



ISSN: 2230-9926

Available online at <http://www.journalijdr.com>

# IJDR

International Journal of Development Research  
Vol. 12, Issue, 06, pp. 56556-56561, June, 2022



RESEARCH ARTICLE

OPEN ACCESS

## ANÁLISE DOS EFEITOS DO ESCOAMENTO SUPERFICIAL NA SUB BACIA URBANIZADA DO CÓRREGO MUTUCA EM GURUPI-TO

Cleyton Cosme Vieira Farias\*, Patrick Castelo Branco Santana and Luara de Carvalho Silva Gama

Discentes do curso de Engenharia Civil Universidade de Gurupi, UNIRG

### ARTICLE INFO

#### Article History:

Received 10<sup>th</sup> March, 2022  
Received in revised form  
13<sup>th</sup> April, 2022  
Accepted 20<sup>th</sup> May, 2022  
Published online 22<sup>nd</sup> June, 2022

#### Key Words:

Drenagem,  
Urbanização,  
Saneamento, Erosão.

#### \*Corresponding author:

Cleyton Cosme Vieira Farias

### ABSTRACT

A drenagem urbana é um conjunto de ações de infraestrutura e operação que têm como objetivo reduzir a possibilidade de inundações e alagamentos e viabilizar o desenvolvimento urbano de forma harmônica, articulada e sustentável, diminuindo os riscos a que a sociedade está sujeita em relação ao incorreto gerenciamento das águas pluviais. Em virtude da urbanização que cresce de forma acelerada, ocupando espaços naturais, como vegetações, ocasionando um desequilíbrio do ciclo hidrológico, pelas áreas impermeáveis, que expandem o volume e a velocidade do escoamento superficial. Logo, com a intenção de diminuir este tipo de ocorrência, se faz imprescindível a implantação de métodos que reduzam o escoamento superficial, devolvendo ao solo a sua capacidade de infiltração, em substituição as superfícies impermeáveis. A cidade de Gurupi-TO, encontra-se em amplo desenvolvimento e faz-se necessários estudos que proporcionem demonstrar formas mais efetivas, para solucionar problemas encontrados em parte do córrego Mutuca, para atenuar os impactos ocasionados à jusante, diminuir a intensidade do escoamento superficial, retardando o tempo da vazão das águas pluviais a montante e consequentemente melhorando a drenagem urbana.

Copyright © 2022, Cleyton Cosme Vieira Farias et al. This is an open access article distributed under the Creative Commons Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

Citation: Cleyton Cosme Vieira Farias, Patrick Castelo Branco Santana and Luara de Carvalho Silva Gama. "Análise dos efeitos do escoamento superficial na sub bacia urbanizada do córrego mutuca em gurupi-to", *International Journal of Development Research*, 12, (06), 56556-56561.

## INTRODUCTION

TA Lei nº 11445, de 05 de janeiro de 2007 estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico no país e delimita o Saneamento Básico como o conjunto de serviços, infraestruturas e operações de limpeza urbana, transporte, manejo de resíduos e drenagem de águas pluviais nas áreas urbanas (BRASIL, 2007). A drenagem urbana é um conjunto de ações de infraestrutura e operação que têm como objetivo reduzir a possibilidade de inundações e alagamentos e viabilizar o desenvolvimento urbano de forma harmônica, articulada e sustentável, diminuindo os riscos a que a sociedade está sujeita em relação ao incorreto gerenciamento das águas pluviais. Ou seja, a drenagem urbana nada mais é do que o monitoramento da água da chuva que escoar no meio urbano (Miguéz et al., 2016). O crescimento significativo da população urbana nas últimas décadas é sentido sobretudo na área de gestão das águas urbanas, a qual envolve o conjunto de ações ligadas a redes de água, esgoto e drenagem. As mudanças no meio urbano provocadas pelo aumento da urbanização, afetam diretamente o desempenho da bacia hidrográfica. A extensão de áreas impenetráveis em centros urbanos causa, dentre outros princípios, o aumento da temperatura, a diminuição do tempo de

concentração e o aumento da vazão de pico do escoamento superficial (Neto et al, 2021). O escoamento superficial ou escoamento direto é uma das principais variáveis que influenciam no regime hidrológico dos canais fluviais; é um dos principais modeladores do relevo, influenciando diretamente na produção de sedimentos em uma bacia hidrográfica e agravamento dos sistemas fluviais (Santos et al, 2014). O conhecimento das características do escoamento superficial de uma bacia hidrográfica é fundamental para a análise agroambiental da bacia e para a gestão dos seus recursos naturais (Lelis, 2011). A expansão urbana inevitavelmente leva à conversão de terrenos não urbanos em áreas construídas, resultando em um aumento significativo na proporção de superfícies impermeáveis de estradas, coberturas, estacionamentos e outras superfícies urbanas (Braud et al., 2013). Segundo Zhang et al., (2015), diversos estudos têm demonstrado que o risco de inundação e o aumento da erosão em uma área urbana pode ser parcialmente atribuído à rápida substituição dos ecossistemas naturais por superfícies urbanas impermeáveis, os quais são responsáveis por uma contaminação dos mananciais superficiais e subterrâneos com os efluentes urbanos, inundações nas áreas urbanas devido à impermeabilização das superfícies, canalização do escoamento pluvial, erosão e sedimentação gerando áreas degradadas.

O processo de assoreamento que é o acúmulo de sedimentos, lixo e outros materiais levados até o leito dos cursos d'água pela ação da chuva, do vento ou do ser humano, em uma bacia hidrográfica encontra-se intimamente, relacionado aos processos erosivos. Assoreamento e erosão são dois processos diretamente proporcionais na dinâmica da bacia hidrográfica (Botelho, 2007). De acordo com Salomão (2007), erosão é um processo de transporte de solos, cujo os principais agentes nos centros urbanos são causados pelas águas e intensificado pela ação do homem, por meio de modificações da cobertura vegetal, seja pelo desmatamento, remoção de encostas, pela ocupação desordenada, aumento das áreas impermeabilizadas, ou criação de caminhos preferenciais pela construção de vias de acesso. Os parâmetros resultantes do diagnóstico quanto à situação da drenagem de um corpo hídrico, a exemplo o córrego Mutuca, localizado no município de Gurupi, estado do Tocantins, já bastante antropizado, assume fundamental importância no processo de revisão de medidas de infraestrutura urbana, e contribuição com a melhoria do cenário antes de seu comprometimento irreversível. (Bessa *et al.*, 2016). Localizado às margens da BR-153, o Município de Gurupi é considerado um dos principais do Estado do Tocantins, e possui um Plano Municipal de Saneamento Básico (PMSB) datado de 2017. Como os PMSB's acompanham a atualização do Plano Plurianual, espera-se que o PMSB de Gurupi passe por processos de atualização, o que torna ainda mais necessária a realização de estudos atuais que possam auxiliar essa atualização (Gurupi, 2017). Desta maneira, esse estudo tem como objetivo analisar os efeitos do escoamento superficial presentes na sub-bacia urbanizada do Córrego Mutuca do município de Gurupi-TO, destacando os processos erosivos e de assoreamento e as possíveis causas destes problemas.

## REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

**SANEAMENTO BÁSICO NO BRASIL:** O saneamento básico é entendido como uma série de medidas que visam manter ou modificar as condições ambientais com o objetivo de promover a saúde e melhorar a qualidade de vida da população e a produtividade dos indivíduos e contribuir para a eficiência das atividades econômicas (Sartori, 2016). No Brasil, o saneamento básico é um direito garantido pela Carta Magna e definido pela Lei 11.445/2007, que em seu artigo 3º considera o saneamento como o conjunto de serviços, infraestruturas e instalações operacionais para o abastecimento de água potável, composto pelas atividades, infraestruturas e instalações necessárias à rede pública de abastecimento de água potável, desde o registro às ligações das habitações e aos dispositivos de medição correspondentes. O saneamento básico é um fator essencial para um país ser chamado de desenvolvido. A falta de serviços de água tratada, coleta e tratamento de esgoto aumenta a mortalidade infantil, prejudica o turismo e desvaloriza os imóveis, além de poluir os recursos hídricos (Sartori, 2016). No Brasil, em 2017, 83,3% dos brasileiros eram abastecidos com água tratada. A região Sudeste possuía 91,16% do abastecimento total de água; o Norte, por outro lado, tinha índice de 56,9%. Ainda em 2017, Centro-Oeste tratava 50,22% dos efluentes, que será a região com melhor desempenho, seguido pelo Sudeste com 47,39%, Sul 41,43%, Nordeste 32,11% e a pior situação entre todas as regiões do Norte com apenas 16,42% dos efluentes tratados com taxa global de atendimento de 8,66%. Com o Marco do Saneamento instituído em 2020, essa situação tende a ser alterada. (Trata Brasil, 2017). A Constituição Federal de 1988 apresenta que no saneamento deve ser generalizado, ou seja, um direito de todos, mas a disparidade na obtenção de serviços de saneamento básico no Brasil é notória. Percebe-se que as regiões economicamente mais ricas ou com maior população recebem o maior percentual de serviços, enquanto as regiões mais pobres e com menor índice populacional sofrem com a escassez de serviços e recursos relacionados à drenagem urbana, acesso à água tratada, coleta e tratamento de efluentes e disposição de resíduos sólidos.

**DRENAGEM URBANA:** A drenagem urbana é um conjunto de medidas que visam minimizar os riscos à população, reduzir os danos

causados pelas enchentes e possibilitar um desenvolvimento urbano harmonioso, articulado e sustentável. Em outras palavras, a drenagem nada mais é do que o gerenciamento das águas pluviais que escoam no meio urbano (Conserva, 2019). No Brasil, os transtornos causados pelas enchentes urbanas se tornaram crônicos principalmente pela falta de planejamento, tanto da gerência quanto dos projetos de engenharia. Esta filosofia reflete no planejamento de engenheiros de que, uma boa drenagem permite escoar rapidamente a água precipitada sobre a área de intervenção e os erros ocasionados têm produzido custos relevantes para a sociedade como um todo. A melhor drenagem é a que drena o escoamento sem promover impactos no local nem a jusante (Renata *et al.*, 2018). Segundo Botelho (2007), uma bacia hidrográfica ou bacia de drenagem é a área de superfície terrestre drenada por um rio principal e seus afluentes, delimitada por bacias hidrográficas. A bacia hidrográfica é uma área ou região de drenagem que pode ser delimitada a partir da definição de sua saída ou ponto de saída em base cartográfica contendo cotas altimétricas. Também é possível delimitar bacias a partir de imagens de satélite. Para Andrade (2004), as inundações podem ser combatidas de duas formas: uma voltada para a redução da ocorrência (medidas estruturais) e outra voltada para a redução dos danos (medidas não estruturais). As medidas não estruturais geralmente têm custos mais baixos em comparação com as medidas estruturais.

De acordo com Renata *et al.*, (2018), as medidas estruturais acarretam custos mais elevados do que as medidas não estruturais. Dependendo das características do rio, do benefício para reduzir as inundações e dos aspectos sociais de seu impacto, deve-se definir a solução ideal para cada caso. Certamente, para qualquer situação, medidas estruturais e não estruturais podem ser combinadas para uma melhor solução. De qualquer forma, o processo de governança começa com a regulamentação do uso do solo urbano por meio de um plano diretor que leva em conta o estudo das enchentes (Renata *et al.*, 2018). Segundo a Constituição Federal, as medidas de combate às enchentes são responsabilidade da União. No entanto, a Constituição de 1988 aumentou a autonomia municipal em áreas como habitação, saneamento, meio ambiente, e algumas das ações não estruturais são realizadas pela prefeitura (Tucci *et al.*, 2000). Conforme Andrade (2004), são exemplos de medidas não estruturais: zoneamento de áreas de risco, ordenamento do território, sistemas de previsão e alerta, seguro contra enchentes, mas também projetos de conscientização e educação ambiental da população. Infelizmente, no Brasil, essas leis de uso e ocupação do solo são limitadas ao seu surgimento e não são efetivamente APLICADAS por falta de fiscalização. As características do conjunto habitacional brasileiro, com lotes pequenos e fortemente urbanizados, tendem a expandir e aumentar tais controles tornando-os mais difícil. Segundo Carvalho (2020), controle de enchentes urbanas é um processo permanente que deve ser mantido pelas comunidades para reduzir os custos sociais e econômicos do impacto. O controle não deve ser visto como um ato isolado, seja no tempo ou no espaço, mas como uma atividade da qual a sociedade como um todo deve participar continuamente. Em conformidade com Everlyn *et al.* (2018), existem outros efeitos decorrentes de planejamento inadequado dos sistemas de drenagem urbana, tais como: o aumento da produção de sedimentos e deterioração da qualidade da água devido ao descarte inadequado de esgotos, águas pluviais e resíduos sólidos nas cidades. Os métodos adotados para o controle variam de acordo com as indispensabilidades de cada local, métodos essenciais envolvem desde resultados individuais até soluções de grande porte, tais como: manutenção de áreas permeáveis dentro dos lotes, cobertura com lona e sacas de areia e até barragens (macro drenagem), passando por métodos de micro drenagem e pavimentação (Everlyn, *et al.*, 2018).

**MICRODRENAGEM E MACRODRENAGEM:** De acordo Lins, Talvanes *et al.*, (2020) a micro drenagem, é determinada pelo sistema de condutos pluviais no loteamento ou na rede primária urbana. Instalada em pontos apropriados para coleta e transportes das águas pluviais até a estrutura de lançamento final (ELF) que podem ser os canais, córregos ou rios. A macro drenagem compreende as GAPs (galerias de águas pluviais) de grande porte (superiores a 1,0 m de diâmetro ou equivalente) e os canais receptores das águas coletadas

pela microdrenagem (bacias geralmente com área superior a 2 km<sup>2</sup>), onde o escoamento ocorre na drenagem de áreas urbanizadas e não urbanizadas (FEAM, 2006). Para eliminação de inundações a montante é comum drenar a área impactada através de condutos pluviais até um coletor principal ou riacho urbano. Isto, transfere o problema para as redes principais ou para a macrodrenagem. Para evitar a transferência deste acréscimo de vazão máxima, volume ou material sólido utiliza-se alguns dispositivos de acordo com o objetivo do controle desejado, tais como: tanques, lagos, e pequenos reservatórios abertos ou enterrados, com a finalidade de detenção ou retenção de água (Lins, Talvanes et., al, 2020). O planejamento da macrodrenagem permite aumentar a sustentabilidade e impede a transferência de impactos dentro da bacia. Sendo diferenciadas em duas situações: Bacia desenvolvida com loteamentos implantados e bacia em estágio rural (SO/DF, 2009).

**URBANIZAÇÃO:** A revolução industrial ocorrida no final do século XVIII foi o ponto de partida para o modelo de urbanização que conhecemos hoje. Essas mudanças não afetaram apenas a dinâmica do trabalho, mas também impactaram diretamente na extração de recursos naturais, que eram explorados e lavrados sem consciência ambiental. Além disso, a urbanização acelerada afetou diretamente as condições de vida da classe trabalhadora, pois os centros urbanos da época não conseguiam acomodar essa população, gerando problemas como falta de saneamento básico, poluição do ar e moradia precária (Silva & Travassos, 2012). No Brasil, o processo de urbanização só se intensificou em meados do século XX com a política de desenvolvimento do governo Juscelino Kubitschek. A partir da década de 1950, o país passou por um processo de industrialização que contribuiu para a urbanização das grandes cidades (Botega, 2007). O processo de ocupação urbana aliado ao uso intensivo do solo traz diversas consequências para o ambiente natural. A destruição de florestas para a construção de assentamentos, a impermeabilização do solo para construção civil e a ocupação de áreas de risco são alguns dos fatores que contribuem para a degradação ambiental (Carrizo & Baccaro, 2000). Embora os problemas ambientais urbanos sejam conhecidos há mais de dois séculos, foi somente na década de 1970 que o problema ganhou pautas de discussão, e foi somente na década de 1990 que o tema ganhou visibilidade, estimulado pelas discussões promovidas pela Organização das Nações Unidas (ONU) (Silva & Travassos, 2012). O crescimento urbano ocorrido nas últimas décadas transformou o Brasil em um País essencialmente urbano – 81,3% da população é urbana (IBGE, 2001). A densidade habitacional média do País é de 65 habitantes/ha e a população urbana ocupa apenas 0,28% do território do País (EMBRAPA, 2008). A partir do final da década de 1960, o processo de urbanização brasileira cresceu sem um planejamento adequado de infraestrutura para o crescimento populacional (Tucci, 2006). Conseqüentemente, esse processo aumenta a exposição da sociedade a situações como poluição da água, poluição do ar e do solo por produtos nocivos, geração de resíduos e ocupação humana em áreas sujeitas a deslizamentos e inundações (Jatobá, 2011). O aumento das áreas urbanizadas em detrimento das áreas rurais tem se refletido diretamente no escoamento superficial, pois essas áreas apresentam comportamento diferente em termos de infiltração e capacidade de armazenamento de água de chuva. Esta análise é muito importante e tem sido abordada com frequência em estudos de hidrologia urbana. Neste cenário, considera-se que o efeito da urbanização é um dos principais motivos do aumento do potencial de inundação de pequenas bacias hidrográficas urbanas (Santos, 2019).

**EROSÃO:** Nos estudos geológicos, o termo erosão é aplicado aos processos da superfície terrestre (solo ou rocha) pela ação da água, vento, gelo e organismos vivos (plantas e animais) e ação humana. Uma grande parte dos processos erosivos ocorre de forma direta e previsível como resultado de intervenções antrópicas no meio ambiente (Carvalho et al. 2006). Para Chaves et al. (2020), o conceito de erosão é o processo de desgaste do solo, que pode ser causado pela água, vento ou outros. Em geral, os processos erosivos mais críticos nos centros urbanos são causados pela água. Esses processos são acelerados pela ação humana, alterando as propriedades das condições naturais, seja pelo desmatamento, seja pela eliminação de

encostas e ocupação desordenada e irregular das mesmas, aumento de áreas impermeáveis, ou pela criação de vias preferenciais através da construção de vias de acesso.

**PROCESSOS EROSIVOS:** Em suma, os processos são desencadeados pelo impacto de gotas de chuva na superfície do solo, o que promove a quebra de suas partículas, seguida do transporte dessas partículas pelo escoamento superficial. Dois tipos de erosão podem se desenvolver dependendo de como a água flui na terra: erosão laminar e erosão linear (Chaves et al, 2020). A erosão é laminar, ou areal, é causada pelo escoamento difuso de água da chuva que remove gradual e relativamente uniformemente as superfícies horizontais do solo. Este é o tipo de erosão que causa maiores problemas nas áreas rurais, resultando em perda de terras cultiváveis, perda de produtividade, perda de fertilizantes e sementes, além de exigir grandes investimentos em remediação do solo (Verdum et al., 2016). Erosão linear é causada pela concentração de linhas de fluxo de água na superfície, resultando em cumes na superfície da terra que podem se aprofundar e cânions aparecer. Quando os cânions atingem o lençol freático, ocorre o estágio mais severo de erosão linear. Este tipo de escoamento provoca incisões no solo que podem resultar em: sulcos que podem evoluir para ravinas ou voçorocas, dependendo das circunstâncias (Verdum et al, 2016). Os sulcos ocorrem em terrenos irregulares e inclinados, onde as enxurradas se concentram e criam riscos, que podem ou não ser profundos. (BERTONI, 2014). As ravinas como o sulco, é provocada pelo escoamento superficial da água, mais é bem acentuada e normalmente em forma de “V”, é fina e reta e comprida. (Almeida Filho, 2001). Desse modo como as ravinas, as voçorocas se iniciam dos sulcos. Com as estações chuvosas ao longo dos anos, uma grande quantidade de escoamento passa pelos sulcos e são essas grandes concentrações durante um longo período de tempo que resultam no deslocamento de uma grande massa de solo, causando profundas e enormes cavidades. (Bertoni, 2014). Salomão (2007), com a expansão das áreas construídas e pavimentadas a quantidade e a velocidade do escoamento aumentam significativamente e, desde que não seja descarregado, o escoamento concentra e acelera os processos de formação de erosão. A destruição ou entupimento da rede de drenagem agrava ainda mais os problemas causados pela erosão, a ocorrência de inundações, a concentração de poluentes e a perda de capacidade de armazenamento de água de abastecimento. O principal objetivo do controle da erosão urbana é preservar a integridade física de cidades. O fenômeno da erosão envolve problemas socioeconômicos, perda de fertilidade do solo, estradas fechadas e até mesmo lotes inteiros. Uma vez iniciado o processo é facilmente controlável, mas quando atinge maiores proporções é difícil de resolver e envolve enormes custos (Tucci & Genz, 1995).

#### ASSOREAMENTO

O assoreamento é resultado do desequilíbrio entre a entrada de material sedimentar e a capacidade de removê-lo pelos agentes dinâmicos. Em águas caracterizadas por retenção de sedimentos e circulação hidrodinâmica ineficaz, como baías rasas, baías, estuários e lagoas, o processo de assoreamento é potencializado (Oliveira, 2000). Este processo ocorre naturalmente, mas pode ser amplificado por atividades humanas nas proximidades de corpos d'água. As atividades humanas podem contribuir para um aumento na taxa de erosão e assoreamento resultante até cem vezes maior do que em condições geológicas naturais (Cardoso, 2010). Como exemplos de ações antrópicas que agravam o assoreamento podemos citar: a retirada da cobertura vegetal e ocupação do solo devido ao crescimento populacional desenfreado, desmatamento de áreas encostas, despejo de materiais sólidos em corpos hídricos por falta de esgotamento sanitário, extração de areia do leito do rio, entre outros (Echeverria, 2007). Essas práticas humanas contribuem para o aumento da entrada de sedimentos nos ambientes deposicionais aquáticos, alterando o fundo desses corpos d'água, reduzindo sua profundidade e afetando severamente as condições de navegabilidade (Stevens & Ekern, 2003). No Brasil, o crescimento populacional das últimas décadas, aliado ao crescente processo de desenvolvimento urbano e industrial, tem impactado significativamente os recursos naturais,

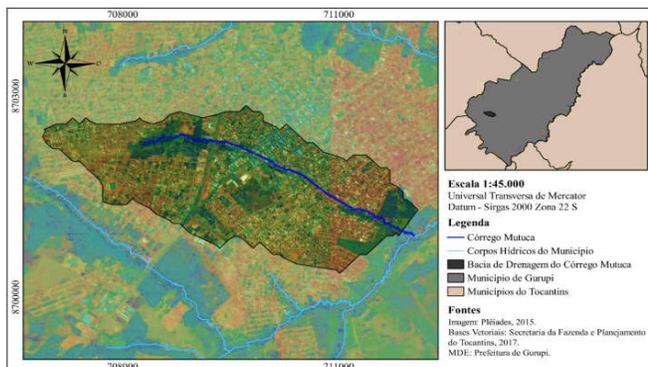
principalmente a água e o solo, aumentando, assim, os processos de erosão, assoreamento e poluição, principalmente nas áreas urbanas. Um impacto frequentemente observado são os processos de assoreamento aos quais os cursos hídricos urbanos estão sujeitos (Echeverria, 2007).

## METODOLOGIA

A metodologia aplicada neste estudo de caso será através de visitas em campo, apresentando dados qualitativos e quantitativos para que haja entendimento da gravidade da situação, cuja a falta do diagnóstico correto sobre este, afeta de forma direta o social, o econômico e a saúde da região estudada. Diagnósticos dos problemas serão aferidos in loco, através de registro fotográfico do terreno. Também serão utilizadas imagens de satélite, a exemplo do google maps, a fim de delimitar o local estudado. Medições diretas das erosões serão feitas com o auxílio da trena e caderneta de campo. Desse modo, pode-se ter a dimensão dos principais problemas referentes a drenagem urbana, com foco na erosão e assoreamento do córrego Mutuca e propor medidas de controle para esse problema.

## RESULTADOS DISCUSSÕES

O município de Gurupi está localizado no sul do estado do Tocantins, a 215 km da capital Palmas, se estende por 1.836,1 km<sup>2</sup> e possui uma população correspondente à cerca de 90.000 hab, conforme estimativas do IBGE em 2021. A hidrografia do município é caracterizada pela presença de muitos cursos d'água, pertencentes à da Bacia Hidrográfica do rio Tocantins, tais como: os rios Santo Antônio e Gurupi. E há a presença de córregos de grande importância para a região, como o Córrego Mutuca, local de análise deste estudo. O Córrego Mutuca tem sua nascente em uma propriedade rural, próxima à área urbanada cidade de Gurupi, e seu curso natural se estende ao longo do perímetro urbano da cidade. Por essa razão, trata-se de uma sub-bacia urbanizada conforme apresentado na Figura 01. Os principais efeitos da urbanização em uma sub-bacia urbanizada são: o aumento do escoamento máximo, a antecipação do pico de cheia e o aumento do volume de escoamento superficial, assoreamentos e erosões ao longo da bacia. O aumento do volume de escoamento superficial pode resultar em alagamentos e são comuns em períodos chuvosos na sub bacia do Córrego Mutuca.



Fonte: Adaptado de Gama; Delmonico; Mendes; Bessa (2020) Plêiades (2015); Tocantins (2017); PMGU (2012).

**Figura 01. Delimitação da Sub-bacia do córrego Mutuca, Gurupi-TO**

Como está inserido em uma região com grande urbanização, o córrego foi canalizado, mas os impactos na infraestrutura decorrentes da urbanização levam à degradação deste curso hídrico. Atualmente, em virtude do grande volume de escoamento superficial como consequência do aumento das áreas impermeáveis no local, encontra-se com processos críticos de erosão e assoreamento. Para a análise do escoamento superficial, dividiu-se o local de estudo em 3 (três)



Fonte: Adaptado do Google Maps (2022)

**Figura 02. Divisão da região estudada**

**PONTO A – CÓRREGO MUTUCA COM RUA K (SETOR UNIÃO IV):** No ponto A, foi constatado que devido a uma grande declividade da rua em direção ao córrego, associada à pavimentação inacabada e drenagem ineficiente, o volume de água e detritos que são depositados no córrego é muito elevado e provoca o aumento de processos erosivos e de assoreamento. Segundo Ferreira *et al* (2005), ao realizarem um diagnóstico ambiental sobre o córrego Mutuca verificaram que a ocupação urbana desordenada às margens do córrego, reflexo do movimento populacional, causaram vários problemas identificados, principalmente relacionados à ausência de matas ciliares em suas margens, que, além da presença de animais mortos e disposição irregular de resíduos sólidos, têm levado a indícios de erosão. A deficiência no saneamento básico no local contribui para a poluição excessiva ao entorno do córrego. Com a falta de limpeza no leito do córrego associado ao grande acúmulo de lixo residencial, resíduos de construção e demolição, garrafas pet e sacos plásticos (Figuras 03 e 04) se torna inevitável o carregamento desse material ao curso do córrego através das enxurradas.



Fonte: Autor (2022)

**Figura 3. Deposição irregular de resíduos**



Fonte: Autor (2022)

**Figura 4. Carregamento de resíduos pelo escoamento superficial**

Através da visita de campo, constatou-se que há um grande problema relacionado à drenagem ineficiente nas ruas próximas ao canal, que afetam a pavimentação e o tráfego na localidade. As erosões no local são provocadas devido as chuvas no local, grande volume de escoamento superficial e a velocidade com que este segue em virtude da grande declividade que a rua K apresenta em direção ao córrego Mutuca (Figura 03). Foram encontradas sulcos de até 1,30 metros de

Segundo Vieira, (2006), a erosão é um indicador de estágios avançados de degradação, o que em muitos casos pode inviabilizar futuros processos de recuperação. Ferreira *et al.*, (2015) ao analisarem o diagnóstico ambiental do córrego Mutuca verificaram vários impactos observados na microbacia do Rio Mutuca devido ao grande número de erosão, e em alguns locais vários processos avançados como a formação de voçorocas.



Fonte: Autor (2022)

**Figura 5. Erosão pluvial com despejamento inadequado de resíduos gerais**

**PONTO B:** Neste ponto observa-se o desenvolvimento de erosões às margens do córrego, estas com proporções maiores em relação ao Ponto A, ameaçando a estabilidade da encosta. Além da concentração elevada e inadequada de resíduos sólidos oriundos da construção civil (entulhos), e também resíduos sólidos domésticos (Figura 06). Como já dito anteriormente, este cenário é resultado da grande declividade do terreno e, da ineficiência do sistema de drenagem urbana. Mais especificamente a não existência de dissipadores das águas oriundas do escoamento superficial, para reduzir a velocidade com que a água acumula em seu escoamento em direção ao córrego, provocando o carreamento do solo.



Fonte: Autor (2022)

**Figura 6. Erosão laminar com despejo impróprio de resíduos**

Um ponto de lançamento foi descoberto dentro da área sem nenhum tipo de dissipador para suavizar o impacto da água, conforme apresentado na Figura 06. As águas receptoras do meio urbano sofrem os efeitos decorrentes da falta de considerações ambientais no uso do espaço. Um dos fatores de influência mais importantes é o escoamento superficial, que ocorre em grandes quantidades em ambientes urbanos devido ao alto grau de impregnação das superfícies. A esses fatores soma-se a alta densidade populacional das cidades, que leva a uma crescente demanda pelo uso múltiplo da água e aumenta a poluição de origem difusa que atinge suas águas (Pizella, 2010). Resultados semelhantes foram encontrados por Amaral *et al.*, (2013) em uma unidade de proteção permanente no distrito de Céu Azul, em Patos de Minas-MG, onde foi observado um avançado processo de erosão e assoreamento de nascentes e cursos d'água, o que ocorreu possivelmente devido aos efeitos do escoamento superficial e má drenagem das águas pluviais. O assoreamento está associado à erosão que atinge as encostas e vales da hácia e é um dos

hidrográfica. Correspondem a fenômenos de maior deposição de sedimentos em meio aquoso, que ocorrem quando as condições são favoráveis à deposição de partículas sólidas (Riffel *et al.*, 2021).

**PONTO C:** Os problemas encontrados neste trecho são consequências sucedidas dos pontos anteriormente citados. Nota-se ostensivamente o assoreamento no leito do córrego, conforme a Figura 07. Há a presença de vegetação na margem do canal, mas não funciona de forma efetiva como proteção vegetal. Atentou-se ainda, que a vegetação na margem do córrego está sofrendo um assolamento pela falta de uma estrutura de contenção na encosta. Várias fissuras já surgem, ainda que estejam com pequenas espessuras (Figura 08).



Fonte: Autor (2022)

**Figura 07. Assoreamento Córrego Mutuca**



Fonte: Autor (2022)

**Figura 08. Assolamento da encosta do Córrego Mutuca**

Souza *et al.*, (2015) ao analisarem as técnicas compensatórias de drenagem urbana constataram que a supressão da mata ciliar atinge múltiplas dimensões que transcendem as fronteiras geográficas. A perda da mata ciliar causa problemas como assoreamento, baixa fertilidade do solo, erosão e, o mais importante, interrompe o fluxo natural da água. O canal possui largura de mais de 10,00 metros, porém a água flui em menos da metade dessa largura devido ao material carregado presente no seu leito.

## CONCLUSÃO

É notável que as consequências da falta de um sistema de drenagem eficiente causam impactos sociais e ambientais, tais como: doenças veiculadas pela água, perdas econômicas, poluição difusa, erosão, assoreamento de rios e canais. Para minimizar esses problemas orienta-se ao poder público que haja uma diligência maior juntamente com população, para se obter a resolução necessária nas medidas estruturais e não estruturais a serem aplicadas. Como medida estrutural eficiente para amenização da erosão no leito do córrego em estudo, sugere-se o uso de estruturas de contenção como, por exemplo, o muro de gabião já utilizado na canalização em outros trechos do córrego. Em vista dos processos erosivos encontrados in loco, é necessário o uso de dissipadores de energia a fim de minimizar os impactos causados pela velocidade do escoamento superficial e diminuir o carregamento de resíduos. Dessa forma, um sistema eficiente e completo de drenagem de águas pluviais urbanas terá

menor impacto ao meio ambiente, garantindo uma melhor qualidade de vida para a população.

## REFERÊNCIAS

- Almeida Filho, G. D. 2001. Ridente Júnior, JL Erosão: Diagnóstico, prognóstico e formas de Controle. *SIMPÓSIO NACIONAL DE CONTROLE DE EROÇÃO, VII*.
- Bertoni, J& Lombardi Neto, F Conservação do solo. 10ª ed . São Paulo: *Editora Ícone*, 2014.
- BOTELHO, R. G. M 2007. Planejamento ambiental em microbacia hidrográfica. Erosão e conservação dos solos: conceitos, temas e aplicações. -3ª edição - Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, p. 269.
- BRASIL. Lei nº 11445, de 05 de janeiro de 2007. Estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico. Diário Oficial da União: Brasília, DF, seção 1, p. 3, 08 jan. 2007.
- Braud, I., B. P., Thollet, F., Lagouy, M., B. F., Jacqueminet, C.&Michel, K. Evidências do impacto da urbanização no regime hidrológico de uma bacia periurbana de médio porte na França. *J. Hidrol.* 485, 5-23,2013.Federal, S. 1988. Constituição. *Brasília DF*.
- Cardoso, R&Campos, A. C 2010. Impactos Ambientais causados por processos erosivos no Parque Carmo Bernardes no Município de Goiânia, Goiás. Anais. I Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental. Bauru SP.
- Chaves, E. M. B&Carpenedo, S. M 2020 NÚCLEOS HABITACIONAIS INFORMAIS E SUA RELAÇÃO COM AS ÁGUAS URBANAS: CONTEXTO ATUAL E CONSIDERAÇÕES.
- Conserva, C. dosS2019. Olhares sobre a água urbana: expansão do território e drenagem, infraestrutura socioecológica na Serrinha do Paranoá, região produtora de água no DF.
- de Bessa, N. G. F., Coelho, M. C. B., Messias, M., Limeira, C., Gregório, W. M., Goergen, S. F., ... & Silva, M. V. C.2016. ANTROPIZAÇÃO DE MICROBACIA URBANIZADA DOS RIOS SANTO ANTONIO E SANTA TEREZA DO MUNICÍPIO DE GURUPI-TO: INDICADORES FITOSSOCIOLÓGICOS.
- de Sousa Sousa, C. S., Rodrigues, L. R. D. M. L., & Almeida, F. 2015. Estudo sobre técnicas compensatórias de drenagem urbana: um estudo de caso na revitalização do Córrego Cascavel. *Revista Nacional de Gerenciamento de Cidades*, 319.
- dos Santos, M. L., de Moraes, E. S., Silveira, H., & Alves, F. C. 2014. Estudo do escoamento superficial na bacia hidrográfica do rio Ivaí, Paraná, Brasil. *Revista Brasileira de Geomorfologia*, 143.
- Everlyn, C. M. N., Aguiar, K. P., de Oliveira Carmo, M., & de Paula Andraus, M. 2018. Ocupação urbana e a impermeabilização do solo. *Anuário Acadêmico-científico da UniAraguaia*, 71, 50-56.
- Gama, L. C. S.; Delmonico, T. R. ; Mendes, A. T & Bessa, N. G. F 2020. Diagnóstico de drenagem da sub-bacia urbanizada do Córrego Mutuca, Gurupi-TO. In: Paulo Roberto Megna Francisco. Org.. Estudos e Inovações na Engenharia e Agronomia v.3. 3ed.Campina Grande: Editora Portal Tecnológico, v. 3, p. 46-55.
- GURUPI 2017. Prefeitura Municipal de Gurupi. Plano Municipal de Saneamento Básico de Gurupi, 2017. Lei Ordinária nº 2377, de 29 de dezembro de 2017. Gurupi. p. 1-433.
- GURUPI.2018. Prefeitura Municipal de Gurupi. Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano Sustentável do Município de Gurupi, 2018. Lei Complementar nº 28, de 09 de novembro de 2018. Gurupi. p.1-100.
- Hibbs, B.J&Sharp, J.M2012. Impactos hidrogeológicos da urbanização. *Ambiente. Eng Geosci.* 18, 3-24.
- Lelis, T. A.2011. Modelagem do escoamento superficial e perda de solo na Bacia do Ribeirão São Bartolomeu, Zona da Mata de Minas Gerais, utilizando o simulador SWAT.
- Lins, T., Junior, S., da Silva, S. G., Dâmaso, M. L. F., Maia, A. C. J., & Melo, M. B. 2020. COMPARATIVO NO MEIO HIDRÁULICO DAS ESTRUTURAS DE PEAD E CONCRETO PARA USO EM REDES DE MICRO E MACRODRENAGEM. *Caderno de Graduação-Ciências Exatas e Tecnológicas-UNIT-ALAGOAS*, 62, 135-135.MIGUEZ, M. G., VERÓL, A.P., REZENDE, O. M. Drenagem urbana: do projeto tradicional à sustentabilidade. 1a ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 366 p, 2016.
- Neto, E. G. C., Almeida, A. K., Leite, I. R., Guarienti, J. A., & de Almeida, I. K. 2021. Telhado verde: alternativa sustentável para a drenagem do escoamento superficial. *MIX Sustentável*, 72, 125-136.RENATA, M.; SILVA, Ricardo Oliveira. DRENAGEM URBANA DE ÁGUAS PLUVIAIS. COORDENAÇÃO DE PESQUISA E INICIAÇÃO CIENTÍFICA, p. 146.
- Panachuki, E., Alves Sobrinho, T., Vitorino, A. C., Carvalho, D. F. D., & Urchei, M. A. 2006. Parâmetros físicos do solo e erosão hídrica sob chuva simulada, em área de integração agricultura-pecuária. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, 102, 261-268.
- Riffel, E. S., Guasselli, L. A., Ruiz, L. F. C., & Gameiro, S. 2021. Relação entre ponto de ruptura e padrão morfométrico em deslizamentos, bacia hidrográfica do Rio Rolante-RS. *Revista do Departamento de Geografia*, 41, e181554-e181554.
- Salomão, F. X. de T2007. Controle e Prevenção dos Processos Erosivos. In: Guerra, *et al*, *Erosão e Conservação de Solos Conceitos, temas e aplicações*. - 3ª edição – Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, p. 269.
- Santos, C. A. G.2019 Hidrologia Aplicada. João Pessoa: Universidade Federal da Paraíba.
- Sartori, H 2016.O saneamento Básico no Brasil. Disponível em: <https://saneamentobasico.com.br/outros/columnistas/o-saneamento-basico-no-brasil-por-hiram-sartori>. Acesso em: 14 abril. 2022.
- Seto, K.C, Guneralp, B.&Hutyra, L.R 2012. Previsões globais de expansão urbana para 2030 e impactos diretos sobre a biodiversidade e os reservatórios de carbono. *Proc. Nacional Acad. Sci. EUA* 109 16083-16088.
- TRATA BRASIL. O que é saneamento. Disponível em: <http://www.tratabrasil.org.br/o-quee-saneamento>2020-tratabrasil.org.br> . Acesso em: 14 abril. 2022.
- Verdum, R., Vieira, C. L., & Caneppele, J. C. G. 2016. Métodos e técnicas para o controle da erosão e conservação do solo.
- Vieira, W. C. 2006. Evolução de feições erosivas na microbacia do Córrego Boa Vista Prata/MG.
- Yao, L., Chen, L., & Wei, W. 2017. Explorando a ligação entre risco de inundação urbana e padrões espaciais em pequenas bacias urbanizadas de Pequim, China. *Revista Internacional de Pesquisa Ambiental e Saúde Pública* , 14 3, 239.
- Zhang, B., Li, N., & Wang, S. 2015. Efeito das mudanças do espaço verde urbano no papel da redução do escoamento de água da chuva em Pequim, China. *Paisagem e Planejamento Urbano*, 140 , 8-16.

\*\*\*\*\*