nordeste Mineiro, v.09, 2025
ISSN 2178-6925
DOI: 10.61164/rmnm.v9i1.3954

Figura 2 - Ponto de alagamento em frente a Auto Escola Destak

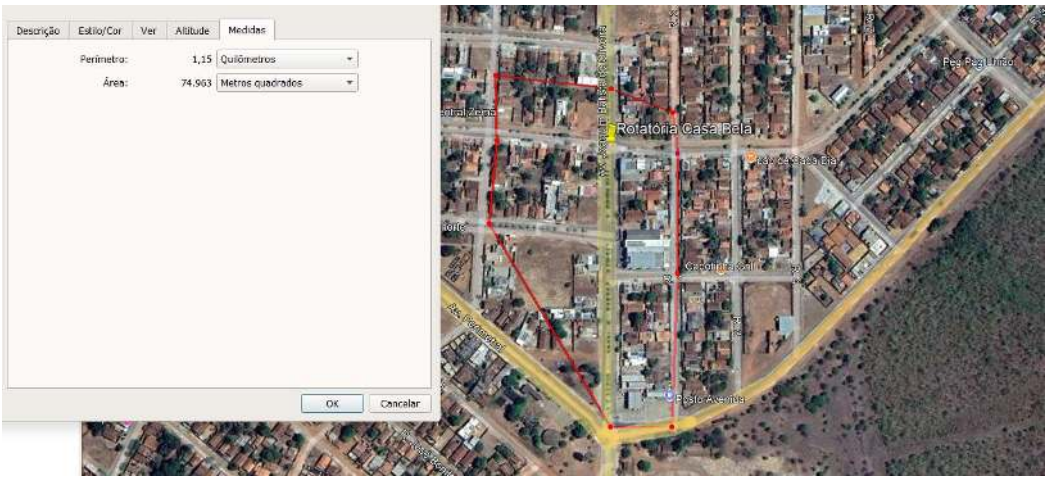


Fonte: Google Earth, 2025.

Utilizando o software Google Earth Pro, foram identificados os pontos de contribuição de vazão responsáveis pelos alagamentos nas regiões analisadas. Determinou-se o perímetro das bacias de contribuição: 1,15 km para o Ponto A e 1,49 km para o Ponto B, como demonstrado nas figuras a seguir.

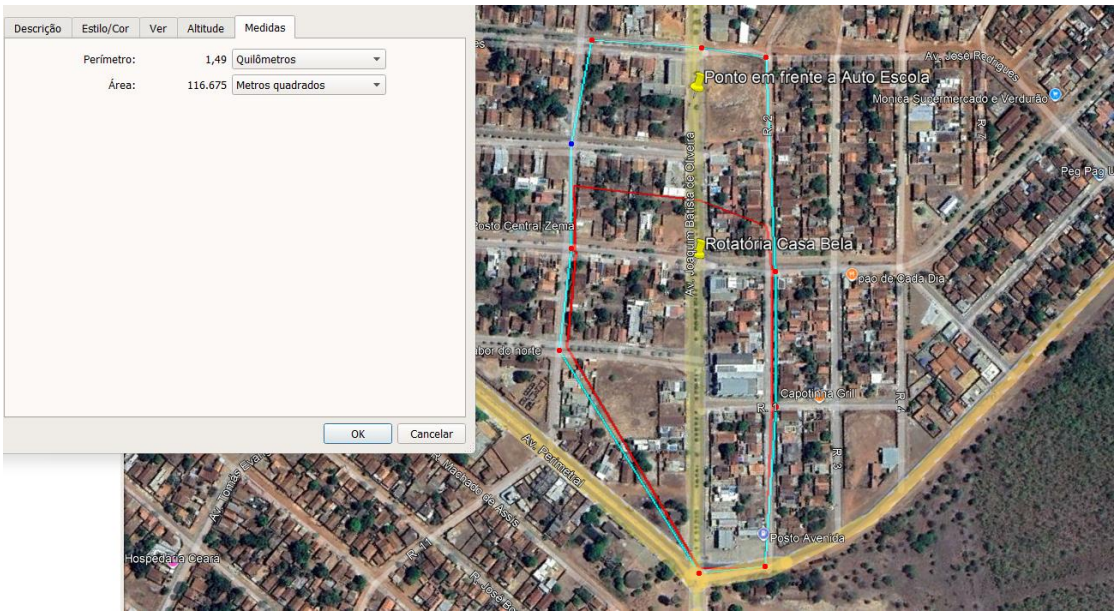
Revista Multidisciplinar do Nordeste Mineiro, v.09, 2025
ISSN 2178-6925
DOI: 10.61164/rmnm.v9i1.3954

Figura 3 - Perímetro e área da bacia de contribuição – Ponto A



Fonte: Google Earth, 2025.

Figura 4 - Perímetro e área da bacia de contribuição – Ponto B



Fonte: Google Earth, 2025.

A topografia da região também foi analisada por meio da ferramenta, identificando os desníveis dos terrenos: 832,06 m no Ponto A e 1.163,83 m no Ponto B (Figura 5).

Revista Multidisciplinar do Nordeste Mineiro, v.09, 2025
ISSN 2178-6925
DOI: 10.61164/rmnm.v9i1.3954

Figura 5 - Desníveis nos Pontos A e B



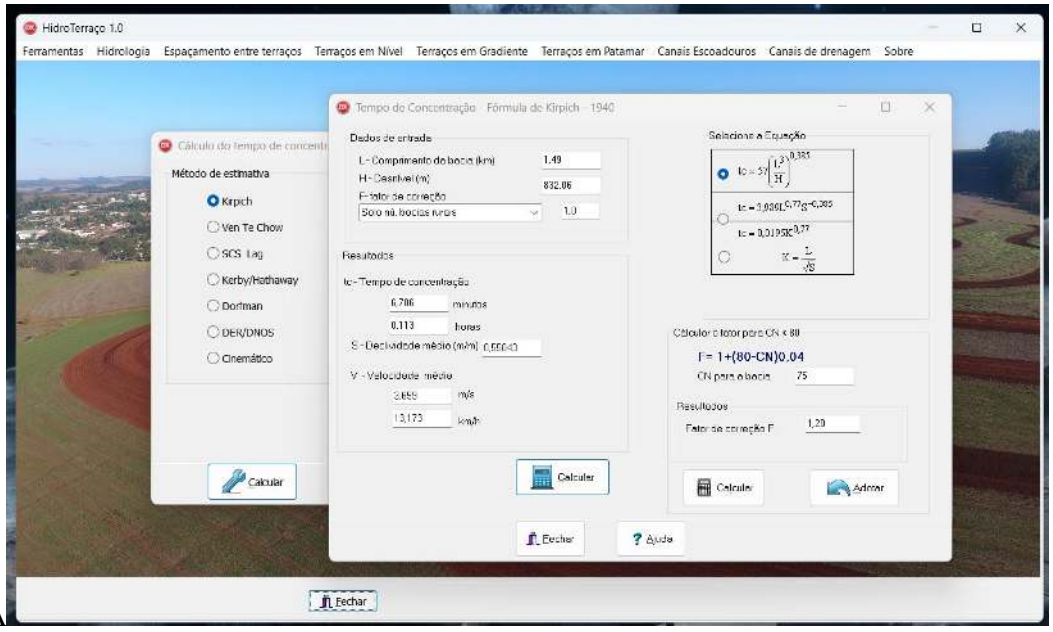
Fonte: Google Earth, 2025.

$$tc\ (Ponto\ A) = 57 * \left(\frac{1{,}15^3}{832{,}06}\right)^{0{,}385} = \mathbf{5{,}03\ min}$$

$$tc\ (Ponto\ B) = 57 * \left(\frac{1{,}49^3}{832{,}06}\right)^{0{,}385} = \mathbf{6{,}79\ min}$$

O tempo de concentração da chuva foi estimado com auxílio do software HidroTerraço 1.0, cujos resultados são apresentados nas Figuras 6 e 7.

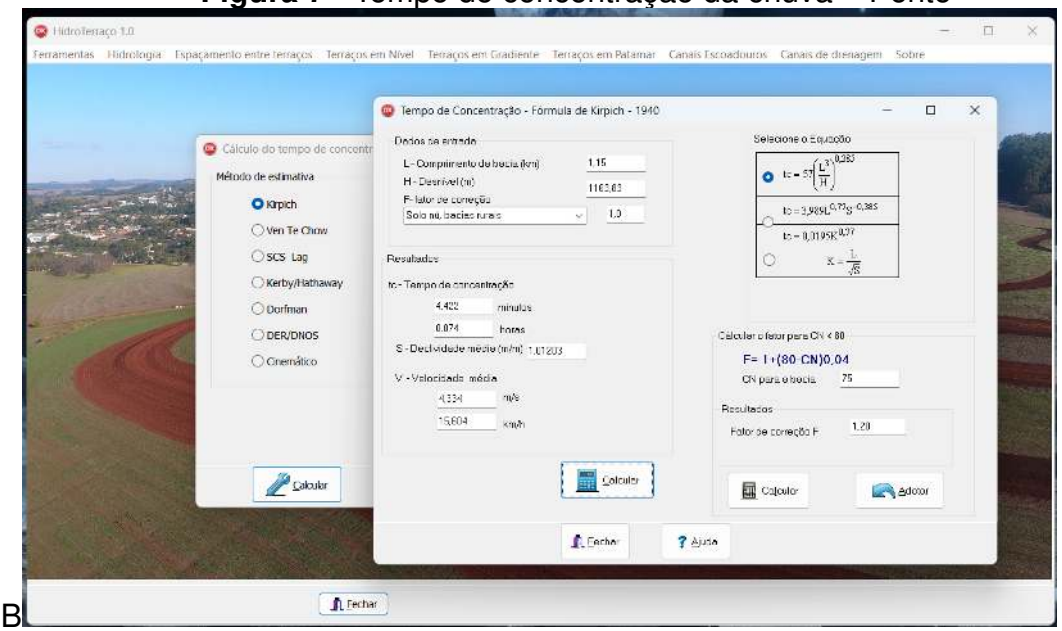
Figura 6 - Tempo de concentração da chuva – Ponto



Fonte: HidroTerraço 1.0, 2024.

Revista Multidisciplinar do Nordeste Mineiro, v.09, 2025
ISSN 2178-6925
DOI: 10.61164/rmnm.v9i1.3954

Figura 7 - Tempo de concentração da chuva – Ponto



Fonte: HidroTerraço 1.0, 2024.

O período de retorno adotado foi de 5 anos, conforme o Manual de Hidrologia Básica do DNIT (2005), indicado na Figura 8.

Figura 8 - Período de retorno recomendado para drenagem superficial

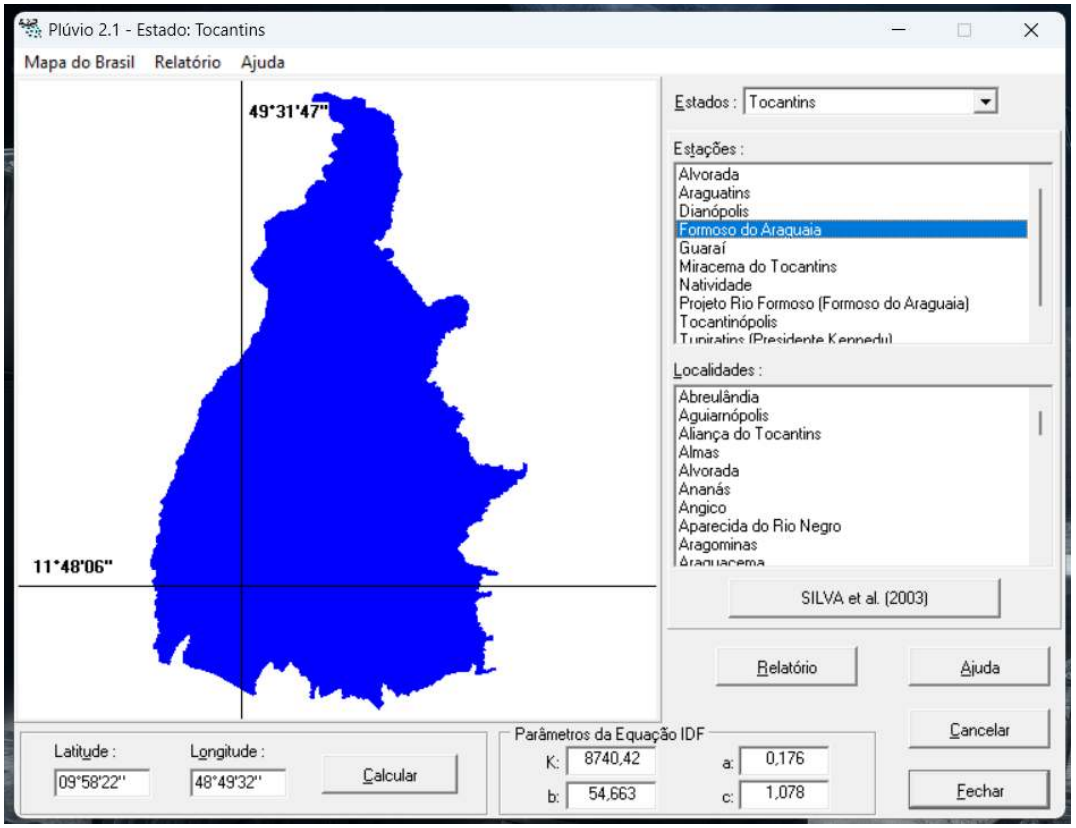
OBRAS	TR ADOTADO	FUNCIONAMENTO
Drenagem profunda e subsuperficial	10 anos	
Dispositivos de drenagem superficial	5 anos	Canal
Bueiros tubulares e Celulares	15 anos	Canal
Verificação de Bueiros tubulares e Celulares	25 anos	Orifício
Ponte, pontilhão	50 a 100 anos	Canal

Fonte: DNIT, 2025.

Com base nos parâmetros locais obtidos por meio do software Plúvio 2.1, foram definidos os coeficientes "a", "b", "K" e "c", representados na Figura 9.

Revista Multidisciplinar do Nordeste Mineiro, v.09, 2025
ISSN 2178-6925
DOI: 10.61164/rmnm.v9i1.3954

Figura 9 - Parâmetros locais definidos no Plúvio 2.1



Fonte: Plúvio 2.1, 2025.

$$I = \frac{8740{,}42 * 5^{0{,}176}}{(21{,}87 + 54{,}663)^{1{,}078}} = \mathbf{108{,}08\ mm/h}$$

A área de contribuição foi delimitada com base nas dimensões das ruas e trechos adjacentes, conforme as imagens anteriormente apresentadas.

$$A\ (Ponto\ A) = 180\ m * 16\ m = \mathbf{2880\ m^2}$$

$$A\ (Ponto\ B) = 252\ m * 16\ m = \mathbf{4032\ m^2}$$

Para a determinação do coeficiente de escoamento superficial, foi utilizada a Tabela de Coeficientes de Rugosidade (Figura 10).

Revista Multidisciplinar do Nordeste Mineiro, v.09, 2025
ISSN 2178-6925
DOI: 10.61164/rmnm.v9i1.3954

Figura 10 - Valores do coeficiente de escoamento superficial.

Tipo de Superfície	Valor Recomendado	Faixa de Variação
Concreto, asfalto e telhado	0,95	0,90 – 0,95
Paralelepípedo	0,70	0,58 – 0,81
Blockets	0,78	0,70 – 0,89
Concreto e asfalto poroso	0,03	0,02 – 0,05
Solo compactado	0,66	0,59 – 0,79
Matas, parques e campos de esporte	0,10	0,05 – 0,20
Grama solo arenoso	0,10	0,08 – 0,18
Grama solo argiloso	0,20	0,15 – 0,30

Fonte: RODRIGUES, Camila Ribeiro, 2024.

$$Q\ (Ponto\ A) = 0{,}278 * 0{,}90 * 108{,}08 * 0{,}0029 = \mathbf{0{,}078\ m^3/s}$$

$$Q\ (Ponto\ B) = 0{,}278 * 0{,}90 * 108{,}08 * 0{,}004032 = \mathbf{0{,}109\ m^3/s}$$

Com base nos cálculos realizados e nas análises hidrológicas descritas na metodologia, foram organizadas as principais informações referentes aos dois pontos críticos de drenagem urbana estudados. A Tabela 1 apresenta os valores de área de contribuição, tempo de concentração e vazão máxima.

Tabela 1 - Características hidrológicas dos pontos críticos de drenagem analisados

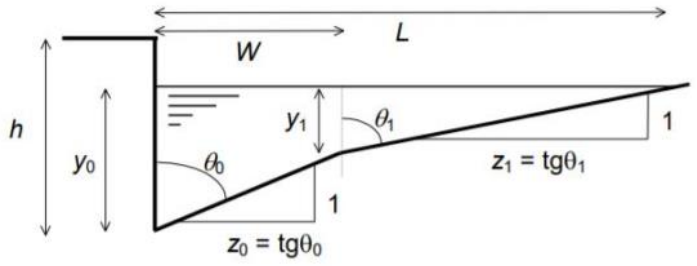
Ponto	Área da Bacia de Contribuição (m²)	Tempo de Concentração (min)	Vazão Máxima (m³/s)
A	2880	5,03	0,078
B	4032	6,79	0,109

Fonte: Autoria própria.

As dimensões da sarjeta foram estabelecidas com base em padrões técnicos apresentados na Figura 11.

Revista Multidisciplinar do Nordeste Mineiro, v.09, 2025
ISSN 2178-6925
DOI: 10.61164/rmnm.v9i1.3954

Figura 11 - Dimensões padronizadas de uma sarjeta.



Profundidade máxima	h = 15 cm
Lâmina d'água máxima maximorum	y = 15 cm
Lâmina d'água máxima para evitar transbordamento	y_0= 13 cm
Largura	W = 60 cm
Declividade mínima	I = 0,004 m/m
Velocidade mínima do escoamento	vmin = 0,75 m/s
Velocidade máxima do escoamento	vmax = 3,50 m/s

Fonte: RODRIGUES, Camila Ribeiro, 2024.

$$Área\ do\ triângulo = \frac{0{,}16\ m * 0{,}60\ m}{2} = \mathbf{0{,}048\ m^2}$$

$$Hipotenusa\ do\ triângulo = \sqrt{0{,}16^2 + 0{,}60^2} = \mathbf{0{,}62\ m}$$

$$Raio = \frac{0{,}048}{0{,}62} = \mathbf{0{,}077\ m}$$

Por fim, foram realizados os cálculos da vazão máxima escoada para os pontos analisados, permitindo avaliar a suficiência do sistema existente e identificar possíveis necessidades de adequação futura.

$$Q = \frac{1}{0{,}016} * 0{,}077^{\frac{2}{3}} * 0{,}048 * 0{,}01^{\frac{1}{2}} = \mathbf{0{,}054\ m^3/s}$$

Os valores de vazão obtidos 0,078 m³/s no Ponto A e 0,109 m³/s no Ponto B indicam um escoamento superficial significativo, especialmente considerando que o trecho analisado está inserido em uma área urbana com alto grau de impermeabilização. Ambos os valores superam a capacidade máxima de

ISSN 2178-6925
DOI: 10.61164/rmnm.v9i1.3954

escoamento da sarjeta existente, estimada em 0,054 m³/s, o que evidencia sua insuficiência para conduzir adequadamente as águas pluviais geradas na bacia.

A elevada vazão observada, principalmente no Ponto B, aliada à ausência de dispositivos de captação, como bocas de lobo ou grelhas, compromete a eficiência do sistema de drenagem e favorece a ocorrência de alagamentos recorrentes. De acordo com o Manual de Drenagem de Rodovias do DNIT (2006), quando a velocidade de escoamento ultrapassa a máxima permissível isto é, o limite crítico de erosão, é necessário adotar dissipadores de energia ou reduzir o espaçamento entre as saídas d'água, a fim de controlar a altura da lâmina e manter a velocidade dentro de parâmetros seguros.

Nesse contexto, a análise reforça a urgência de melhorias estruturais, evidenciando a necessidade de implantação de um sistema complementar de microdrenagem que possibilite maior eficiência hidráulica e segurança no escoamento das águas pluviais.

5. Conclusão

Com base nos resultados obtidos, observou-se que a vazão máxima calculada foi de 0,078 m³/s no ponto A e 0,109 m³/s no ponto B, valores que indicam uma significativa contribuição de escoamento superficial, considerando as características urbanas da área analisada. Esses dados demonstram que os dispositivos existentes, como as sarjetas, não são suficientes para conduzir adequadamente o volume de água gerado durante os eventos de chuva, especialmente em períodos de maior intensidade pluviométrica.

Diante desse cenário, constata-se a necessidade de intervenções no sistema de microdrenagem, como a implantação de bocas de lobo em locais estratégicos, ampliação das seções de escoamento e adequação do perfil longitudinal das vias. Essas medidas são essenciais para aumentar a capacidade de captação e condução das águas pluviais, reduzindo os pontos de acúmulo e melhorando a eficiência hidráulica da infraestrutura urbana existente.

Além das medidas estruturais, é fundamental que o poder público municipal, por meio da Secretaria de Infraestrutura ou órgão competente, implante

ISSN 2178-6925
DOI: 10.61164/rmnm.v9i1.3954

um plano contínuo de monitoramento das áreas críticas, com atualizações periódicas e manutenção dos sistemas de drenagem. Recomenda-se, ainda, o desenvolvimento de campanhas de educação ambiental voltadas à população local, com orientações sobre o descarte correto de resíduos sólidos, que frequentemente contribuem para a obstrução dos dispositivos de captação.

Portanto, este estudo oferece não apenas um diagnóstico técnico das deficiências do sistema atual, mas também serve de base para ações de planejamento urbano mais eficazes, com foco na redução dos impactos causados pelas chuvas sobre a infraestrutura, o tráfego urbano e a segurança da população. Espera-se que os dados e análises aqui apresentados possam subsidiar decisões futuras para o aprimoramento da infraestrutura de drenagem pluvial em Formoso do Araguaia.

Referências

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO (ANA). Qualidade da água. Brasília: ANA. Disponível em: <https://www.gov.br/ana/pt-br/assuntos/monitoramento-e-eventos-criticos/qualidade-da-agua>. Acesso em: 26 abril. 2024.

ALMEIDA, D. S; COSTA, I. T. A Drenagem urbana das águas pluvias e sua relação com o meio ambiente e a saúde pública no município de Santana. Macapá: UNIFAP, 2014. Disponível em: <https://www2.unifap.br/cambientais/files/2014/08/A-DRENAGEM-URBANA-DAS-%C3%81GUAS-PLUVIAS-E-SUA-RELA%C3%87%C3%83O-COM-O-MEIO-AMBIENTE-E-A-SA%C3%9ADE-P%C3%9ABLICA-NO-MUNIC%C3%8DPIO-DE-SANTANA.pdf>. Acesso em: 19 abril. 2024.

ALMEIDA, I. C. Sistemas Sustentáveis de Drenagem Urbana: uma proposta para a bacia hidrográfica do córrego São Pedro, em Juiz de Fora -MG. JUIZ DE FORA, 2020. Disponível em: <https://www2.ufjf.br/engsanitariaeambiental//files/2020/10/TFC2-Isis-de-Castro-

Almeida1.pdf>. Acesso em: 28 abril. 2024.

BRASIL. Lei no 11.445, de 5 de janeiro de 2007. Estabelece as diretrizes nacionais para o saneamento básico; cria o Comitê Interministerial de Saneamento Básico; altera as Leis nos 6.766, de 19 de dezembro de 1979, 8.666, de 21 de junho de 1993, e 8.987, de 13 de fevereiro de 1995; e revoga a Lei no 6.528, de 11 de maio de 1978. Brasília: Congresso Nacional, 2007.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES (DNIT). Manual de drenagem de rodovias. 2. ed. Rio de Janeiro: Instituto de Pesquisas Rodoviárias, 2006. 333 p. (Publicação IPR-724). Disponível em: https://www.gov.br/dnit/pt-br/assuntos/planejamento-e-pesquisa/ipr/coletanea-de-manuais/vigentes/724_manual_drenagem_rodovias.pdf. Acesso em: 25 abril. 2025.

DRENAGEM E MANEJO DAS ÁGUAS PLUVIAIS URBANAS. Brasília: FUNASA, 2006. 408 p. **(Cadernos Temáticos de Saneamento Básico)**. Disponível em: https://www.funasa.gov.br/documents/20182/300120/Drenagem+e+Manejo+das+%C3%81guas+Pluviais+Urbanas.pdf/72c03623-99ee-40d8-b1e8-107c182daf8e?version=1.0. Acesso em: 19 de abril. 2024.

GALLINA, E. B. Avaliação do custo na implantação de poços de visita e caixas de inspeção de concreto e PEAD em redes coletoras de esgotamento sanitário: um estudo de caso. **Repositorio Universitário da Ânima (RUNA)**, p. 57, 2018. Disponível em: https://repositorio.animaeducacao.com.br/items/2011b454-84c2-4e33-9cc1-f7621df9dbba. Acesso em: 25 abril. 2024.

HERNANI, L. et al. A Erosão e seu Impacto. Rio de Janeiro: **Embrapa Solos**, 2002. Cap. 5, p. 47–60. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/1124240/1/A-erosao-e-seu-impacto-2002.pdf>. Acesso em: 27 abril. 2024.

JÚNIOR, J. DE M. S. et al. Modelagem de Sistema de Drenagem com Desenvolvimento de Baixo Impacto (LID). **Cadernos de Arquitetura e Urbanismo. Paranoá**, v. 16, n. 34, p. 1–21, 22 ago. 2023. Disponível em: https://periodicos.unb.br/index.php/paranoa/article/view/47384/38371. Acesso em: 30 abril. 2024.

MANUAL DE DRENAGEM E MANEJO DE ÁGUAS PLUVIAIS URBANAS DO DISTRITO FEDERAL. 2. ed. Brasília: ADASA; UNESCO, 2023. 324 p. ISBN 978-65-992701-1-6. Disponível em: https://www.adasa.df.gov.br/images/storage/area_de_atuacao/drenagem_urbana/regula%C3%A7%C3%A3o/Manual_de_drenagem_e_manejo_de_aguas_urbanas/Manual_Drenagem_Adasa_Digital.pdf Acesso em: 10 maio. 2025.

MANUAL DE DRENAGEM URBANA. Versão 1.0. Curitiba: **SUDERHSA**; CH2M HILL, 2002. Disponível em: https://www.iat.pr.gov.br/sites/agua-terra/arquivos_restritos/files/documento/2020-07/mdu_versao01.pdf. Acesso em: 10 maio 2025.

NASCIMENTO, M. A. L. S. Erosões urbanas em goiânia**. Boletim Goiano de Geografia**, Goiânia, v. 14, n. 1, p. 76–101, 2008. Disponível em: https://revistas.ufg.br/bgg/article/view/4334. Acesso em: 26 abril. 2024.

NASCIMENTO, G. O. A importância do sistema de drenagem urbana: um estudo de caso na cidade de Rio Real - Bahia. **Repositório Universitário da Ânima (RUNA)**. 14 dez, 2021. Disponível em: https://repositorio.animaeducacao.com.br/items/7cc96b91-3347-4b1b-883a-6c8ebb29166b. Acesso em: 26 abril. 2024.

OLIVAL, C. et al. Sistemas de drenagem sustentáveis. **Escola Politécnica da Universidade de São Paulo**, 2017. Disponível em: https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/4148202/mod_resource/content/1/GRUPO%20F_RELATORIO_FINAL.pdf. Acesso em: 27 abril. 2024.

SANTOS, Laércio. Modelos Hidráulicos-hidrológicos: Conceitos e Aplicações. RBGF- Revista Brasileira de Geografia Física, Recife-PE, ano 2009, v. 2, n. 3, p. 3, 20 maio 2009. Disponível em: https://periodicos.ufpe.br/revistas/rbgfe/article/viewFile/232624/26638. Acesso em: 28 abril. 2024.

SÃO PAULO. Secretaria de Vias Públicas. Superintendência de Projetos e Obras. DP-H16: Diretrizes de projeto para macrodrenagem. São Paulo: Prefeitura do Município de São Paulo, 1999. Disponível em: https://www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/upload/infraestrutura/arquivos/dp_h16_diretrizes_de_projetos_para_macrodrenagem.pdf. Acesso em: 26 abril. 2025.

SILVA, Rodrigo. MICRODRENAGEM: ESTUDO DE CASO DA AVENIDA TANCREDO NEVES COM A RUA PERNAMBUCO, NO MUNICÍPIO DE SÃO GONÇALO DO SAPUCAÍ – MG. Disponível em: http://repositorio.unis.edu.br/bitstream/prefix/159/1/TCC%202%20FINAL.pdf%20%283%29%20%281%29.pdf. Acesso em: 26 abril. 2024.

SUMIE, P. et al. Análise dos fatores de influência dos processos erosivos, a partir do estudo da feição da Quinta da Bela Olinda, na cidade de Bauru/SP. Congresso Luso-brasileiro para o Planejamento Urbano, Regional, Integrado e Sustentável, 2021. Disponível em: <https://pluris2020.faac.unesp.br/Paper1245.pdf>. Acesso em: 27 abril. 2024.

TUCCI, C. E. M. et al. Drenagem urbana. Porto Alegre. Disponível em: https://www.academia.edu/88304820/_Tucci_Porto_e_Barros_2005_Drenagem_Urbana?uc-sb-sw=5817249. Acesso em: 19 abril. 2024.

SILVA, B. L. S. et al. Conjunto de Drenagem Urbana nas idades e sua importância na redução de inundações e enchentes. Revista Pesquisa e Ação, v. 5, n. 2, p.

ISSN 2178-6925
DOI: 10.61164/rmnm.v9i1.3954

205–227, jul. 2019. Disponível em:
https://revistas.brazcubas.br/index.php/pesquisa/article/view/693/730. Acesso em:
24 abril. 2024.