
AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DA ÁGUA NO CÓRREGO MANDACARU NA CIDADE DE MARINGÁ-PR

SIMONI, Lucas¹
RAMOS, Diego Vieira²
ZAMUNER, Lourival Domingos³

Recebido (Received): 29/01/2022 Aceito (Accepted): 14/07/2022

Como citar este artigo: SIMONI, L.; RAMOS, D.V.; ZAMUNER, L. D. Avaliação da qualidade da água no córrego mandacaru na cidade de Maringá-PR. **Geoconexões (online)**, v.2, n.2, p. 02-16, 2022

RESUMO:

Maringá possui 16 bacias hidrográficas e um alto índice de impermeabilização devido ao processo de urbanização, que causa o aumento do escoamento superficial das águas pluviais. Este estudo objetivou avaliar a qualidade da água proveniente da rede de drenagem urbana no córrego Mandacaru, localizado na cidade de Maringá-PR. Foram realizadas duas coletas de amostras da água: a primeira em um período seco e a segunda após um dia de chuva. Os resultados mostraram que o córrego Mandacaru não apresenta alterações nos parâmetros estabelecidos como limites pelas resoluções do CONAMA 357/2005 e 430/2011. Para a segunda amostra, tem-se um pico que representa as primeiras cargas de lavagem das ruas, como o aumento da turbidez, porém ainda dentro dos parâmetros. Conclui-se, então, que o escoamento pluvial, advindo da drenagem urbana, pode carregar resíduos sólidos, sedimentos e poluentes provenientes de áreas compostas pela bacia hidrográfica. Houve interferência ocasionada por ligações clandestinas de esgoto doméstico direto nas vias ou por elementos de micro drenagem.

PALAVRAS-CHAVE: Córrego Mandacaru. Drenagem urbana. Poluição difusa.

EVALUATION OF WATER QUALITY IN THE MANDACARU STREAM IN THE CITY OF MARINGÁ - PR

ABSTRACT:

Maringá has 16 hydrographic basins and a high level of waterproofing due to the urbanization process, which causes an increase in the surface runoff of rainwater. This study aimed to evaluate the quality of water from the urban drainage network in the Mandacaru stream, located in the city of Maringá-PR. Two water samples were collected, the first in a dry period and the second after a day of rain. The results showed that the Mandacaru stream does not present changes in the parameters established as limits by CONAMA resolutions 357:2005 and 430:2011. For the second sample, there is a peak that represents the first street washing loads, with the increase in turbidity, but still within the parameters. It is therefore concluded that rainwater runoff, coming from urban drainage, can carry solid waste, sediments and pollutants from areas comprising the hydrographic basin. There was interference caused by clandestine connections of direct domestic sewage in the roads or elements of micro drainage.

KEYWORDS: Mandacaru Stream. Urban Drainage. Diffuse pollution.

¹ Centro Universitário Ingá (UNINGÁ)/Bacharel em engenharia civil. E-mail: luca-simoni@hotmail.com
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0400-6947>

² Graduado em Arquitetura e Urbanismo; Mestre em Engenharia Urbana; Doutorando em Geografia; professor do departamento de Engenharia Civil do Centro Universitário Ingá (Uningá). E-mail: diego.vieira.arquitetura@gmail.com ORCID: Orcid: 0000-0002-9696-7878

³ Graduado em Engenharia Civil; Mestre em Geografia; Coordenador do curso de Engenharia Civil do Centro Universitário Ingá. E-mail: prof.lourivalzamuner@uninga.edu.br ORCID: 0000-0002-6827-8311

Introdução

O crescimento populacional e o aumento das cidades devem ser associados à ampliação da infraestrutura urbana e à redução do surgimento de problemas de drenagem, como alagamentos e inundações (TUCCI, 2005). À medida em que a população cresce e ocupa áreas ao redor das bacias hidrográficas por meio da construção de edificações, calçadas e pavimentação de ruas, ocorre a impermeabilização do solo. Esses fatores contribuem para a redução das superfícies de infiltrações, a diminuição do tempo de concentração e o aumento do escoamento superficial. São elementos que tornam as galerias de águas pluviais insuficientes para retirar as águas em circulação.

Para White e Greer (2006), o aumento da urbanização da bacia hidrográfica leva a mudanças significativas como, por exemplo, o aumento do escoamento superficial e, assim, o favorecimento da ocorrência de inundações urbanas. Com a urbanização rápida de uma bacia hidrográfica, as características hidrológicas do local se modificam, causando, também, a alteração da fauna e da flora nativas, as quais têm que se adaptar às novas características do local.

Os recursos hídricos têm sofrido modificações derivadas da ação antrópica, como desmatamento, impermeabilização do solo por edificações, asfaltamento de ruas, calçadas etc., o que resulta em prejuízo na qualidade e na disponibilidade de água. É notória a necessidade de um aumento do monitoramento das alterações físicas e químicas, de forma a não comprometer o aproveitamento múltiplo e minimizar os impactos negativos do ambiente (BRAGA; PORTO; TUCCI, 2006).

Rios e córregos urbanos são geridos pelo homem como um recurso para o benefício próprio, em atividades como o abastecimento de água, redução de inundações, eliminação de águas residuais⁴ e minimização de doenças. Práticas como essas levaram à degradação dos rios — uma questão que foi, a princípio, ignorada, mas que, nas últimas décadas, foi apoiada por muitos programas e legislações internacionais, nacionais e regionais, com o intuito de preservar os ecossistemas de água doce (FINDLAY; TAYLOR, 2006).

Segundo Tucci (2005), as cidades dos países em desenvolvimento têm crescido sem planejamento urbano adequado, cujos sistemas de saneamento são negligenciados. Fica, então, uma herança da fase higienista em que a preocupação se baseava na retirada das águas pluviais do meio urbano e o lançamento à jusante⁵ em um corpo receptor. Apesar do

⁴ Águas residuais são os despejos líquidos descarregados nos coletores de esgoto e que têm como origem as residências, os estabelecimentos comerciais e industriais.

⁵ Jusante é o sentido em que descem as águas de uma corrente fluvial.

desenvolvimento tecnológico, continua a ser um desafio projetar um sistema de drenagem eficaz devido à qualidade do corpo receptor, que adquire variedade e quantidade de poluentes e nutrientes (ZHOU, 2014).

Os rios, os ribeirões e os córregos estão interligados, já que são afluentes de algum rio. Conclui-se que, se existe poluição nos afluentes, provavelmente, logo, está presente no rio — ou chegará em algum momento. Para tanto, são feitos estudos para verificar a qualidade da água desses locais e a existência de possíveis despejos ilícitos e poluentes. De acordo com Oliveira e Da Hora (2018),

A qualidade da água é resultante de fenômenos naturais e da atuação do homem. De maneira geral, pode-se dizer que a qualidade de uma determinada água é função das condições naturais e do uso e da ocupação do solo na bacia hidrográfica.

No meio natural, uma bacia hidrográfica preservada sofre com escoamento superficial, que pode levar partículas ou impurezas localizadas no solo. Já com a atuação do homem, estão presentes em agrotóxicos no solo e despejos domésticos que também levariam impurezas para a bacia hidrográfica daquela região. A integridade física de um córrego é vista por muitos como a escala fundamental para a reabilitação base do rio. Características que, antes, eram consideradas dispensáveis, como Ecologia, Hidrologia e Geomorfologia, são, agora, consideradas importantes para a manutenção dos rios, o que torna essencial a compreensão dos impactos decorrentes da urbanização sobre os córregos (FINDLAY; TAYLOR, 2006).

A drenagem urbana é o conjunto de infraestruturas e meios instalados em uma cidade com o objetivo de realizar a coleta, o lançamento e o transporte das águas superficiais. Visa diminuir riscos, os prejuízos causados pelas inundações e possibilita que o desenvolvimento urbano seja desencadeado de forma harmônica (PINTO; PINHEIRO, 2006). O crescimento urbano tem gerado impactos no controle da poluição e proteção dos recursos hídricos. As águas provenientes de drenagem e os resíduos transportados levam à degradação dos corpos d'água⁶ receptores. Um dos aspectos impulsionadores desse quadro é a impermeabilização do solo no ambiente urbano (TUCCI *et al.*, 2007).

A cidade de Maringá tem vivenciado tal cenário com alto índice de impermeabilização, aumento do escoamento superficial e a incidência da poluição difusa⁷. O município está

⁶ Corpo d'água é a denominação genérica para qualquer manancial hídrico: curso d'água, trecho de rio, reservatório artificial ou natural, lago, lagoa, represas, açudes ou aquífero subterrâneo. O mesmo que corpo hídrico. Ver, também, captação de água.

⁷ A poluição difusa é um processo que tem início com a lavagem e o transporte de poluentes atmosféricos pela chuva, a formação dos deflúvios superficiais que carregam grande parte dos poluentes depositados na superfície da bacia e o transporte ao seu destino em um corpo receptor.

situado no norte do Estado do Paraná — as coordenadas são 23°27' de Latitude Sul do Equador e 51°57' de Longitude Oeste de Greenwich, exatamente na latitude do Trópico de Capricórnio — e apresenta variação altimétrica entre 450 e 600 metros. Foi fundada pela Companhia Melhoramentos Norte do Paraná (CMNP) como parte do seu projeto pioneiro de colonização para a região norte do Paraná em 10 de maio de 1947 (LUZ, 1997). Está presente em um divisor de águas dos Rios Pirapó e Ivaí. Sua área urbana abriga várias cabeceiras de drenagem, como o Córrego Mandacaru — importante afluente do ribeirão Maringá, tributário do rio Pirapó (SILVA; NÓBREGA, 2007). Segundo Neves e Souza (2013), o córrego em questão drena uma área de, aproximadamente, 14,5 km², situada, em sua maior parte, no meio urbano — 85% — e sofre interferência antrópica. Enquadra-se na classe 3 da Portaria SUREHMA 019/92 de 12/05/1992 (IAP, 1992).

O objetivo principal do estudo é analisar a qualidade da água presente no Córrego Mandacaru próximo ao viaduto do Contorno Norte. A escolha pelo tema se justifica pelo fato de que o córrego já foi vítima de poluição, e houve vários mutirões para limpeza e conscientização da população sobre a conservação dos rios e córregos. O local recebe o escoamento de regiões povoadas, como a Zona 07 — possui atividades comerciais e residenciais —, cuja taxa de impermeabilização é alta. Especificamente, espera-se verificar a carga poluente recebida e o índice de poluição difusa incidente na rede de drenagem existente e avaliar propriedades físicas e químicas da água, a fim de constatar se há ligações clandestinas de esgoto, lançados diretamente no córrego sem o devido tratamento.

O desenvolvimento da pesquisa

O processo de análise e tratamento de água despejadas nos corpos hídricos requer a verificação de elementos como a temperatura, o pH, a turbidez, a quantidade de sólidos totais, a Demanda Química de Oxigênio (DQO) e o oxigênio dissolvido. A temperatura é um parâmetro físico — uma função de estado —, descritivo de um sistema que, vulgarmente, associa-se às noções de frio e calor, bem como às transferências de energia térmica. É definida como medida da energia cinética associada ao movimento — vibração — aleatório das partículas que compõem um dado sistema físico (SPERLING, 1995). De acordo com a Resolução nº 357:2005 do CONAMA, não há valores de temperatura pré-estabelecidos para classificação de corpo hídrico. A Resolução 430:2005 determina que a temperatura seja inferior a 40°C, cuja variação de temperatura do corpo receptor não deverá exceder a 3°C no limite da zona de mistura.

O pH (potencial hidrogeniônico) representa a concentração de íons hidrogênio H⁺ — em escala logarítmica, indica a condição de acidez e a neutralidade ou alcalinidade da água.

O pH obedece a uma escala de 0 a 14, em que valores inferiores a 7 são tidos como ácidos. No caso de valores igual a 7, são vistos como neutros; e os superiores a 7 são considerados básicos (BRITES, 2005). Pereira (2004) afirma que as variações do pH nos corpos d'água estão relacionadas, também, à oxidação da matéria orgânica, em que a contaminação é confirmada por despejos indevidos de efluentes domésticos, ricos em matéria orgânica. Valores elevados de alcalinidade apresentam gosto desagradável, causam danos à saúde devidos ao efeito laxativo — indicativo de despejo de efluente doméstico. Já que a decomposição da matéria orgânica aumenta a geração de gás carbônico, eleva a alcalinidade do meio, que influencia no aumento do pH (ONOHARA, 2015).

Segundo Brites (2005), a turbidez significa a alternância da passagem da luz na água. Essa contrafação pode ser procriada pela aparência de fragmentos em suspensão que prova a difusão e a absorção da luz, causa, assim, um resultado de aparência turva. Verifica-se que essa aparência pode estar associada a compostos tóxicos, erosão e organismos patogênicos, se a origem for antropogênica. Contudo, se for ligada a causas naturais, há que se falar em precipitações no solo, entre outros.

São considerados sólidos totais, presentes em um corpo aquático, a matéria que permanece como resíduo após evaporação a uma temperatura entre 103 e 105 °C. O padrão de potabilidade se refere apenas aos sólidos totais dissolvidos — limite: 1.000 mg/L —, pois essa parcela reflete a influência de lançamento de esgotos e afeta a qualidade organoléptica — sabor, odor — da água. São tratados como parâmetros físicos, embora possam se associar às características químicas e biológicas.

Óleos e graxas são substâncias orgânicas de procedência mineral, vegetal ou animal. Tais substâncias, comumente, são gorduras, ésteres e hidrocarbonetos e, dificilmente, são localizadas em águas naturais, pois são encontradas em locais que possuem resíduos sólidos, decorrentes de despejos e de resíduos industriais, efluentes de oficinas mecânicas e postos de gasolina e de esgotos domésticos. Caracterizam-se pela baixa solubilidade na água e pela separação da fase aquosa. Embora essa característica seja vantajosa no processo de tratamento de separação por flotação, os problemas que decorrem da presença de óleos e graxas estão relacionados ao transporte dos despejos por meio das tubulações. A degradação nas unidades de tratamento biológico e a sua disposição em corpos d'água ocasionam problemas estéticos e ecológicos devido à acumulação em praias, margens e rios. De acordo com a Portaria 430:2011, para óleos minerais, tem-se um limite de até 20 mg/L, e, para óleos vegetais e gorduras animais, o limite é de até 50 mg/L.

A Demanda Química de Oxigênio (DQO) é um parâmetro indispensável nos estudos de caracterização de esgotos sanitários e de efluentes industriais. Ela avalia a quantidade de

oxigênio dissolvido (OD) consumido em meio ácido que leva à degradação de matéria orgânica. A análise dos valores de DQO em efluentes e em águas de superfície é uma das mais expressivas para a determinação do grau de poluição da água e reflete a quantidade total de componentes oxidáveis, seja carbono ou hidrogênio de hidrocarbonetos, nitrogênio — de proteínas, por exemplo — ou enxofre e fósforo de detergentes.

A DQO pode ser considerada como um processo de oxidação química, em que se emprega o dicromato de potássio ($K_2Cr_2O_7$). Nesse processo, o carbono orgânico de um carboidrato, por exemplo, é convertido em gás carbônico e água. Refere-se à matéria orgânica oxidada por atividade dos micro-organismos e à oxidação da matéria orgânica ocorrida por agentes químicos (MUNDO EDUCAÇÃO, 2021).

Segundo Jordão e Pessoa (2005), a DQO representa a quantidade de oxigênio necessária para estabilizar quimicamente as matérias orgânica e inorgânica oxidáveis de uma água, ou seja, é a quantidade de oxigênio consumida por diversos compostos sem intervenção de micro-organismos. É uma indicação indireta do teor do carbono orgânico através do consumo do oxigênio no processo de oxidação da matéria orgânica presente na água. O teste é realizado pelo uso de oxidantes fortes, como o dicromato de potássio, em meio ácido e temperatura elevada, durante duas horas.

Conforme Jordão e Pessoa (2005), o oxigênio consumido é um termoquímico de mesmo significado que a DQO utilizado quando o oxidante é o permanganato. Assim, o oxigênio consumido, também conhecido como “matéria orgânica”, é um indicador da concentração de matéria orgânica, como a DQO, no entanto, a oxidação é realizada em condições menos energéticas. A oxidação com permanganato é a mais utilizadas para águas limpas, com baixa concentração de matérias orgânicas. Conforme Jordão e Pessoa (2005), a DQO é mais utilizada para concentrações acima de 5 mg/L — águas com maior teor de matéria orgânica —, e o permanganato, para concentrações inferiores a 5 mg/L — águas mais limpas, avaliação de potabilidade. A DQO ocorre em condições mais energéticas, temperaturas acima de 150°C e meios muito ácidos; os seus resultados são, normalmente, maiores do que os de oxigênio consumido com permanganato, que ocorrem em temperaturas inferiores a 100°C e condições menos ácidas.

O oxigênio dissolvido (OD) é importante para os organismos aeróbios — que vivem na presença do oxigênio. Durante a estabilização da matéria orgânica, as bactérias fazem uso do oxigênio nos processos respiratórios, o que pode causar uma redução da concentração no meio. Dependendo da magnitude desse fenômeno, podem morrer diversos seres aquáticos, inclusive, os peixes. Caso o oxigênio seja totalmente consumido, têm-se as condições anaeróbias — ausência de oxigênio —, com possível geração de maus odores. Dessa

maneira, o OD é vital para os seres aquáticos aeróbios e é o principal parâmetro de caracterização dos efeitos da poluição das águas por despejos orgânicos.

De acordo com a Resolução do CONAMA nº 357/2005, seção I, Art. 4º:

As águas doces são classificadas em:

I - Classe especial: águas destinadas:

- a) ao abastecimento para consumo humano, com desinfecção;
- b) à preservação do equilíbrio natural das comunidades aquáticas; e,
- c) à preservação dos ambientes aquáticos em unidades de conservação de proteção integral.

II - Classe 1: águas que podem ser destinadas:

- a) ao abastecimento para consumo humano, após tratamento simplificado;
- b) à proteção das comunidades aquáticas;
- c) à recreação de contato primário, tais como natação, esqui aquático e mergulho, conforme Resolução CONAMA nº 274, de 2000;
- d) à irrigação de hortaliças que são consumidas cruas e de frutas que se desenvolvam rentes ao solo e que sejam ingeridas cruas sem remoção de película; e
- e) à proteção das comunidades aquáticas em Terras Indígenas.

III - classe 2: águas que podem ser destinadas:

- a) ao abastecimento para consumo humano, após tratamento convencional;
- b) à proteção das comunidades aquáticas;
- c) à recreação de contato primário, tais como natação, esqui aquático e mergulho, conforme Resolução CONAMA nº 274, de 2000;
- d) à irrigação de hortaliças, plantas frutíferas e de parques, jardins, campos de esporte e lazer, com os quais o público possa vir a ter contato direto; e
- e) à aquicultura e à atividade de pesca.

IV - Classe 3: águas que podem ser destinadas:

- a) ao abastecimento para consumo humano, após tratamento convencional ou avançado;
- b) à irrigação de culturas arbóreas, cerealíferas e forrageiras;
- c) à pesca amadora;
- d) à recreação de contato secundário; e
- e) à dessedentação de animais.

V - Classe 4: águas que podem ser destinadas:

- a) à navegação; e
- b) à harmonia paisagística.

O objetivo é determinar a concentração de oxigênio dissolvido em amostras de corpos de águas em geral — águas de abastecimento e águas residuárias —, influência vital para a preservação da vida aquática, já que vários organismos, como peixes, precisam de oxigênio para respirar. As águas poluídas por esgotos apresentam baixa concentração de oxigênio dissolvido, pois é consumido no processo de decomposição da matéria orgânica. Por outro lado, as águas limpas apresentam concentrações de oxigênio dissolvido elevadas, geralmente, superiores a 5mg/L, exceto em condições naturais que causem baixos valores. As águas eutrofizadas — ricas em nutrientes — podem apresentar concentrações de oxigênio superiores a 10 mg/L, situação conhecida como supersaturação.

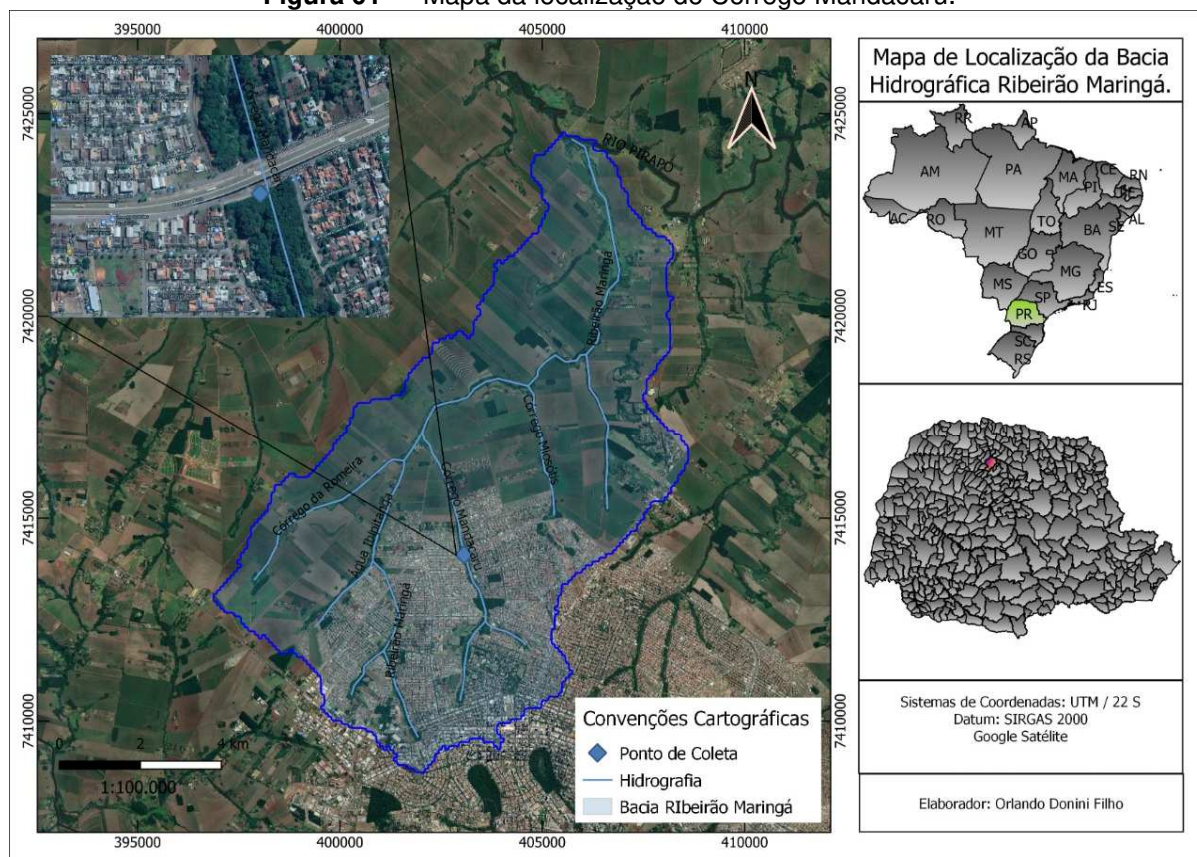
Procedimentos de análise e o local de estudo

Para analisar a qualidade da água faz-se necessário avaliar propriedades físicas, químicas e biológicas, mas, neste trabalho, não será feita a biológica. O desenvolvimento do trabalho adotou como procedimentos metodológicos a realização de três etapas sequenciais. A primeira consistiu na revisão teórica do tema de estudo. Foram consultados livros, teses, dissertações e artigos presentes na base de dados, como o portal de periódicos da CAPES. O intuito desta etapa foi compreender os aspectos vinculados ao assunto, delimitar os procedimentos metodológicos adotados nas etapas seguintes e a escolha do local de estudo. A segunda etapa foi destinada à pesquisa de campo.

Realizaram-se visitas de reconhecimento e de levantamento fotográfico no Córrego Mandacaru. No córrego, observaram-se os pontos de despejo das águas pluviais e se escolheram locais de coletas de amostras — por se tratar de um ponto à jusante, é possível haver contaminações decorrente da recepção de águas da drenagem urbana. As coletas foram realizadas em dois momentos distintos e contaram com a utilização de galão plástico, de 5 litros de capacidade, esterilizado — o pesquisador também possuía vestimenta apropriada para a atividade. O primeiro período foi sem precipitação, em carga de lavagem. O segundo foi após a precipitação, para que a coleta avaliasse a contaminação trazida pela drenagem urbana e as plantas referentes ao curso do Córrego Mandacaru.

A Figura 1 evidencia a localização da bacia hidrográfica do Córrego Mandacaru, em Maringá-PR, o qual tem sua cabeceira de drenagem no centro da cidade — conhecido como Zona 07 — e contribuintes. O local de coleta das amostras de água foi próximo ao viaduto do Contorno Norte.

Figura 01 — Mapa da localização do Córrego Mandacaru.



Fonte: elaborado pelos autores (2021).

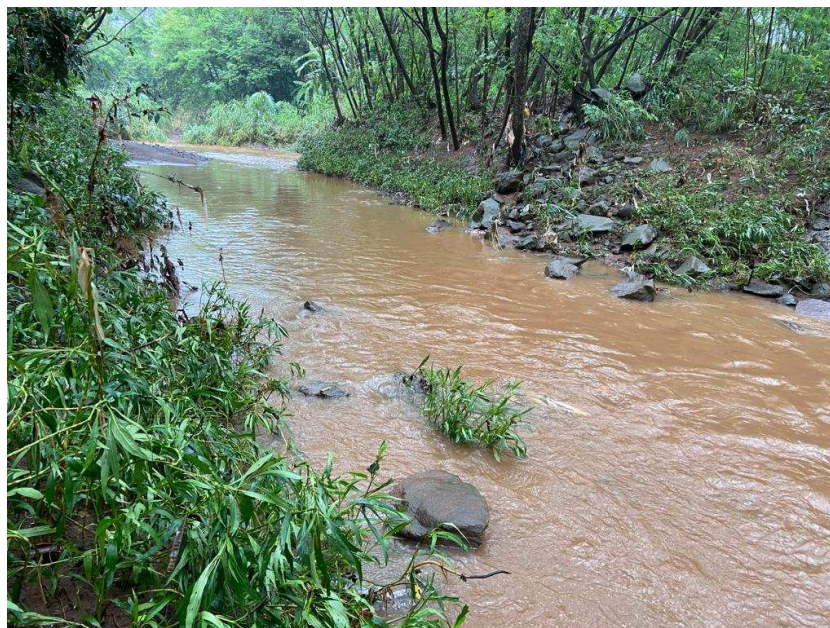
Foram coletadas duas amostras para contemplar períodos distintos, e a primeira ocorreu no dia 06/10/2021 (como visto na Figura 2), antes da precipitação. O intuito foi avaliar o nível de poluição da água. A segunda, realizada em 14/10/2021 (Figura 3), ocorreu logo após o início da precipitação, e se buscou avaliar a carga de lavagem — escoamento superficial, além de contemplar a poluição difusa gerada pela lavagem de calçadas, asfalto, telhados, substâncias orgânicas de origem mineral, vegetal ou animal, borracha proveniente do atrito de pneus dos carros e carregando todo o tipo de resíduos sólidos por meio da drenagem urbana da bacia hidrográfica até o corpo receptor.

Figura 2 — Foto da primeira coleta (06/10/2021): 23,37996° S, 51,94848° O



Fonte: elaborada pelos autores (2021).

Figura 3 — Foto da segunda coleta (14/10/2021): 23,37996° S, 51,94848° O



Fonte: elaborada pelos autores (2021).

A terceira fase dos procedimentos metodológicos foi destinada à análise laboratorial. Os estudos foram realizados no Laboratório de Saneamento do Centro Universitário Ingá (UNINGÁ) e contaram com equipamentos e reagentes para sólidos totais: balança analítica,

becker de 150 ml, chapa de aquecimento ou banho maria, estufa a 105 °C, dessecador, papel filtro. Para o Oxigênio Dissolvido O₂, pelo Método de Winkler, modificado pela Ázida Sódica, utilizaram-se Erlenmeyer de 100 ml, pipetas volumétricas e ácidos específicos. Para a Demanda Química de Oxigênio (DQO), usaram-se cubetas de vidro de 10 ml, espectrofotômetro HACH DR 3900, reator digestor DRB 200 para DQO, kit de reagentes apropriados para digestão da DQO (HACH): faixa baixa de 20 a 1500 mg L⁻¹ número no catálogo 21259-15, e água desmineralizada. Para o pH, utilizou-se medidor de pH e temperatura – TEC 5 microprocessado, da marca TECNAL. Para a turbidez: turbidímetro (TECNAL), cubeta de vidro, padrões líquidos de turbidez — kit NTU (Unidade Nefelométrica de Turbidez), 0.1 NTU, 0.8 NTU, 8 NTU, 80 NTU e 1000 NTU — e água destilada. Para os óleos e graxas, utilizaram-se estufa a 103 °C, funil de Buchner de 12 cm de diâmetro, dessecador, pipeta volumétrica, provetas de 100 ml, becker de 200 ml, Erlenmeyer de 125 ml, filtro de papel de 12 cm de diâmetro, balança analítica para quatro casas decimais, n-hexano ou éter de petróleo, ácido clorídrico P.A. (atômica mente puro) e ácido sulfúrico.

Na Tabela 1, encontram-se os parâmetros e valores limites a serem avaliados em águas superficiais e de referência das Resoluções CONAMA 357:2005 e 430:2011 para rios de Classe 3.

Tabela 1 — Valores limites de referência para rios de Classe 3

Parâmetros de qualidade	Limites e tolerâncias
Temperatura	Inferior a 40°C
Turbidez	Até 100 uT
Sólidos dissolvidos totais	Até 500 mg/L
pH	6,0 – 9,0
Óleos e graxas	Até 50 mg/L
OD	Não inferior a 4 mg/L
DQO	Até 5 mg/L

Fonte: elaborada pelos autores (2021).

Realizou-se a análise dos resultados ao se comparar os valores obtidos nos dois períodos, durante e após a carga de lavagem, com os valores de referência para a concentração dos poluentes de acordo com a classificação dos corpos de água da resolução CONAMA 357:2005.

O período pós-procedimentos laboratorial

Após o período de verificação laboratorial, encontraram-se valores de referência, uma vez que o Córrego Cleópatra está enquadrado na Classe 3 de águas doces. A Tabela 2 mostra os resultados analíticos obtidos das duas amostras.

Tabela 2 — Resultados dos parâmetros individuais das amostras analisadas

Parâmetros	Limites e tolerância	Amostra 1 06/10/2021	Amostra 2 14/10/2021
Temperatura	Inferior a 40° C	24,3°C	22,6°C
pH	6,0 – 9,0	6,38	6,24
Turbidez	Até 100 NTU	1,68 NTU	36 NTU
Sólidos totais	Até 500 mg/L	1,95 mg/l	0,84 mg/l
Óleos e graxas	Até 50 mg/L	13mg/l	14mg/l
DQO	Até 5 mg/L	353mg/l	511mg/l
Oxigênio dissolvido	Não inferior a 4 mg/L	51,9mg/l	75,60mg/l

Fonte: elaborado pelos autores (2021).

De acordo com os resultados apresentados, foram obtidas as temperaturas de 24,3 °C na primeira amostra e de 22,6 °C na segunda amostra. A Resolução 430:2011 estabelece que a temperatura de corpos hídricos deve ser inferior a 40°C, o que demonstra enquadramento nos parâmetros estabelecidos pela resolução. A turbidez resultou em 1,68 NTU na amostra antes da precipitação, havendo, assim, materiais suspensos ou organismos microscópicos na água em suspensão. Já a coleta após a chuva resultou em 36 NTU, indicando que ela estava turva, mas, por meio da resolução CONAMA 357:2005, é indicado o limite de 100 NTU para córregos da Classe 3, o que demonstra enquadramento nos parâmetros permitidos.

Para aspectos químicos, como sólidos totais, os valores também estiveram dentro dos parâmetros permitidos pelas Resoluções do CONAMA 357:2005 e 430:2011. Observaram-se valores maiores na primeira coleta, pois não houve escoamento advindo da drenagem urbana, fazendo com que houvesse uma presença maior de sólidos dissolvidos na água. Em geral, o sólido formado se deposita no fundo do manancial, porém ele permanecerá em suspensão caso seja menos denso que o solvente que, no caso, é a água. Em suma, a temperatura é o principal fator a influenciar a solubilidade de um composto, dado que, em geral, a solubilidade aumenta com a temperatura.

Para o OD, a água apresenta uma demanda de oxigênio boa para um córrego de Classe 3 — dentro do esperado. Considera-se que águas limpas apresentam concentração de oxigênio dissolvido elevados, geralmente, superiores a 4 mg/L; já na DQO (Demanda Química de Oxigênio), que seria de até 5 mg/L, obteve-se uma alteração, visto que, na primeira amostra, o resultado foi de 353 mg/l e, na segunda, 511 mg/l. A Demanda Química de Oxigênio (DQO) ou Carência Química de Oxigênio (CQO) é um parâmetro que mede a quantidade de matéria orgânica por meio do oxigênio dissolvido, suscetível a ser oxidada por meios químicos que existam em uma amostra líquida. Verifica-se, então, que, pelos valores apresentados, a segunda amostra contém um valor maior de turbidez, representando uma maior dissolução de matéria orgânica dissolvida na água, o que confirma o valor de oxigênio dissolvido na água.

Nas análises dos parâmetros químicos, não foram encontradas anormalidades de óleos e graxas e pH. Na Resolução CONAMA 357:2005, o parâmetro de pH para córregos urbanos de Classe 3 deve se manter dentro da faixa de 6,0 a 9,0. No parâmetro óleos e graxas, não foi encontrada alteração, já que, segundo a Resolução CONAMA 430:2011, o lançamento de óleos de indústrias em córregos não pode ultrapassar 50 mg/L. Com o tempo seco, para óleos e graxas, obteve-se o valor de 13 mg/L, ou seja, resultou em um valor dentro do permitido, já com chuva, obteve-se 14 mg/L.

Considerações finais

Após a finalização dos ensaios, conclui-se, então, que o escoamento pluvial, principalmente, advindo da drenagem urbana, pode carrear resíduos sólidos, sedimentos e poluentes provenientes de áreas compostas pela bacia hidrográfica do Córrego Mandacaru, havendo interferência, também, de ligações clandestinas de esgoto doméstico direto nas vias ou elementos de microdrenagem. O parâmetro de turbidez é utilizado com frequência para caracterizar águas consideradas brutas ou tratadas, com a finalidade de controle da operação das estações de tratamento de água.

Com relação à interpretação dos resultados, os termos de tratamentos e abastecimento público de águas, com valores inferiores a 20 uT, sugerem que estas podem ir diretamente para o processo de filtração, enquanto águas com turbidez acima de 50 NTU requerem uma etapa antes da filtração, chamada de coagulação química.

Os sólidos em suspensão de origem natural não trazem inconvenientes sanitários, servindo simplesmente de abrigo para micro-organismos patogênicos, enquanto os sólidos em suspensão de origem antropogênica podem estar associados a determinados compostos tóxicos ou organismos patogênicos.

Com relação à Tabela 2 e ao parâmetro de análise de Demanda Química de Oxigênio (DQO), verifica-se que, nas águas do Córrego Mandacaru, quando se comparam as coletas de água, a segunda coleta possui um índice de DQO, aproximadamente, 45% maior ao índice de DQO da primeira coleta, ou seja, o consumo de oxigênio para oxidar a matéria orgânica, biodegradável ou não, é 45% superior nas águas quando há precipitação. Portanto, novamente, comprova-se que a carga orgânica existente nas águas da segunda coleta é superior à carga orgânica existente nas águas da primeira, o que se comprova, também, pelos resultados do oxigênio dissolvido.

A razão disso se dá pela existência do despejo de águas pluviais, da lavagem das ruas e dos esgotos domésticos clandestinos localizados em pontos próximos às margens do Córrego Mandacaru. Com isso, pode-se dizer que, nesse trecho, as águas do Córrego Mandacaru sofrem um grande aumento na poluição bioquímica de suas águas pela carga orgânica dos esgotos domésticos existentes em suas margens esquerda e direita. Os resultados mostram que o Córrego Mandacaru, localizado na bacia hidrográfica do Córrego Mandacaru, não apresenta alterações nos resultados de acordo com os valores limites estabelecidos pelas Resoluções CONAMA 357:2005 e 430:2011 apresentados na Tabela 1. Para a segunda amostra, tem-se um pico que representa as primeiras cargas de lavagem das ruas, como o aumento da turbidez de 1,68 NTU para 36 NTU, porém ainda dentro dos parâmetros.

Referências

BRAGA, B.; PORTO, M.; TUCCI, C. E. M. Monitoramento de quantidade e qualidade das águas. In: REBOUÇAS, A. C.; BRAGA, B.; TUNDISI, J. G.(org.). Água doces no Brasil: Capital ecológico, uso e conservação. 3.ed., São Paulo: Escrituras Editoras, 2006. cap.5, p.145-160.

BRITES A. P. Z. Avaliação na qualidade da água e dos resíduos no sistema de drenagem urbana. 2005. Dissertação (Mestrado do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil. Área de concentração em Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental) - Universidade Federal de Santa Maria. Santa Maria - RS. 2005.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE: CONAMA. Resolução 357:2005 de 17 de março de 2005. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res05/res35705.pdf>>. Acesso em 28 nov. 2021.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE: CONAMA. Resolução nº 357/2005 de 17 mar. 2005. Disponível em: https://www.icmbio.gov.br/cepsul/images/stories/legislacao/Resolucao/2005/res_conama_357_2005_classificacao_corpos_agua_rtfcd_a_altrd_res_393_2007_397_2008_410_2009_430_2011.pdf> Acesso em: 02 mar. 2022.

CONSELHO NACIONAL DE FARMÁCIA (CFF). Resolução Nº 430 DE 17 de fevereiro de 2005. Disponível em: <

<https://www.cff.org.br/pagina.php?id=394&titulo=Resolu%C3%A7%C3%A3o+CFF+430-2005>.
Acesso em: 02 mar. 2022.

FINDLAY, S.J.; TAYLOR, M.P. Why rehabilitate urban river system? Royal Geographical Society (with the Institute of British Geographers), Area (2006) 38.3, p. 312-325, 2006.
<https://doi.org/10.1111/j.1475-4762.2006.00696.x>

Instituto Ambiental do Paraná - IAP. Portaria SUREHMA 019/92 de 12.05.1992. Enquadramento de rios do Paraná.

JORDÃO, Eduardo P., PESSOA, Constantino A. Tratamento de esgoto doméstico. Rio de Janeiro: ABES, 2005. 906 p.

LUZ, F. O fenômeno urbano numa zona pioneira. Maringá: Prefeitura do Município de Maringá, 1997. 217 p.

MUNDO EDUCAÇÃO. DQO. Demanda Química e Oxigênio. Disponível em:
<<https://mundoeducacao.uol.com.br/quimica/demanda-quimica-oxigenio.htm>>. Acesso em 28.11.2021.

NEVES, P. D. M.; SOUZA, M. L. Caracterização geoambiental da área de preservação permanente das nascentes do curso superior da bacia do córrego Mandacaru do município de Maringá - PR: aspectos legais, Revista Geo UERJ, v.1, n.24, p.386-406, 2013.
<https://doi.org/10.12957/geouerj.2013.6920>

OLIVEIRA, D. M.; DA HORA, M. A. G. M. Avaliação da evolução da qualidade da água da Bacia do Rio Quandu - RJ. In: Simpósio de Recursos Hídricos da Bacia do Rio Paraíba do Sul, 3, Juiz de Fora, 2018.

ONOHARA. Avaliação de Características Física, Química e Microbiológica da Água na Microbacia do Córrego Gunitá, Cuiabá-MT. Engineering and Science. UFMT, 2015.
<https://doi.org/10.18607/ES201532556>

PEREIRA, R. S. Poluição hídrica: causas e consequências. Revista Eletrônica de Recursos Hídricos, 2004, pg. 20-36.

PINTO L. H.; PINHEIRO S. A. Orientações Básicas para Drenagem Urbana. 1. ed. Belo Horizonte: FEAM, 2006.

SILVA, A. S.; NÓBREGA, M. T. A urbanização e os impactos erosivos no córrego Mandacaru, Maringá - PR. In: ENCONTRO REGIONAL DE GEOGRAFIA APLICADA À GESTÃO DA SAÚDE, 1. Maringá, 2007. Anais... Maringá: UEM, 2007.

TUCCI, C.E.M. Gestão de águas pluviais urbanas. Porto Alegre, 2005.

TUCCI, C.E.M; et. al. Inundações Urbanas. Porto Alegre: Ed. Rhama/ABRH, 2007.

VON SPERLING, M. (1995). Princípios do Tratamento Biológico de Águas Residuárias - Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de Esgotos. Minas Gerais: ABES.

WHITE, M. D., GREER, K. A. The effects of watershed urbanization on the stream hydrology and riparian vegetation of Los Penasquitos Creek, California. Landscape and Urban Planning, 74(2):125-138, 2006.
<https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2004.11.015>

ZHOU, Q. A review of sustainable urban drainage systems considering the climate change and urbanization impacts. Water, v.6, p.976-992,
<https://doi.org/10.3390/w6040976>